

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS DE FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL *

Paulo Roberto Ferreira Gomes da Silva¹; Luis Parente Maia¹ & Juliana Silva Pereira².

RESUMO --- O presente estudo corresponde ao monitoramento da qualidade da água do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza - SDOES, analisando os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água, levando-se em conta as características físico-químicas da água (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, nitrito, nitrato, amônia, fósforo total) e nível de poluição bacteriológica da água (NMP de coliformes fecais e totais), tendo como objetivo realizar o monitoramento da área marinha sob influência dos efluentes provenientes dos esgotos domésticos da cidade de Fortaleza, proporcionando as informações necessárias a análise da qualidade ambiental e ao devido controle da disposição oceânica. Os valores dos parâmetros físico-químicos da água, em geral, estão dentro da faixa de variação esperada para a zona costeira, que se caracteriza por temperatura relativamente elevada, pH alcalino, salinidade de água marinha, influenciada por chuvas e pequeno aporte fluvial, consumo de oxigênio de média intensidade, com elevado grau de saturação e uma intensa atividade biológica. Os valores obtidos para coliformes fecais e totais no decorrer das duas primeiras campanhas, superaram em grande parte os padrões aceitáveis estabelecidos pela legislação. Os teores de óleos e graxas determinados nas doze estações de estudo estão fora do permitido pela legislação.

ABSTRACT --- The present paper deals with monitoration of water quality around the System for Offshore Disposal of Sewerage at Fortaleza – SDOES, by measuring such physical, chemical and bacteriological parameters of the water as (temperature, salinity, pH, oxygen, oil and grease, nitrite, nitrate, ammonium, total phosphorus) and bacteriological level of water pollution (MPN of fecal and total coliforms). Its objective is to carry out the monitoring of the marine area under the influence of domestic sewage at Fortaleza city so as to make available the necessary information on the environmental water quality and control of offshore disposal. The estimates made for the physical and chemical parameters were found to be within their normal variation in the coastal zone, namely high temperature, alkaline pH, seawater salinity as dependent on rainfall and small river flow, median oxygen consumption and hectic biological activity. Total and fecal MPN values were shown to surpass the legal standards to a great extent. The oil and grease contents proved to be higher than the limits set up by legislation.

Palavras-chave: qualidade da água, monitoramento, esgotos sanitários

* Estudo desenvolvido em convênio com a CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

¹ Pesquisador do LABOMAR/UFC, Av. Abolição 3207- Meireles, Fortaleza-Ceará, 60165-081, E-mail: paulogom@labomar.ufc.br

² Graduanda em Geografia/UECE

1 – INTRODUÇÃO

As intervenções antrópicas no meio ambiente decorrem das necessidades de desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida da população humana. No entanto, tendo em vista os inevitáveis impactos sobre os ecossistemas, nem sempre se pode conciliar o bem-estar do homem com a qualidade da água e do substrato marinho e, ainda, com o equilíbrio biológico das espécies que compõem sua flora e fauna.

O programa de Monitoramento do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza – SDOES, tem como objetivo dar continuidade ao trabalho de monitoramento da área marinha sob influência dos efluentes provenientes dos esgotos domésticos da cidade de Fortaleza, proporcionando as informações necessárias a análise da qualidade ambiental e ao devido controle da disposição oceânica.

O emissário submarino de Fortaleza é constituído por um sistema de tubulações responsável pela emissão no mar de 60% dos resíduos orgânicos da cidade, previamente tratados pela estação de tratamento de esgotos, que os lançam no Oceano Atlântico a uma distância de 3.300 metros da faixa litorânea.

Este estudo trata do monitoramento dos impactos ambientais do sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários de Fortaleza – SDOES, levando-se em conta as características físico-químicas da água (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, micronutrientes (nitrito, nitrato, amônia, fósforo total)) e nível de poluição bacteriológica da água (NMP de coliformes fecais e totais).

A região de estudo corresponde a área de influência do despejo pelo emissário submarino no litoral de Fortaleza, monitorada através da amostragem em dez estações localizadas na pluma de dispersão e duas mais próximas a costa, totalizando doze estações (Figura 1). O monitoramento é realizado trimestralmente abrangendo o período chuvoso e o período seco.

A análise do material acima descrito, gerou informações necessárias para se avaliar o impacto sobre o meio marinho no entorno do emissário, tendo como indicadores os fatores físico-químicos da água e a qualidade microbiológica da água. Os dados obtidos foram obtidos no decorrer do desenvolvimento de três campanhas oceanográficas (maio/junho de 2006; agosto de 2006 e novembro de 2006) de monitoramento do SDOES.

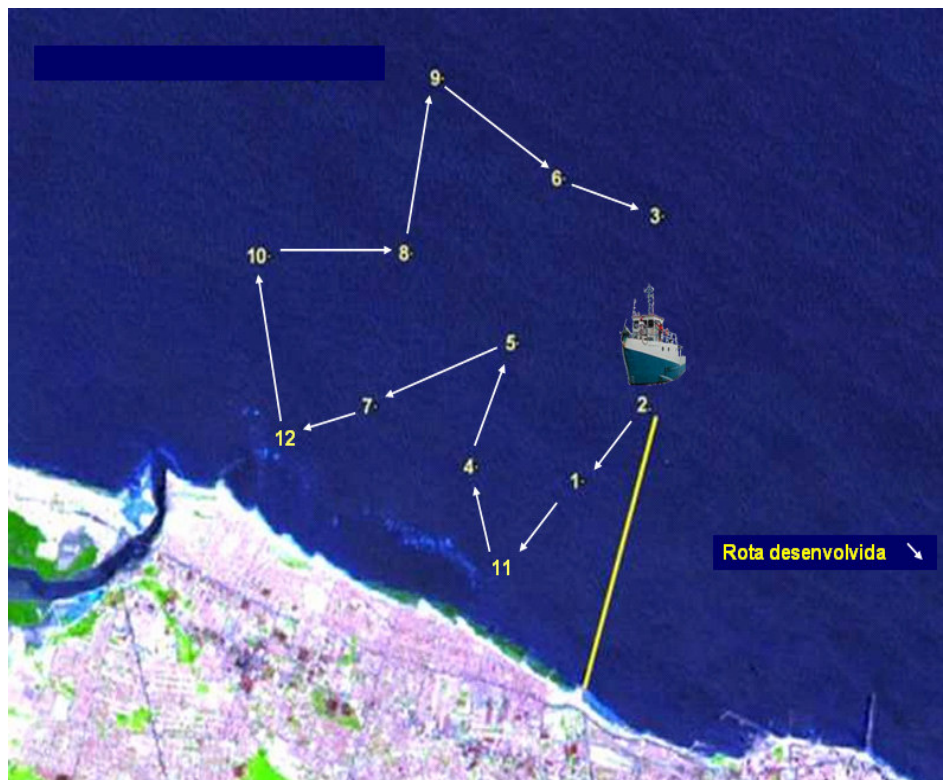


Figura 1 – Mapa da região costeira de Fortaleza, destacando o emissário submarino, a distribuição das doze estações de amostragem e a rota desenvolvida na área de influência do SDOES, durante o desenvolvimento das três campanhas de monitoramento (maio/junho de 2006; agosto de 2006 e novembro de 2006)

