



VI-006 – QUALIDADE DE ÁGUA SALINA- ESTUDO DE CASO: BAÍA DE ARATU

Rafaela Sol. Rebouças⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília- UCB; Pós-Graduação em Análises Ambientais e Sustentabilidade pelo Centro Universitário de Brasília - UniCEUB – em curso.

Mauro Roberto Felizatto

Engenheiro Química pela Universidade Federal de Uberlândia; Mestrado em Engenharia Civil: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília; Engenheiro da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - cargo de Coordenador de Gerência da Coordenadoria Operacional dos Sistemas Melchior, Samambaia e Brazlândia. Consultor e Responsável Técnico do Projeto Integrado de Tratamento e Reuso de Água do Centro Internacional de Neurociência e Reabilitação

Ludmila Ladeira Alves de Brito

Bióloga. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista ambiental do IBAMA. Coordenadora substituta de Licenciamento de Transportes.

Endereço⁽¹⁾: QE 13 conj I casa 32 – Guará II – Brasília DF – CEP: 71050- Brasil - Tel: 55(61) 3382-3357 e-mail: rafaela.sol@gmail.com

RESUMO

Este estudo apresenta uma avaliação da qualidade de água na Baía de Aratu – BA e trata sobre o processo de licenciamento ambiental federal com ênfase nos portos. Para o processo de avaliação foram utilizados a Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a qualidade das águas inclusive salinas, para realizar a comparação entre as áreas selecionadas Canal, Meio da Baía, Bacia de Evolução e Costa.

Os dados obtidos foram dados secundários entregues ao IBAMA referente ao processo de Licenciamento Ambiental Porto do Complexo Industrial Automotivo Ford Camaçari, Terminal Portuário Cotegipe e Terminal de Matérias-Primas de Braskem realizadas no período de 2000 a 2006, com amostras coletadas a 1,5 m de profundidade.

A Baía de Aratu apresenta uma boa qualidade de água para os parâmetros físico químicos, se enquadrando na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, devido a depleção de oxigênio ocorrido no Canal estando abaixo dos valores estabelecidos pela Classe 1.

A baía não está em processo de eutrofização, contando com N e P com valores a baixo do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para todos os pontos amostrados.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água; águas salinas; monitoramento de qualidade de água, Baía de Aratu.

INTRODUÇÃO

Na Baía de Aratu, desde, a segunda metade do século XX, vem sendo implantados complexos portuários para o recebimento de matérias-primas, exportação de produtos e sendo base para a navegação de cabotagem. Todas essas transformações contribuíram para o processo de alterações ambientais ao ecossistema, principalmente nas questões referentes à água, ar, solo, substrato marinho, composição de espécies animais e vegetais, perda de cobertura vegetal e especialmente perda de manguezais. (PBA COTEGIPE, 2004)

Um dos principais problemas da implantação do sistema portuário na região se encontra no ambiente marinho devido aos procedimentos de dragagem do canal de acesso e da bacia de evolução, como também o bota-fora, que acabam por envolver todo sistema aquático em todos os processos. Um outro grave problema é a região apresentar um alto rendimento de pesca, sendo esta atividade prejudicada devido aos índices de contaminação por metais pesados, como descreve o Estudo Ambiental do Porto Ponta da Laje em 2000.

Atualmente, tem-se uma gama de atividades que geram algum tipo de poluição, principalmente os empreendimentos que lidam com o maior bem da humanidade, a água, e quase sempre acabam por proporcionar algum tipo de contaminação ou deterioração deste bem tão precioso. O Brasil conta como aliados as leis ambientais que protegem e regem a boa utilização dos recursos naturais com uma abordagem de precaução, propondo ações corretivas, incentivando a elaboração de estudos e processo de avaliação de



impactos e riscos ambientais, o bom senso das pessoas, contudo, deve-se estar sempre atentos para impedir ou minimizar a degradação do meio ambiente.

A atividade portuária, segundo a legislação vigente a Resolução CONAMA 01/1986, é considerada uma atividade com um alto potencial impactante, devido ao seu porte, tamanho da infra-estrutura, tipo de material manipulado, tamanho dos navios, tipo de material transportado, se necessário de processo licenciamento para desenvolver as suas atividades.

A área de estudo é objeto de pesquisa desde o início da década de 80, onde esforços foram e estão se juntando para que a área não otimize conseqüências ambientais e para que ela não se deteriore ao longo dos anos de intensa atividade, principalmente a portuária. (EIA Cotegipe), porém, os estudos da área vêm sendo realizados apenas pelos empreendimentos locais e seus resultados muitas vezes não chegam as pessoas interessadas em estudar a área, devido a dificuldade de encontrar dados publicados, sendo este um dos objetivos deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

As campanhas ocorreram trimestralmente, quadrimestralmente e semestralmente de acordo com as fases de implantação dos projetos. Ao todo foram realizadas onze campanhas, sendo nove no Canal de Cotegipe, pois todas as embarcações que atracam na Baía de Aratu necessariamente passam pelo Canal de Cotegipe.

As coletas foram realizadas na superfície, coletadas segundo o APHA, 2002 e encaminhadas ao laboratório em um espaço de tempo menor que 1,5 horas, sendo preservadas em gelo como por exemplo as amostras de clorofila a, coliformes, oxigênio dissolvido,. As técnicas utilizadas para a análise dos parâmetros estão na Tabela 1 abaixo

A coleta e as análises do estudo de Cotegipe foram de responsabilidade da Escola Politécnica responsável pelas análises físico-químicas, e o Instituto de Biologia pelas determinações biológicas (clorofila a). A coleta e as análises presentes no estudo da Ford foram de responsabilidade da SENAI/CETIND, e da Braskem foram de responsabilidade da Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente LTDA. (PBA Braskem, 2004; PMQA Cotegipe, 2006 e Relatório Técnico da Ford, 2002)

Para este trabalho, a Baía de Aratu foi dividida em cinco grandes áreas, sendo estas: o Canal de Cotegipe, Meio da Baía, Bacia de Evolução, Costa e Coroa Grande, como mostrada na Tabela 1. Esta divisão foi realizada de acordo com a disposição dos portos, áreas de maior influência da movimentação dos navios, o uso das áreas, e por serem áreas de influência direta dos empreendimentos escolhidos. A Tabela 1 abaixo ilustra quais os pontos de amostragem foram agrupados em cada região, e as características das mesmas. As Regiões estão ilustradas ainda na Figuras 1



TABELA 1 – Divisão das regiões para a seleção das áreas de estudo de acordo com a localização dos pontos de coleta e análise de água..

REGIÃO	PONTOS	PORTO	CARACTERÍSTICAS
CANAL DE COTEGIPE	CG Canal	FORD	Canal de entrada da baía de Aratu, onde estão instalados o Porto de Aratu, a Base Naval de Aratu e se encontra em instalação a GDK. Diferencia-se das outras regiões por apresentar o maior fluxo de navios, pelo seu formato e por sua profundidade, maior que as demais regiões.
	3	Braskem	
	4	Braskem	
	5	Braskem	
	6	Braskem	
	P1	Cotegipe	
BACIA DE EVOLUÇÃO	BE 01	FORD	Como já descrito anteriormente, esta região destina-se à movimentação e manobra das embarcações, tanto navios quanto os barcos de passeio que utilizam as marinas. Esta região sofre interferência direta do lançamento de efluentes da DOW QUÍMICA.
	BE 02	FORD	
	BE 03	FORD	
	BE 04	FORD	
	BE 05	FORD	
	P4	Cotegipe	
COSTA	CG Pier	FORD	Foram agrupados nesta região os pontos analisados próximo a linha de costa que sofreram a interferência direta da implantação dos terminais portuários.
	P5	Cotegipe	
COROA GRANDE	CG 01	FORD	Região localizada na AID da Ponta da Laje, caracterizada pela presença de uma franja de mangue relativamente preservada.
	CG 02	FORD	
	CG 03	FORD	
MEIO DA BAÍA	P2	Cotegipe	Foram agrupados os aí os pontos analisados na baía e que não se enquadravam nas demais regiões. A utilização desta área é extremamente variada, incluindo pesca, movimentação de embarcações comerciais e de passeio, lançamento de efluentes, dentre outros.
	P3	Cotegipe	



Figura 1 -Imagem de Satélite da Baía de Aratu com a seleção dos pontos de monitoramento na Baía de Aratu.

Para a análise dos dados optou-se pela confecção de gráficos, que permitiram avaliar o comportamento sazonal dos parâmetros através de gráficos de dispersão, a comparação entre parâmetros e regiões da baía por meio de histogramas, além de outras análises que se fizeram necessárias no decorrer do trabalho. Além disso, para comparar a variação dos valores obtidos por região, foram elaborados gráficos tipo Box-Plot. Para a confecção dos gráficos tipo Box Plot foram utilizados dados brutos, ou seja, conforme foram entregues nos programas e nos relatórios.

Para a confecção destes gráficos, foram utilizados em alguns momentos os dados absolutos, e em outros a média dos dados quando foram realizadas mais de uma análise na mesma data, destacando, no entanto, os pontos considerados 'out liers', devido ao fato dos PMQA's realizarem suas campanhas por pontos e não pela região sugerida neste trabalho.

A resolução CONAMA 357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos bem como as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Esta resolução ainda classifica os corpos hídricos de acordo com sua qualidade para seus diversos fins em treze classes de qualidade, que se distribuem com o tipo de água: águas doces, salinas e salobras, como referendado anteriormente.

Os dados obtidos pelas campanhas de monitoramento de qualidade de água foram e comparados e analisados de acordo com a resolução, e expresso em gráficos pelo programa SPSS11.0, para melhor visualização e compreensão dos dados, buscando-se a classificação das diversas regiões determinadas no estudo e da baía de Aratu como um todo.

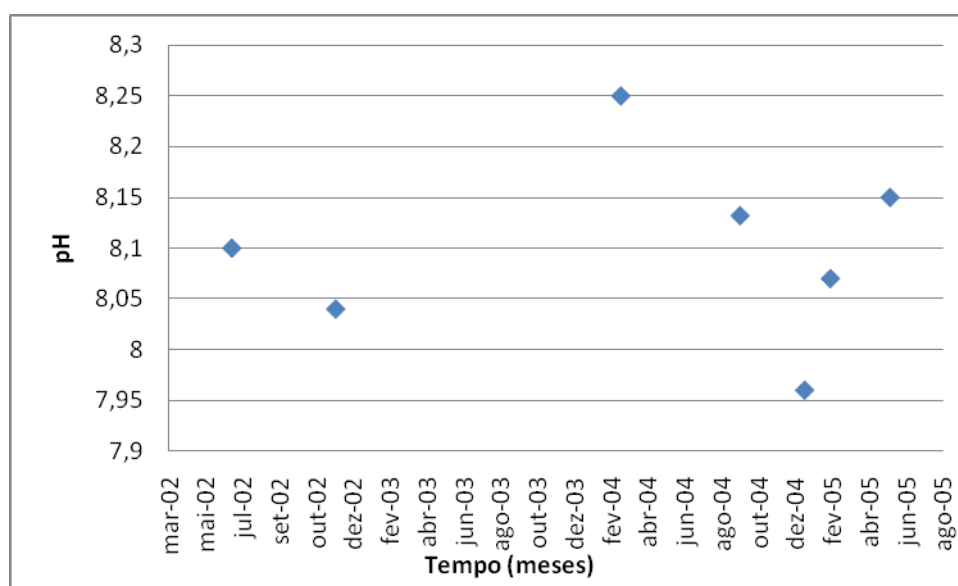


Os gráficos têm um grande poder de resumir a informação, servindo como uma poderosa ferramenta de análise e comunicação. Olhando um conjunto de dados dificilmente conseguimos desvendar quais padrões eles escondem. Vários gráficos foram desenvolvidos para revelar estes "padrões escondidos", transformando dados em informação, e o Box-Plot, em particular, tem-se mostrado excepcional pelas análises que permite.

RESULTADOS

pH

Os dados obtidos na Baía de Aratu indicam que o parâmetro pH se encontra dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 1, estando dentro da faixa de 6,5 a 8,5 como estabelece a Resolução como mostra as Figuras 2 a 8



1. Figura 2 –Médias de pH para a região do Canal de Cotegipe com dados de todas as campanhas de monitoramento.

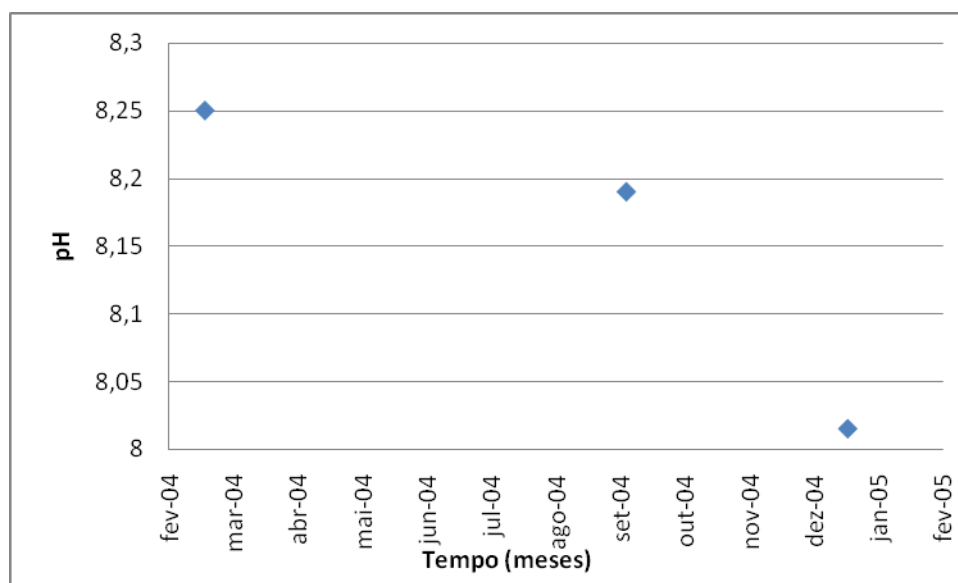


Figura 3 –Médias de pH para a região do Meio da Baía com dados de todas as campanhas de monitoramento.

