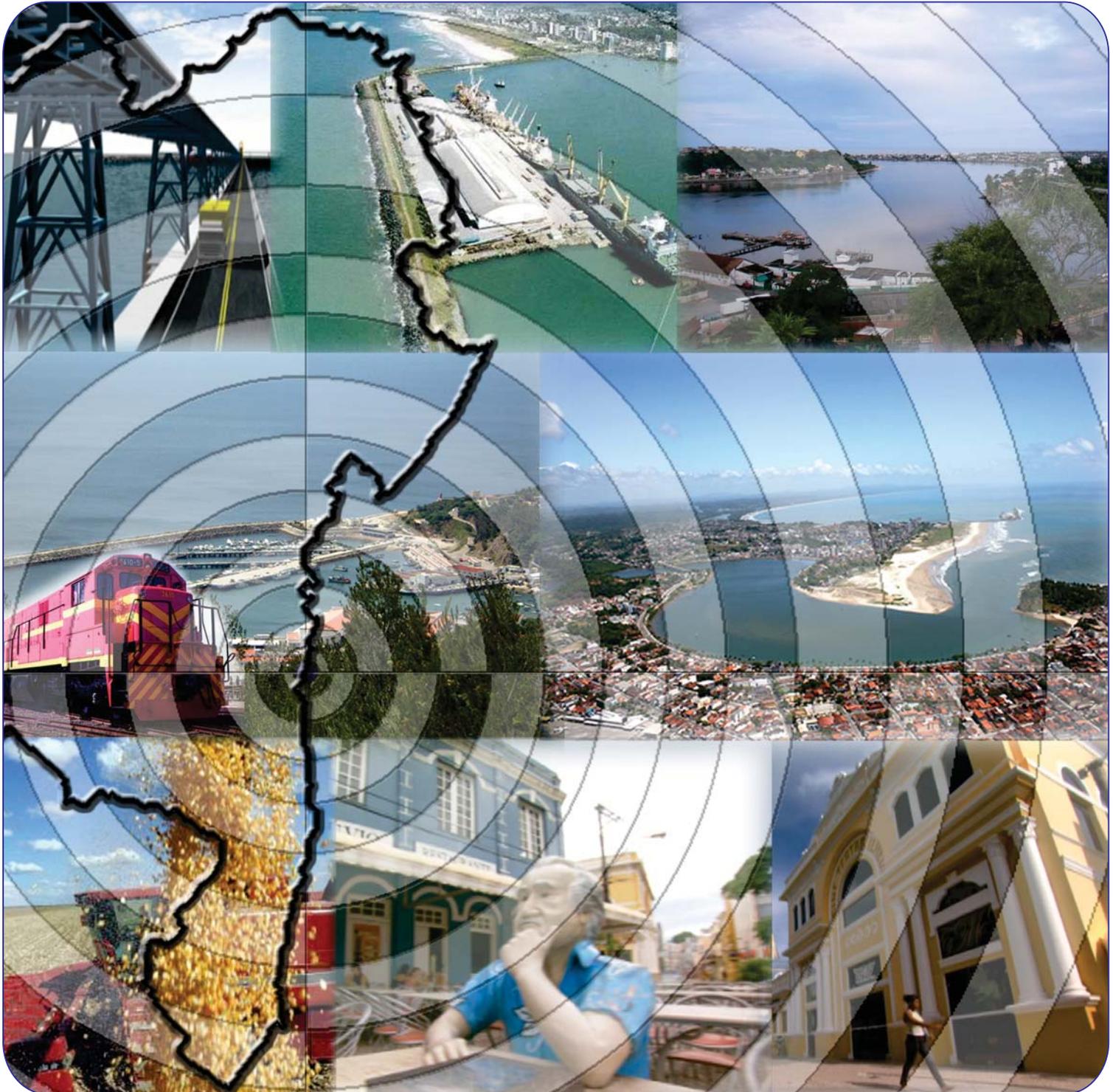


CONSÓRCIO

**HYDROS**  **ORIENTA** 



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
(RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

**TOMO X - APÊNDICE 9 - QUALIDADE DA ÁGUA  
VOLUME 1**

---

**GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA**

**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

**DERBA - DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA  
BAHIA**

**DIRETOR GERAL**

Saulo Filinto Pontes de Souza

**DIRETOR DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS**

Anna Christina Cruz Dias

**HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA**

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Engº Silvio Humberto Vieira Regis

**COORDENAÇÃO GERAL**

Engº Ulysses Fontes Lima

Engº José Jaques Coelho

**GERENTE DE CONTRATO**

Geol. Sandro Luiz de Camargo

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO  
AMBIENTAL (RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

**APÊNDICE 9 – QUALIDADE DA ÁGUA**

**VOLUME 1**

## APRESENTAÇÃO

O Consórcio **HYDROS/ORIENTA** apresenta o “CADERNO DE RESPOSTAS AO PARECER Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA” (0341-RT-00-MA-020 R-00), parte integrante do Contrato nº CC001 - CT 012/10, cujo objeto é a “Contratação de Consultoria de engenharia para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para implantação do Porto Sul em Ilhéus”, firmado entre o CONSÓRCIO HYDROS/ORIENTA e o DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA - DERBA. O Caderno de Respostas completo constitui-se de vinte Tomos, com a seguinte estrutura:

Tomo I -	Documento-resposta
Tomo II -	Apêndice 1 – Caracterização do Empreendimento
Tomo III -	Apêndice 2 – Justificativa do Empreendimento, Avaliação de Alternativas Tecnológicas e Locacionais e Definição da Área de Influência
Tomo IV -	Apêndice 3 – Caracterização dos Acessos
Tomo V -	Apêndice 4 – Caracterização da Pedreira
Tomo VI -	Apêndice 5 – Qualidade do Ar
Tomo VII -	Apêndice 6 – Ruídos e Vibrações
Tomo VIII -	Apêndice 7 – Linha de Costa, Dragagem e Rotas Marítimas
Tomo IX -	Apêndice 8 – Dados Sismológicos e Espeleologia
<b>Tomo X -</b>	<b>Apêndice 9 – Qualidade da Água</b>
Tomo XI -	Apêndice 10 – Fauna Terrestre
Tomo XII -	Apêndice 11 – Biota Aquática, Cetáceos e Quelônios
Tomo XIII -	Apêndice 12 – Flora
Tomo XIV -	Apêndice 13 - Estudo de Conectividade Hídrica
Tomo XV -	Apêndice 14 - Bioindicadores, Unidades de Conservação e Anuências
Tomo XVI -	Apêndice 15 – População, Turismo e Patrimônio Cultural e Arqueológico
Tomo XVII -	Apêndice 16 – Atividade Pesqueira
Tomo XVIII -	Apêndice 17 – Avaliação dos Impactos Ambientais
Tomo XIX -	Apêndice 18 – Programas Ambientais
Tomo XX -	Apêndice 19 – Caderno de Investimentos

O presente documento **Tomo X** corresponde ao **Apêndice 9 – Qualidade da Água**. Este documento está apresentado em duas partes. A Parte I contém os comentários e suas respectivas respostas e a Parte II contempla os estudos complementares: 9.A – Água Continental; 9.B – Balneabilidade e 9.C – Águas Marinhas.

O Tomo X está dividido em três volumes:

- **Volume 1 - Parte I completa e o Estudo 9.A – Água Continental;**
- Volume 2 - contém os Anexos deste Estudo e os Estudos 9.B e 9.C; e
- Volume 3 - contém os anexos do 9.C.

## **PARTE I - COMENTÁRIOS/RESPOSTA**

### **TOMO X - APÊNDICE 9 – QUALIDADE DA ÁGUA**

#### **9.A – ÁGUA CONTINENTAL**

#### **9.B – BALNEABILIDADE**

#### **9.C – ÁGUAS MARINHAS**

▪ **Comentário 191 – página 80, parágrafo 3.**

*As amostras foram analisadas por cinco laboratórios diferentes, um mesmo parâmetro chegou a ser analisado por três laboratórios. Esta alteração de laboratórios e metodologias compromete a comparação de dados entre as diferentes campanhas/amostras.*

▪ **Resposta ao Comentário 191:**

Em respeito às análises químicas das águas continentais amostradas para o EIA Porto Sul foi informada a contratação de dois laboratórios responsáveis pela maior quantidade de análises, sendo a CORPLAB - *Environmental Analytical Services* para os períodos considerados secos e úmidos do ano de 2010 e o SENAI/CETIND para os períodos tidos com secos e úmidos de 2011. Os demais laboratórios como o MARENBA (UFBA) foram contratados estritamente porque a CORPLAB - *Environmental Analytical Services* não executava a análise do parâmetro em questão. Considerando a comparação das análises dentro de cada ano foram mantidos os mesmos laboratórios para todas as análises, com exceção das análises de Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Alumínio dissolvido, Zinco Total, Cromo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Cádmio Total e Níquel Total que foi executado pela BIOAGRI no período seco (Campanha 2) de 2011, fato ocorrido unicamente porque o equipamento do SENAI/CETIND estava em manutenção à época da referida amostragem. A Hydros Engenharia e Planejamento S/A, executora das coletas de água em campo, foi responsável pelos parâmetros mensurados *in situ*, sendo que a exceção ocorreu apenas no ano de 2010 em relação à metodologia oxigênio dissolvido (OD) na água que foi analisada pela CORPLAB - *Environmental Analytical Services* através do método Winkler. Para as campanhas do ano de 2011 foi decidida a mensuração de OD através Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil devido à logística e à possibilidade de quebra de frascos de “Winkler” (principalmente a tampa) ao longo do transporte até o laboratório e isto apresentava risco para obtenção dos resultados.

No presente estudo, a manutenção de um mesmo laboratório também foi julgada como de extrema importância para a padronização dos resultados, contudo, houve a necessidade de modificação do laboratório principal para as análises de água das campanhas do ano (2011) em relação a 2010 devido a muitos inconvenientes ocorridos, tais como:

1. Atraso na entrega de laudos;
2. Limites de detecção (LDM) e quantificação (LQM) de alguns métodos após a execução das análises apresentaram-se diferentes da proposta inicial;
3. Métodos propostos inicialmente em contrato discordaram com o método apresentado em laudo;
4. Pedidos de revisão dos laudos para correção dos resultados apresentados porque houve troca de valores entre parâmetros analisados na planilha apresentada;
5. Incoerências nos laudos em relação ao LDM, LQM e métodos inicialmente propostos.

Apesar das explicações e correções dos referidos problemas, a empresa contratada para 2010 não ficou isenta de certa perda de credibilidade para dar continuidade ao trabalho e, deste modo, houve a necessidade de modificação do principal laboratório responsável para as campanhas ocorridas em 2011.

Para a Campanha de 2012, ocorrida de forma adicional e complementar, foi escolhido novo laboratório, a BIOAGRI Ambiental por apresentar requisitos satisfatórios ao estudo, sendo o mesmo recomendado para estudos posteriores que venham a ocorrer.

Atendendo ao comentário do IBAMA, na campanha complementar apresentada ao **Apêndice 9**, em anexo teve todas as análises executadas por um único laboratório devidamente credenciado pela norma ISO 17.025 (Bioagri), a fim de possibilitar maior uniformidade na execução de procedimentos analíticos.

▪ **Comentário 192 – página 80, parágrafo 3.**

*Foram observados valores de mercúrio e cádmio divergentes entre os laudos e a tabela (amostra C07), nos quais o limite de quantificação ficou acima do padrão de qualidade da CONAMA 357/05.*

▪ **Resposta ao Comentário 192 – página 80, parágrafo 3:**

Valores de mercúrio e cádmio da amostra C07 foram conferidos novamente e realmente para a Campanha 2 de 2011 foi verificada diferença nos dados apresentados no laudo e na tabela do texto. Abaixo está apresentado o **Quadro 1** comparativo. A falha apresentada foi corrigida no estudo apresentado no **Apêndice 9**, referente ao estudo complementar da qualidade das águas continentais.

**Quadro 1 – Quadro Comparativo entre o Laudo e a Tabela apresentados no Estudo das Campanhas 1 e 2 de 2011 sobre Cádmio e Mercúrio**

Estação C07	Campanha 1 de 2011 (Período Chuvoso)		Campanha 2 de 2011 (Período Seco)	
	Cádmio		Cádmio	
	Limite de Quantificação	Resultado	Limite de Quantificação	Resultado
LAUDO	0,001 mg/L	<0,001 mg/L	1 µg/L ou 0,001 mg/L	<1 µg/L ou 0,001 mg/L
TABELA apresentada no estudo	0,001 mg/L	<0,001 mg/L	0,0001 mg/L	<0,0001 mg/L
	Campanha 1 de 2011 (Período Chuvoso)		Campanha 2 de 2011 (Período Seco)	
	Mercúrio		Mercúrio	
	Limite de Quantificação	Resultado	Limite de Quantificação	Resultado
LAUDO	0,0002 mg/L	<0,0002 mg/L	1 µg/L ou 0,001 mg/L	<1 µg/L ou 0,001 mg/L
TABELA apresentada no estudo	0,0002 mg/L	<0,0002 mg/L	0,0001mg/L	<0,0001 mg/L

Fonte: Hydros modificado de Bioagri.

▪ **Comentário 193 – página 80, parágrafo 7.**

*Considerando a necessidade de complementações dos dados, com (i) eleição de parâmetros orgânicos para novos levantamentos de qualidade da água, (ii) justificativas para a eleição e exclusão de parâmetros da CONAMA 357/05, (iii) discussão dos resultados apresentados e (iv) reestruturação e correção das tabelas apresentadas, não será realizada análise detalhada dos resultados parciais do EIA/RIMA e do Relatório Complementar no presente parecer, uma vez que, essa análise deverá ser realizada em documento completo a ser entregue pelo empreendedor.*

▪ **Resposta ao Comentário 193:**

Esclarece-se que tanto na ocasião da primeira apresentação do diagnóstico da qualidade das águas continentais no Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do empreendimento Porto Sul (HYDROS, 2011)<sup>1</sup>, e na complementação deste estudo apresentada ao IBAMA em outubro de 2011 (HYDROS, 2012)<sup>2</sup>, os resultados dos estudos referentes à qualidade das águas superficiais foram devidamente discutidos e interpretados, mediante referência a todos os parâmetros avaliados, em todos os ambientes estudados. De qualquer forma, a revisão do estudo da qualidade das águas continentais, apresentada no **Apêndice 9** deste documento, contempla a discussão detalhada dos parâmetros avaliados em cada um dos ambientes estudados, como requerido pelo IBAMA no Parecer Técnico nº 09/2012.

Atendendo à solicitação do IBAMA, as justificativas para eleição dos parâmetros selecionados e discutidos nos estudos sobre qualidade de águas continentais do empreendimento Porto Sul estão sendo apresentadas no corpo do texto do estudo complementar, no **Apêndice 9, item 9.A - Água Continental**.