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Atividades de campo

As amostragens de água foram realizadas em profundidades que variaram na faixa 0 - 16,5 m (Figura 2), utilizando-se garrafas de *Van Dorn* (Figura 3) em três níveis de profundidade: superfície (S), meia-água (M) e fundo (F). O nível de meia água foi determinado como aquele até onde vai a visibilidade do disco de *Secchi*.

Para a determinação dos valores de temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e condutividade na água do mar nas diferentes profundidades de amostragem, foi utilizada uma sonda multiparamétrica do tipo YSI – 556 MPS (Figura 4), sendo as medições realizadas através de sondagem vertical, partindo-se da superfície até a profundidade máxima alcançada. Após a estabilização dos sensores, o equipamento era lançado lentamente de maneira a obter-se um mínimo de três registros a cada metro de profundidade.

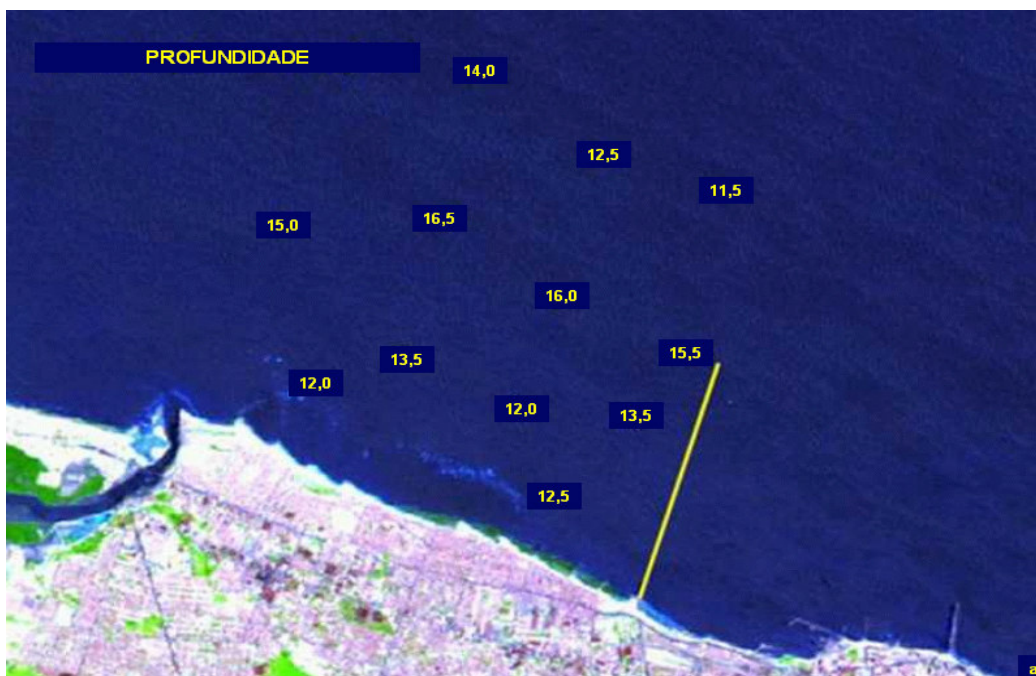


Figura 2 – Mapa de distribuição das profundidades (m) das doze estações de coleta de água, na área de influência do SDOES, durante o desenvolvimento das três campanhas de monitoramento.

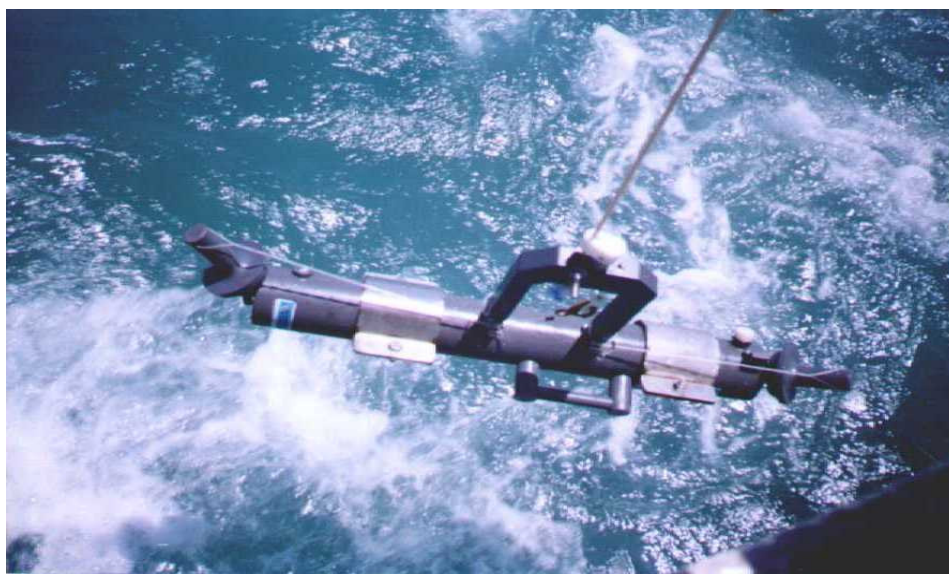


Figura 3 - Garrafa de *Van Dorn* utilizada na coleta de água na área de influência do SDOES, durante o desenvolvimento das três campanhas de monitoramento.