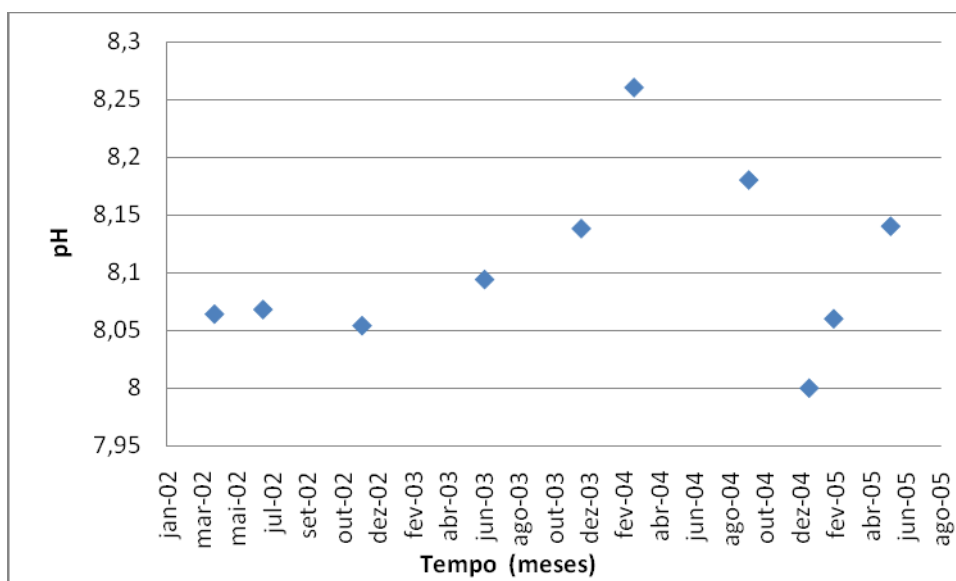


Figura 4 –Médias de pH para a região da Bacia de Evolução com dados de todas as campanhas de monitoramento.

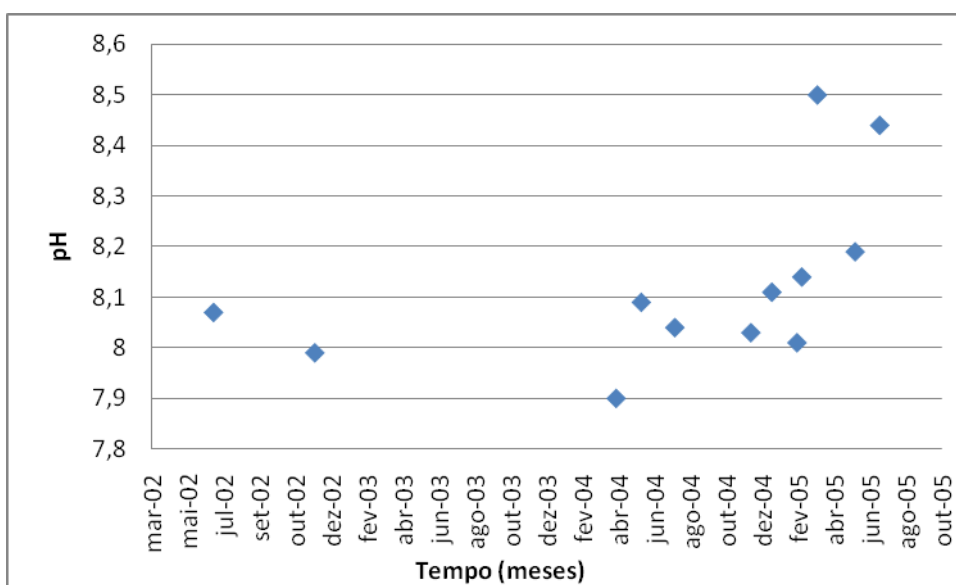


Figura 5 –Médias de pH para a região da Costa com dados de todas as campanhas de monitoramento

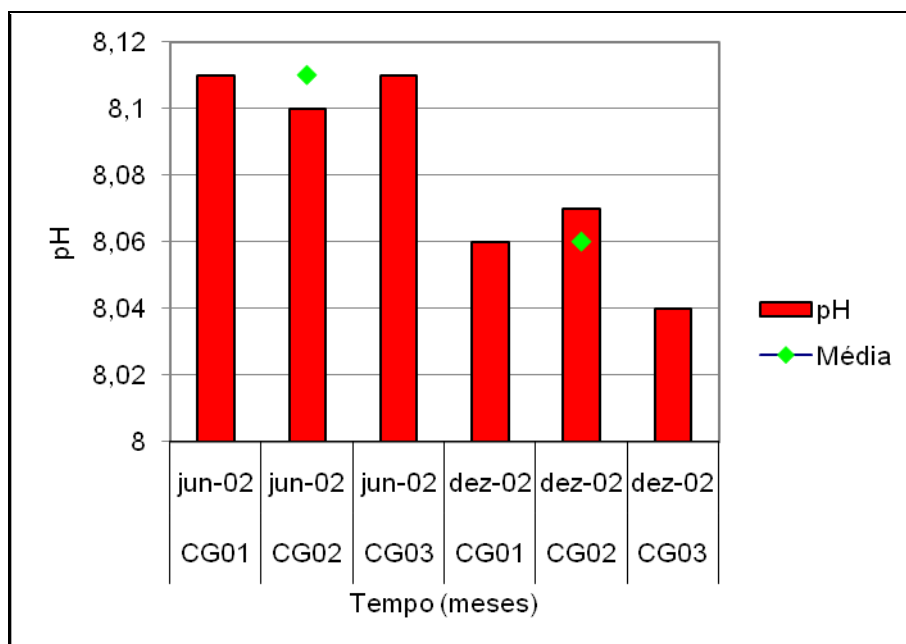


Figura 6 – pH para a região da Coroa Grande nos três pontos de coleta da área, com dados de todas as campanhas de monitoramento.

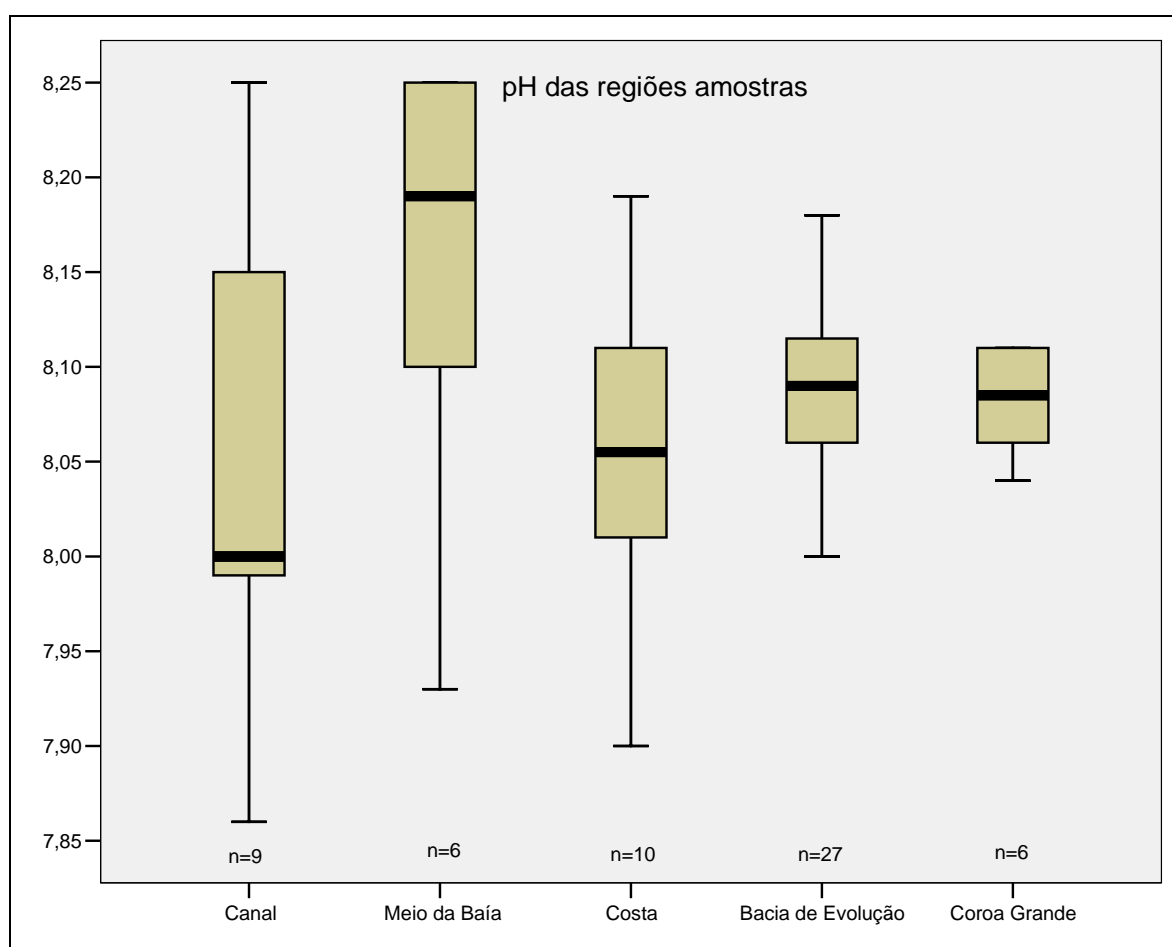


Figura7 –Box Plot da Baía de Aratu com todos os dados de monitoramento de pH por região de estudo.

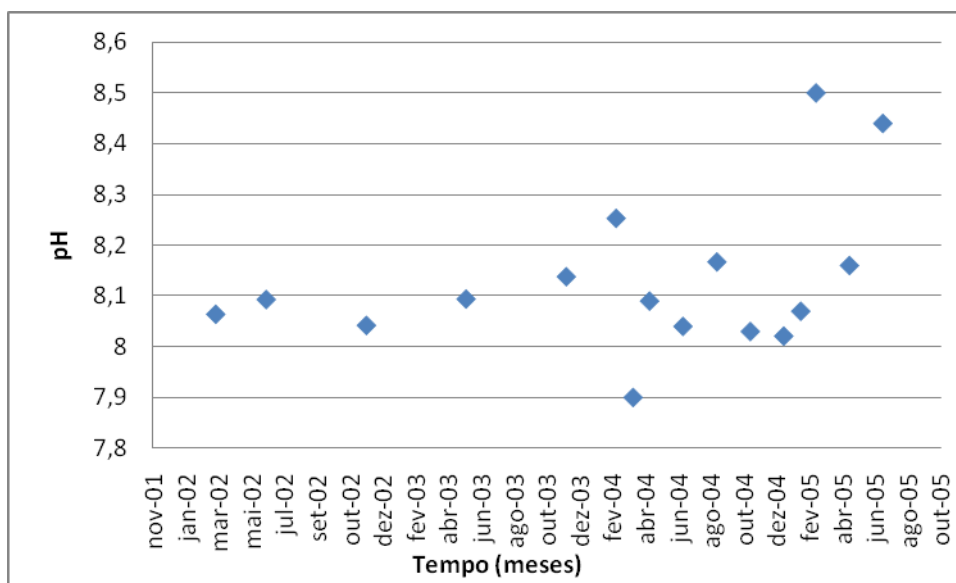


Figura 8 - Sazonalidade do parâmetro pH na Baía de Aratu durante o período de estudos a partir das médias mensais obtidas a partir de todos os dados avaliados.

A maior variação foi observada no canal de Cotegipe, sendo a porta de entrada da baía está mais sujeita as variações devido ao tráfego de embarcações de variados tamanhos, das atividades de manutenção do estaleiro da base naval de aratu, além das diversas obras em andamento como, por exemplo, a implantação da GDK que na época estava em fase de implantação. Esse resultado pode ser confirmados nas figuras blox plot e gráficos de dispersão

A bacia de evolução é o local onde as embarcações realizam a manobra para a entrada dos portos, estaleiros e sua massa d'água é maior, apresentando maior dispersão dos materiais dissolvidos e em suspensão, levando em consideração a geometria plana da região e sem contar com fatores hidrodinâmicos da área.

Os resultados obtidos não mostraram uma variação sazonal significativa de valores de pH. Este parâmetro não é sensível a mudança de qualidade de água do mar. (Cotegipe, set 2004). O sistema dióxido de carbono – ácido carbônico – bicarbonato funciona como um tampão para manter o pH dentro de um limite estreito. Funciona absorvendo H^+ quando este apresenta-se em excesso e produzindo o H^+ quando o seu suprimento é pequeno (SOARES-GOMES e FIGUEIREDO, 2002). O valor de pH levemente alcalino, ao contrário do observado para a baía, favorece a redução da toxicidade dos metais presente na água e sedimentos (Ford, mar ,2004). Como de fato não houve nenhuma variação significativa no período de monitoramento na baía como um todo bem como nas regiões amostradas.

OD

Os resultados de OD estiveram em todas as regiões dentro dos padrões determinados pela Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 2 de águas salinas, que estipula níveis acima de 5 mg/L.

A partir do ano de 2004, foi observado um pequeno aumento dos valores de OD na Baía de Aratu, que pode ser devido a um aumento da temperatura registrada no verão. (29°C- relatório de Cotegipe, set 05/mar 06) Neste mesmo período – março de 2004 a janeiro de 2005, houve um aumento da intensidade de chuva na região que pode ter proporcionado um incremento de nutrientes no corpo hídrico, devido ao aumento do escoamento superficial, e conseqüente incremento da lixiviação do entorno da Baía de Aratu. Considerando a baixa diversidade fitoplancônica, da baía de Aratu, como registrado nos relatórios dos Programas de Monitoramento da Biota Aquática, realizados nos processo de licenciamento do Porto da Ford e Cotegipe, este aumento pode proporcionar o aumento de atividade metabólica aumentando as concentrações de OD.

O Canal de Cotegipe apresentou uma suave depleção nos níveis de OD, o que pode ser devido ao aumento de interferência antrópica da região.



A região da costa, apresentou maior variação de valores de OD, que pode ser devido a maior atividade metabólica da região, que implica na maior produção e consumo de oxigênio, durante o período de 24 horas. Estes resultados, ilustrados pelas Figuras 9 a 15, indicam que para a baía como um todo os valores médios estiveram muito próximos, o que sugere uma uniformidade da concentração de oxigênio na baía de Aratu.