No corpo do texto do **Apêndice 9, item 9.A - Água Continental** também é justificada a não inclusão dos demais parâmetros de qualidade de água constantes da Classe 2 – águas doces da Resolução CONAMA 357/05.

Ainda atendendo à solicitação do IBAMA, que alertou sobre a necessidade de caracterizar possíveis contaminantes decorrentes do uso atual do terreno na Área Diretamente Afetada (ADA) e também considerando a necessidade de prever possíveis contaminações futuras decorrentes da implantação do empreendimento em mananciais da região foi realizada uma campanha complementar em março de 2012 nas mesmas estações de amostragem na Área Diretamente Afetada (ADA) e o seu entorno. Esta campanha complementar avaliou todos os parâmetros orgânicos listados na Resolução Conama 357/05, para água doce, Classe 2. Metodologias, resultados e discussões são apresentados no corpo do texto do **Apêndice 9, item 9.A - Água Continental**.

▪ **Comentário 194 – página 80, parágrafo 8.**

*Solicita-se que seja priorizada a realização das análises em um único laboratório para permitir melhor condição de comparação entre os dados gerados, isso se aplica ainda para os futuros monitoramentos.*

▪ **Resposta ao Comentário 194 – página 80, parágrafo 8:**

A recomendação do IBAMA está sendo seguida nos estudo apresentado no **Apêndice 9** em relação à campanha complementar para avaliação de contaminantes orgânicos, onde as análises foram executadas por um único laboratório, devidamente credenciado segundo a norma ISO 17.025 para análises laboratoriais. Informa-se ainda que a recomendação do IBAMA será seguida nos futuros monitoramentos a serem desenvolvidos na área de

<sup>1</sup> HYDROS ENGENHARIA. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do Porto Sul. Tomo II. Volume I. Meio Físico. Agosto de 2011.

<sup>2</sup> HYDROS ENGENHARIA. Relatório de Estudos Complementares. Volume 1. Capítulo 2. Outubro de 2011.

influência do empreendimento, conforme apresentado no **Apêndice 18** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

▪ **Comentário 195 – página 81, parágrafo 2.**

*Em consonância com as características de correntes marítimas locais, um dos fatores principais para delineamento dessas áreas de influência direta, a escolha dos pontos de amostragem deveria ter abrangido pontos mais ao norte e ao sul da AID marinha próxima à praia e pontos mais centrais na AID do descarte de sedimentos da dragagem, a fim de melhor cobrir e caracterizar a zona amostral.*

▪ **Resposta ao Comentário 195:**

A malha amostral foi ampliada para dezoito estações, oito a mais que a originalmente apresentada no EIA, as quais foram dispostas da seguinte maneira:

- Zona Marinha mais próxima da ADA: composta pelas dez estações de amostragem originalmente apresentadas no EIA, contemplando a realização de três campanhas, sendo duas sazonais (período seco e chuvoso) - em maio e setembro de 2011 -, mais a recente amostragem realizada em março de 2012.
- Zonas marinha ao norte e ao sul da ADA: compostas por seis estações de amostragem, sendo três dispostas até, aproximadamente, 9 km ao norte da ADA, e outras três até 9 km ao sul da mesma.
- Zona de descarte: composta por 02 estações distantes cerca de 15Km da ADA, posicionadas em topos de cânion submarino, com profundidades entre 50 e 70 m (medidas em março de 2012).

Esta malha ampliada foi apresentada à equipe de analistas ambientais da Coordenação de Portos e Hidrovias (COPAH) da Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA, em reunião técnica mantida em 29/02/2012 às 14:00hs, na qual foram sugeridos ajustes, tendo, os mesmos sido acatados por esta equipe técnica.

O detalhamento da malha de amostragem, com a apresentação de respectivo mapa de localização, é apresentado no **Apêndice 9**. Portanto, a equipe técnica acatou o comentário do IBAMA na execução da campanha de amostragem complementar e deverá manter essa malha no programa de monitoramento da qualidade das águas, na fase da execução do Plano Básico Ambiental do empreendimento (**Apêndice 18**).

▪ **Comentário 196 – página 81, parágrafo 4.**

*No momento em que se pretende avaliar e classificar a qualidade das águas em questão, seria importante o cumprimento de, no mínimo, aqueles parâmetros elencados legalmente (e complementarmente de outros de acordo com o interesse e conhecimento prévio da região em estudo).*

▪ **Resposta ao Comentário 196:**

Conforme acordado em reunião técnica realizada em 29/02/2012, juntamente com a equipe de analistas ambientais da Coordenação de Portos e Hidrovias da Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA, a listagem de parâmetros foi ampliada na campanha complementar de caracterização da qualidade das águas realizada em março de 2012.

O novo escopo aprovado estabeleceu que a listagem original de parâmetros mensurados nas duas campanhas sazonais do EIA/RIMA, executadas no ano de 2011 seria acrescida de todos os parâmetros orgânicos que representam possíveis contaminantes associados aos usos praticados na área de influência do empreendimento, mais as atividades industriais previstas no empreendimento. Dada a dificuldade em identificar com precisão todas as substâncias orgânicas que estarão sendo manuseadas no futuro empreendimento, optou-se (conservativamente) pela avaliação de todos os parâmetros listados nas tabelas IV e V do artigo 18 da Resolução CONAMA 357/05, que elenca todos os compostos orgânicos necessários para a avaliação do enquadramento das águas na Classe 1 – águas salinas. O **Ândice 9** deste documento apresenta a listagem completa de parâmetros avaliados na campanha complementar realizada em março de 2012, acatando, portanto, a solicitação feita pelo IBAMA no Parecer Técnico nº 09/2012.

▪ **Comentário 197 – página 83, parágrafo 2.**

*Um fato a ser indicado foi o de que a profundidade dos pontos P1 a P10 analisados oscilou alguns metros entre as épocas amostrais (cerca de 2 metros para menos, chegando a -7,5m de diferença no P6) sem haver qualquer menção sobre essa anomalia no EIA.*

▪ **Resposta ao Comentário 197:**

Como pode ser observado no **Quadro 1** apresentado a seguir, a maioria das estações apresentou variação da profundidade entre as campanhas oscilando entre 1 e 2,5 m. Nesses casos, as diferenças observadas podem ser explicadas pela soma de alguns fatores, a saber:

- A profundidade foi medida a partir da sonda instalada na embarcação utilizada para realização das amostragens. Oscilações provocadas pelo movimento das ondas podem levar a desvios na medição da profundidade real que, geralmente, podem variar de poucos centímetros até alguns metros, dependendo da altura e período das vagas no momento da coleta.
- Outro aspecto que pode ter contribuído para a variação é que a precisão do aparelho de localização (*GPS – Global Positioning System*) utilizado, da marca Garmin E-trex, apresenta precisão máxima de 6m em relação à posição da coordenada selecionada. Aspectos como intensificação da cobertura de nuvens podem interferir com a quantidade de satélites captadas pelo instrumento, alterando a precisão da localização e introduzindo erros de posicionamento de até 30 metros. Portanto, a indicação das estações de amostragem fornecida pela unidade GPS pode variar de acordo com as condições climáticas, levando erros no posicionamento que em média variam entre 6 a 25 m. Cabe ressaltar que para os efeitos da caracterização da qualidade das massas de água em ambientes oceânicos, esses erros são considerados negligenciáveis. Contudo, as coletas podem ocorrer em pontos com profundidades levemente diferentes.
- Embora as duas campanhas do EIA (maio e setembro de 2011) tenham ocorrido em maré vazante de quadratura (dados coleta – **Quadro 2**), na segunda amostragem a amplitude de maré foi maior, chegando até 1,5 m de

diferença entre os picos de cheia e vazia (**Quadro 1**). Na primeira campanha, as coletas ocorreram próximo ao meio dia, e na segunda, no período da tarde, logo após a intensificação do vento e das ondas, no fenômeno conhecido como “viração”.

- Não deve ser descartada também a possibilidade de desvios na mensuração da profundidade por imprecisão do equipamento utilizado.

No caso da estação P6, a diferença de 7,5 m não pode ser explicada por diferentes momentos de coleta, maré e ação de ondas. A batimetria da área também não indicou a existência de relevo irregular na zona de coleta. Sendo assim, acredita-se que possa ter ocorrido um erro de registro por parte da equipe de coleta com relação à profundidade da estação P6 na primeira campanha. Nas duas campanhas subsequentes (setembro de 2011 e março de 2012) a profundidade medida nessa estação foi a mesma, 15 m (**Quadro 1**).

**Quadro 1 - Resumo das Datas e Horários de Coleta, com Suas Respectivas Profundidades nos 10 Pontos Avaliados no EIA do Empreendimento**

PONTOS	1ª Campanha				2ª Campanha				3ª Campanha			
	Data	Hora	Prof	Amplit. Max. de Maré	Data	Hora	Prof	Amplit. Max. de Maré	Data	Hora	Prof	Amplit. Max. de Maré
P1	23/5/2011	10:00	7,5	1m	9/9/2011	14:45	8,5	1,5m	25/3/2012	13:10	7,0	1,7m
P2	24/5/2011	12:30	10,0	0,9m	9/9/2011	15:40	12,0	1,5m	25/3/2012	12:20	11,0	1,7m
P3	23/5/2011	9:30	10,0	1m	9/9/2011	16:30	11,0	1,5m	25/3/2012	13:50	11,0	1,7m
P4	24/5/2011	13:36	13,0	0,9m	8/9/2011	16:30	15,0	1,3m	22/3/2012	13:50	15,5	1,9m
P5	24/5/2011	10:49	14,0	0,9m	9/9/2011	14:55	16,5	1,5m	22/3/2012	13:00	18,0	1,9m
P6	23/5/2011	11:00	7,5	1m	8/9/2011	15:35	15,0	1,3m	26/3/2012	14:10	15,0	1,5m
P7	24/5/2011	15:41	21,5	0,9m	8/9/2011	13:30	23,0	1,3m	26/3/2012	13:30	22,0	1,5m
P8	25/5/2011	10:50	25,0	0,9m	7/9/2011	12:50	27,0	1,1m	25/3/2012	11:30	27,0	1,7m
P9	25/5/2011	11:53	30,0	0,9m	7/9/2011	14:10	32,0	1,1m	26/3/2012	12:00	31,0	1,5m

Fonte: Hydros

**Quadro 2 – Horários e Alturas de Maré Registrados nas Datas de Coleta em Todas as Campanhas de Avaliação de Qualidade das Águas Executados para o EIA do Empreendimento**

DATA DA COLETA	MARÉ 1 (HORA / ALTURA)	MARÉ 2 (HORA / ALTURA)	MARÉ 3 (HORA / ALTURA)	MARÉ 4 (HORA / ALTURA)
23/5/2011	1:19m / 0,7m	07:30h / 1,7m	13:54h / 0,7m	20:43h / 1,4m
24/5/2011	02:26h / 0,7m	08:41 / 1,6m	15:13h / 0,7m	21:58h / 1,4m
25/5/2011	03:43h / 0,7m	09:54h / 1,6m	16:23h / 0,7m	22:58h / 1,5m
7/9/2011	05:56h / 0,5m	12:06h / 1,6m	19:04h / 0,4m	-
8/9/2011	00:06h / 1,6m	07:04h / 0,4m	13:00h / 1,7m	19:04h / 0,4m
9/9/2011	01:00h / 1,8m	07:49h / 0,4m	13:45h / 1,7m	19:47h / 0,3m
22/3/2012	03:19h / 2,0m	09:24h / 0,2m	15:26h / 2,1m	21:45h / 0,3m
25/3/2012	04:54h / 1,9m	11:02h / 0,3m	17:06h / 2,0m	23:06h / 0,4m
26/3/2012	05:19h / 1,9m	11:32h / 0,4m	17:39h / 1,9m	23:38h / 0,4m

Fonte: Hydros

- **Comentário 198 – página 83, parágrafo 3.**

*Não ficou claro, portanto, vários resultados classificados como “ND”. Pois detecção e quantificação são diferentes analiticamente.*

- **Resposta ao Comentário 198:**

A utilização de um rótulo no lugar do resultado numérico foi adotado de modo a ajustar a tabela à largura de uma página tamanho A3, para que a mesma pudesse ser mantida no corpo do texto e não como um anexo. De fato, a utilização da sigla ND (não detectado) foi inadequada, uma vez que o resultado real indicava para concentração inferior ao LQ (Limite de Quantificação), não ao LD (Limite de Detecção). Sendo assim, isso foi corrigido no relatório complementar do **Apêndice 9**. Os resultados inferiores aos respectivos LQs foram publicados nas tabelas inseridas no corpo do texto como NQ (Não quantificado).

- **Comentário 199 – página 85, parágrafo 1.**

*Em virtude dos dados apresentados não permitirem uma caracterização efetiva da qualidade da água marinha do ambiente em questão, visto os tipos de análises realizadas e pela lacuna na malha amostral, é necessário complementação desses estudos antes de se iniciarem as obras.*

- **Resposta ao Comentário 199:**

A campanha completar realizada entre os dias 22 e 26/03/2012 já contemplou as alterações negociadas com o IBAMA na malha amostral e os acréscimos de parâmetros físico-químicos. Os resultados dessa campanha complementar são apresentados no **Apêndice 9** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

- **Comentário 200 – página 85, parágrafo 1.**

*Também, no mesmo sentido, ausência de análises de orgânicos e outros parâmetros já citados deixam incógnitas que precisam ser melhor evidenciados para se ter um panorama claro da situação ambiental da área em questão, corroborando a necessidade de ganho de confiabilidade desta caracterização ambiental das águas marinhas do Porto Sul.*

- **Resposta ao Comentário 200:**

A campanha completar realizada em março de 2012 já está contemplando a análise de todos os contaminantes orgânicos listados nas tabelas IV e V da Classe 1 de águas Salinas da Resolução CONAMA 357/05, de maneira a agregar confiabilidade aos resultados do diagnóstico da qualidade das águas marinhas. Os resultados estão apresentados no **Apêndice 9** deste documento.