Figura 4 - Sonda multiparamétrica do tipo YSI – 556 MPS utilizada na medição dos parâmetros físico-químicos da água na área do SDOES, no desenvolvimento das três campanhas de monitoramento (maio/junho de 2006; agosto de 2006 e novembro de 2006)

2.2 – Procedimentos analíticos na água

A análise de nitrito foi realizada utilizando-se o método espectrofotométrico/alfanaftilamina. Inicialmente tomou-se 50 mL da amostra, adicionou-se 1 mL da solução de EDTA, 1 mL da solução de ácido sulfanílico e misturou-se bem as soluções. Após cinco minutos, adicionou-se 1 mL de cloridrato de alfa-naftilamina e 1 mL de tampão de acetato de sódio. Dez minutos depois, efetuou-se a leitura espectrofotométrica em 520 nm com célula de 1 cm.

A determinação de nitrato foi realizada através do método espectrofotométrico UV, que consiste em tomar 10 mL de amostra, adicionar 2 mL de cloreto de sódio, mais 10 mL de mistura ácida (ácido sulfúrico e água). Após este procedimento, agitar bem e deixar em repouso por 10 minutos. Adicionar 0,5 mL de Brucina, agitá-la e após 10 minutos, fazer a leitura em 410 nm.

A amônia total foi analisada pelo método da nesslerização direta. Inicialmente tomou-se 100 mL da amostra, adicionou-se 1 mL de sulfato de zinco a 10%, quatro gotas de NaOH 6N, agita-se e deixa 5 minutos de repouso. Após este procedimento, retira-se 5 mL do sobrenadante, adiciona-se duas gotas do sal de Rochelle, completa-se o volume para 50 mL com água destilada, adicionando-se 1 mL do reativo de Nessler. Depois de dez minutos de repouso, efetua-se a leitura espectrofotométrica a 420 nm usando uma célula de 1 cm de espessura.

A avaliação microbiológica da água foi realizada através da técnica de fermentação em tubos múltiplos para estimar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais, fecais e *Escherichia*

coli em amostras de água. Essa técnica consistiu de: prova presuntiva em caldo LST, prova confirmatória para coliformes totais em caldo BVB, coliformes fecais em caldo EC e a confirmação das cepas de *Escherichia coli* segundo Hitchins et al. (2001).

Para as amostras de água foram utilizadas 3 a 5 séries (inóculos) de 5 tubos por diluição. As amostras provenientes de estações ou níveis de profundidade onde a densidade bacteriana esperada era mais alta, foram submetidas a diluições decimais seriais em solução salina estéril a 0,85%. As amostras de água foram coletadas em frascos estéreis.

Os parâmetros analisados e os métodos utilizados nas análises das amostras de água encontram-se listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros analisados e métodos utilizados nas análises de amostras de água.

Parâmetro analisado	Método empregado
Temperatura	Medição direta (sonda)
Salinidade	Medição direta (sonda)
Potencial Hidrogeniônico - pH	Potenciométrico-Eletrométrico
Oxigênio Dissolvido	Medição direta (sonda)
Condutividade	Resistência elétrica
Óleos e graxas	Extração de Soxhlet.
Coliformes Totais e Fecais	Tubos Múltiplos
Nitrito	Espectrofotométrico/Alfanaftilamina
Nitrato	Espectrofotométrico UV
Fósforo Total	Espectrofotométrico
Amônia total	Nesslerização direta

Fonte: Standard Methods for examination of water and wastewater (1992)

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados referentes aos parâmetros físico-químicos da água obtidos nas três campanhas de monitoramento do SDOES (maio/junho de 2006), (agosto de 2006) e (novembro de 2006), constatamos pequenas variações nos parâmetros analisados. As médias de temperatura da superfície da água do mar oscilaram entre 26,55 °C (segunda campanha-agosto/2006) e 27,96 °C

(primeira campanha-maio/junho/2006), variação essa ocorrida em função do próprio horário de coleta e das condições de insolação (Tabela 1). A média geral de temperatura obtida no decorrer das três campanhas (maio/junho/2006), (agosto/2006) e (novembro/2006) foi de 27,44 °C.

A média de salinidade da água do mar na área de estudo variou entre 37,03 ‰ (terceira campanha-novembro/2006) e 37,23 ‰ (segunda campanha-agosto/2006); sendo que a média geral obtida nas três campanhas foi 37,14 ‰.

A média geral do potencial hidrogeniônico (pH) oscilou entre 7,37 (segunda campanha-agosto/2006) e 7,75 (terceira campanha-novembro/2006), apresentando um coeficiente de variação de 0,38, o que demonstra pequenas alterações nesse parâmetro (Tabela 1). A média geral de pH obtido nas três campanhas foi de 7,54.

Os valores médios dos teores de oxigênio dissolvido na água nas três campanhas variaram entre 6,56 mg/L e 7,72 mg/L. A média geral de oxigênio dissolvido, envolvendo os três níveis de profundidade na primeira campanha foi de 6,28 mg/L; enquanto que a média, envolvendo os três níveis de profundidade na segunda campanha foi de 6,09 mg/L. Na terceira campanha essa média atingiu o valor de 7,19 mg/L. A média geral de oxigênio dissolvido obtida nas três campanhas foi de 7,08 mg/L.

A média de condutividade da água do mar, no decorrer das três campanhas (maio/junho de 2006 ; agosto de 2006 e novembro de 2006) oscilou entre 57,48 mS/cm (segunda campanha) e 59,78 mS/cm (primeira campanha), apresentando uma variação média de 2,30 mS/cm (Tabela 1). A média geral de condutividade obtida no decorrer das três campanhas foi de 58,65 mS/cm.

De acordo com os dados referentes as concentrações de óleos e graxas na água, obtidos nas três campanhas de monitoramento do SDOES, constatamos que a média geral das três campanhas, envolvendo todas as estações foi de 232,5 mg/L. Na terceira campanha (novembro de 2006), obteve-se a maior média (332,3 mg/L); enquanto que, na primeira campanha (maio/junho de 2006), constatou-se a menor média (102,5 mg/L). A maior média por estação, envolvendo as três campanhas, verificou-se na estação 2 (463,33 mg/L), estação essa localizada no borbotão do emissário.

A tabela 2 e figura 5 mostram a distribuição dos teores de óleos e graxas obtidos no decorrer das três campanhas.

Tabela 1 - Dados referentes aos parâmetros físico-químicos da água obtidos no decorrer do desenvolvimento das três campanhas (maio/junho de 2006; agosto de 2006 e novembro de 2006) de monitoramento do SDOES.