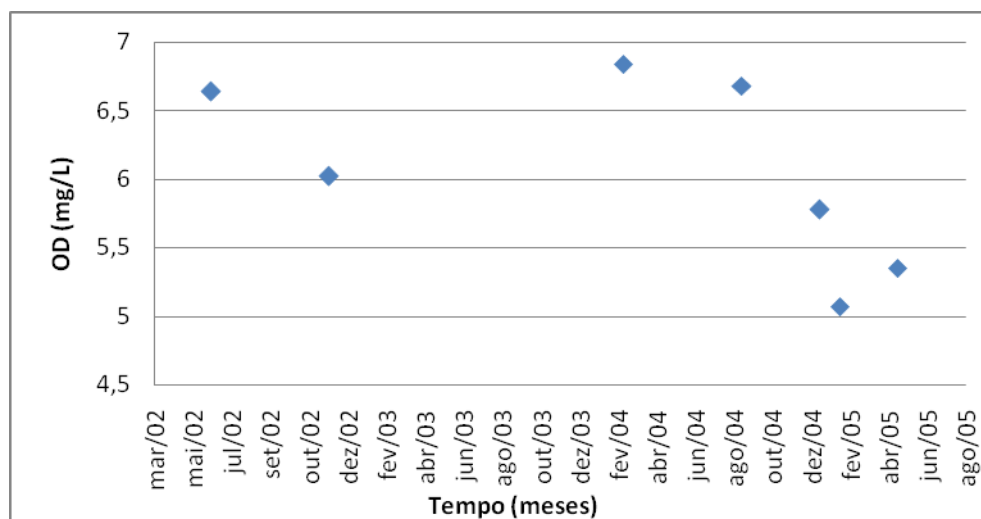


Figura 9 – Sazonalidade de OD na área do Canal de Cotegipe

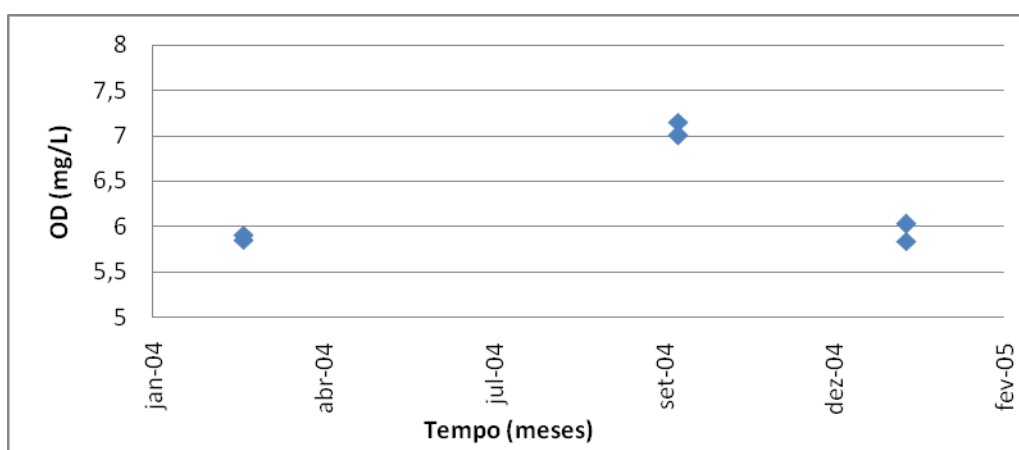


Figura 10 – Sazonalidade de OD da região do Meio da Baía, com todos os dados de monitoramento para a área.

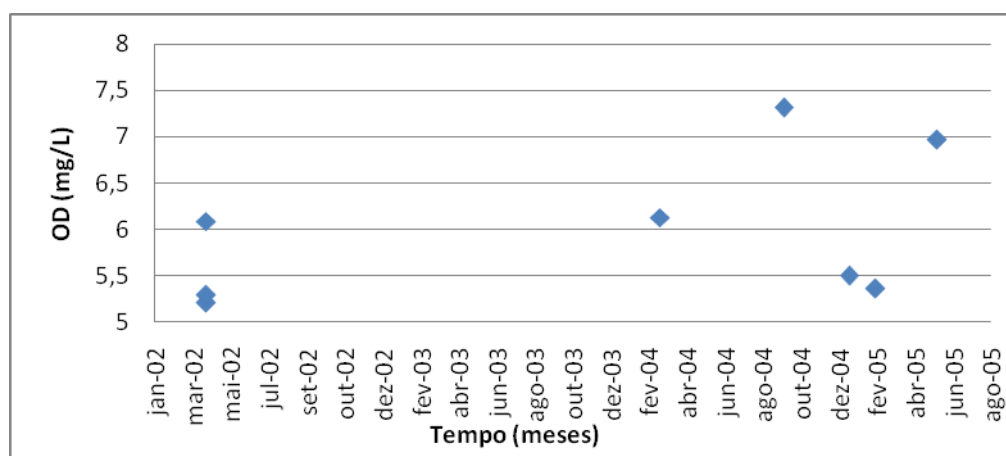


Figura 11 – Sazonalidade de OD da região da Bacia de Evolução, com todos os dados de monitoramento para a área.

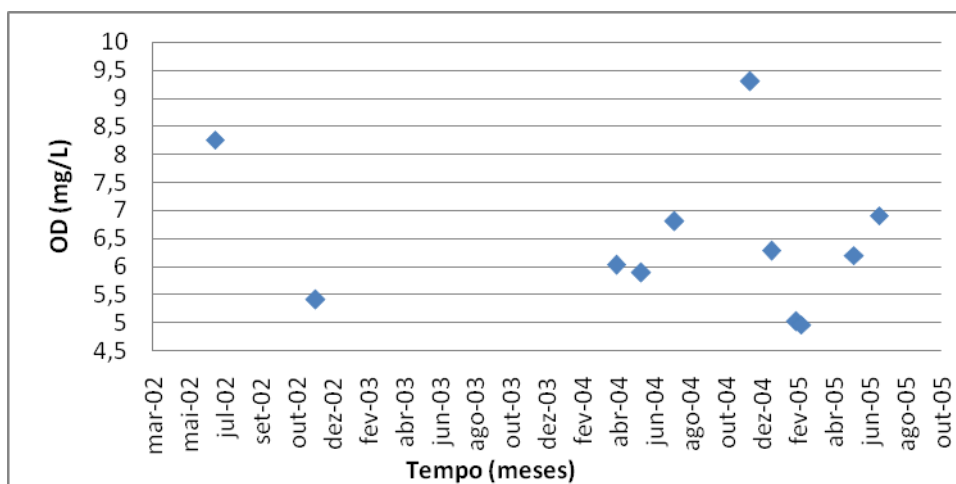


Figura 12 –Sazonalidade de OD da região da Costa, com todos os dados de monitoramento para a área

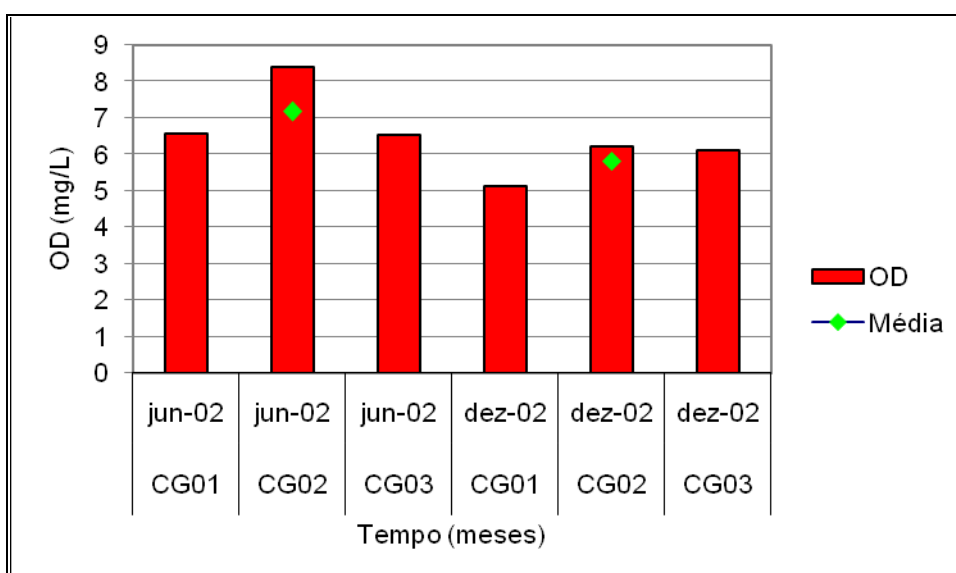


Figura 13 - Sazonalidade para OD da região de Coroa Grande, com todos os dados de monitoramento.

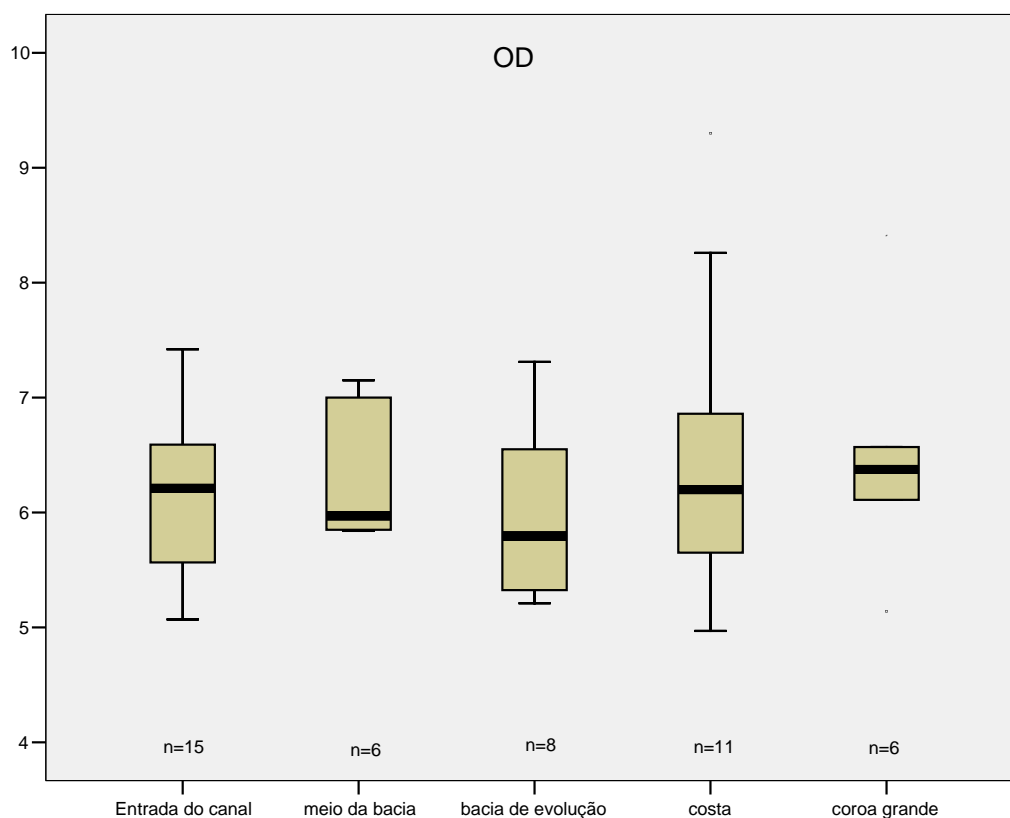


Figura 14 –Box Plot da Baía de Aratu com todos os dados de monitoramento de OD por região de estudo.

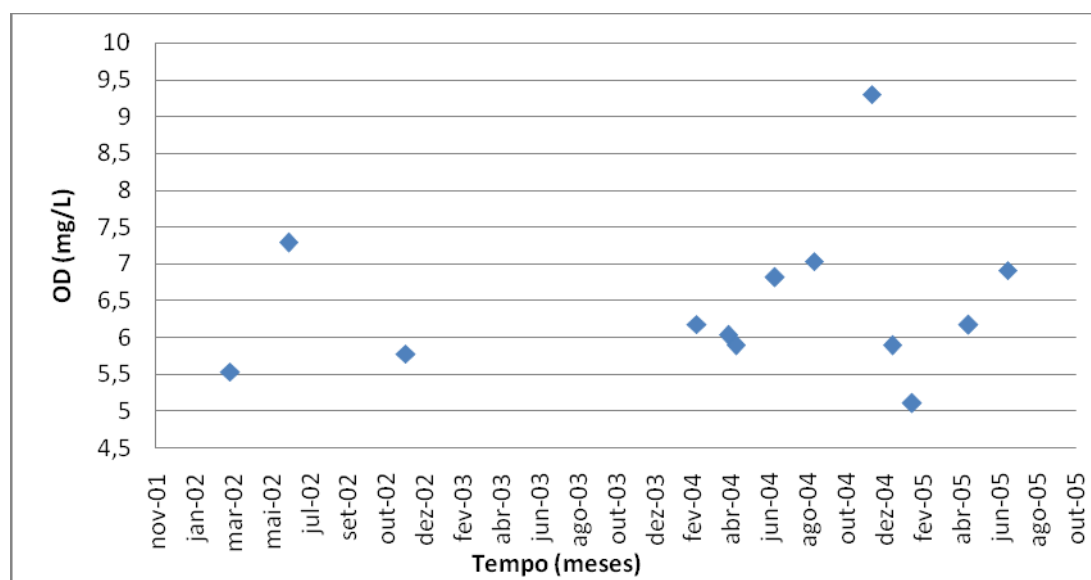


Figura 15 - Sazonalidade do parâmetro OD na Baía de Aratu durante o período de estudo a partir das médias mensais obtidas a partir de todos os dados avaliados.



DBO

Os gráficos de DBO mostram uma desuniformidade das regiões selecionadas para análise. Esse parâmetro não apresenta referência de comparação legal para águas salinas.

Este parâmetro não pode ser analisado de forma isolada, pois os resultados de DBO no mar podem sofrer interferências, devido, por exemplo, à presença de substâncias inibidoras do metabolismo bacteriano, ou mesmo devido ao fitoplâncton, com algas cujo processo de respiração pode interferir no resultado direto dos dados, uma vez que não se mede apenas o consumo de oxigênio existente, mas também o consumo daquele que está sendo produzido.

O PMQA de Cotegipe incluiu amostragens para a realização de análise de DBO filtrada, para obter um resultado sem interferência do metabolismo das algas e mais próximo da realidade da Baía. Os outros empreendimentos realizaram o processo normal, como se fosse de água doce.

As Figuras 16 a 20 ilustram o comportamento da DBO, nas áreas de estudo, e a Figura 21, a sazonalidade da DBO na região da Baía de Aratu. Já a Figura 22 ilustra a comparação entre as regiões estudadas.

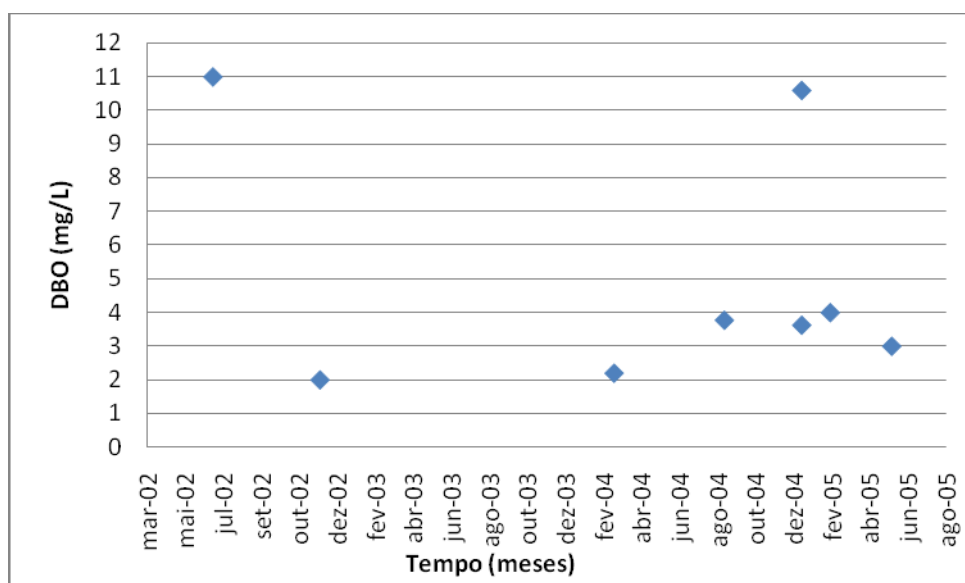


Figura 16 - Sazonalidade para DBO a partir das médias mensais do Canal de Cotegipe.