- **Comentário 201 – página 85, parágrafo 3.**

*Sobre a proposta do Subprograma de Monitoramento da Qualidade da Água do Mar, levando em consideração as observações feitas neste parecer, deve ter seu conteúdo reavaliado, incluindo sua tabela de “Parâmetros físico-químicos a serem Monitorados na Coluna da Água do Mar”.*

▪ **Resposta ao Comentário 201:**

O Subprograma de monitoramento da água do mar teve o seu conteúdo complementado em função das solicitações do IBAMA com relação à inclusão de novos parâmetros e nova malha de amostragem marinha e de balneabilidade. O referido programa é apresentado no **Apêndice 18** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

▪ **Comentário 202 – página 85, parágrafo 5.**

*Apresentar proposta de redefinição dos pontos de amostragem para complementação da caracterização da qualidade da água marinha, inclusive considerando os padrões de balneabilidade, cobrindo de maneira razoável a AID, conforme as orientações contidas nesta parte do parecer e no Termo de Referência.*

▪ **Resposta ao Comentário 202:**

No **Apêndice 9, item 9.C - Águas Marinhas** é apresentada uma malha de amostragem complementar para a área marinha, que passou de 10 (dez) para 18 (dezoito) estações e representa a ADA e AID marinhas do empreendimento. No **Apêndice 9, item 9.B - Balneabilidade** é apresentada uma malha complementar para a avaliação de balneabilidade com 5 (cinco) estações visitadas por banhistas que representa a ADA e AID do empreendimento.

▪ **Comentário 318 - página 139, parágrafo 2.**

*Em relação ao aumento na geração de resíduos sólidos, deve-se considerar que, analogamente, também há o impacto do aumento da geração de efluentes. Ambos trazem riscos relativos à contaminação de mananciais usados para abastecimento da população local. Pode-se identificar como impacto, ainda, o risco de diminuição na disponibilidade de água para abastecimento humano, dados os diversos impactos ao meio físico, como alteração do regime hídrico e alteração da qualidade de água continental.*

▪ **Resposta ao Comentário 318:**

Os impactos citados pelo IBAMA foram devidamente abordados na avaliação dos impactos do meio físico (**Apêndice 17**), a saber:

- a) Impacto A.3 – Alteração da qualidade das águas superficiais de mananciais continentais (implantação);
- b) Impacto A.4 – Alteração da qualidade das águas subterrâneas (implantação);
- c) Impacto A.13 – Alteração na disponibilidade hídrica;
- d) Impacto A.18 - Alteração da qualidade das águas superficiais de mananciais continentais (operação);
- e) Impacto A.27 – Alteração da qualidade das águas subterrâneas (operação);
- f) Impacto A.32 – Alteração quantitativa da vazão e fluxo de águas subterrâneas (operação).

- **Comentário 339 - página 148, parágrafo 5.**

*Desta forma, o programa deve considerar as observações e reformulações esperadas sobre os diagnósticos relativos à qualidade das águas marinhas e continentais, relatadas neste parecer, bem como os resultados obtidos em suas complementações.*

**- Resposta ao Comentário 339:**

A solicitação foi atendida e o programa revisto é apresentado no **Apêndice 18** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

**PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES**

**TOMO X - APENDICE 9 - QUALIDADE DA ÁGUA**

**9A - ÁGUA CONTINENTAL**

## 9.A - ÁGUA CONTINENTAL

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>METODOLOGIA APLICADA.....</b>	<b>1</b>
1.1	ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL .....	1
1.2	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	37
1.3	PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA .....	37
1.3.1	<u>Justificativa para Critério de Escolha dos Parâmetros de Amostragem</u> .....	37
1.3.2	<u>Parâmetros Inorgânicos</u> .....	42
1.3.3	<u>Parâmetros Orgânicos</u> .....	51
1.4	PROCEDIMENTOS DE COLETAS E AMOSTRAGENS .....	69
1.5	ANÁLISE DAS CONFORMIDADES LEGAIS .....	73
<b>2.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>78</b>
2.1	TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA.....	87
2.2	TURBIDEZ DA ÁGUA .....	91
2.3	SÓLIDOS TOTAIS E SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS .....	95
2.4	TEMPERATURA.....	100
2.5	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DA ÁGUA .....	104
2.6	POTENCIAL DE OXIDORREDUÇÃO OU OXIDATION REDUCTION POTENTIAL (ORP).....	107
2.7	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, CLORETO, SÓDIO, MAGNÉSIO, POTÁSSIO E CÁLCIO NA ÁGUA .....	110
2.8	SALINIDADE.....	124
2.9	PIGMENTOS CLOROFILA a E FEOFITINA a .....	126
2.10	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (CONCENTRAÇÃO E SATURAÇÃO) .....	131
2.11	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO - DBO.....	136
2.12	CARBONO ORGÂNICO (DISSOLVIDO, PARTICULADO E TOTAL) .....	139
2.13	FÓSFORO (PTOTAL E ORTO P).....	144
2.14	NITROGÊNIO (N-NITRITO, N-NITRATO, N-AMONIACAL E N-TOTAL)...	148

2.15	FERRO DISSOLVIDO .....	155
2.16	ALUMÍNIO DISSOLVIDO .....	159
2.17	COBRE DISSOLVIDO .....	161
2.18	MANGANÊS TOTAL .....	163
2.19	ZINCO TOTAL .....	165
2.20	CROMO TOTAL .....	166
2.21	MERCÚRIO TOTAL .....	167
2.22	CÁDMIO TOTAL .....	169
2.23	NÍQUEL TOTAL .....	169
2.24	CIANETO LIVRE .....	171
2.25	COLIFORMES TERMOTOLERANTES .....	172
2.26	ENTEROCOCOS .....	174
2.27	PARÂMETROS ORGÂNICOS E HIDROCARBONETOS TOTAIS DE PETRÓLEO (TPH).....	175
2.28	APLICAÇÕES DE ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	184
<b>3.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE QUALIDADE DAS ÁGUAS CONTINENTAIS .....</b>	<b>188</b>
3.1	LAGOA ENCANTADA .....	188
3.2	RIO ALMADA .....	189
3.3	DEMAIS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS .....	190
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>191</b>

## ANEXOS

ANEXO 1 - MÉTODOS DE CÁLCULO (IQA E IET)

ANEXO 2 - LAUDOS DAS CAMPANHAS (2010, 2011 E 2012)

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.1 -	Estações de Amostragem dos Principais Estudos de Qualidade de Água Realizados na Bacia do Rio Almada .....	3
Figura 1.2 -	Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul .....	7
Figura 1.3 -	Estação Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas - ANA - no Rio Almada. Área da Estação AL1 .....	8
Figura 1.4 -	Vista da Ponte sobre o Rio Almada na Rodovia BA 262 Ilhéus-Uruçuca Situada a Jusante da Estação AL1 .....	8
Figura 1.5 -	Detalhe de Troncos e Caules Depositados na Margem Esquerda Rochosa .....	9
Figura 1.6 -	Mata Ciliar do Rio Almada, no Trecho da AL1. Visão Geral a Montante da Ponte Rodovia BA-262 .....	9
Figura 1.7 -	Visão Geral da Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada no Trecho da Estação AL2 .....	9
Figura 1.8 -	Visão Geral da Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada no Trecho da Estação AL2 .....	9
Figura 1.9 -	Vila de Urucutuca, Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada, Situado a Jusante da Estação AL3 .....	10
Figura 1.10 -	Mata Ciliar do Rio Almada Logo a Montante do Trecho da AL3 .....	10
Figura 1.11 -	Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada .....	10
Figura 1.12 -	Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada .....	10
Figura 1.13 -	Detalhe de Construção Consolidada Pertencente a Balneário (Coordenadas 490.766 e 8.380.431) Situado na Margem Esquerda do Rio Sentido Jusante .....	10
Figura 1.14 -	Rio Almada em Detalhe de Vista a Montante a Partir da Estação AL4 .....	10
Figura 1.15 -	Rio Almada em Detalhe de Vista a Jusante a Partir da Estação AL4 .....	11
Figura 1.16 -	Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada - Estação AL4 .....	11
Figura 1.17 -	Macrófitas na Margem Direita Sentido Jusante da Estação AL4 .....	11
Figura 1.18 -	Construções Consolidadas da Vila de Aritaguá, na Margem Direita Sentido Jusante do rio Almada .....	11
Figura 1.19 -	Margem Direita Sentido Jusante do rio Almada (Estação AL5) Apresentando Manguezal .....	12
Figura 1.20 -	Plantações de Coqueiros ( <i>Cocos nucifera</i> ) e Dendezeiros ( <i>Elaeis guineensis</i> ) na Margem Esquerda Sentido Jusante da Estação AL5, além de Presença de Manguezal (Primeiro Plano da Foto) .....	12
Figura 1.21 -	Construções Consolidadas na Cidade de Ilhéus, Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada da Estação AL6 .....	12
Figura 1.22 -	Manguezal na Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada, no Trecho Correspondente a Estação AL6 .....	12
Figura 1.23 -	Vista Geral da Margem em Direção Sentido Jusante à Vila de Areias .....	13
Figura 1.24 -	Detalhe de Domicílios da Vila de Areias .....	13
Figura 1.25 -	Visão Geral da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada .....	13
Figura 1.26 -	Visão Geral da Margem Nordeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada .....	13
Figura 1.27 -	Detalhe da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada .....	13
Figura 1.28 -	Detalhe da Margem Nordeste Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada .....	13
Figura 1.29 -	Visão Geral de Ambas As Margens da Estação LE3 .....	14
Figura 1.30 -	Visão Geral da Cachoeira de Caldeiras .....	14
Figura 1.31 -	Visão Geral da Cachoeira de Apepique .....	14
Figura 1.32 -	Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Montante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal .....	14
Figura 1.33 -	Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Jusante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal. Detalhe de Presença de Manguezal .....	14
Figura 1.34 -	Ambiente Situado na Estação P2 .....	15

Figura 1.35 -	Vegetação de Restinga - Mata Ciliar da Estação P2 .....	15
Figura 1.36 -	Imagem de Satélite da Estação C01 e Local de Despejo de Lixo Proveniente de Ilhéus-BA ( <i>Google</i> , 2011) .....	16
Figura 1.37 -	Visão Geral de Lagoa de Chorume e Local Onde é Depositado o Lixo .....	16
Figura 1.38 -	Detalhe Local Onde é Depositado o Lixo .....	16
Figura 1.39 -	Visão Geral a Montante do Rio do Porto, Estação C01 (Período Chuvoso 2011).....	17
Figura 1.40 -	Visão Geral a Jusante do Rio do Porto, Estação C01 (Período Chuvoso 2011).....	17
Figura 1.41 -	Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Período Chuvoso 2011) .....	17
Figura 1.42 -	Detalhe de Cacaú Cabruca no Trecho da Estação C01 (Período Chuvoso 2011).....	17
Figura 1.43 -	Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Período Seco 2011).....	17
Figura 1.44 -	Detalhe de Cacaú Cabruca no Trecho da Estação C01 (Período Seco 2011).....	17
Figura 1.45 -	Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Campanha Complementar 2012).....	17
Figura 1.46 -	Detalhe de Cacaú Cabruca no Trecho da Estação C01 (Campanha Complementar 2012).....	17
Figura 1.47 -	Imagem de Satélite da Estação C2 ( <i>Google</i> , 2012).....	18
Figura 1.48 -	Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011).....	18
Figura 1.49 -	Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Período Seco - 2011).....	18
Figura 1.50 -	Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012).....	19
Figura 1.51 -	Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011).....	19
Figura 1.52 -	Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011).....	19
Figura 1.53 -	Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Seco - 2011).....	19
Figura 1.54 -	Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Seco - 2011).....	19
Figura 1.55 -	Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012).....	20
Figura 1.56 -	Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012).....	20
Figura 1.57 -	Detalhe de Vegetação e de Folhas Presentes na Margem Esquerda Sentido Jusante (Período Chuvoso - 2011).....	20
Figura 1.58 -	Detalhe de Vegetação da Margem Direita (Período Chuvoso - 2011).....	20
Figura 1.59 -	Visão Geral de Formação de Áreas Úmidas em Locais de Cacaú Cabruca e Plantação de Açaizeiro (Período Chuvoso 2011).....	21
Figura 1.60 -	Visão Geral de Formação de Áreas Úmidas em Locais de Cacaú Cabruca (Período Chuvoso 2011).....	21
Figura 1.61 -	Visão Geral de Local de Cacaú Cabruca e Plantação de Açaizeiro (Período Seco 2011).....	21
Figura 1.62 -	Visão Geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacaú Cabruca (Período Seco 2011).....	21
Figura 1.63 -	Visão Geral de Local Plantação de Açaizeiro (Campanha Complementar - 2012).....	21
Figura 1.64 -	Detalhe de Local Plantação de Açaizeiro (Campanha Complementar - 2012)...	21

Figura 1.65 -	Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Período Chuvoso - 2011) .....	22
Figura 1.66 -	Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Período Seco - 2011) .....	22
Figura 1.67 -	Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Campanha Complementar - 2012) .....	22
Figura 1.68 -	Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Campanha Complementar - 2012) .....	22
Figura 1.69 -	Imagem de Satélite da Estação C02 R ou C02 Round Up ( <i>Google</i> , 2012) .....	23
Figura 1.70 -	Detalhe de Embalagem do Herbicida Round Up® .....	23
Figura 1.71 -	Plantação de Açaizeiro, Junto à Córrego, com Presença de Embalagem do Herbicida Round Up® .....	23
Figura 1.72 -	Imagem de Satélite do Encontro entre Rio Tiriri e Rio Almada ( <i>Google</i> , 2011) .....	24
Figura 1.73 -	Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Período Chuvoso - 2011) .....	24
Figura 1.74 -	Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Campanha Complementar 2012) .....	24
Figura 1.75 -	Ponte Sobre Rio Tiriri Situada a Jusante da Estação C03. Próximo à Vila de Urucutuca (Período Chuvoso - 2011) .....	25
Figura 1.76 -	Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Período Seco - 2011) .....	25
Figura 1.77 -	Presença de Sacos de Lixo na entre Margem de Estrada e Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011) .....	25
Figura 1.78 -	Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Período Chuvoso 2011) .....	25
Figura 1.79 -	Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Período Seco - 2011) .....	25
Figura 1.80 -	Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Campanha Complementar - 2012) .....	25
Figura 1.81 -	Imagem de Satélite da Estação C04 ( <i>Google</i> , 2011) .....	26
Figura 1.82 -	Visão Geral a Jusante da Estação C04 (Período Chuvoso) .....	26
Figura 1.83 -	Visão Geral da Estação C04 (Período Chuvoso) .....	26
Figura 1.84 -	Visão Geral a Jusante da Estação C04 (Período Seco) .....	26
Figura 1.85 -	Visão Geral da Estação C04 (Período Seco) .....	26
Figura 1.86 -	Visão Geral a Montante da Estação C04 (Campanha Complementar de 2012) .....	27
Figura 1.87 -	Visão Geral da Montante da Estação C04 (Campanha Complementar de 2012) .....	27
Figura 1.88 -	Estações C05, C06 r C06 Realocada .....	27
Figura 1.89 -	Ponte de Madeira sobre Valeta (Período Chuvoso - 2011) .....	28
Figura 1.90 -	Ponte de Madeira sobre Valeta (Período Seco - 2011) .....	28
Figura 1.91 -	Visão Geral do Riacho (Período Chuvoso - 2011) .....	28
Figura 1.92 -	Detalhe do Riacho na Estação C05 (Período Chuvoso - 2011) .....	28
Figura 1.93 -	Visão Geral do Riacho (Período Seco - 2011) .....	28
Figura 1.94 -	Detalhe do Riacho na Estação C05 (Período Seco - 2011) .....	28
Figura 1.95 -	Visão Geral a Jusante do Local de Amostragem (Campanha Complementar - 2012) .....	28
Figura 1.96 -	Visão Geral na Estação C05 (Campanha Complementar - 2012) .....	28
Figura 1.97 -	Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011) .....	29
Figura 1.98 -	Detalhe do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011) .....	29
Figura 1.99 -	Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011) .....	29
Figura 1.100 -	Visão Geral do Entorno do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011) .....	29