1ª Campanha													
ESTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Média
Profundidade	15,50	15,50	11,50	13,50	15,00	12,50	14,00	16,50	14,30	16,00	13,00	11,00	14,00
O2 dissolvido	7,02	6,09	7,06	6,58	7,11	7,28	7,02	9,77	6,57	6,29	6,60	6,10	6,95
Salinidade	37,46	37,21	37,14	36,99	37,11	37,21	37,01	37,08	37,25	36,94	37,27	37,34	37,16
Temperatura	29,20	26,90	28,10	27,90	28,00	28,60	27,30	28,50	27,80	27,90	28,80	26,60	27,96
pH	7,08	7,32	7,83	7,23	7,16	7,68	7,55	7,09	7,61	7,70	7,74	7,94	7,49
Condutividade	59,69	59,66	60,07	59,70	59,83	60,10	59,67	60,00	60,12	59,81	59,31	59,48	59,79

2ª Campanha													
ESTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Média
Profundidade	14,00	15,50	12,50	12,70	16,50	13,50	13,50	17,00	17,00	15,50	12,50	12,50	14,30
O2 dissolvido	6,78	6,17	7,27	6,42	6,33	7,15	6,01	6,96	7,10	6,14	6,25	6,36	6,56
Salinidade	36,94	36,79	37,26	37,44	37,25	37,35	37,29	37,17	37,28	37,27	37,54	37,25	37,23
Temperatura	26,30	26,70	26,70	25,40	26,60	26,40	26,70	26,70	26,70	26,80	26,90	26,70	26,55
pH	7,86	7,26	7,21	7,75	7,08	7,17	7,97	7,12	7,15	7,07	7,75	7,12	7,37
Condutividade	56,13	57,36	57,57	57,61	57,50	57,71	57,62	57,75	57,52	57,75	57,61	57,68	57,48

3ª campanha													
ESTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Média
Profundidade	13,50	15,50	11,50	12,00	16,00	12,50	13,50	16,50	14,00	15,00	12,50	12,00	13,71
O2 dissolvido	7,27	6,83	12,60	7,04	7,17	8,02	8,74	6,76	7,10	6,96	7,12	7,00	7,72
Salinidade	37,13	36,98	36,72	37,21	36,86	37,28	37,03	36,94	36,80	37,19	37,08	37,13	37,03
Temperatura	27,30	27,90	28,10	27,00	27,90	27,00	28,50	27,50	28,60	28,70	27,80	27,40	27,81
pH	7,90	7,76	8,27	7,73	7,63	7,43	7,48	7,89	7,61	7,77	7,85	7,67	7,75
Condutividade	59,22	58,91	58,83	59,26	58,82	58,92	59,22	58,84	54,65	59,11	59,27	59,11	58,68

Média das 3 campanhas													
ESTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Média
Profundidade	14,33	15,50	11,83	12,73	15,83	12,83	13,67	16,67	15,10	15,50	12,67	11,83	14,00
O2 dissolvido	7,02	6,36	8,98	6,68	6,87	7,48	7,26	7,83	6,92	6,46	6,66	6,49	7,08
Salinidade	37,18	36,99	37,04	37,21	37,07	37,28	37,11	37,06	37,11	37,13	37,30	37,24	37,14
Temperatura	27,60	27,17	27,63	26,77	27,50	27,33	27,50	27,57	27,70	27,80	27,83	26,90	27,44
pH	7,61	7,45	7,77	7,57	7,29	7,43	7,67	7,37	7,46	7,51	7,78	7,58	7,54
Condutividade	58,35	58,64	58,82	58,86	58,72	58,91	58,84	58,86	57,43	58,89	58,73	58,76	58,65

Tabela 2 - Dados referentes aos teores de óleos e graxas (mg/L), na água obtidos no decorrer das três campanhas de monitoramento do SDOES (maio/junho de 2006 ; agosto de 2006 e novembro de 2006).

Estação	Primeira campanha	Segunda campanha	Terceira campanha	Média das campanhas
1	81	270	280	210,33
2	42	630	718	463,33
3	284	470	435	396,33
4	100	684	453	412,33
5	132	465	424	340,33
6	105	574	179	286
7	81	13	436	176,67
8	74	9	517	200
9	30	2	385	139
10	73	2	36	37
11	111	4	68	61
12	117	32	57	68,67
Média	102,5	262,9	332,3	232,5

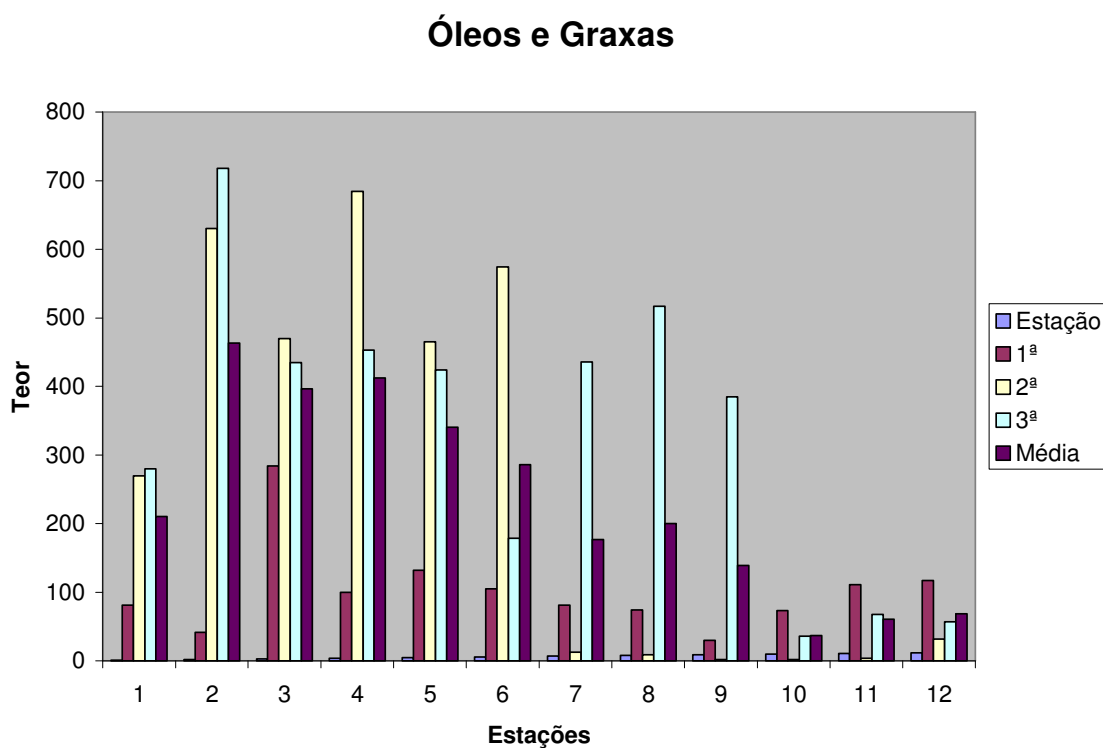


Figura 5 – Distribuição dos teores de óleos e graxas (mg/L), nas doze estações de monitoramento do SDOES, no decorrer das três campanhas desenvolvidas no ano de 2006.