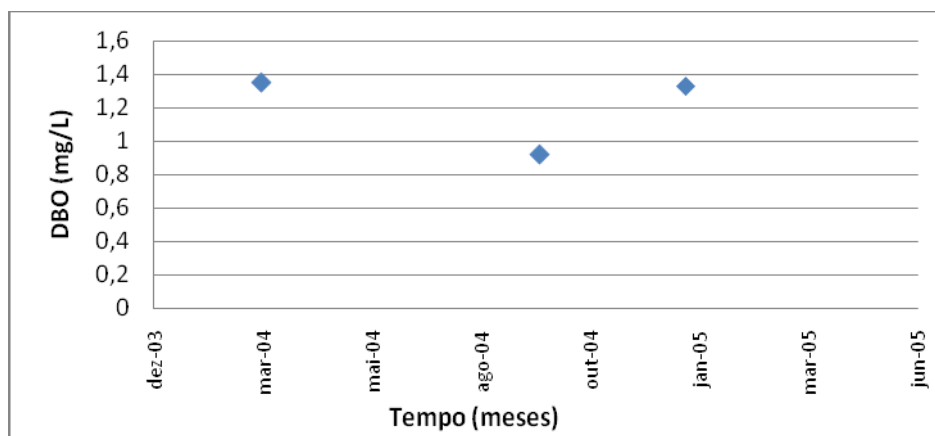


Figura 17 –Sazonalidade para DBO a partir das médias mensais do Meio da Baía.

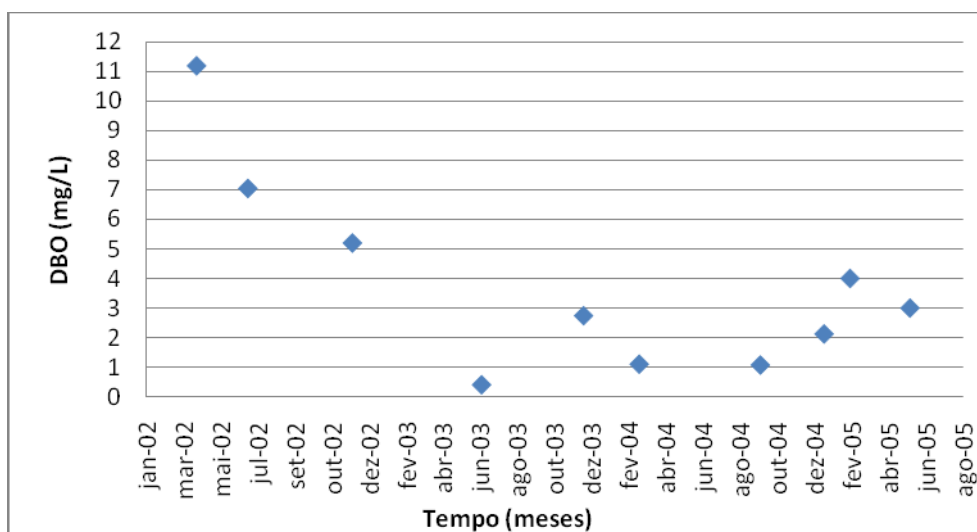


Figura 18–Sazonalidade para DBO a partir das médias mensais da Bacia de Evolução

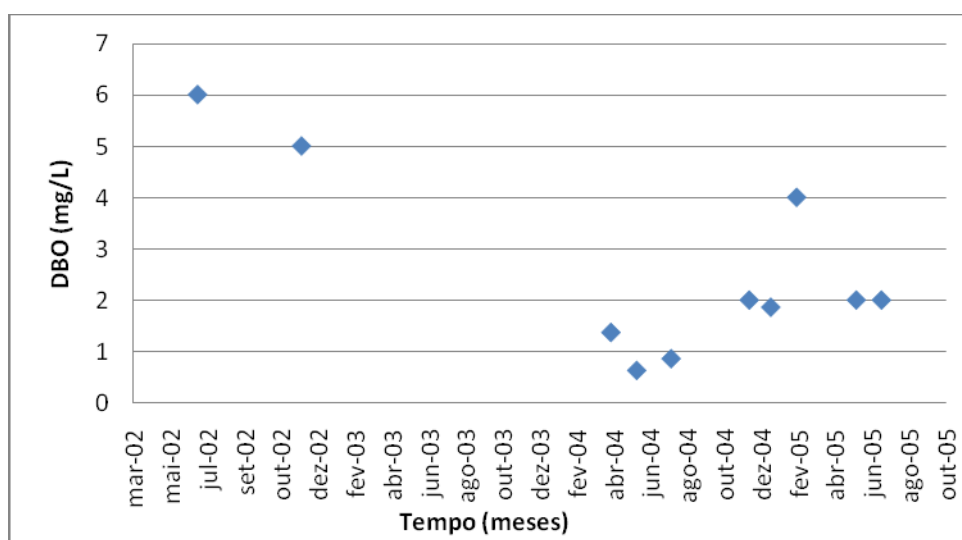


Figura 19–Sazonalidade para DBO a partir das médias mensais da Costa.

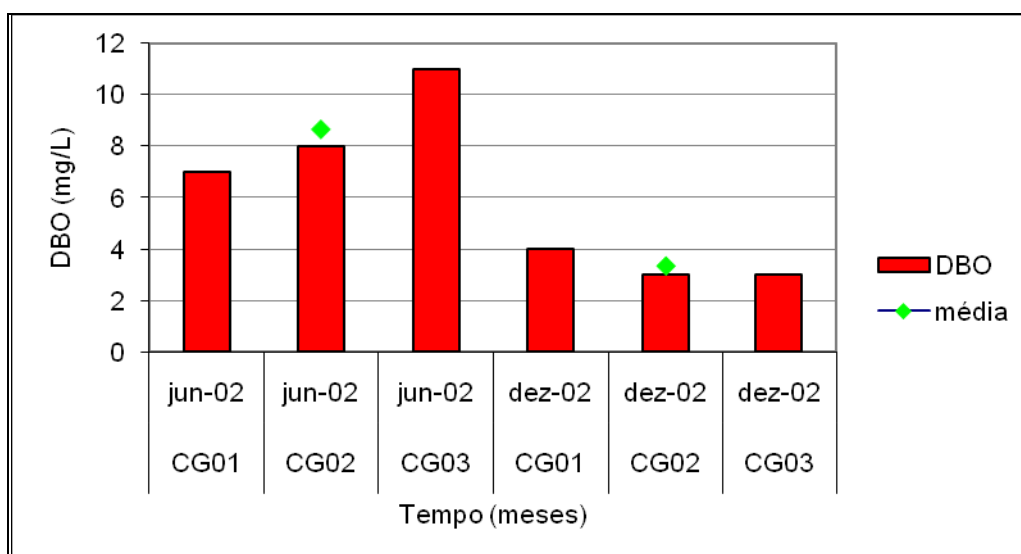


Figura 20–Sazonalidade para DBO a partir das médias mensais da Coroa Grande.

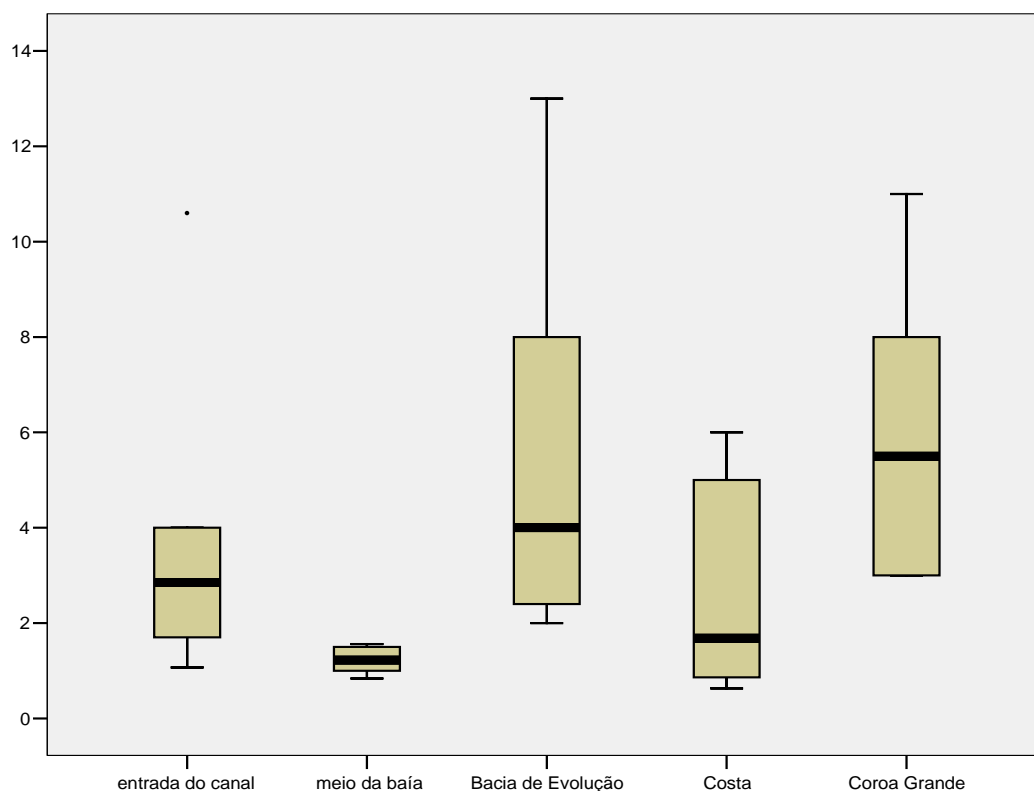


Figura 21 –Box Plot da Baía de Aratu com todos os dados de monitoramento de DBO por região de estudo.

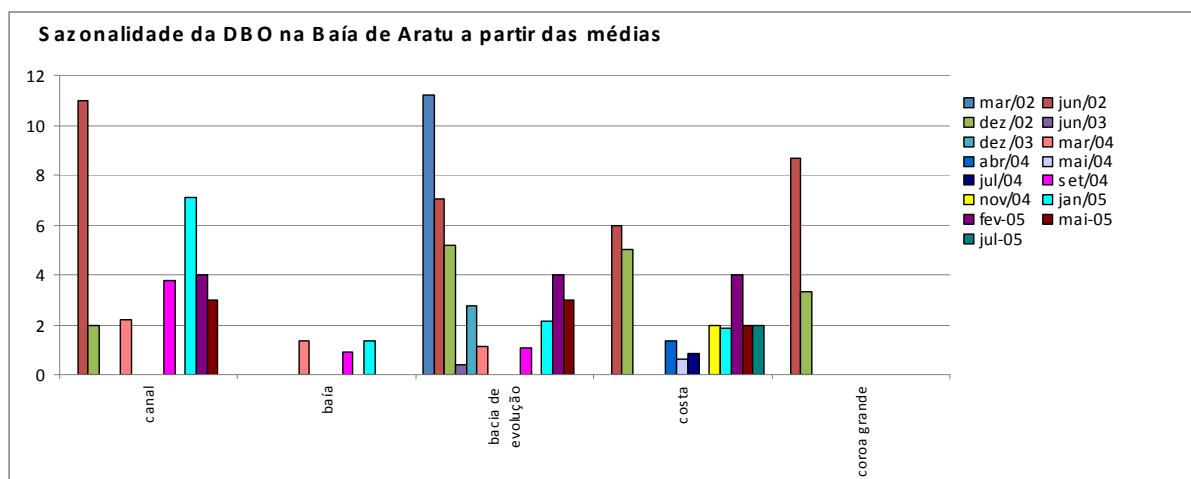


Figura 22 –Sazonalidade de DBO da Baía a partir das médias mensais de todas as regiões juntas.

Os resultados de DBO apresentaram de uma forma geral, uma significativa variação ao longo do tempo nas áreas estudadas, variando de zero a dezesseis, ao longo de todo o monitoramento.

Os valores obtidos no Canal foram os que apresentaram menor variação ao longo do tempo de monitoramento, conforme Figura 16. Houve um pico significativo, que segundo os estudos pode ter havido um aporte maior de efluente doméstico, porém não há valores de referencia pela atual legislação ambiental brasileira para uma comparação mais apurada.

Os valores obtidos na Baía de Evolução oscilaram entre zero e dezesseis durante as campanhas de monitoramento. A partir de junho de 2003, houve uma tendência de estabilidade do parâmetro, o que pode ter



acontecido devido a introdução do projeto Baía Azul realizada pelo CRA/BA, que implicou também a redução do aporte de matéria orgânica na água por efluentes domésticos.

Os valores encontrados na Costa, foram mais homogêneos e não apresentaram variação entre 1 e 2 no período de 2004 e 2005; houveram picos nos meses de junho e dezembro de 2002 que correspondem ao período chuvoso, quando uma das consequências é um maior aporte de matéria orgânica para o corpo hídrico, o que pode contribuir com o aumento dos resultados deste parâmetro.

Segundo as análises, os resultados de DBO apresentaram uma redução gradativa, indicando uma redução do aporte de matéria orgânica na água. Considerando que os dois portos que se instalaram na Baía de Aratu e entraram em operação recentemente não foram considerados no processo de licenciamento como fontes poluidoras de matéria orgânica para a baía (comunicação pessoal), vale ressaltar que o monitoramento realizado auxiliou na indicação de que as atividades de recuperação da franja de mangue, os programas de educação ambiental desenvolvidos junto às comunidades ali residentes e os programas de gestão ambiental destas unidades auxiliaram no controle da poluição da Baía de Aratu.

Coliformes Totais e Coliformes Fecais (Termotolerantes)

A Resolução CONAMA 357/2005, estabelece os limites máximos para os diversos usos dos corpos hídricos. Para este parâmetro ela estabelece o limite máximo de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml, para a Classe 1 de águas salinas. As Figuras 23 a 25 ilustram essa variação.

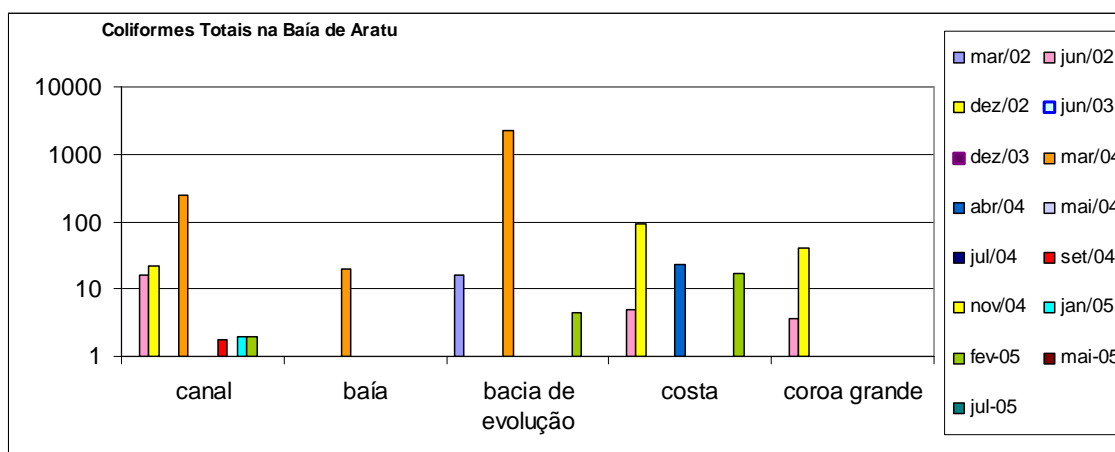


Figura 23 – Análises de Coliformes Totais em todas as de estudo.