Figura 1.101 -	Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Seco - 2011).....	30
Figura 1.102 -	Detalhe do Riacho do Jundiá na Estação C06 (Período Chuvoso - 2011) .....	30
Figura 1.103 -	Visão Geral de Córrego Amostrado na Campanha 2 (Período Seco - 2011).....	30
Figura 1.104 -	Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C6) na Campanha 2 (Período Chuvoso - 2011).....	30
Figura 1.105 -	Visão Geral de Córrego Amostrado na Campanha 2 (Campanha Complementar - 2012).....	30
Figura 1.106 -	Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C6) na Campanha 2 (Campanha Complementar - 2012).....	30
Figura 1.107 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação C07 (Google, 2011).....	31
Figura 1.108 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Período Chuvoso - 2011).....	31
Figura 1.109 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Período Chuvoso - 2011).....	31
Figura 1.110 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Período Seco - 2011).....	31
Figura 1.111 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Período Seco - 2011).....	31
Figura 1.112 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012).....	32
Figura 1.113 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012).....	32
Figura 1.114 -	Visão Geral da Vazão da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro (Período Chuvoso - 2011).....	32
Figura 1.115 -	Visão Geral da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro Sem Vazão (Período Seco - 2011).....	32
Figura 1.116 -	Visão Geral da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro Sem Vazão (Campanha Complementar - 2012).....	32
Figura 1.117 -	Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C5) na Campanha 2 (Período Chuvoso - 2011) Visão Geral do Entorno com Presença de Lixo.....	32
Figura 1.118 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL01.....	33
Figura 1.119 -	Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Chuvoso - 2011).....	33
Figura 1.120 -	Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Seco - 2011).....	33
Figura 1.121 -	Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Chuvoso - 2011).....	33
Figura 1.122 -	Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Seco - 2011).....	33
Figura 1.123 -	Visão Geral a Montante da Estação RAL01, no Rio Almada (Campanha Complementar - 2012).....	34
Figura 1.124 -	Visão Geral a Jusante da Estação RAL01, no Rio Almada (Campanha Complementar - 2012).....	34
Figura 1.125 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL02 (Google, 2011).....	34
Figura 1.126 -	Visão Geral a Montante da Estação RAL02, no Rio Almada.....	35
Figura 1.127 -	Detalhe da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL02....	35
Figura 1.128 -	Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012).....	35
Figura 1.129 -	Detalhe de <i>Ucides cordatus</i> em margem da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012).....	35
Figura 1.130 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL03 (Google, 2011).....	36
Figura 1.131 -	Visão Geral da Sede de Fazenda São Tiago, na Margem Direita do Rio Almada, Próximo à Estação RAL03.....	36

Figura 1.132 -	Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03 .....	36
Figura 1.133 -	Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03 .....	36
Figura 1.134 -	Visão Geral da Vegetação de Manguezal e Dendezeiro na Margem do Rio Almada no Trecho da Estação RAL03 .....	36
Figura 1.135 -	Garrafas e Frascos Destinados ao Armazenamento e Preservação das Amostras de Água .....	71
Figura 1.136 -	Amostragem de Água Superficial com Balde de Aço Inoxidável.....	71
Figura 1.137 -	Amostragem de Água Superficial com Béquero de Plástico e Armazenamento em Garrafa Adequada .....	71
Figura 1.138 -	Amostragem de Água Superficial com Béquero de Vidros e Armazenamento em Garrafa Adequada.....	71
Figura 1.139 -	Armazenamento de Amostras em Caixas Isotérmicas .....	71
Figura 1.140 -	Automóvel Utilizado em Campo.....	71
Figura 1.141 -	Garrafa de <i>Van Dorn</i> para Amostragem de Fundo da Lagoa Encantada (Campanha 2010).....	71
Figura 1.142 -	Equipamentos: ORP ( <i>Oxidation Reduction Potential</i> ), pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade e Temperatura .....	72
Figura 1.143 -	Medição de pH, Condutividade e Temperatura.....	72
Figura 1.144 -	Medição de Oxigênio Dissolvido na Água.....	72
Figura 1.145 -	Medição de Oxigênio Dissolvido na Água.....	72
Figura 1.146 -	Detalhe da Inserção do Disco de Secchi em Corpo D'água Exemplo do Rio Almada .....	73
Figura 1.147 -	Detalhe da Inserção do Disco de Secchi em Corpo D'água Exemplo do Rio Itariri .....	73
Figura 1.148 -	Medição de Salinidade Através de Refratômetro Exemplo Campanha 2010 .....	73
Figura 1.149 -	Medição de Salinidade Através de Refratômetro Exemplo Campanha 2012 .....	73
Figura 2.1 -	Transparência da Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	88
Figura 2.2 -	Turbidez das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	92
Figura 2.3 -	Sólidos Totais - Qualidade das Águas - Porto Sul .....	96
Figura 2.4 -	Sólidos Totais Dissolvidos - Qualidade das Águas - Porto Sul.....	96
Figura 2.5 -	Temperatura das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	101
Figura 2.6 -	Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010 .....	103
Figura 2.7 -	Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010 .....	103
Figura 2.8 -	Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010 .....	103
Figura 2.9 -	pH das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	105
Figura 2.10 -	Valores de pH Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 à 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II (ANA).....	106
Figura 2.11 -	Valores de Potencial Oxidorredução da Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012.....	108

Figura 2.12 -	Condutividade Elétrica das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012.....	111
Figura 2.13 -	Valores de Condutividade Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 a 2007 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II .....	111
Figura 2.14 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010).....	113
Figura 2.15 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	113
Figura 2.16 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010) .....	113
Figura 2.17 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010).....	113
Figura 2.18 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010).....	113
Figura 2.19 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco(Campanha 2 - 2010) .....	113
Figura 2.20 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010) .....	113
Figura 2.21 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010).....	113
Figura 2.22 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010).....	114
Figura 2.23 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	114
Figura 2.24 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	114
Figura 2.25 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 -2010).....	114
Figura 2.26 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	116
Figura 2.27 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	116
Figura 2.28 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	116
Figura 2.29 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010).....	116
Figura 2.30 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	116
Figura 2.31 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	116
Figura 2.32 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL4 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	116
Figura 2.33 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL4 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010).....	116
Figura 2.34 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL5 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	117
Figura 2.35 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL5 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco.....	117
Figura 2.36 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL6 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010) .....	117

Figura 2.37 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL6 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010).....	117
Figura 2.38 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL01 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	119
Figura 2.39 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	119
Figura 2.40 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL 01 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	119
Figura 2.41 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL 02 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	119
Figura 2.42 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	119
Figura 2.43 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010).....	120
Figura 2.44 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	120
Figura 2.45 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010).....	120
Figura 2.46 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010) .....	120
Figura 2.47 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C01 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	122
Figura 2.48 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	122
Figura 2.49 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C01 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	122
Figura 2.50 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	122
Figura 2.51 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C03 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	122
Figura 2.52 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C04 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	122
Figura 2.53 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C03 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	122
Figura 2.54 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C04 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	122
Figura 2.55 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C05 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	123
Figura 2.56 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C05 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	123
Figura 2.57 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C06 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010) .....	123
Figura 2.58 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C06 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	123
Figura 2.59 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C07 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011) .....	123
Figura 2.60 -	Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C07 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011).....	123
Figura 2.61 -	Salinidade das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	124
Figura 2.62 -	Clorofila <i>a</i> nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	127

Figura 2.63 -	Feofitina <i>a</i> nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	127
Figura 2.64 -	Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	132
Figura 2.65 -	Saturação de Oxigênio nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	132
Figura 2.66 -	Valores de Oxigênio Dissolvido Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1979 a 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II .....	133
Figura 2.67 -	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	137
Figura 2.68 -	Carbono Orgânico Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	140
Figura 2.69 -	Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1) de 2010 .....	141
Figura 2.70 -	Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso .....	141
Figura 2.71 -	Fósforo Total (Ortofosfatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	145
Figura 2.72 -	Fósforo Total (Ortofosfatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	146
Figura 2.73 -	Concentração de N-Nitrito nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	150
Figura 2.74 -	Valores de N-Nitrato nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	150
Figura 2.75 -	Nitrogênio Amoniacal nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	151
Figura 2.76 -	Representação Gráfica da Dispersão (XY) entre Nitrogênio Amoniacal e pH nas Águas - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011 .....	151
Figura 2.77 -	Nitrogênio Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	151
Figura 2.78 -	Ferro Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	156
Figura 2.79 -	Alumínio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	160
Figura 2.80 -	Cobre Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	162

Figura 2.81 -	Manganês Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	164
Figura 2.82 -	Níquel Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012 .....	170
Figura 2.83 -	Cianeto Livre nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011.....	171
Figura 2.84 -	Coliformes Termotolerantes nas Águas - Qualidade das Águas - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011.....	173
Figura 2.85 -	Enterococos nas Águas Período Seco de 2010- Qualidade das Águas - Porto Sul.....	175
Figura 2.86 -	Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 .....	178
Figura 2.87 -	Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	180
Figura 2.88 -	Dendograma Representando Análise de Agrupamento - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	182
Figura 2.89 -	Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 .....	183
Figura 2.90 -	Representação Gráfica do Índice de Qualidade de Água Conforme Metodologia CETESB (2010) - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 .....	186

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 -	Principais Estudos de Qualidade das Águas e do Sedimento Identificados para a Bacia do Rio Almada .....	2
Quadro 1.2 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010 .....	5
Quadro 1.3 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2011 e 2012 ....	6
Quadro 1.4 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2010.....	62
Quadro 1.5 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2010 .....	63
Quadro 1.6 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2011.....	64
Quadro 1.7 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2011 .....	65
Quadro 1.8 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar de 2012.....	66
Quadro 1.9 -	Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010.....	69

Quadro 1.10 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2011.....	70
Quadro 1.11 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar 2012.....	70
Quadro 1.12 - Padrões de Qualidade das Águas Utilizados Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul .....	75
Quadro 1.13 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Coliformes Termotolerantes - Resolução Conama nº 274/00 - Qualidade das Águas - Porto Sul .....	77
Quadro 1.14 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Enterococos - Resolução Conama nº 274/00 - Qualidade das Águas - Porto Sul.....	77
Quadro 1.15 - Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais na Água - Qualidade das Águas - Porto Sul .....	77
Quadro 2.1 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Chuvoso em 2010.....	79
Quadro 2.2 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Seco em 2010 .....	81
Quadro 2.3 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Período Chuvoso em 2011 .....	83
Quadro 2.4 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Seco em 2011 .....	84
Quadro 2.5 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Campanha Complementar de 2012 .....	86
Quadro 2.6 - Critérios de Concentrações de Namiocical (mg/L) na Água de Acordo com Temperatura e pH .....	149
Quadro 2.7 - Parâmetros Orgânicos com Resultados Abaixo do Limite de Quantificação do Método - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar 2012 .....	176
Quadro 2.8 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco de 2010.....	179
Quadro 2.9 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco de 2011.....	181
Quadro 2.10 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso .....	183
Quadro 2.11 - Valor de IQA - Classificação da Qualidade da Água - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 .....	185
Quadro 2.12 - Classificação do Estado Trófico para Rios Segundo Carlson Modificado.....	187
Quadro 2.13 - Valor de IET Para as Estações de Amostragem de Água Superficiais - Campanha 1 e 2 .....	187

## 1. METODOLOGIA APLICADA

### 1.1 ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL

A implantação de um empreendimento de caráter industrial apresenta o potencial de gerar alterações da qualidade das águas em mananciais situados nas suas imediações. Por essa razão é importante que a condição qualitativa dos recursos hídricos seja devidamente caracterizada na fase anterior à implantação do projeto. Desta forma, é possível entender a condição atual da qualidade das águas, para na sequência poder distinguir quais seriam as alterações qualitativas que estariam associadas com as atividades do empreendimento. Portanto, o presente estudo, inserido na etapa de diagnóstico do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Porto Sul, visa apresentar o registro da qualidade das águas antes da implantação do empreendimento servindo fundamentalmente como linha de base para a detecção de futuras alterações na qualidade das águas continentais da área de influência do empreendimento. Por conseguinte, o presente estudo foi desenvolvido na Área Diretamente Afetada - ADA e Área de Influência Direta - AID do empreendimento denominado Porto Sul, o qual está inserido na bacia do rio Almada, em seu trecho inferior.

A bacia do rio Almada limita-se a Norte e a Oeste com a bacia do rio de Contas, a Sul com a do rio Cachoeira e a Leste com o Oceano Atlântico, fazendo parte, segundo o INGÁ (2010), da Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA VII). Esta RPGA ocupa 9.507 km<sup>2</sup> (1,68% do Estado). A RPGA VII ou RPGA do Leste é constituída pelas bacias hidrográficas de rios estaduais, que deságuam no Oceano Atlântico, limitadas ao norte e a noroeste pela RPGA do Rio de Contas, e ao sul e a sudoeste pela RPGA do Rio Pardo.

Uma particularidade do trecho final do curso do rio Almada é a presença de uma extensa planície costeira, na qual está inserido um corpo hídrico com características lênticas, diretamente conectado com o rio Almada, que se denomina de lagoa Encantada. A referida lagoa é caracterizada como lagoa marginal, recebendo influência direta das águas do rio Almada. As lagoas marginais comumente são formadas a partir de leitos/meandros abandonados devido à mudança da dinâmica do rio ao longo do tempo, geralmente denominadas de *oxbow lakes* (morfometria parecida a de uma ferradura). Entretanto, apesar da lagoa Encantada não possuir a característica morfométrica descrita, esta se encontra em área alagável (depressão - poço natural) da planície de inundação, apresentando comunicação permanente ou intermitente com o rio principal (rio Almada) e canais secundários (rio Inhaúpe e Caldeiras, por exemplo).

O recente interesse econômico na região em questão promoveu a execução de alguns estudos ambientais direcionados para a caracterização da qualidade das águas e sedimento como, por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Privativo Ponta da Tulha (BAMIN) e o levantamento e diagnóstico de áreas degradadas da bacia hidrográfica do rio Almada (MARQUES *et al.*, 2008). Além destes, existem também trabalhos acadêmicos como o estudo da variação da salinidade no curso inferior do rio Almada (SOUZA, 2006) e a avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa Encantada (REGO *et al.*, 2010).