Conforme a Resolução 357/2005 do CONAMA, essas águas marinhas encontram-se enquadradas nas classes 1 e 3, sendo classificadas como salinas, sendo destinadas a recreação de contato primário, a aquicultura e a atividade de pesca, além de servirem a navegação e a harmonia paisagística e seus teores de óleos e graxas devem ser virtualmente ausentes, portanto, os teores determinados nas doze estações de estudo estão fora do permitido pela legislação.

A presença dos elevados teores de óleos e graxas na água da área de influência do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza (SDOES), pode estar relacionada a própria descarga do emissário e/ou a liberação destes elementos por parte de embarcações que navegam nessa região.

Os valores médios dos teores de coliformes fecais na água nas três campanhas variaram entre 12,60/100mL, observado na estação 11, localizada mais próxima da costa e 45.885,95/100mL, verificado na estação 2, situada no borbotão do emissário, sendo mais afetada diretamente pela descarga de efluentes domésticos, sendo portanto, o ponto de maior contaminação.

Os valores médios obtidos para coliformes totais na água no decorrer das três campanhas oscilaram na faixa de 332,47/100mL e 52.333,93/100mL. A média geral indica que as estações 2 e 11 foram as mais afetadas por este tipo de contaminação.

Analisando-se a distribuição espacial dos teores de coliformes fecais e totais, ao longo da pluma de dispersão do emissário submarino de Fortaleza, o que constata-se é que a estação 2, que sofre uma influência imediata da descarga de efluentes, pois está localizada no borbotão do emissário, pode ser considerada a mais crítica em termos de contaminação. A elevada contaminação verificada por coliformes totais na estação 11 (primeira campanha) está relacionada a descarga de esgotos domésticos, através de galerias pluviais, provenientes de fontes localizadas no continente, não sofrendo portanto, influência direta da descarga do emissário, mesmo porque o processo de diluição dos efluentes é muito intenso, contribuindo para que as estações mais distantes do ponto de descarga do emissário apresentem baixos teores de contaminação.

Conforme a Resolução 357/2005 do CONAMA, os teores para coliformes termolerantes não deverão exceder o limite de 1000 coliformes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. De acordo com os valores obtidos para coliformes fecais e totais no decorrer das três campanhas de monitoramento do SDOES, o que observa-se é que, no decorrer das duas primeiras campanhas, os valores obtidos superaram em grande parte os padrões aceitáveis estabelecidos pela legislação. Na terceira campanha de monitoramento, verificou-se uma queda significativa nos teores de coliformes fecais e

totais em todas as estações monitoradas. Esse fato pode ser justificado em função de uma diminuição do volume de efluentes lançados.

A tabela 3 e as figuras 6 e 7 mostram a distribuição do número mais provável de coliformes fecais e totais (NMP/100 mL) obtidos no decorrer das três campanhas de monitoramento do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza - SDOES.

Tabela 3 – Distribuição dos teores de coliformes fecais e totais (NMP/100mL), ao longo das doze estações de coleta do SDOES, no decorrer das três campanhas de monitoramento.

Estação	Coliformes Fecais				Coliformes Totais			
	1ª	2ª	3ª	Média	1ª	2ª	3ª	Média
1	1790	18	1,8	603,27	23000	3300	3,6	8767,87
2	43600	94000	57,86	45885,95	43600	94000	81,2	45893,73
3	580	18	1,8	199,93	1816	400	1,8	739,27
4	467	400	1,8	289,60	83900	680	2,76	28194,25
5	17600	780	2,76	6127,59	13400	1100	6,9	4835,63
6	1230	18	1,8	416,60	1960	450	3,86	804,62
7	2150	2300	2,83	1484,28	9100	3300	7,65	4135,88
8	6100	18	1,8	2039,93	110400	1,8	1,8	36801,20
9	393	18	1,8	137,60	993	1,8	2,6	332,47
10	867	400	1,8	422,93	13700	1100	2,7	4934,23
11	18	18	1,8	12,60	156800	200	1,8	52333,93
12	18	200	1,8	73,27	607	780	1,8	462,93

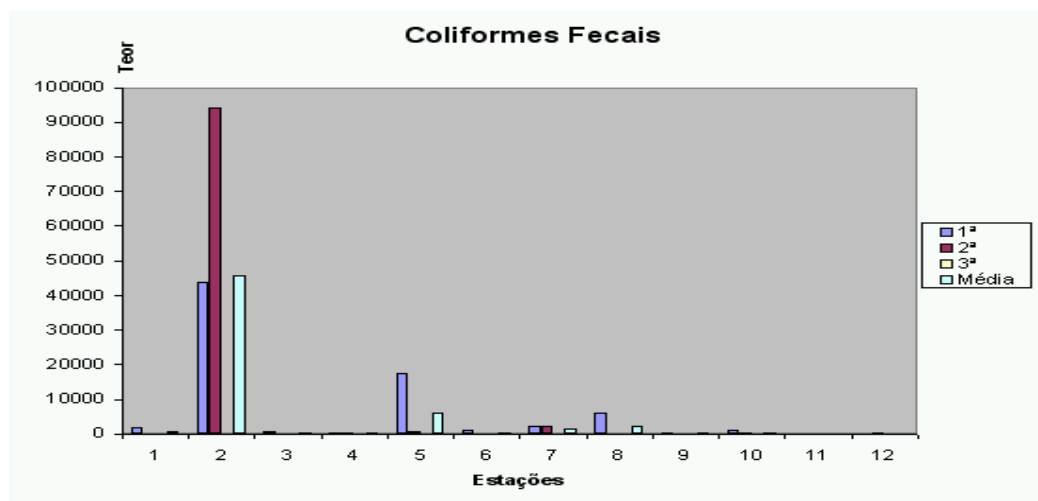


Figura 6 – Distribuição dos teores de coliformes fecais (NMP/100mL), ao longo das doze estações de coleta do SDOES, no decorrer das três campanhas de monitoramento.