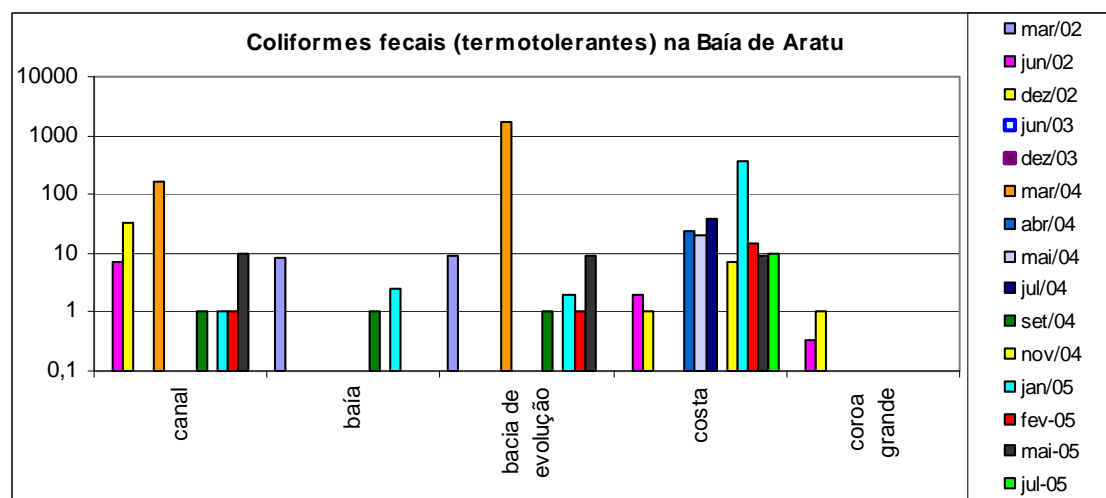


Figura 24 – Análises de Coliformes Fecais em todas as regiões de estudo.

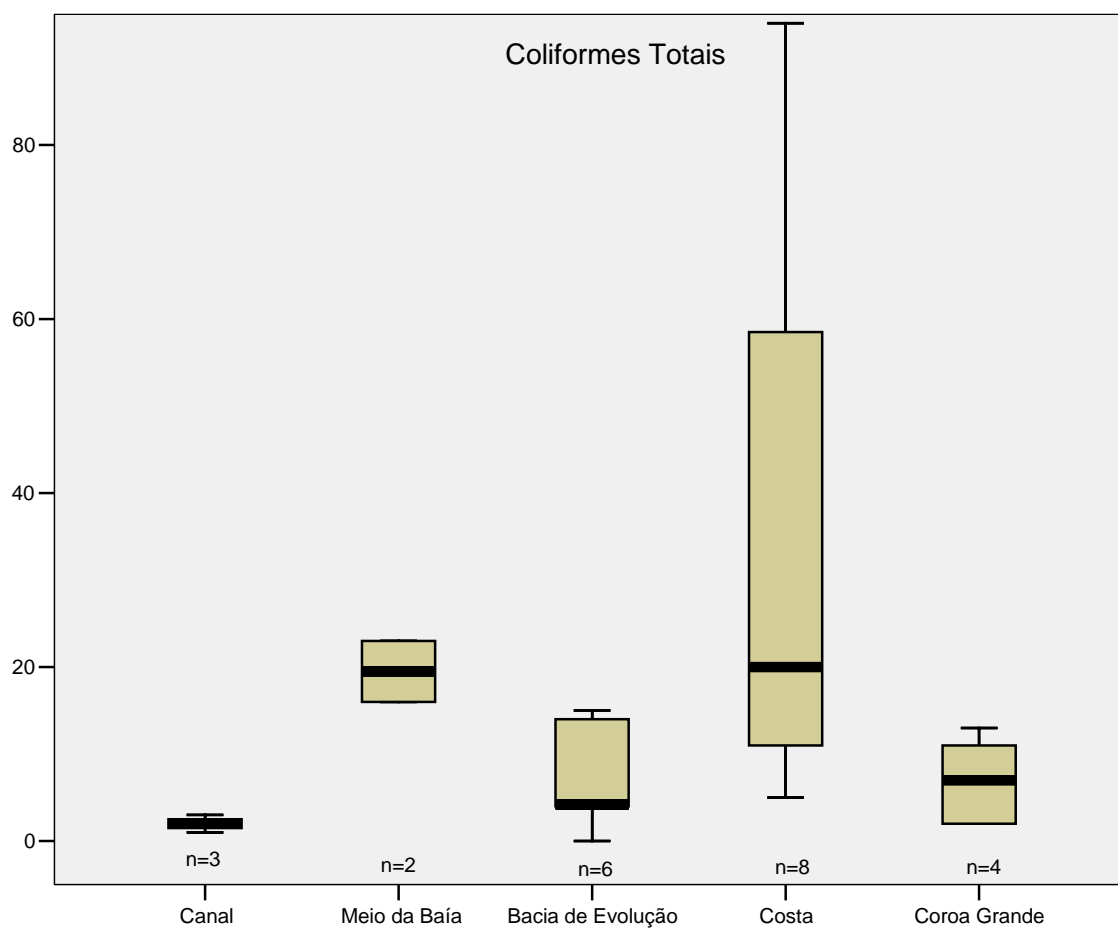


Figura 25 –Box Plot da Baía de Aratu com todos os dados de monitoramento de Coliformes Totais por região de estudo.

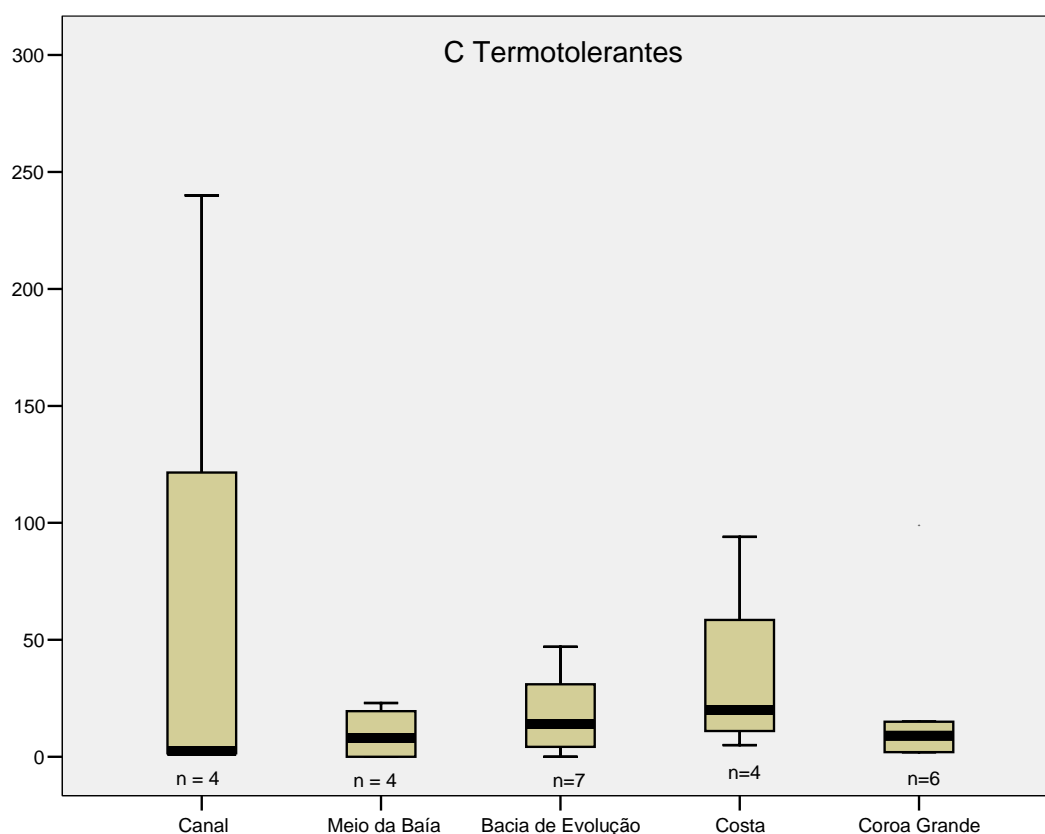


Figura 26 –Box Plot da Baía de Aratu com todos os dados de monitoramento de Coliformes Fecais por região de estudo.

Há uma falta de dados para esses dois parâmetros para algumas das regiões selecionadas, havendo em um dos pontos apenas duas amostras, como é o caso do Meio da Baía, o que não apresenta segurança estatística e nem podemos inferir nada sobre a região. De uma forma geral a Baía de Aratu, apresenta níveis aceitáveis de coliformes, sendo confirmado pelo estudo realizado pelo CRA em 2002, onde foram encontrados 1 UFC/100ml.

Nas campanhas realizadas pelos empreendimentos, houve um pico expressivo na bacia de evolução, fato este analisando os dados, foi um fato isolado. Pode ter ocorrido um aporte maior de esgoto oriundo de algum porto, ou até mesmo das residências, próximo ao período de coleta dos dados. Contudo, na maioria dos pontos amostrados, os resultados apresentaram valores baixos.

Existe uma certa dificuldade de detecção dos parâmetros biológicos pois ela é muito grande, e apresenta interferências antrópicas e industriais. Esses parâmetros são sensíveis a algumas influências, como é o caso dos metais pesados, que foram encontrados na água como será mostrado mais adiante. De acordo com CERQUEIRA et al (1998) o estresse causado por produtos tóxicos do ambiente aquático podem inibir a expressão de genes nos microorganismos, dificultando sua detecção e até mesmo inibindo o crescimento biológico de algumas espécies, implicando assim certa dificuldade para obtenção de êxito das técnicas realizadas.

Metais

A Resolução CONAMA 357/2005, estabelece diversos parâmetros para de qualidade de água salinas, sendo que entre eles estão os metais pesados e seus respectivos UMP, conforme na Tabela 2- Limite máximo de metais na Resolução CONAMA 357/2005.



Tabela 2 - Metais pesados detectados pelo estudo de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/05,.

Metal	Nível máximo permitido (Classe 1)
Alumínio dissolvido	1,5mg/L
Arsênio total	0,01mg/L
Berílio total	5,3ug/L
Boro total	5,0mg/L
Cádmio total	0,005mg/L
Chumbo total	0,01mg/L
Cobre dissolvido	0,005mg/L
Cromo total	0,05mg/L
Ferro dissolvido	0,3mg/L
Manganês total	0,1mg/L
Mercurio total	0,002mg/L
Níquel total	0,025mg/L
Prata total	0,005mg/L
Selênio total	0,01mg/L
Zinco total	0,09mg/L

Dentre estes, foram encontrados nas análises valores positivos para alumínio, cromo, chumbo, cádmio, manganês e ferro.

Em todas as regiões selecionadas foram detectados metais, (Figuras 27 a 30) contudo a região que apresentou maior valor de chumbo foi a costa 1,92mg/L, ressaltando que nesta região ocorreram apenas dois picos no período de maio de 2004 e fevereiro de 2005, lembrando que não há sazonalidade para metais pesados na Baía de Aratu, pois há influência de marés, ventos, conversão térmica entre outros fatores que podem quebrar a sazonalidade. Nesta área, foram registrados em menores quantidades alumínio 0,23mg/L – 0mg/L e, seu valor mínimo, cádmio 0,17mg/L - 0mg/L, cobre 0,87 mg/L – 0mg/L e zinco 0,28mg/L e 0 mg/l respectivamente em seus valores máximos e mínimos.

A região onde foi detectado maior valor de alumínio 1,3mg/L foi a Bacia de Evolução, com picos elevados de chumbo 1,17mg/L e ferro 1,27mg/L, que pode ser explicado por ressurgência de sedimentos contaminados principalmente para o chumbo. Também foram detectados cobre nas concentrações 0,03mg/L – 0mg/L, ferro nas concentrações 0,2mg/L e 0mg/L e manganês nas concentrações 0,08mg/L e 0 mg/L, porém em menores proporções que os valores observados acima.

O CRA a partir de 2000, começou a realizar campanhas de monitoramento da qualidade de água da Baía de Todos os Santos, englobando pontos na Baía de Aratu, além da Enseada de Tainheiros, Madre Deus, Foz do Rio Paraguaçu, Canal de Itaparica, Estuário do Rio Subaé e Estuário do Rio São Paulo. Com relação aos metais pesados, este monitoramento avaliou a presença de cádmio, chumbo, sódio, cobre, ferro e mercúrio.

Os valores de metais ainda se mantêm elevados não podem ser claramente atribuídos a eventos recentes, podendo ser atribuído a eventos anteriores, apresentando maior disponibilização dos metais para a coluna d'água, podendo ser devido à relação de aspectos físico-químicos como a solubilidade de metais como também aos padrões de circulação das águas.

No monitoramento realizado em 2001, indicam o comprometimento dos mesmos com cobre, chumbo e zinco. Deve ser considerado que os três metais pesados foram detectados no presente estudo. É possível que esta contaminação esteja associada às atividades do Terminal de Granéis Sólidos do Porto de Aratu e a Siderúrgica Sibra. Não foi detectada a contaminação dos sedimentos com cádmio e mercúrio (CRA, 2001)

O monitoramento de 2002 indicou uma contaminação por ferro próximo as marinas de 0,10mg/L – 0mg/L, área esta que não entrou nas áreas selecionadas para este trabalho. (CRA, 2002)

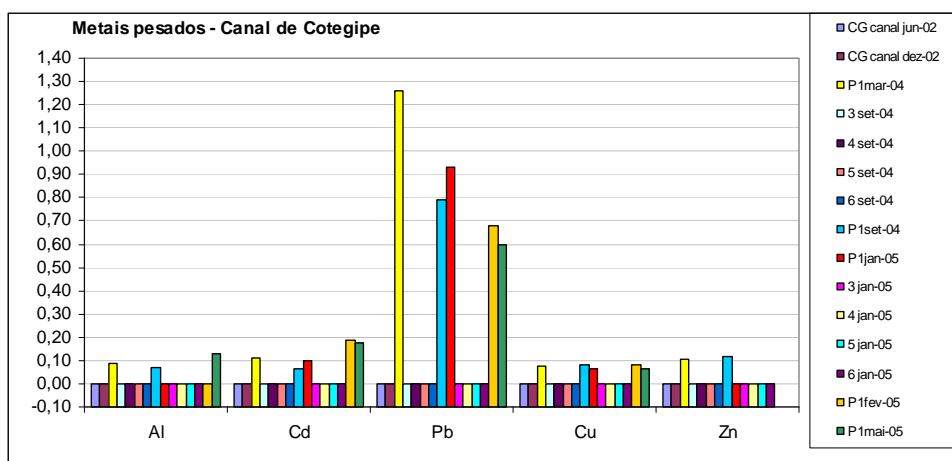


Figura 27 - Metais detectados no Canal de Cotegipe durante o período de monitoramento.