Dois principais monitoramentos realizados na região foram identificados: o monitoramento da qualidade das águas no rio Almada, mantido ao longo dos períodos de 1977 até 2009 apresentados através dos dados da Estação Provisão II operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; e o monitoramento recente entre 2008 e 2009 promovido pelo Instituto

de Gestão das Águas e Clima (INGÁ) a fim de se avaliar a qualidade da água das bacias hidrográficas. Os resultados destes trabalhos foram utilizados, quando pertinente, na discussão do estudo atual. O **Quadro 1.1** apresenta os principais estudos realizados na bacia do rio Almada e suas descrições.

Em todos os estudos supracitados, as estações de coleta têm proximidade espacial com as Estações de Amostragem selecionadas para o presente estudo de Qualidade de Água. A **Figura 1.1** apresenta mapa da região com as estações de amostragem dos referidos estudos.

**Quadro 1.1 - Principais Estudos de Qualidade das Águas e do Sedimento Identificados para a Bacia do Rio Almada**

Estudos	Descrição
Estudo da Variação da Salinidade no Curso Inferior do rio Almada, Sul da Bahia (SOUZA, 2006)	O objetivo principal deste estudo foi determinar as variáveis responsáveis pela variação da salinidade. Balanço da composição, clima e a intrusão de cunha salina foram eleitos como as fontes possíveis do aumento da salinidade na bacia. A condutividade elétrica foi medida em pontos selecionados ao longo do meio e o final da bacia do rio Almada, como também as duas captações (rio do Braço e Castelo Novo) situadas durante períodos de descarga baixa e elevadas do rio. Os resultados mostraram que o clima acoplado com a intrusão salina são as principais causas que controlam a variação dos índices de sais dissolvidos no trecho em estudo.
Levantamento e Diagnóstico de Áreas Degradadas da Bacia Hidrográfica do rio Almada, Bahia (MARQUES <i>et al.</i> , 2008).	O objetivo deste levantamento foi consolidar as informações pré-existentes a respeito dos estudos ambientais já realizados na Bacia Hidrográfica do rio Almada, com a meta de elaborar um inventário contendo as informações pré-existentes com objetivo de gerenciar e otimizar a produção de novos dados.
Programa Monitora - SEMA/INGÁ (2008 e 2009)	Programa MONITORA - Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia - está inserido no Programa Água para Todos (2007-2010), focado na ampliação da cobertura do abastecimento de água e do serviço de esgotamento sanitário. Dentre outros pontos amostrais foram realizadas quatro campanhas nos anos de 2008 e 2009 com duas Estações de Amostragem no rio Almada e uma na lagoa Encantada. Localização da estação de amostragem no rio Almada: sob a ponte na BR-101, situada 6 km a montante de Itajuípe e no ponto de captação de água para abastecimento de Ilhéus, em Castelo Novo; Localização da estação de amostragem na Lagoa Encantada: próximo ao píer da localidade de Areias.
Estudo de Impacto Ambiental/EIA Terminal de Uso Privativo da Ponta da Tulha (BAMIN)	O Estudo de Impacto Ambiental realizado pela Bahia Mineração (BAMIN), apresenta resultados da qualidade das águas em ambientes continentais distribuídos na Área de Influência Direta (AII) do empreendimento Terminal Portuário do Porto Sul no período de agosto de 2008 e fevereiro de 2009.
Avaliação Espaço-Temporal da Concentração de Coliformes Termotolerantes na lagoa Encantada, Ilhéus, Bahia, Brasil (REGO <i>et al.</i> , 2010),	O trabalho teve por objetivo a avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa Encantada, Ilhéus (Bahia) visando contribuir para a análise dos possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades turísticas e influências antrópicas desenvolvidas no local. Foram monitorados seis pontos amostrais através de coletas mensais de amostras de água durante o período de 12 meses.
Estação: PROVISÃO II Código: 53091000 Ilhéus - Bahia (ANA, 2010)	A Agência Nacional de Águas - ANA é a responsável e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais é a operadora desta Estação hidropluviométrica. Nesta Estação além dos dados de cota e chuva foram obtidos a temperatura, condutividade, pH e oxigênio dissolvido da água durante longo período. Para o pH, como por exemplo, existem séries amostrais de pH entre o ano de 1977 até 2009. A Estação de Amostragem denominada de AL1 no Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul está inserida no mesmo local da Estação Pluviométrica Provisão II.

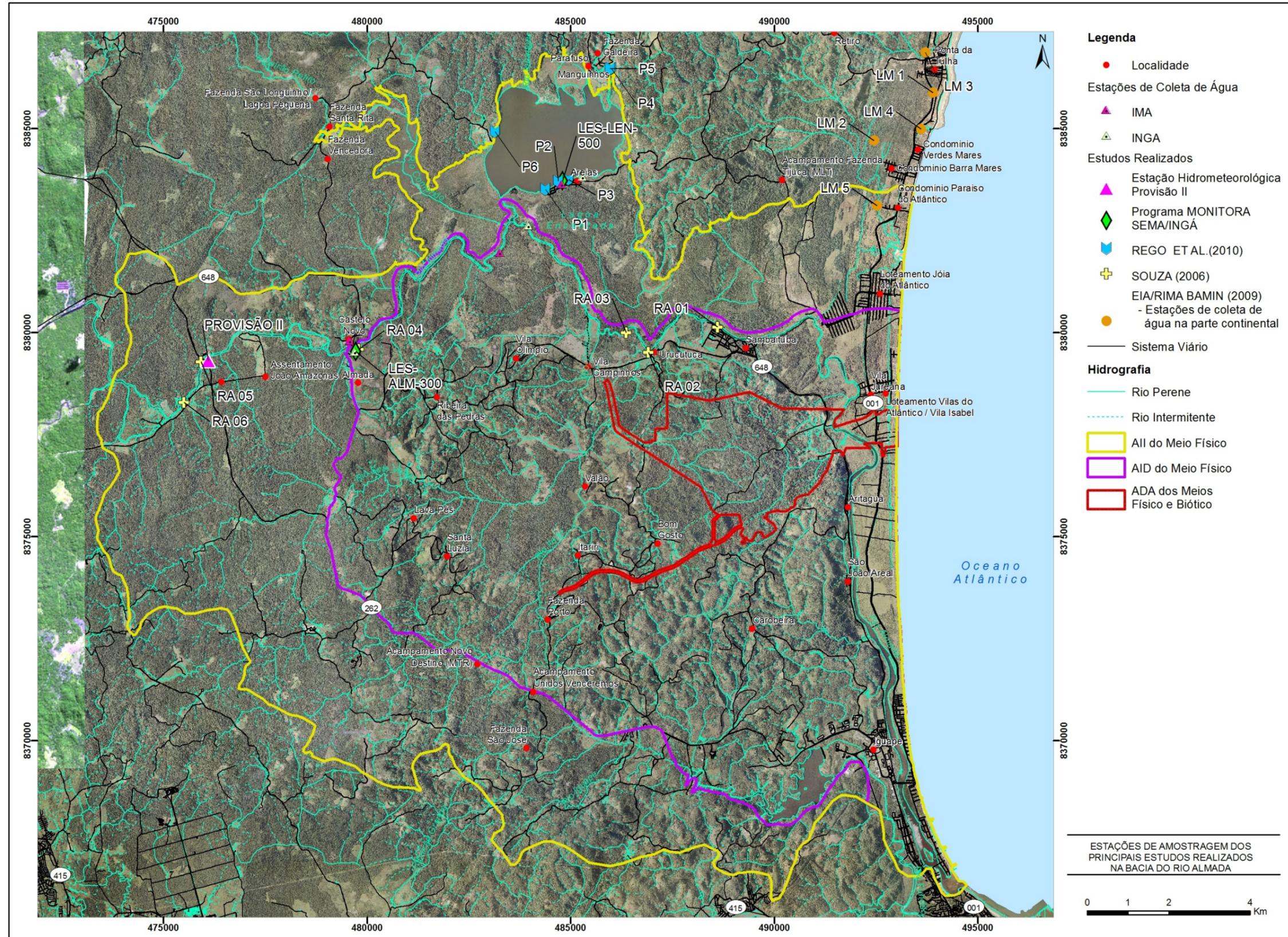


Figura 1.1 - Estações de Amostragem dos Principais Estudos de Qualidade de Água Realizados na Bacia do Rio Almada

Para o presente Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul (área de Aritaguá) foi usado como dados primários de qualidade de água os resultados provenientes das Campanhas de Amostragem de 2010 (Período chuvoso e seco) e de 2011 (Período chuvoso e seco), além da Campanha Complementar realizada em 2012. Assim, os ecossistemas aquáticos continentais estudados foram:

- A lagoa Encantada;
- O baixo curso do rio Almada;
- Os córregos/riachos e rios inseridos na AII do Porto Sul (Aritaguá);
- Os córregos/riachos e rios inseridos na ADA do Porto Sul, na região da Vila de Aritaguá.

Deve-se esclarecer que a área da lagoa Encantada está inserida na AII do Porto Sul (Aritaguá) e que os resultados aqui apresentados para este sistema lêntico foram de duas Campanhas de Amostragem executadas para os estudos do Porto Sul (quando o empreendimento pleiteava a sua localização na área de Ponta da Tulha), sendo estas: Campanha 1 - período chuvoso (maio/2010); e Campanha 2 - período seco (setembro/2010).

No rio Almada foram selecionadas Estações de Amostragem dentro dos limites da AID e da ADA do Porto Sul (Aritaguá). Os resultados de qualidade de água nessas estações de amostragem foram apresentados a partir das informações adquiridas em duas Campanhas executadas em 2010 para os estudos o Porto Sul (na localidade de Ponta da Tulha). Além disto, no presente estudo são também expostos e discutidos os resultados provenientes das Campanhas realizadas em 2011 (Período Chuvoso - maio/2011 e Período Seco - setembro/2011) e provenientes da Campanha Complementar única realizada em março/2012.

Na lagoa Encantada, as águas foram amostradas em três Estações de Amostragem (LE1, LE2 e LE3). Totalizando assim três amostras para água superficial e três para água de fundo (hipolimnion) em cada período considerado (chuvoso/2010 e seco/2010). Não houve coletas de água na lagoa Encantada no ano de 2011 e 2012.

Em relação ao período chuvoso e seco no ano de 2010, no rio Almada, foi estabelecido um gradiente montante-jusante para as Estações de Amostragem. Deste modo, foi definido o código AL1 para representar o ponto de amostragem mais a montante e o AL6 o ponto mais a jusante (próximo a foz) com características estuarinas. Estas Estações estão na AID do Porto Sul (Aritaguá).

No rio Almada foram realizadas coletas em três estações de amostragem no ano de 2011, período chuvoso (maio). Uma estação de amostragem se localizou dentro dos limites da ADA do Porto Sul (Aritaguá), sendo nomeada RAL01. A Estação RAL02, a montante da Vila de Aritaguá, está situada no mesmo local do trecho do rio em que as coletas foram realizadas no ano de 2010 (mesmo que a AL5). Já a Estação RAL03 está situada à jusante da Vila de Aritaguá e foi apenas amostrada na Campanha 1 de 2011.

Deste modo, levando em consideração as Campanhas de 2010, 2011 e 2012 as Estações permaneceram dispostas na seguinte ordem montante-jusante: AL1, AL2, AL3, AL4, RAL01, RAL02/AL5, RAL03 e AL6. Deve-se fazer uma ressalva sobre a Campanha 2 de 2011, na qual apenas não foi amostrada a Estação RAL03. Esta decisão foi tomada devido à semelhança obtida na maioria dos resultados de qualidade de água entre as Estações RAL01, RAL02 e RAL03 durante a Campanha 1 de 2011. Assim, na Campanha 2 de 2011 e

Campanha Complementar de 2012, a Estação RAL01 foi mantida por situar-se em trecho do rio Almada que está inserida na ADA do empreendimento. Já sobre a RAL02, além de ser a única estação que possui um histórico de amostragens durante os períodos secos e chuvosos de 2010 (Nomeada anteriormente de AL05), esta representa a potencial influência do empreendimento logo a jusante.

Nos córregos/riachos e rios inseridos na atual AII do Porto Sul (Aritaguá) foram selecionadas duas estações situadas em dois ecossistemas aquáticos, a saber P1 e P2, também amostrados em duas campanhas no ano de 2010.

Os córregos/riachos e rios inseridos na ADA do Porto Sul, na região da Vila de Aritaguá, foram selecionados, assim como os demais, a partir de corpos d'água identificados primeiramente por análise em imagem de satélite em escritório e posteriormente através de observação *in loco*. Os códigos dessas Estações de Amostragem são: C01, C02, C03, C04, C05, C06 e C07. As amostragens de água para estas estações foram realizadas na Campanha 1 de 2011 (período chuvoso/maio), Campanha 2 de 2011 (período seco/setembro) e Campanha Complementar realizada em março/2012.

O **Quadro 1.2** apresenta síntese do código e nome de cada estação além da quantidade de amostras para cada matriz ambiental nos anos de 2010 e o **Quadro 1.3** apresenta as referidas informações para os anos de 2011 e 2012. A **Figura 1.2** apresenta o mapa de localização das estações de amostragem para água e sedimentos definidos para o Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul.

Os resultados obtidos no presente Estudo de Impacto Ambiental foram comparados com critérios nacionais e internacionais, destacando-se para a água as Resoluções Conama nº 357 de 17 de março de 2005 e nº 274 de 29 de novembro de 2000 e critérios da *Environmental Protection Agency* - EPA, agência ambiental dos Estados Unidos. Estas referências e critérios são citados com detalhe no subitem Análise das Conformidades Legais.