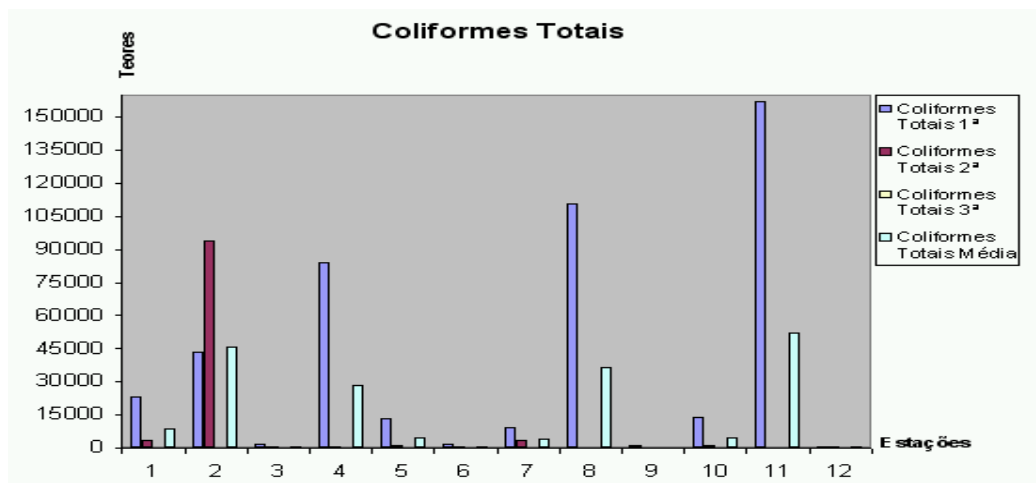


Figura 7 – Distribuição dos teores de coliformes totais (NMP/100mL), ao longo das doze estações de coleta do SDOES, no decorrer das três campanhas de monitoramento.

As concentrações de nitrito (NO_2^-), obtidas no decorrer da primeira campanha (maio/junho de 2006) na área de influência do SDOES, apresentaram pequena variação e valores considerados baixos. Na estação 1 (meio) verificou-se ausência de nitrito na água; enquanto o valor máximo foi de 0,030 mgN/L, obtido na estação 11 (fundo). A média geral de nitrito nas doze estações de coleta foi de 0,003 mgN/L (Tabela 4).

Os valores de nitrato (NO_3^-) nas águas da área do SDOES, durante a primeira campanha, foram baixos. A média de nitrato nesse período foi de 0.204 mgN/L. A ausência ou as baixas concentrações desse elemento, estão relacionadas, possivelmente, a elevada diluição em função da complexidade da dinâmica existente na área em estudo. O maior valor (1,234 mgN/L) foi obtido na estação 11 (superfície); enquanto que o menor valor detectado (0,003 mgN/L) foi observado na estação 9 (fundo)(Tabela 4).

A concentração média de amônia total nas águas da área de influência do SDOES, no decorrer da primeira campanha foi de 2,865 mg/L. O valor máximo de amônia ocorreu no nível de meia-água da estação 8 (4,530 mg/L); enquanto que o valor mínimo (1,443 mg/L) foi obtido na estação 2 (meio)(Tabela 4).

As concentrações de fósforo total nas águas da área de influência do SDOES durante a primeira campanha, apresentaram valores que variaram na faixa de 0,036 a 0,527 mg/L. A maior

concentração desse elemento foi verificada na estação 12 (fundo); enquanto que a menor concentração verificou-se na estação 9 (meio). A média geral foi de 0,230 mg/L (Tabela 4).

As concentrações de nitrito (NO_2^-), na área de influência do SDOES, obtidas no decorrer da segunda campanha (agosto de 2006) apresentaram pequena variação e valores considerados baixos. Nas estações 11 (meio) e 12 (fundo) verificou-se ausência de nitrito na água; enquanto o valor máximo foi de 0,696 mgN/L, obtido na estação 9 (superfície). A média geral de nitrito nas doze estações de coleta foi de 0,312 mgN/L (Tabela 5).

Os valores de nitrato (NO_3^-) nas águas da área do SDOES, durante a segunda campanha foram baixos. A média de nitrato nesse período foi de 1,831 mgN/L. As baixas concentrações desse elemento, estão relacionadas, possivelmente, a elevada diluição em função da complexidade da dinâmica existente na área em estudo. O maior valor (3,797 mgN/L) foi obtido na estação 10 (fundo); enquanto que o menor valor detectado (0,278 mgN/L) foi observado na estação 8 (superfície) (Tabela 5).

A concentração média de amônia total nas águas da área de influência do SDOES obtidas no decorrer da segunda campanha foi de 0,612 mg/L. O valor máximo de amônia ocorreu no nível de meia-água da estação 3 (1,096 mg/L); enquanto que o valor mínimo (0,107 mg/L) foi obtido na estação 10 (fundo) (Tabela 5).

As concentrações de fósforo total nas águas da área de influência do SDOES obtidas no decorrer da segunda campanha apresentaram valores que variaram na faixa de não detectado a 0,546 mg/L. A maior concentração desse elemento foi verificada na estação 9 (meio); enquanto que a ausência desse elemento verificou-se nas estações 1 (superfície e meio), 2 (superfície e meio), 3 (superfície e meio), 5 (superfície e fundo), 6 (meio), 7 (fundo), 8 (fundo) e 9 (superfície). A média geral foi de 0,093 mg/L (Tabela 5).

As concentrações de nitrito (NO_2^-), na área de influência do SDOES, no decorrer da terceira campanha, apresentaram pequena variação e valores considerados baixos. Na estação 2 (meio) verificou-se ausência de nitrito na água; enquanto o valor máximo foi de 0,087 mgN/L, foi obtido nas estações 5 (fundo) e 7 (meio) (Tabela 6). A média geral de nitrito nas doze estações de coleta foi de 0,072 mgN/L.

Os valores de nitrato (NO_3^-) nas águas da área do SDOES, durante a realização da terceira campanha foram baixos. A média de nitrato nesse período foi de 2,065 mgN/L. As baixas concentrações desse elemento, estão relacionadas, possivelmente, a elevada diluição em função da complexidade da dinâmica existente na área em estudo. O maior valor (3,082 mgN/L) foi

obtido na estação 3 (meio) ; enquanto que o menor valor detectado (0,958 mgN/L) foi observado na estação 2 (superfície)(Tabela 6).