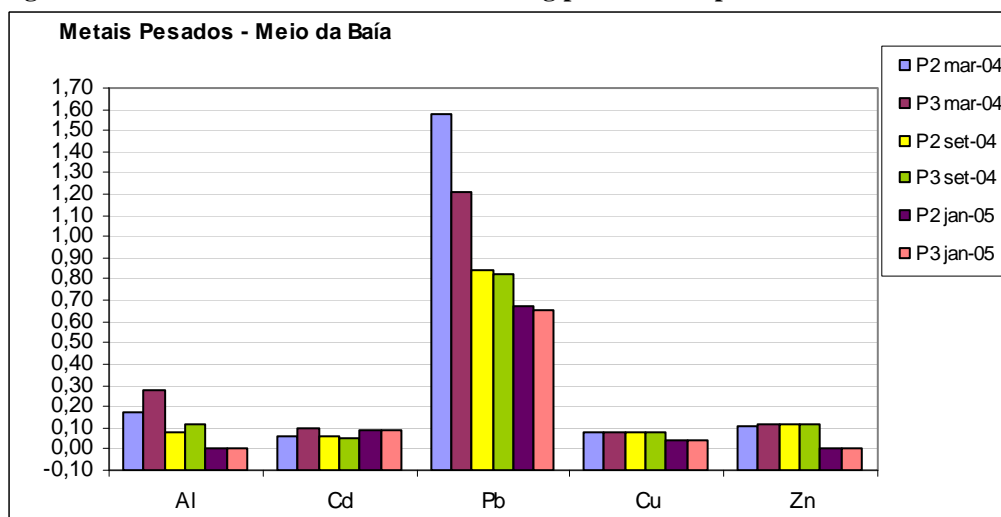


Figura 28- Metais detectados no Meio da Baía durante o período de monitoramento com todos os dados de monitoramento.

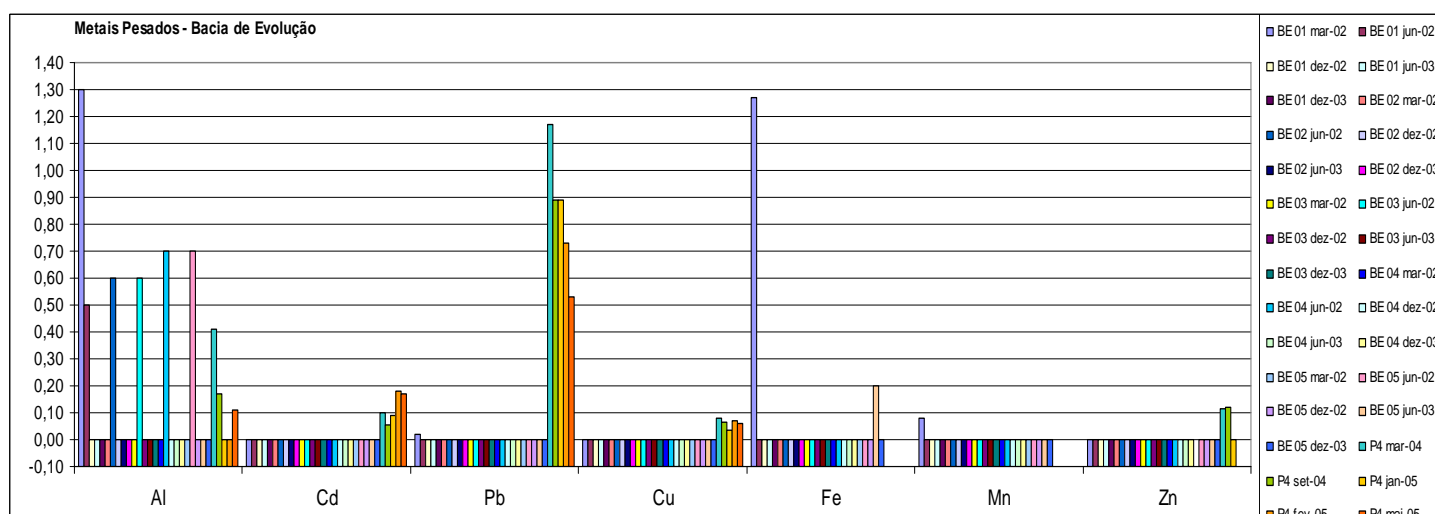


Figura 29 - Metais detectados na Bacia de Evolução durante o período monitorado por todos os empreendimentos.

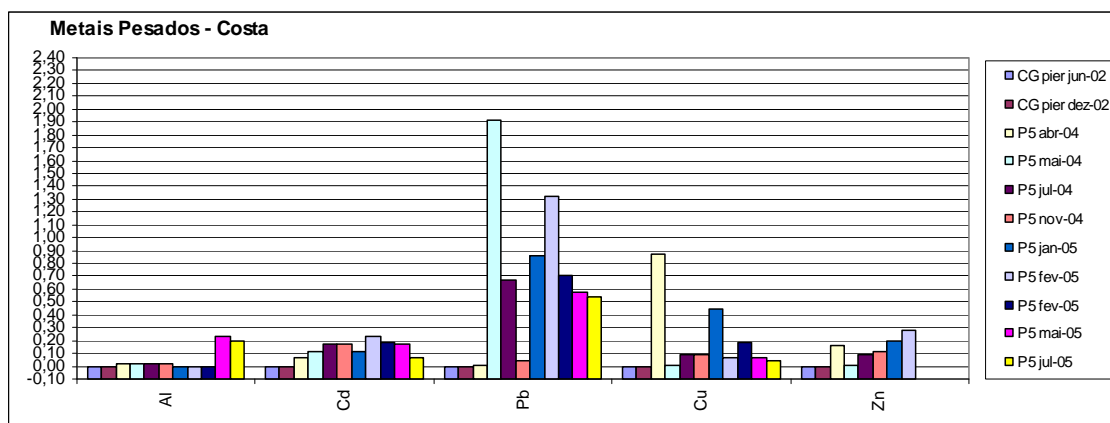


Figura 30 - Metais detectados na Costa, durante o período de monitoramento do estudo.

A região denominada Coroa Grande não apresentou nenhuma ocorrência de metais tóxicos, o que provavelmente se deve à ação depuradora do mangue, cujos solos aluviais vermelhos possuem a capacidade de adsorver os metais pesados presentes no ambiente (LACERDA e SENA, 2005). Além disso, os organismos filtradores presentes neste tipo de ecossistema podem acumular os metais em sua biomassa, retirando-os dos corpos d'água (MACHADO *et al*, 2002). Embora não tenha sido realizada nenhuma análise dos solos desta região ou dos organismos que nela vivem, ambas as hipóteses são aceitáveis para explicar dos dados encontrados.

Sólidos

A Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas não referencia as margens para este parâmetro, sendo assim não há dados legais para sua comparação.

De acordo com os dados obtidos, a Baía de Aratu registrou um aumento de sedimentos no ano de 2002, entre junho e dezembro em todas as regiões selecionadas. Este período corresponde a construção do Moinho Dias Branco, do mesmo proprietário do Terminal Portuário de Cotegipe, a recuperação dos taludes da GDK, obras internas na Braskem, além de todos os acessos não estarem pavimentados e contribuir significativamente para o carreamento de sólidos para a baía, o que pode ter colaborado com o aumento deste parâmetro.

A análise do parâmetro sólidos totais foi realizada apenas em alguns pontos e com quantidade de amostras pequenas, porém, os resultados encontrados, apontam uma quantidade elevada de sólidos totais, e quando comparado com sólidos suspensos, não indicam anormalidades dentro do ambiente marinho. Vale ressaltar que não foram realizadas análises de sólidos suspensos na região denominada meio da baía. Os demais resultados encontram-se nas Figuras de 31 a 34

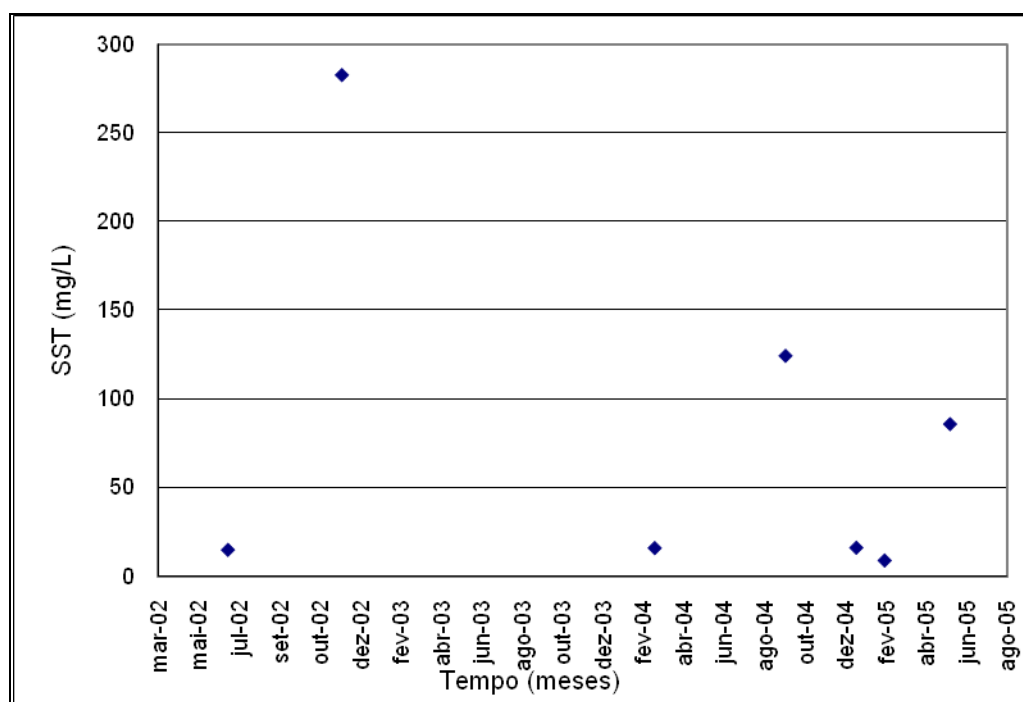


Figura 31 –Sazonalidade de SST no Canal de Cotegipe durante as campanhas de monitoramento deste parâmetro com aumento no período de obras dos empreendimentos.

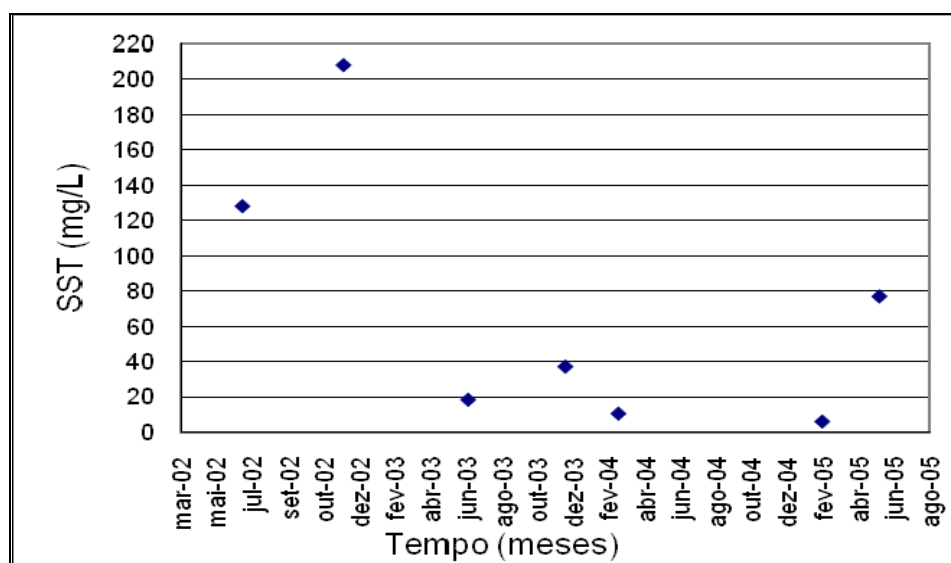


Figura 32 –Sazonalidade de SST na Bacia de Evolução durante as campanhas de monitoramento deste parâmetro com aumento no período de obras dos empreendimentos.

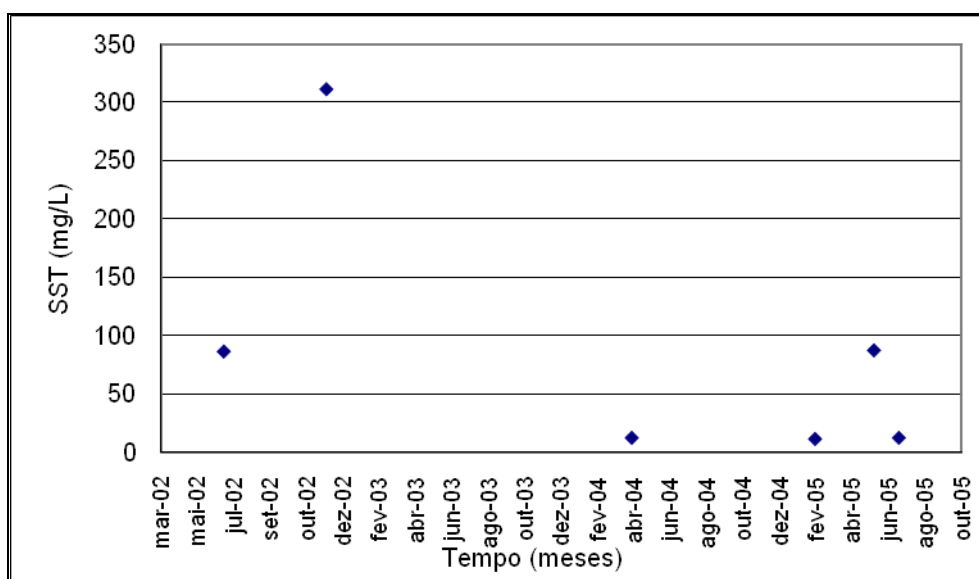


Figura 33 –Sazonalidade de SST na Costa durante as campanhas de monitoramento deste parâmetro com aumento no período de obras dos empreendimentos

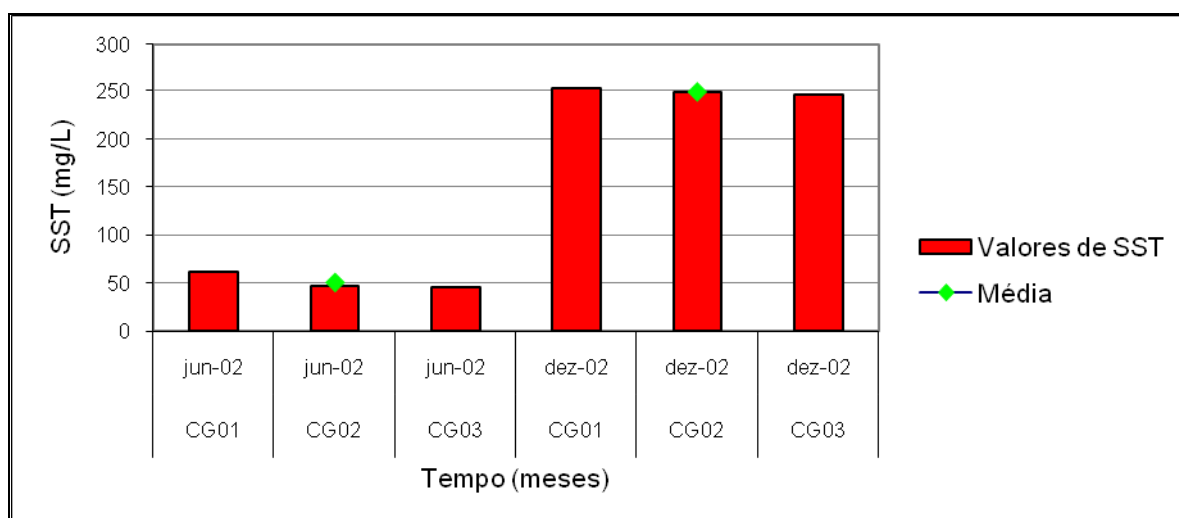


Figura 34- Sazonalidade para SST Coroa Grande durante as campanhas de monitoramento deste parâmetro com aumento no período de obras dos empreendimentos.