**Quadro 1.2 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010**

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade de Amostras por Campanha	
			Período Chuvoso	Período Seco
LE1	Lagoa Encantada - Areias	AII	2*	2*
LE2	Lagoa Encantada - Oeste	AII	2*	2*
LE3	Lagoa Encantada - Cachoeiras	AII	2*	2*
AL1	Rio Almada - Provisão	AID	1	1
AL2	Rio Almada - Ligação	AID	1	1
AL3	Rio Almada - Urucutuca	AID	1	1
AL4	Rio Almada - Sambaituba	AID	1	1
AL5	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do RAL02	AID	1	1
AL6	Rio Almada - Foz	AID	1	1
P1	Sonrisal	AII	1	1
P2	Areal	AII	1	1
<b>Total</b>			<b>14</b>	<b>14</b>

Fonte: Hydros, 2012. \*Obs. Amostras de água superficial e de fundo

**Quadro 1.3 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2011 e 2012**

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade de Amostras Por Campanha		
			Período Chuvoso 2011	Período Seco 2011	Período Chuvoso 2012
C01	Rio do Porto - Fazenda Sr. Ronildo	AID	1	1	1
C02	Rio Tiriri (Tariri ou Itariri) - Montante da confluência do rio do Porto	AID	1	1	1
C03	Rio Tiriri (Tariri ou Itariri) - Foz em Urucutuca	AID	1	1	1
C04	Rio Timbuíba	ADA	1	1	1
C05	Riacho Valeta	ADA	1	1	1
C06	Riacho do Jundiá	ADA	1	1	1
C07	Rio - Acampamento Batista	ADA	1	1	1
RAL01	Rio Almada - ADA	ADA	1	1	1
RAL02	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do AL5	AID	1	1	1
RAL03	Rio Almada - Jusante Aritaguá	AID	1	0	0
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

Fonte: Hydros, 2012

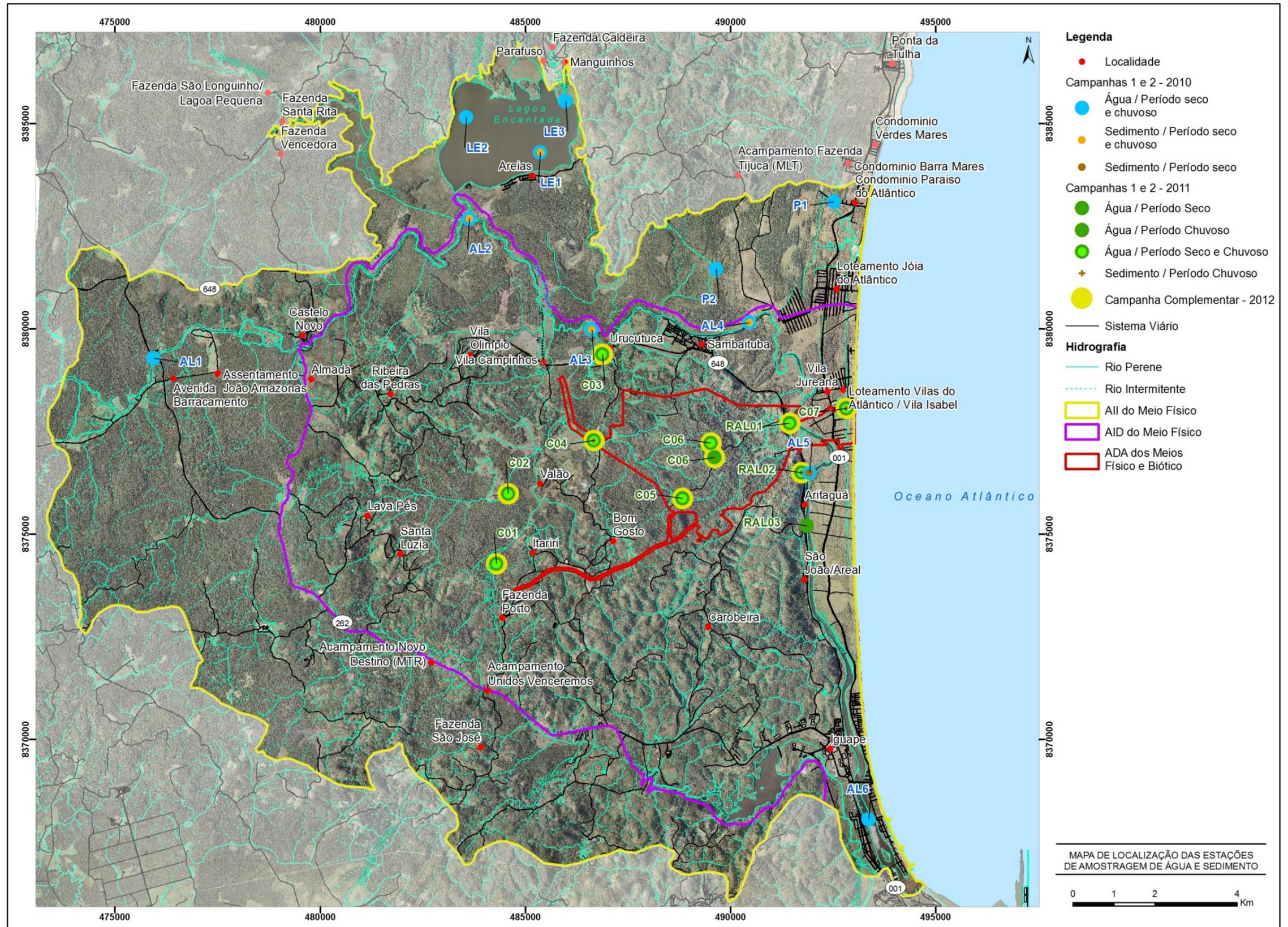


Figura 1.2 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul

- Localização e Caracterização das Estações de Amostragem das Campanhas de 2010

*Estação AL1 (Provisão) - Rio Almada (AII do Meio Físico)*

A Estação AL1 (Coordenadas UTM 24L 475.944 e 8.379.289/SAD69) está situada na porção mais a montante no rio Almada em relação à poligonal da AII do Meio Físico do Porto Sul, dentro dos limites da fazenda denominada Provisão. Na área selecionada para a Estação AL1 está implantada a Estação Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas (ANA) - Estação Provisão II, Código 53091000 - com réguas limnimétricas inseridas na margem esquerda do rio Almada (**Figura 1.3**).

A Estação AL1 localiza-se a jusante da captação de água no rio do Braço (Coordenadas UTM 475.058 e 8.377.812) para Itabuna realizada pela Empresa Municipal de Águas e Saneamento - EMASA e está logo a montante da ponte (Coordenadas UTM 476.028 e 8.379.310) sobre o rio Almada (**Figura 1.4**) na rodovia BA-262 Ilhéus-Uruçuca.



**Figura 1.3 - Estação Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas - ANA - no Rio Almada. Área da Estação AL1**



**Figura 1.4 - Vista da Ponte sobre o Rio Almada na Rodovia BA 262 Ilhéus-Uruçuca Situada a Jusante da Estação AL1**

O local da Estação AL1 foi caracterizado como um sistema lótico. O local possui trechos com presença de rochas no leito e margens rochosas. Ambas as margens apresentaram macrófitas aquáticas como: *Pistia* sp., *Salvinia* sp., além de gramíneas.

No trecho da AL1 a margem esquerda é predominantemente rochosa, tendo sido observados troncos e caules depositados (**Figura 1.5**). Na margem direita observou-se dominância de macrófitas, *Pistia* e *Salvinia*, além da presença de gramíneas. A mata ciliar na margem direita do rio Almada, no trecho da Estação AL1 tem características mais preservadas de cabruca arbustivo-arbórea do que a margem esquerda do rio (**Figura 1.6**).

A Estação de Amostragem AL1, além de estar situada no mesmo local da Estação hidroluviométrica Provisão II, coincide com o denominado ponto de coleta “RA5” dos estudos realizados por SOUZA (2006).



**Figura 1.5 - Detalhe de Troncos e Caules Depositados na Margem Esquerda Rochosa**



**Figura 1.6 - Mata Ciliar do Rio Almada, no Trecho da AL1. Visão Geral a Montante da Ponte Rodovia BA-262**

*Estação AL2 (Ligação) - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação AL2 (Coordenadas UTM 24L 483.636 e 8.382.688/SAD69) está localizada a jusante do trecho onde existe o canal de ligação (Coordenadas UTM 483.627 e 8.382.826) do rio Almada com a lagoa Encantada. Ambas as margens apresentam cobertura vegetal de porte arbustivo-arbóreo (**Figura 1.7** e **Figura 1.8**).



**Figura 1.7 - Visão Geral da Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada no Trecho da Estação AL2**



**Figura 1.8 - Visão Geral da Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada no Trecho da Estação AL2**

*Estação AL3 (Urucutuca) - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação AL3 (Coordenadas UTM 24L 486.614 e 8.379.980/SAD 69) localiza-se a montante da vila de Urucutuca (Coordenadas UTM 487.064 e 8.379.555). A vila está inserida próxima à foz do rio Itariri, que deságua no rio Almada (**Figura 1.9**). A mata ciliar do rio Almada, neste trecho, apresentou-se preservada, com vegetação de porte arbóreo, além da presença em sua margem esquerda de lianas e cipós. Macrófitas também ocorreram no trecho da Estação AL3 tais como cocó (ou aninga), tarioba, gramíneas e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, conhecida como aguapé (**Figura 1.10** a **1.12**).



**Figura 1.9 - Vila de Urucutuca, Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada, Situado a Jusante da Estação AL3**



**Figura 1.10 - Mata Ciliar do Rio Almada Logo a Montante do Trecho da AL3**



**Figura 1.11 - Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada**



**Figura 1.12 - Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada**

*Estação AL4 (Jusante Sambaituba) - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação AL4 (Coordenadas UTM 24L 490.463 e 8.380.157/SAD69) está localizada a jusante da vila de Sambaituba (Coordenadas UTM 489.562 e 8.379.415) e a montante de um balneário existente (Coordenadas UTM 490.766 e 8.380.431) na margem esquerda do rio Almada (**Figuras 1.13 a 1.17**).



**Figura 1.13 - Detalhe de Construção Consolidada Pertencente a Balneário (Coordenadas 490.766 e 8.380.431) Situado na Margem Esquerda do Rio Sentido Jusante**



**Figura 1.14 - Rio Almada em Detalhe de Vista a Montante a Partir da Estação AL4**



**Figura 1.15 - Rio Almada em Detalhe de Vista a Jusante a Partir da Estação AL4**



**Figura 1.16 - Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada - Estação AL4**



**Figura 1.17 - Macrófitas na Margem Direita Sentido Jusante da Estação AL4**

*Estação AL5 (Montante Aritaguá) - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação AL5 (Coordenadas UTM 24L 491.926 e 8.376.498/SAD69) está à montante da vila de Aritaguá (Coordenadas UTM 491.774 e 8.376.033) (**Figura 1.18**). Deve ser lembrado, aqui, que as Estações AL5 (ano 2010) e RAL02 (ano 2011) estão inseridas no mesmo local do rio Almada.

No trecho que foi definida a Estação AL5 há a presença de manguezal composto principalmente por *Avicennia* sp., *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo que as copas apresentaram uma altura inferior a 3 metros (**Figura 1.19**). Na margem esquerda foram observadas plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensis*) (**Figura 1.20**).



**Figura 1.18 - Construções Consolidadas da Vila de Aritaguá, na Margem Direita Sentido Jusante do rio Almada**



**Figura 1.19 - Margem Direita Sentido Jusante do rio Almada (Estação AL5) Apresentando Manguezal**



**Figura 1.20 - Plantações de Coqueiros (*Cocos nucifera*) e Dendezeiros (*Elaeis guineensis*) na Margem Esquerda Sentido Jusante da Estação AL5, além de Presença de Manguezal (Primeiro Plano da Foto)**

*Estação AL6 (Foz) - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação AL6 (Coordenadas UTM 24L 493.365 e 8.368.066/SAD69) é a mais distal, a jusante em relação à AII no rio Almada, estando nas proximidades de áreas urbanas da cidade de Ilhéus (**Figura 1.21**), e da sua foz. É caracterizado com um ecossistema estuarino.

No trecho da Estação AL6, a margem esquerda do rio Almada apresenta manguezal com espécies com altura superiores a 8 metros (**Figura 1.22**).



**Figura 1.21 - Construções Consolidadas na Cidade de Ilhéus, Margem Direita Sentido Jusante do Rio Almada da Estação AL6**



**Figura 1.22 - Manguezal na Margem Esquerda Sentido Jusante do Rio Almada, no Trecho Correspondente a Estação AL6**

*Estação LE1(Areias) - Lagoa Encantada (AII do Meio Físico)*

A Estação LE1 (Coordenadas UTM 24L 485.365 e 8.384.304/SAD69) está localizada na lagoa Encantada, estação mais próxima à vila de Areias (Coordenadas UTM 484.783 e 8.383.693). Ver **Figuras 1.23 e 1.24**.

Estudos realizados por REGO *et al.* (2010) e pelo programa MONITORA (2008 e 2009) contemplam pontos de coleta (denominados P1, P2, P3 e LES-LEN-500, respectivamente) na margem da lagoa Encantada, onde se localiza a vila de Areias.



**Figura 1.23 - Vista Geral da Margem em Direção Sentido Jusante à Vila de Areias**



**Figura 1.24 - Detalhe de Domicílios da Vila de Areias**

*Estação LE2 (Oeste) - Lagoa Encantada (AII do Meio Físico)*

A Estação LE2 (Coordenadas UTM 24L 483.563 e 8.385.152/SAD69) situa-se na porção Oeste da Lagoa Encantada. A margem oeste da estação LE2 é caracterizada por mata ciliar composta pelo bioma Mata Atlântica, a qual apresenta vegetação arbórea com alturas superiores a 10 metros (**Figuras 1.25 e 1.26**). A margem situada a Nordeste da estação AL2 também possui Mata Atlântica, porém com propriedade rural e campo de pastagem (**Figuras 1.27 e 1.28**).



**Figura 1.25 - Visão Geral da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada**



**Figura 1.26 - Visão Geral da Margem Nordeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada**



**Figura 1.27 - Detalhe da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada**



**Figura 1.28 - Detalhe da Margem Nordeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada**

A Estação de Amostragem LE2 do presente estudo localiza-se próximo ao ponto de coleta (denominado P6), referente ao estudo realizado por REGO *et al.* (2010).

*Estação LE3 (Cachoeiras) - Lagoa Encantada (AII do Meio Físico)*

A Estação LE3 (Coordenadas UTM 24L 485.976 e 8.385.541/SAD69) localiza-se na porção leste da lagoa Encantada próximo a foz do rio Caldeiras (**Figura 1.29**) formado pelas cachoeiras de Caldeiras (**Figura 1.30**) e de Apepique (**Figura 1.31**).

A Estação LE3 está situada próximo aos pontos de coleta P4 e P5 do estudo realizado por REGO *et al.* (2010).



**Figura 1.29 - Visão Geral de Ambas As Margens da Estação LE3**



**Figura 1.30 - Visão Geral da Cachoeira de Caldeiras**



**Figura 1.31 - Visão Geral da Cachoeira de Apepique**

*Estação P1 (Sonrisal) - Área de Influência Indireta - (AII do Meio Físico)*

A Estação P1 (Coordenadas UTM 24L 492.516 e 8.383.094/SAD69) está situada a montante de uma ponte em estrada vicinal de terra batida. Este ambiente lótico apresentou macrófitas emersas com raízes (**Figura 1.32**), ocupando toda a extensão de uma margem a outra a montante. A jusante da referida ponte, o rio denominado pela população local de “Sonrisal”, apresenta características estuarinas com presença de manguezal (**Figura 1.33**). Existem construções domiciliares consolidadas, situadas próximas ao local amostrado.