A concentração média de amônia total nas águas da área de influência do SDOES durante a realização da terceira campanha foi de 0,192 mg/L. O valor máximo de amônia ocorreu no nível de fundo da estação 5 (0,364 mg/L); enquanto que o valor mínimo (0,082 mg/L) foi obtido na estação 11(superfície)(Tabela 6).

As concentrações de fósforo total nas águas da área de influência do SDOES durante a realização da terceira campanha apresentaram valores que variaram na faixa de 0,091 a 0,399 mg/L. A maior concentração desse elemento foi verificada na estação 8 (fundo); enquanto que o menor valor desse elemento verificou-se na estação 10 (fundo). A média geral foi de 0,231 mg/L (Tabela 6).

Levando-se em conta os teores máximos estabelecidos pela Resolução 357 do CONAMA, para as classes de água 1 e 3, nitrato (0,40 mg/L) e nitrito (0,07mg/L), constata-se que, os resultados obtidos para nitrato, na maioria das doze estações analisadas, nas três campanhas realizadas no ano de 2006, apresentam valores que não estão de acordo com o estabelecido na legislação, ou seja, superiores aos valores de referência. Os valores obtidos para nitrito, nas doze estações de coleta, nas três campanhas realizadas no ano de 2006 apresentaram variações bastante significativas.

De acordo com a Resolução 357 do CONAMA, para essas classes de água , o limite máximo aceitável de amônia total é de 0,40 mg/L. O que constata-se é que, a maioria dos pontos analisados nas três campanhas realizadas no ano de 2006, apresentam valores acima do máximo permitido pela legislação.

A Resolução 357 do CONAMA, para essas classes de água , estabelece o limite máximo aceitável de fósforo total de 0,062 mg/L. O que constata-se é que, todos os pontos analisados , nas três campanhas realizadas no ano de 2006, apresentam valores acima do máximo permitido pela legislação.

As tabelas 4, 5 e 6 mostram a distribuição das concentrações de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total nas amostras de água, coletadas na área de influência do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza, no decorrer do desenvolvimento das três campanhas de monitoramento realizadas em maio/junho, agosto e novembro de 2006 respectivamente.

Tabela 4 - Dados referentes aos teores de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total (mg/L) na água, obtidos no decorrer da primeira campanha de monitoramento do SDOES (maio/junho de 2006).

Estação	Nível de amostragem	Parâmetros			
		Nitrito (mgN/L)	Nitrato (mgN/L)	Nitrogênio Amoniacal Total (mgNH ₃ /L)	Fósforo Total (mgP/L)
1	Superfície	0,005	0,485	3,520	0,304
	Meio	zero	0,020	2,510	0,335
	Fundo	0,001	0,303	2,827	0,393
2	Superfície	0,002	0,061	1,673	0,130
	Meio	0,002	0,142	1,443	0,134
	Fundo	0,002	0,344	1,904	0,344
3	Superfície	0,001	0,081	2,568	0,072
	Meio	0,003	0,243	3,664	0,067
	Fundo	0,003	0,324	3,289	0,362
4	Superfície	0,004	0,283	3,203	0,080
	Meio	0,002	0,202	2,972	0,304
	Fundo	0,002	0,101	2,885	0,098
5	Superfície	ñ detectado	0,890	4,270	0,116
	Meio	0,001	ñ detectado	2,654	0,380
	Fundo	ñ detectado	ñ detectado	4,385	0,040
6	Superfície	0,001	ñ detectado	2,885	0,094
	Meio	0,001	ñ detectado	2,856	0,116
	Fundo	0,002	ñ detectado	3,549	0,072
7	Superfície	0,001	ñ detectado	3,664	0,291
	Meio	0,004	ñ detectado	2,827	0,241
	Fundo	0,001	ñ detectado	2,135	0,277
8	Superfície	0,004	0,303	2,856	0,282
	Meio	0,002	ñ detectado	4,530	0,295
	Fundo	0,001	0,222	2,626	0,147
9	Superfície	ñ detectado	ñ detectado	1,587	0,295
	Meio	ñ detectado	ñ detectado	1,471	0,036
	Fundo	ñ detectado	0,003	2,510	0,049
10	Superfície	0,004	0,485	2,741	0,429
	Meio	0,002	ñ detectado	2,222	0,322
	Fundo	ñ detectado	ñ detectado	2,799	0,402
11	Superfície	0,010	1,234	2,856	0,411
	Meio	ñ detectado	0,465	2,712	0,174
	Fundo	0,030	0,546	2,856	0,308
12	Superfície	0,006	0,566	2,279	0,223
	Meio	0,011	0,243	3,231	0,143
	Fundo	0,004	0,101	4,212	0,527

Tabela 5 - Dados referentes aos teores de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total (mg/L) na água, obtidos no decorrer da segunda campanha de monitoramento do SDOES (agosto de 2006).

Estação	Nível de amostragem	Parâmetros			
		Nitrito (mgN/L)	Nitrato (mgN/L)	Nitrogênio Amoniacal Total (mgNH ₃ /L)	Fósforo Total (mgP/L)
1	Superfície	0,624	1,625	0,975	ñ detectado
	Meio	0,625	1,584	0,128	ñ detectado
	Fundo	0,059	1,673	0,709	0,188
2	Superfície	0,581	2,003	0,973	ñ detectado
	Meio	0,073	1,886	0,910	ñ detectado
	Fundo	0,060	1,893	0,935	0,046
3	Superfície	0,147	1,756	0,796	ñ detectado
	Meio	0,060	1,618	1,096	ñ detectado
	Fundo	0,052	1,639	0,995	0,049
4	Superfície	0,616	1,852	0,699	0,093
	Meio	0,080	2,237	0,822	0,124
	Fundo	0,616	2,079	0,253	0,156
5	Superfície	0,613	1,969	0,872	ñ detectado
	Meio	0,060	2,003	0,122	0,063
	Fundo	0,061	2,436	0,156	ñ detectado
6	Superfície	0,058	1,488	0,173	0,082
	Meio	0,670	1,618	0,863	ñ detectado
	Fundo	0,539	2,113	0,889	0,118
7	Superfície	0,050	1,604	0,962	0,084
	Meio	0,057	1,419	0,782	0,043
	Fundo	0,693	1,268	0,110	ñ detectado
8	Superfície	0,362	0,278	0,443	0,134
	Meio	0,071	2,086	0,979	0,092
	Fundo	0,432	2,010	0,834	ñ detectado
9	Superfície	0,696	2,017	0,957	ñ detectado
	Meio	0,564	2,409	0,142	0,546
	Fundo	0,571	1,591	0,811	0,144
10	Superfície	0,627	1,536	0,952	0,170
	Meio	0,050	2,092	0,181	0,183
	Fundo	0,059	3,797	0,107	0,124
11	Superfície	0,048	1,268	0,938	0,160
	Meio	ñ detectado	1,495	0,118	0,314
	Fundo	0,673	2,271	0,122	0,085
12	Superfície	0,662	2,065	0,398	0,141
	Meio	0,051	1,714	0,703	0,063
	Fundo	ñ detectado	1,556	0,136	0,176