Salinidade

Este parâmetro pode apresentar variações, de acordo com a latitude, podendo ser mínima próximo do equador e alcançando sua máxima próximo a 20°N e 20°S, descendo novamente em direção os pólos. Esta variação ocorre devido ao balanço entre evaporação e precipitação que está ligada a circulação atmosférica (MARQUES JUNIOR *et al*, 2002).

A região da Baía de Aratu manteve sua média próximo a 35‰ e 36‰, o que é considerado normal para a região do Atlântico. Os ‘out lier’s’ mostrados na Figura 35 foram coletadas no período de seca, contudo estão dentro da normalidade. Em algumas regiões mais isoladas a salinidade pode ultrapassar a casa dos 90‰.

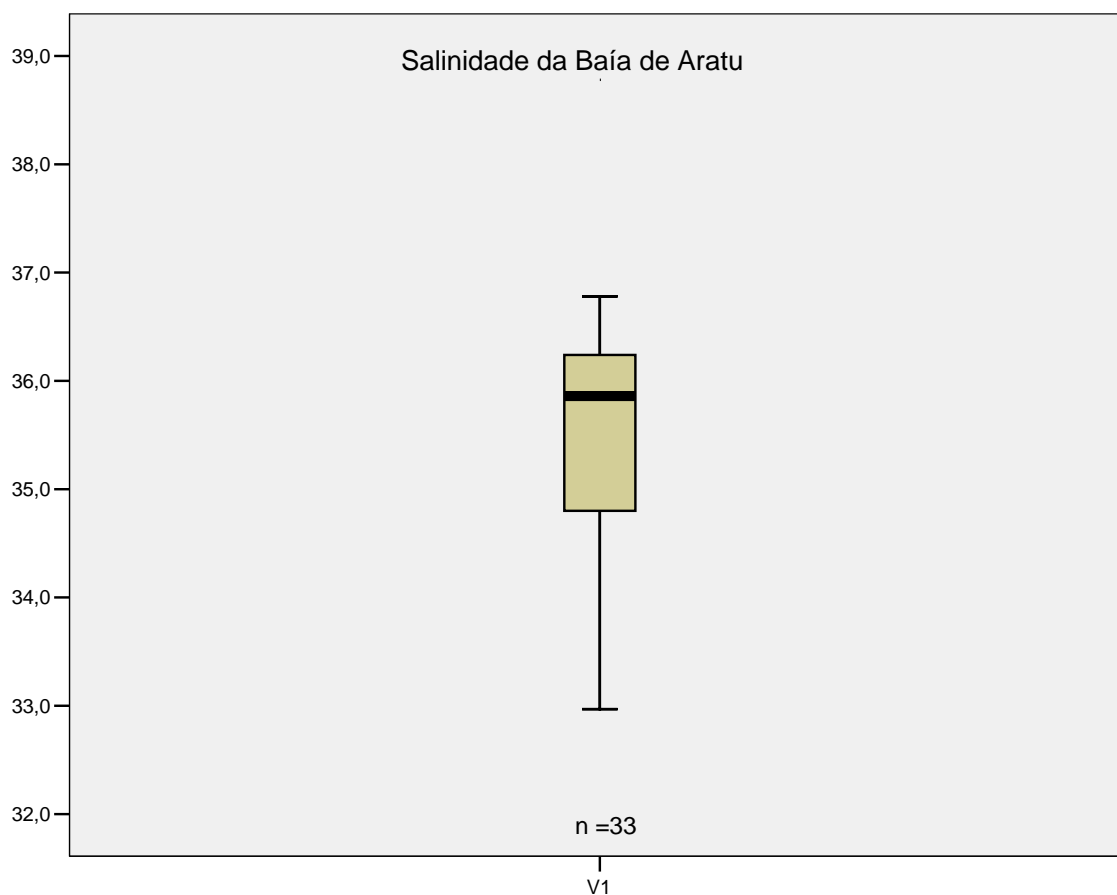


Figura 35 –Box Plot para avaliar a salinidade da Baía de Aratu, elaborado a partir de todos os dados obtidos para as diversas regiões.

Os valores obtidos de salinidade indicam a predominância de água marinha no local, com pouca influência de água doce, o que corresponde a realidade, pois, os rios que desembocam na Baía de Aratu, são considerados pequenos, com baixa vazão.

A salinidade, apresentou variação sazonal devido ao regime de precipitação pluviométrica. O período seco da região, registrado entre dezembro e fevereiro, indicou maiores valores de salinidade e o período chuvoso, maio a junho, indicou valores menores de salinidade como apresentado da Figura 35.

Pesticidas

Os programas de monitoramento da qualidade de água contemplaram a investigação de pesticidas na área da Baía de Aratu (aldrin, clordano, DDT,DDD, DDE, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, BHC, Disulfoton, Ethion, Metil Paration, Paration) porém, não houve detecção pelos métodos utilizados. Por este motivo os valores do limite de detecção foram considerados como zero, no momento da interpretação de dados.

Vale ressaltar que a ocupação em volta da baía não se caracteriza como sendo agro-pastoril e sim ocupações residenciais de baixa renda e atividades industriais (portos, transportes ferroviários e pólos petroquímicos) além das atividades turísticas como marinas.

É interessante ressaltar que esses parâmetros não foram realizadas em todas as campanhas, e nem em todos os pontos considerados neste trabalho. Sendo ressaltado que os dados obtidos são do ano de 2002.

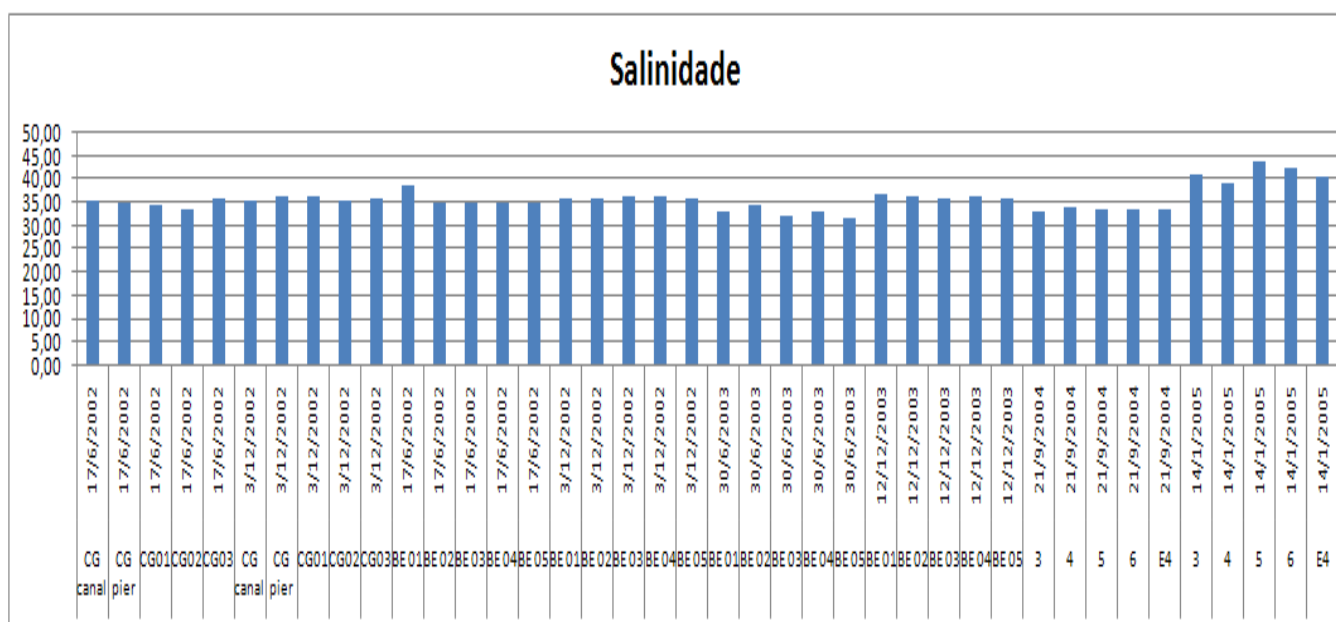


Figura 36 – Sazonalidade da salinidade da Baía de Aratu com todos os dados do período de monitoramento da qualidade de água.

Cloreto, Fluoreto, Nitrogênio, Fósforo, Turbidez e Clorofila a.

Para os valores de fluoretos e cloretos, que não foram analisados em todas as campanhas utilizadas e nem em todas as regiões estiveram dentro dos valores normais para a região como mostra a Tabela 3

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, os valores máximos permitidos para e fluoretos é de 1,4 mg/L e em todas as regiões de estudo os valores estiveram abaixo do valor máximo estabelecido pela resolução vigente para qualidade de água como mostrado nas Figuras 36 e 37 abaixo. Mesmo com um aumento de seus valores em junho de 2003, provavelmente devido a um aumento da contaminação antrópica, não ultrapassou os valores máximos permitidos.

Os fluoretos naturalmente possuem maior concentração devido a alta afinidade que apresenta com os sais contidos na água do mar, estabelecendo valores normais entre 1,2 e 1,5 mg/L.

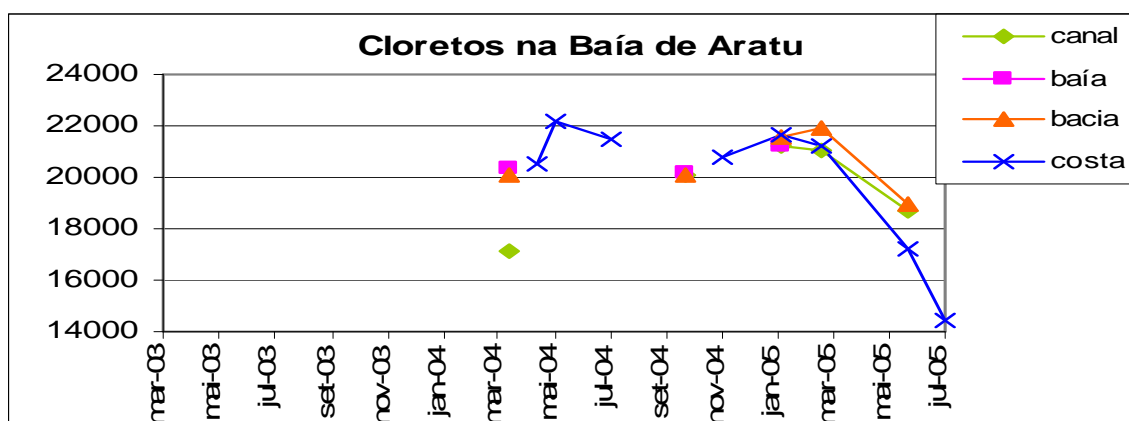


Figura36– Sazonalidade do parâmetro de Cloreto obtidos nas campanhas de monitoramento das quatro regiões amostradas para este parâmetro.

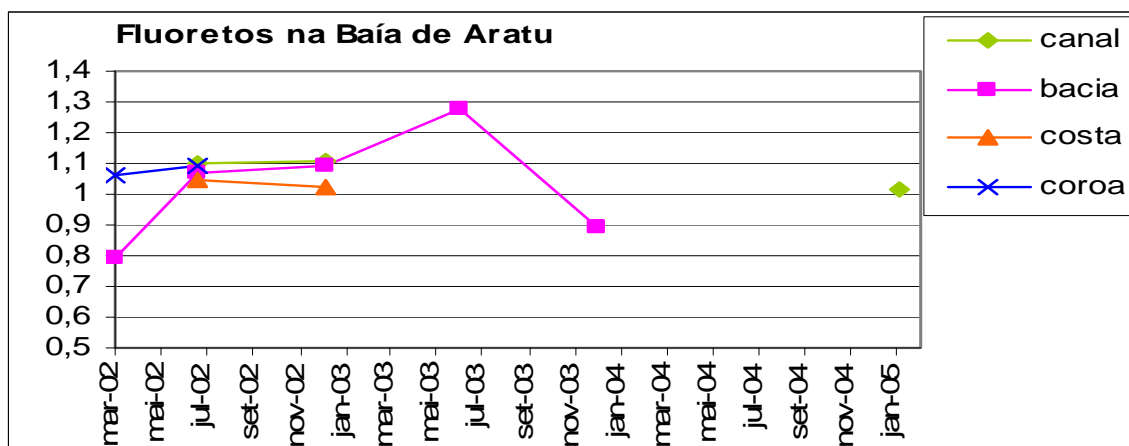


Figura 37 – Sazonalidade do parâmetros fluoretos obtido nas campanhas de monitoramento na Baía de Aratu nas regiões onde este parâmetro foi realizado.

Os valores de cloratos apresentaram uma depleção, acompanhando a sazonalidade da salinidade de acordo com a precipitação da região.

Já os dados de nitrogênio e fósforo obtidos podem ser visualizados na Figura 38 abaixo, mostram valores muito baixos para estes parâmetros. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece os valores máximos permitidos sendo 0,40mg/L e 0,062mg/L respectivamente.

Estes parâmetros indicam eutrofização do ambiente aquático que pode se dar por processos naturais como decomposição de matéria orgânica ou por origem antrópica, com aporte de esgotos, por exemplo.