**Figura 1.32 - Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Montante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal**



**Figura 1.33 - Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Jusante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal. Detalhe de Presença de Manguezal**

A Estação P1 do presente estudo está situada no mesmo local de amostragem realizada pela BAMIN em seu Estudo de Impacto Ambiental para o empreendimento Terminal Portuário Ponta da Tulha.

*Estação P2 (Areal) - Área de Influência Indireta - (AII do Meio Físico)*

Em ambiente caracterizado como área úmida, com ausência visual de algum canal de leito de rio, a Estação P2 (Coordenadas UTM 24L 489.650 e 8.381.466/SAD69) situa-se na AII, porém há a ocorrência de dendezeiros, piaçava, samambaias, macrófita emersa - cocó, tarioba e macrófita flutuante (*Salvinia* sp.) (**Figuras 1.34 e 1.35**).



**Figura 1.34 - Ambiente Situado na Estação P2**

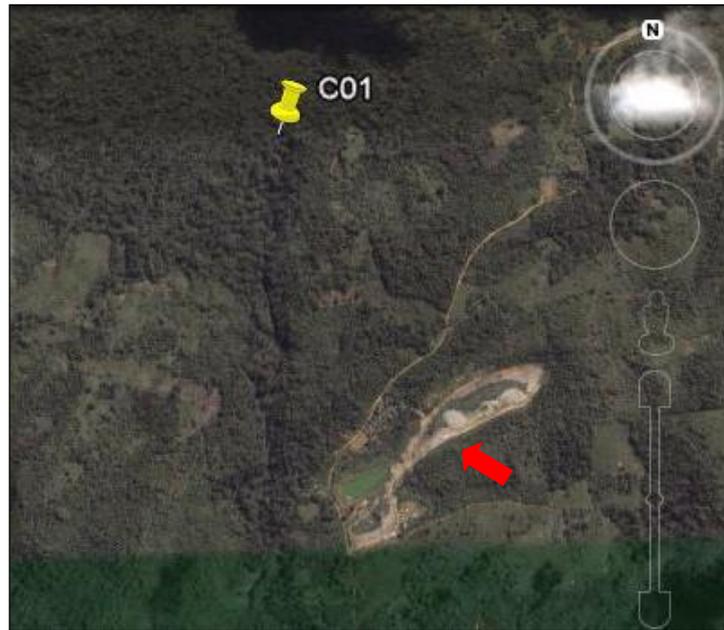


**Figura 1.35 - Vegetação de Restinga - Mata Ciliar da Estação P2**

- Localização e Caracterização das Estações de Amostragem das Campanhas de 2011 e 2012

*Estação C01 (Rio do Porto) - AID do Meio Físico*

A Estação C01 (Coordenadas UTM 24L 484.256,852 e 8.374.243,347/SAD69) está localizada no rio do Porto, dentro dos limites da Fazenda do Sr. Ronildo (**Figura 1.36**), na AID do Meio Físico. A Estação C01 está situada a jusante de local onde é despejado o lixo proveniente de Ilhéus (BA), onde há uma lagoa de chorume (**Figuras 1.37 e 1.38**). Cabe ressaltar que foi observado que a lagoa de chorume estava protegida por manta, para evitar percolação e lixiviação para o solo.



Obs. Local de Armazenamento de Lixo Demonstrado por Indicação Vermelha

**Figura 1.36 - Imagem de Satélite da Estação C01 e Local de Despejo de Lixo Proveniente de Ilhéus-BA (Google, 2011)**



**Figura 1.37 - Visão Geral de Lagoa de Chorume e Local Onde é Depositado o Lixo**



**Figura 1.38 - Detalhe Local Onde é Depositado o Lixo**

O rio do Porto é afluente do rio Itariri (Tariri ou Tiriri) (**Figuras 1.39 e 1.40**). Na área escolhida para a estação C01, o rio do Porto tem aproximadamente 4 metros de largura (durante o período chuvoso) e possui em ambas as margens plantação de cacau cabruca (**Figuras 1.41 e 1.42**). As **Figuras 1.42 e 1.43** apresentam a Estação C01 durante o período seco de 2011 e as **Figuras 1.45 e 1.46** representam local durante a campanha complementar de 2012.



**Figura 1.39 - Visão Geral a Montante do Rio do Porto, Estação C01 (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.40 - Visão Geral a Jusante do Rio do Porto, Estação C01 (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.41 - Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.42 - Detalhe de Cacau Cabruca no Trecho da Estação C01 (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.43 - Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Período Seco 2011)**



**Figura 1.44 - Detalhe de Cacau Cabruca no Trecho da Estação C01 (Período Seco 2011)**



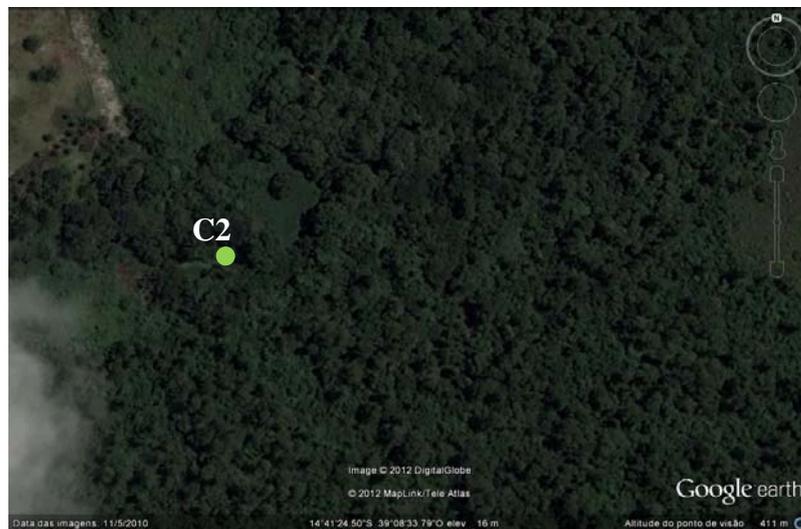
**Figura 1.45 - Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita (Campanha Complementar 2012)**



**Figura 1.46 - Detalhe de Cacau Cabruca no Trecho da Estação C01 (Campanha Complementar 2012)**

*Estação C02 (Rio Itariri) - AID do Meio Físico*

A **Figura 1.47** apresenta imagem de satélite da Estação C02.



Obs. Círculo Verde Representa Local da Estação C02

**Figura 1.47 - Imagem de Satélite da Estação C2 (Google, 2012)**

A Estação C02 (Coordenadas UTM 24L 484.578 e 8.375.995/SAD69), inserida na AID do Empreendimento Porto Sul, está situada no rio Tiriri a montante do trecho onde existe o encontro deste rio com o rio do Porto (Coordenadas UTM 24L 484.707 e 8.376.113/SAD69). A **Figura 1.48** apresenta local da confluência entre os rios durante o período chuvoso e a **Figura 1.49** mostra o aspecto do local durante o período seco de 2011, enquanto que a **Figura 1.50** apresenta o local durante a campanha complementar de 2012.



Obs. Seta em Vermelho indica Rio do Porto e Seta em Azul Indica o Rio Tiriri

**Figura 1.48 - Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011)**



Obs. Seta em Vermelho indica Rio do Porto e Seta em Azul Indica o Rio Tiriri

**Figura 1.49 - Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Período Seco - 2011)**



Obs. Seta em Vermelho indica Rio do Porto e Seta em Azul Indica o Rio Tiriri

**Figura 1.50 - Visão Geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012)**

O local da Estação C02 faz parte de uma área popularmente conhecida como Ilha de Areia, próximo à fazenda loteada do Sr. Pequeno. O rio Tiriri apresentou aproximadamente 6m de largura e profundidade de 1,5m durante o período chuvoso (**Figuras 1.51 e 1.52**). No período seco o rio mostrou-se, no trecho amostrado, com aproximadamente 5m de largura e profundidade de 1m (**Figuras 1.53 e 1.54**). As **Figuras 1.55 e 1.56** apresentam o local da Estação C2 durante a campanha complementar realizada em 2012.



**Figura 1.51 - Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.52 - Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.53 - Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.54 - Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.55 - Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.56 - Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri (Campanha Complementar - 2012)**

Há presença de gramíneas (*Brachyaria*) na margem do rio Tiriri (**Figuras 1.55 e 1.56**). Ambas as margens apresentam cobertura vegetal de porte arbustivo-arbóreo, incluindo a presença do sistema cacau cabruca, na margem esquerda (**Figuras 2.57 e 2.58**).



**Figura 1.57 - Detalhe de Vegetação e de Folhas Presentes na Margem Esquerda Sentido Jusante (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.58 - Detalhe de Vegetação da Margem Direita (Período Chuvoso - 2011)**

Ao longo do acesso até a Estação C02 durante o período chuvoso (2011) foram observadas formações de áreas úmidas em áreas com plantação de Cacau e Açaizeiro (**Figuras 1.59 e 1.60**) junto a espécimes de *Erythrina* sp. Durante o período seco (2011) não foi observada a formação destas áreas úmidas (**Figuras 1.61 e 1.62**), contudo, foram vistos pequenos córregos bem como no período chuvoso. As **Figuras 1.63 e 1.64** apresentam detalhadamente plantação de Açaí.

De acordo com informações de moradores locais, estes pequenos córregos são chamados vulgarmente de “valas”, e muitas vezes são formados ou “retificados” por agricultores para melhorar a drenagem da área encharcada (**Figuras 1.65 e 1.68**).



**Figura 1.59 - Visão Geral de Formação de Áreas Úmidas em Locais de Cacau Cabruca e Plantação de Açaizeiro (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.60 - Visão Geral de Formação de Áreas Úmidas em Locais de Cacau Cabruca (Período Chuvoso 2011)**



**Figura 1.61 - Visão Geral de Local de Cacau Cabruca e Plantação de Açaizeiro (Período Seco 2011)**



**Figura 1.62 - Visão Geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacau Cabruca (Período Seco 2011)**



**Figura 1.63 - Visão Geral de Local Plantação de Açaizeiro (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.64 - Detalhe de Local Plantação de Açaizeiro (Campanha Complementar - 2012)**



Obs. Seta Vermelha Indica Espécime de *Erythrina* sp.  
**Figura 1.65 - Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Período Chuvoso - 2011)**



Obs. Seta Vermelha Indica Espécime de *Erythrina* sp.  
**Figura 1.66 - Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Período Seco - 2011)**



Obs. Seta vermelha Indica espécime de *Erythrina* sp. suprimida  
**Figura 1.67 - Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Campanha Complementar - 2012)**



Obs. Seta vermelha Indica espécime de *Erythrina* sp. suprimida  
**Figura 1.68 - Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas (Campanha Complementar - 2012)**

*Estação C02 R (Local Conhecido como Valão) - AID do Meio Físico*

A Estação C02R ou C02 *Round Up* (Coordenadas UTM 24L 485.092 e 8.376.207 SAD69), situada na localidade conhecida como Valão, foi incluída apenas na campanha complementar de 2012 (**Figuras 1.69 a 1.73**). A sua inclusão deveu-se exclusivamente à identificação e observação em campo, no momento do trajeto até a Estação C02 (**Figuras 1.63 e 1.64, Subitem Estação C02**), da utilização do herbicida Round Up<sup>®</sup> em plantação de Açaí (**Figura 1.70**). Foi flagrada a disposição das embalagens de Round Up<sup>®</sup> ao lado de espécimes de Açaizeiro, sendo que também foram vistas embalagens ao lado do córrego (ou vala, conhecido vulgarmente) (**Figura 1.71**). Assim, foi realizada coleta extra de água para se avaliar a concentração de glifosato, que é o princípio ativo do pesticida Round Up<sup>®</sup>.



Obs. Círculo Verde Representa Local da Estação C02 R ou C02 Round Up (Extra) na Campanha Complementar de 2012

**Figura 1.69 - Imagem de Satélite da Estação C02 R ou C02 Round Up (Google, 2012)**



**Figura 1.70 - Detalhe de Embalagem do Herbicida Round Up®**



Obs.: Seta Amarela Indica Açaizeiro; Seta Vermelha Indica Embalagem Round Up®; Seta Azul Indica Córrego e Local de Coleta de Água Superficial

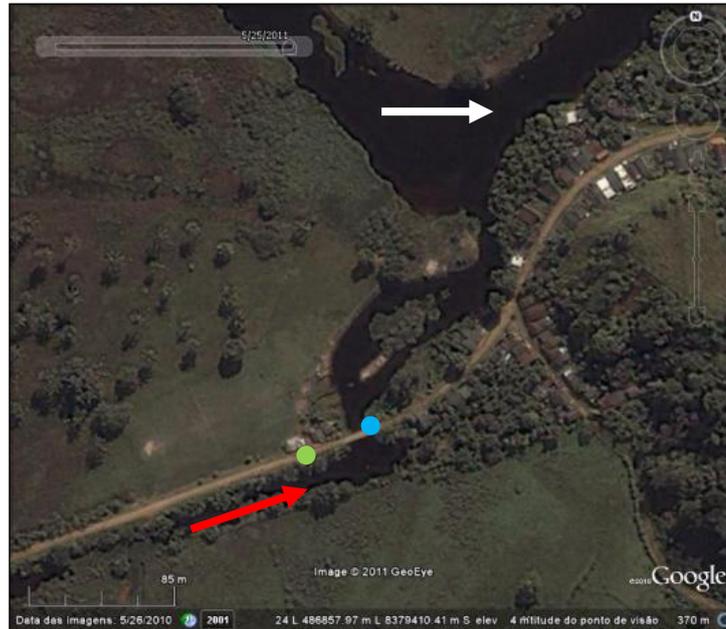
**Figura 1.71 - Plantação de Açaizeiro, Junto à Córrego, com Presença de Embalagem do Herbicida Round Up®**

### *Estação C03 (Urucutuca) - Rio Itariri AID do Meio Físico*

A Estação C03 localiza-se no rio Itariri próximo a vila de Urucutuca (Coordenadas UTM 24L 487.064 e 8.379.555/SAD69) a montante de ponte sobre este rio (**Figuras 1.72 a 1.80**). A Estação C03 selecionada durante o período chuvoso (Coordenadas UTM 24L 486.841 e 8.379.337/SAD69) está inserida próxima na foz do rio Tariri, que deságua no rio Almada (**Figura 1.73**). Quando do período seco, a Estação C03 foi realocada (Coordenadas UTM 24L 0486824 e 8379364) cerca de 55 metros a montante (**Figura 1.76**). O objetivo da modificação da área de amostragem no rio Itariri referente a estação C03 deveu-se a necessidade de ser caracterizada a qualidade de água em trecho mais a montante, sem possível influência das diversas atividades realizadas pela população local (recreação contato primário e lavagem de roupas, por exemplo) próximo à ponte sobre o rio.