Tabela 6 - Dados referentes aos teores de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total (mg/L) na água, obtidos no decorrer da terceira campanha de monitoramento do SDOES (novembro de 2006).

Estação	Nível de amostragem	Parâmetros			
		Nitrito (mgN/L)	Nitrato (mgN/L)	Nitrogênio Amoniacal Total (mgNH ₃ /L)	Fósforo Total (mgP/L)
1	Superfície	0,077	1,900	0,171	0,215
	Meio	0,076	1,900	0,170	0,195
	Fundo	0,050	2,395	0,134	0,250
2	Superfície	0,061	0,958	0,197	0,197
	Meio	ñ detectado	2,278	0,332	0,222
	Fundo	0,080	2,079	0,230	0,186
3	Superfície	,0,075	1,831	0,197	0,221
	Meio	0,085	3,082	0,193	0,192
	Fundo	0,084	1,989	0,319	0,266
4	Superfície	0,081	3,020	0,178	0,201
	Meio	0,074	2,271	0,243	0,260
	Fundo	0,077	1,859	0,191	0,373
5	Superfície	0,078	1,701	0,295	0,235
	Meio	0,077	1,811	0,231	0,321
	Fundo	0,087	2,223	0,364	0,283
6	Superfície	0,067	2,044	0,234	0,303
	Meio	0,065	1,831	0,129	0,152
	Fundo	0,082	1,872	0,181	0,319
7	Superfície	0,078	2,278	0,195	0,299
	Meio	0,087	1,982	0,284	0,297
	Fundo	0,075	2,031	0,226	0,317
8	Superfície	0,081	2,120	0,303	0,309
	Meio	0,063	2,787	0,319	0,237
	Fundo	0,085	2,003	0,136	0,399
9	Superfície	0,080	2,016	0,167	0,261
	Meio	0,068	1,831	0,213	0,308
	Fundo	0,073	2,044	0,127	0,218
10	Superfície	0,071	2,016	0,146	0,228
	Meio	0,068	2,167	0,121	0,107
	Fundo	0,063	2,030	0,099	0,091
11	Superfície	0,059	2,243	0,082	0,166
	Meio	0,085	1,941	0,106	0,189
	Fundo	0,076	1,927	0,088	0,115
12	Superfície	0,078	1,865	0,083	0,130
	Meio	0,078	2,202	0,132	0,140
	Fundo	0,075	1,838	0,109	0,117

4 – CONCLUSÕES

Os valores dos parâmetros físico-químicos da água, em geral, estão dentro da faixa de variação esperada para a zona costeira, que se caracteriza por temperatura relativamente elevada, pH alcalino, salinidade de água marinha influenciada por chuvas e pequeno aporte fluvial, consumo de oxigênio de média intensidade, com elevado grau de saturação e uma intensa atividade biológica. O pH é um parâmetro muito importante a ser considerado no estudo de comunidades aquáticas, já que possui um profundo efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos de peixes e organismos aquáticos de uma maneira geral e resulta da precipitação do carbonato, determinado por intemperismo, evaporação e temperatura elevada, enquanto a condutividade mede a concentração de íons na água do mar, tendo uma variação diretamente proporcional com o pH. Tem sido constatado que os pontos letais de acidez e alcalinidade são de pH 4 e pH 11, respectivamente. As águas com valores que compreendem a faixa de 6,5 a 9,0, são as mais adequadas para reprodução de peixes. Já valores de pH inferiores a 6,5 diminuem os processos reprodutivos (Boyd, 1990). Os valores de pH da água obtidos nas doze estações de amostragem estão compreendidos nessa faixa, portanto, favorecendo o processo de reprodução das espécies.

Observa-se que os parâmetros físico-químicos obtidos no decorrer das três campanhas de monitoramento, nas doze estações de estudo do sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários de Fortaleza – SDOES, são compatíveis com o meio ambiente da província nerítica tropical, evidenciando-se uma boa homogeneização da coluna d'água como consequência dos movimentos superficiais por ação dos ventos e ondas.

De acordo com os valores obtidos para coliformes fecais e totais no decorrer das três campanhas de monitoramento do SDOES, o que observa-se é que, no decorrer das duas primeiras campanhas, os valores obtidos superaram em grande parte os padrões aceitáveis estabelecidos pela legislação.

Os teores de óleos e graxas determinados nas doze estações de estudo estão fora do permitido pela legislação. A presença dos elevados teores de óleos e graxas na água da área de influência do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários de Fortaleza (SDOES), pode estar relacionada a própria descarga do emissário e/ou a liberação destes elementos por parte de embarcações que navegam nessa região.

Os resultados obtidos para nitrato, na maioria das doze estações analisadas, nas três campanhas realizadas no ano de 2006, apresentam valores que não estão de acordo com o estabelecido na legislação, ou seja, superiores aos valores de referência.

Os valores obtidos para nitrito, nas doze estações de coleta, nas três campanhas realizadas no ano de 2006 apresentaram variações bastante significativas.

BIBLIOGRAFIA

BOYD, C. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama, 1990, 482 p.

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. Diário Oficial da União: Brasília, DF.

HITCHINS, A. D. ; FENG, P. ; WATKINS, W. D.; RIPPEY, S. R. ; CHANDLER, L. A. *Esccherichia coli and the coliform bacteria*. In: *Bacteriological analytical manual online*. FDA/CFSAM, 2001. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html>> Acesso em: 10 jun. 2002.

Standard methods for the examination of water and wastewater. 18 th ed. Washington, DC: APHA, 1992.