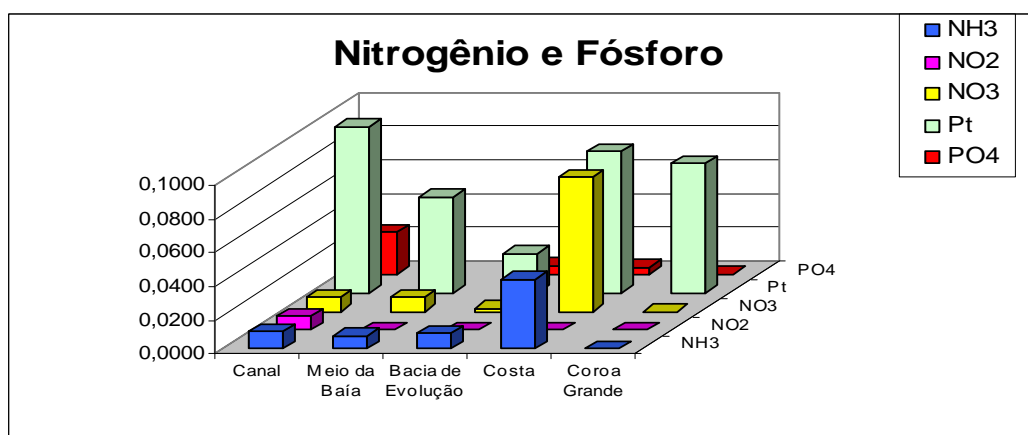


Figura 38 – Resultados de Nitrogênio e Fósforo obtidos ao longo do monitoramento da Baía de Aratu nas cinco regiões amostradas.

Os valores de turbidez obtidos na baía de aratu variaram entre 1,04 e 11,6, conforme Figura 39 abaixo, o que é considerado baixo para a região de águas salinas. A Resolução CONAMA 357/05, para águas salinas não estipula valores de referências para este parâmetro devido a isso utilizamos os valores de água doce para a classe 1 que é de 40 UNT.

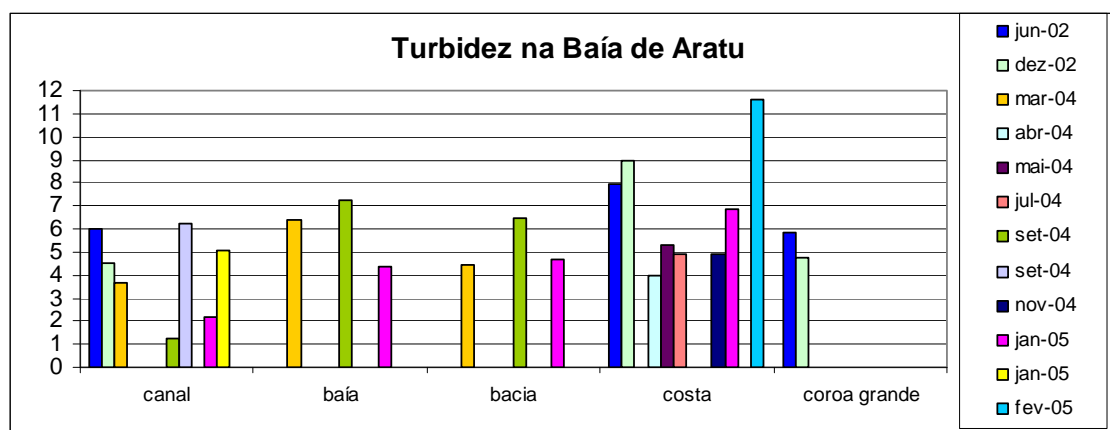


Figura 39 - Valores obtidos de Turbidez na Baía de Aratu, no período de monitoramento de junho/02 a fevereiro/05 nas cinco regiões amostradas pelo estudo.

Já os valores obtidos para cor, mostram um ambiente de água clara, pois os valores de turbidez e cor estiveram bem abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. O parâmetro cor, não é abordado pela resolução para águas salinas, contudo foi utilizado como referência a resolução para água doce classe 1, já que esta é mais restritiva.

A clorofila-a é utilizada hoje como um indicador da presença de algas no corpo hídrico, sendo que algumas espécies possuem a capacidade latente de produção de toxinas, como a microcistina (*Microcystis* spp) e a cilindrospermopsina (*Cylindrospermopsis* sp) (PNMAIL, 2003).

A clorofila a está diretamente relacionada a produtividade primária e ao estado trófico do corpo hídrico, sendo importante o seu monitoramento e acompanhamento nos corpos hídricos.

Conforme mostrado na Tabela 40, o nível trófico da região estudada não se encontra eutrofizada, apresentando baixos valores, quando comparados a Classe 1 para água doce, (até 10 µg/L) segundo a Resolução CONAMA 357/05 que não referencia valores para águas salinas.

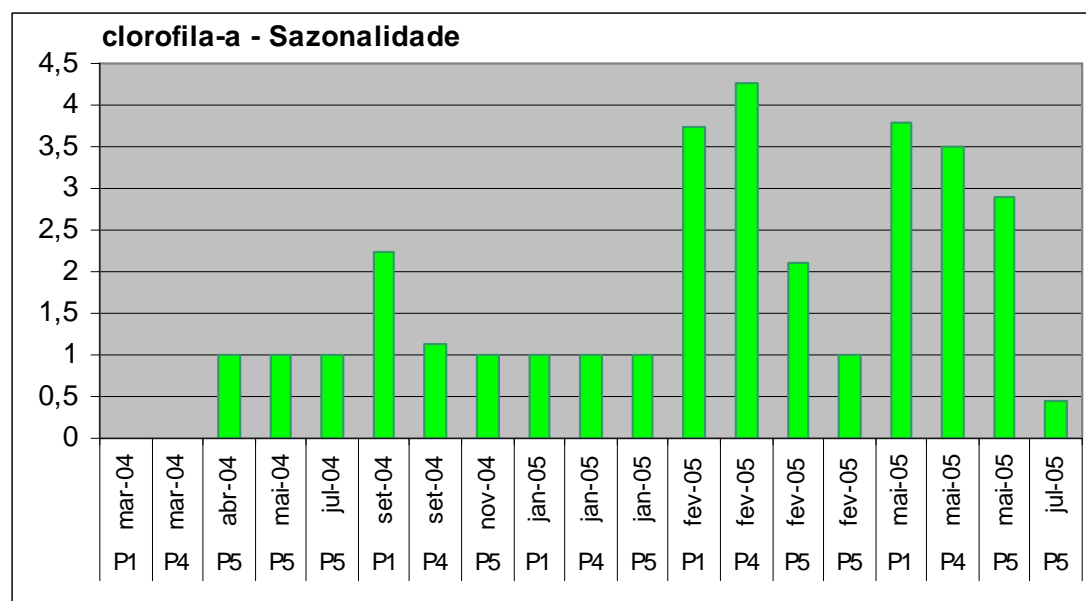


Figura 40 –Sazonalidade por de março/04 a junho/05 de Clorofila a na área da Baía de Aratu como um todo.



Qualidade de água na baía de aratu

O Canal de Cotegipe que interliga a Baía de Todos os Santos a Baía de Aratu recebe efluentes da Dow Química, através do emissário submarino, no período de maré vazante (PMQA de Cotegipe, mar,2004), além de projeto de ampliação da atividade portuária destinadas ao escoamento de insumos químicos e agrícolas, cargas e veículos. Esse conjunto de atividades apresenta um potencial de gerar impacto na qualidade do corpo hídrico.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, pode-se classifica como sendo Classe 2, pois os valores de OD estiveram acima de 5mg/L e os metais encontrados grande parte estiveram bem acima dos valores máximos estabelecidos pela resolução. Os valores de coliformes se enquadraram na classe 1.

Os parâmetros referentes aos pesticidas, não foram verificada contaminação, mesmo algumas determinações químicas não apresentarem os níveis de detecção inferior aos valores estipulados pela Resolução CONAMA 357/2005, nem dos demais pesticidas que apresentam limites de detecção mínima e concentrações permitidas.

Os estudos apontaram a presença de metais também nos sedimentos, seus níveis de contaminação apresentam uma característica especial pois refletem uma condição espacial quanto a contaminação do meio. Com o passar do tempo e um aporte crônico de contaminantes, ocorre a transferência de um para o outro como por exemplo da água para os sedimentos e vice-versa, estando associados principalmente à matéria orgânica e as superfícies das argilas (PMQA- Ford Nov,2002).

A qualidade da água na Baía, é boa, sem avaliar a balneabilidade da baía e nem realizar o IQA. A realização deste parâmetro era um dos objetivos deste estudo, realizar sua comparação com a Resolução CONAMA 357/2005 , contudo os dados obtidos de forma secundária, estão de forma desagrupada. Há lugares que temos dados como há outros que não.

É interessante observar que, caso da Baía de Aratu, em particular, existiu recentemente uma discussão técnica entre o CRA e o IBAMA que determinou a competência estadual para o licenciamento ambiental dos portos e terminais marítimos do estado, sendo que os processos que se encontravam em andamento no IBAMA iam ser finalizados por este instituto para que não houvesse prejuízo na condução dos empreendimentos em questão.

A partir do momento que o CRA assumir todos os licenciamentos que hoje se encontram no IBAMA, será permitido a este órgão estadual gerir por completo as atividades de conservação, mitigação e recuperação da Baía de Aratu, uma vez que este centro também é responsável pela implantação de programas de vigilância e recuperação de diversos corpos hídricos estratégicos para o estado.

Influência da Baía de Todos os Santos.

A Baía de Todos os Santos apresenta em seu perímetro os Municípios de Salvador, Simões Filho, Candeias, Madre Deus, Santo Amaro da Purificação, São Francisco do Conde, Saubara, Salinas da Margarida, Jaguaripe, Itaparica, Vera Cruz, Maragogipe e Cachoeira. A região recebe contribuição de diversas bacias hidrográficas, destacando-se Rio Paraguaçu, Sabaé, Jaguaripe, São Paulo, Mataripe, Cobre, Caipe e Paraguai, além de muitos outros.

A Baía de Todos os Santos, de uma forma geral apresenta quatro atividades mais impactantes sendo estas o despejo de esgotos domésticos, efluentes industriais, disposição de resíduos sólidos e atividades de dragagem. Contudo, não foram caracterizadas contaminação da Baía de Todos os Santos para a Baía de Aratu segundo dados do CRA BA (2002). Além disso, não existem dados disponíveis nas fontes utilizadas sobre a hidrodinâmica da baía de Aratu, que pudessem embasar qualquer inferência sobre esta transferência entre as duas baías.



CONCLUSÕES

A Baía de Aratu, apresenta uma boa qualidade de água quanto aos aspectos físico, microbiológico, não apresentando grandes alterações antrópicas.

As concentrações de metais tóxicos se mantiveram elevado, contudo, não podemos atribuir a apenas ao Terminal de Graneis Sólidos, pois processos naturais interferem como, por exemplo, a circulação das águas, já que os estudos apresentaram concentrações de metais nos sedimentos.

A região de Coroa Grande não apresentou ocorrência de metais o que provavelmente se deve a ação de adsorção de metais presentes no ambiente.

A Baía de acordo com os dados de nitrogênio e fósforo obtidos nas campanhas de monitoramento indicam que a baía não se encontra eutrofizada, apresentando água clara nas regiões selecionadas.

Não foram detectados nas análises pesticidas.

O grupo dos coliformes, mesmo com certa deficiência de dados, apresentou valores baixos, indicando baixa contaminação por esgoto na área de estudo.

Houve uma redução dos valores de DBO, devido a projetos sociais por parte dos empreendimentos e também a programas desenvolvidos pelo CRA BA, como o Programa de Monitoramento Sistemático da Qualidade das Águas do Estado da Bahia, como também o Projeto Baía Azul.

Os resultados de OD mostram uma uniformidade de concentração de oxigênio na Baía de Aratu, mesmo com os aumentos e as depleções ocorridas por regiões de estudo.

Os valores de pH estiveram dentro da faixa estabelecida pela região, se mantendo uniformes ao longo de todo o ano não oscilando de forma expressiva.

Os dados indicam que não há processo de contaminação da Baía de Aratu pela Baía de Todos os Santos.

Durante a realização deste estudo, ficou latente a falta de uniformização dos dados para uma melhor avaliação da qualidade da água da Baía de Aratu.

Verificou-se a necessidade da gestão integrada dos empreendimentos quanto aos parâmetros de qualidade de água, com vários tipos de coleta, em vários níveis de profundidade, para melhor avaliação e possíveis aplicações de índices que a princípio foram propostos porém não foram possíveis sua realização devido a desuniformidade dos dados.

Recomendar a análise de parâmetros que possam ser utilizados para o cálculo dos índices de estado trófico, IQA, balneabilidade, para uma melhor avaliação da baía.

Recomendar o desenvolvimento de índices nacionais para a avaliação da qualidade de água para diversos ambientes marinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Odete Medauar 4.ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005. 1117 p. (Série Mini Códigos).
2. BAHIA. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia. Centro de Recursos Ambientais. Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras Superficiais – Relatório Técnico. Salvador: CRA, 2001. 30p.
3. BAHIA. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia. Centro de Recursos Ambientais. Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras Superficiais – Relatório Técnico. Salvador: CRA, 2002. 27p.
4. BOURSCHEID Engenharia LTDA. Relatório Plano Básico Ambiental do Terminal de Matérias Primas da Braskem. Porto Alegre. Novembro de 2004. 119 p



5. CERQUEIRA DA; DeBRITO LLA; GALINARI PC; AMARAL GCM. Perfis de ocorrência de coliformes termotolerantes e E. coli em diferentes amostras de água. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 1998. p 1251-1257
6. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. Organização do texto: Odete Medauar 4.ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005. 1117 p. (Série Mini Códigos).
7. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. 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 Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. Organização do texto: Odete Medauar 4.ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005. 1117 p. (Série Mini Códigos).
8. SOARES-GOMES, A. e FIGUEIREDO, A.G. O Ambiente Marinho. In: PEREIRA, R. C. e SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 382p.
9. LACERDA, L. D e SENA, D. L. Estimativas de cargas de nitrogênio, fósforo e metais pesados de interesse ambiental para as bacias inferiores do litoral do estado do Ceará. Fortaleza: 2005. 83p. (Relatório do Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará).
10. MACHADO, I.C.; de MAIO, F. D.; KIRA, C.S.; CARVALHO, M.F.H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu E Zn na ostra de Mangue Crassostrea brasiliana Do Estuário De Cananéia-Sp, Brasil. Rev. Inst. Adolfo Lutz, V. 61, n. 1, p.13-18, 2002
11. MARQUES JUNIOR, A.N.; MORAES, R.B.C. e MAURAT, M. C. Poluição Marinha. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 382p.
12. Terminal Portuário de Cotegipe – TPC. Relatório Semestral de Acompanhamento dos Programas Ambientais da Fase de Operação, período de Março 2006 a Setembro 2006. Setembro de 2006. 183p