A mata ciliar do rio Almada, neste trecho, apresentou-se conservada, com vegetação de porte arbóreo, além da presença em sua margem esquerda de lianas e cipós. Macrófitas também

ocorreram no trecho da Estação AL3 tais como vulgarmente conhecida cocó, tarioba, gramíneas , além de aguapés. Foi observada a presença de sacos de lixo entre a margem do rio Tiriri e a margem de estrada vicinal de terra batida (**Figura 1.77**). As **Figuras 1.78 e 1.79** apresentam, respectivamente, visão geral do encontro dos rios Itariri e Almada durante o período chuvoso e seco de 2011, respectivamente. A **Figura 1.80** apresenta a estação no instante da Campanha Complementar de 2012.



Obs. Seta Vermelha Indica Direção Montante-Jusante do Rio Itariri e Seta Branca Indica Direção Montante-Jusante do Rio Almada; Circulo Azul Representa Local da Estação C03 na Campanha 1 (Período Chuvoso) e o Circulo Verde na Campanha 2 (Período Seco) e Campanha Complementar de 2012 .

**Figura 1.72 - Imagem de Satélite do Encontro entre Rio Tiriri e Rio Almada (Google, 2011)**



**Figura 1.73 - Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.74 - Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Campanha Complementar 2012)**



**Figura 1.75 - Ponte Sobre Rio Tiriri Situada a Jusante da Estação C03. Próximo à Vila de Urucutuca (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.76 - Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.77 - Presença de Sacos de Lixo na entre Margem de Estrada e Rio Tiriri (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.78 - Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Período Chuvoso 2011)**



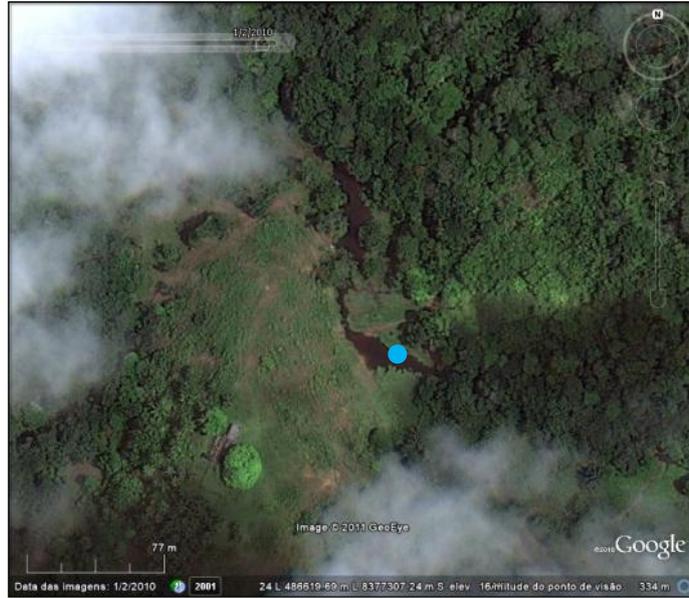
**Figura 1.79 - Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.80 - Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca (Campanha Complementar - 2012)**

#### *Estação C04 - Rio Timbuíba (ADA do Meio Físico)*

A Estação C04 (Coordenadas UTM 24L 486.629 e 8.377.245/SAD69) está localizada no rio Timbuíba, trecho dentro da ADA do Meio Físico do empreendimento Porto Sul. O rio no local da Estação C04 possui aproximadamente 9 metros de largura entre as margens. As margens não possuem mata ciliar. Entretanto, esta vegetação está presente tanto a montante quanto a jusante da Estação. No local há predomínio de gramíneas (*Brachyaria*) (**Figuras 1.81 a 1.87**). Macrófitas como a *Eichornia* foi observada na área.



Obs. Círculo azul representa local da Estação C03  
Figura 1.81 - Imagem de Satélite da Estação C04 (Google, 2011)



Figura 1.82 - Visão Geral a Jusante da Estação C04 (Período Chuvoso)



Figura 1.83 - Visão Geral da Estação C04 (Período Chuvoso)



Figura 1.84 - Visão Geral a Jusante da Estação C04 (Período Seco)



Figura 1.85 - Visão Geral da Estação C04 (Período Seco)



Figura 1.86 - Visão Geral a Montante da Estação C04 (Campanha Complementar de 2012)



Figura 1.87 - Visão Geral da Montante da Estação C04 (Campanha Complementar de 2012)

*Estação C05 - Valeta (ADA do Meio Físico)*

A **Figura 1.88** apresenta a disposição das Estações C05, C06 e C06 Realocada.



Figura 1.88 - Estações C05, C06 e C06 Realocada

A Estação C05 (Coordenadas UTM 24L 488.829 e 8.375.879/SAD69) está situada em uma fazenda de cacau, em um riacho denominado por morador local de Valeta, com uma largura aproximada de no máximo 2 metros. De acordo com o mesmo morador, o riacho possui nascente próximo ao local em uma gruta. As **Figuras 1.89, 1.91 e 1.92** apresentam visão geral do riacho durante o período chuvoso e as **Figuras 1.90, 1.93 e 1.94** mostram o mesmo ponto durante o período seco, respectivamente, onde observa-se que a sua margem é dominada pela presença de pés de cacau. As **Figuras 1.95 e 1.96** mostram o local durante a Campanha Complementar de 2012.



**Figura 1.89 - Ponte de Madeira sobre Valeta (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.90 - Ponte de Madeira sobre Valeta (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.91 - Visão Geral do Riacho (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.92 - Detalhe do Riacho na Estação C05 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.93 - Visão Geral do Riacho (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.94 - Detalhe do Riacho na Estação C05 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.95 - Visão Geral a Jusante do Local de Amostragem (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.96 - Visão Geral na Estação C05 (Campanha Complementar - 2012)**

*Estação C06 (Riacho do Jundiá) e C06 Realocado (ADA do Meio Físico)*

A imagem de satélite das Estações C06 e C06 Realocada foram apresentadas na **Figura 1.88**. Localizada nas coordenadas UTM 24L 489.511 e 8.377.228/SAD69, a Estação C06 amostrada no Período Chuvoso está inserida no riacho chamado Jundiá (**Figuras 1.97 a 1.102**). Este apresentou 50 cm de largura aproximadamente (período chuvoso) e seu leito em muitos trechos parece ter sido retificado, como prática comum aos funcionários das fazendas para melhorar a drenagem do solo. Em ambas as margens a vegetação é caracterizada como plantação de cacau (**Figura 1.100**).



**Figura 1.97 - Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.98 - Detalhe do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.99 - Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.100 - Visão Geral do Entorno do Riacho do Jundiá (Período Chuvoso - 2011)**

No período seco de 2011, o riacho do Jundiá (**Figura 1.101**) apresentou aproximadamente 10 cm de largura e profundidade menor que 5 cm, o que impossibilitou a coleta de água e plâncton (fito, zoo e ictioplâncton). Deste modo, houve a necessidade de realocação da Estação para cerca de 330 metros ao sul, onde foi encontrado outro córrego (Coordenadas UTM 24L 0489608 e 8376879) próximo à via de acesso de terra batida (**Figuras 1.103 e 1.84**).



**Figura 1.101 - Visão Geral do Riacho do Jundiá (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.102 - Detalhe do Riacho do Jundiá na Estação C06 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.103 - Visão Geral de Córrego Amostrado na Campanha 2 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.104 - Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C6) na Campanha 2 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.105 - Visão Geral de Córrego Amostrado na Campanha 2 (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.106 - Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C6) na Campanha 2 (Campanha Complementar - 2012)**

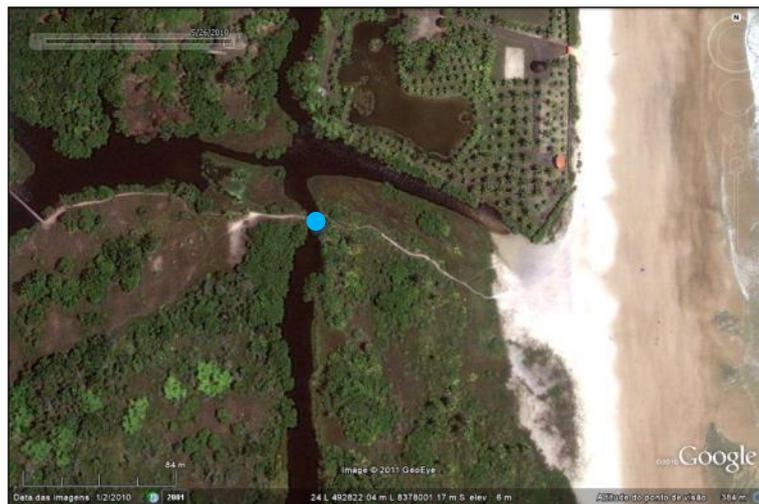
*Estação C07 - Acampamento Batista (ADA do Meio Físico)*

A Estação C07 (Coordenadas UTM 24L 492.783 e 8.378.022) está localizada em pequeno estuário perpendicular à linha da costa (extensão de água separada do mar por um cordão litorâneo cortado por um canal que mantém ligação com o mar) (**Figuras 1.107 a 1.117**). O trecho amostrado tem largura de aproximadamente de 8 metros. O local está próximo a uma pousada denominada Acampamento Batista, na rodovia Ilhéus-Itacaré (BA-001). Esta é a única Estação de Amostragem que está localizada entre o curso do rio Almada e a zona litorânea, com sua foz ainda dentro dos limites da ADA (**Figura 1.1 e 1.107**). Em sua margem

há presença de vegetação de mangue (*Rhizophora mangle*), além de macrófitas aquáticas como *Salvinia* sp..

As **Figuras** que representam o período chuvoso são **1.108**, **1.109**, **1.114**, **1.117** e as que apresentam o período seco são **1.110**, **1.111**, **1.115**. O ecossistema estudado não estava com vazão em sua foz quando da amostragem no período seco de 2011 e na Campanha Complementar de 2012 (**Figuras 1.91 e 1.92**).

No local também foi observada a presença de sacos e lixo, principalmente no período chuvoso (**Figura 1.117**).



Obs. Ponto Azul Indica Estação C07

**Figura 1.107 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação C07 (Google, 2011)**



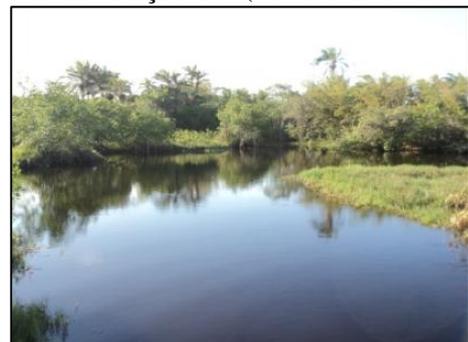
**Figura 1.108 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.109 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.110 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.111 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.112 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.113 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Jusante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.114 - Visão Geral da Vazão da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.115 - Visão Geral da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro Sem Vazão (Período Seco - 2011)**



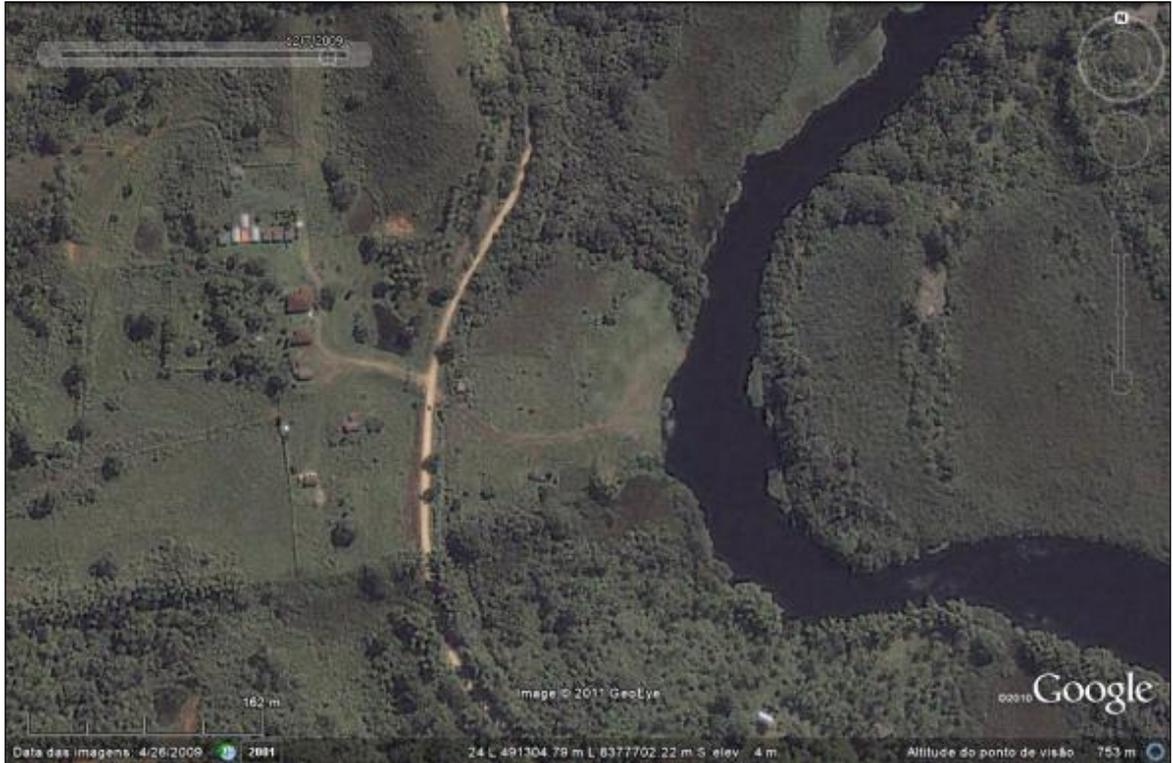
**Figura 1.116 - Visão Geral da Foz do Ecossistema Aquático Costeiro Sem Vazão (Campanha Complementar - 2012)**



**Figura 1.117 - Detalhe de Córrego Amostrado (Estação C5) na Campanha 2 (Período Chuvoso - 2011) Visão Geral do Entorno com Presença de Lixo**

*Estação RAL01 - Rio Almada (ADA do Meio Físico)*

A Estação RAL01 no rio Almada (Coordenadas UTM 24L 491.437 e 8.377.713/SAD69) situa-se nos limites da ADA do Porto Sul (**Figura 1.118**). Sua margem esquerda sentido jusante apresentou coqueiros e dendezeiros (**Figura 1.119** e **1.120**) e a margem direita foi caracterizada como campo antrópico aberto com gramíneas (**Figura 1.122** e **1.123**). Próxima à estação está a Fazenda do Sr Angelito. Neste trecho, o rio Almada tem aproximadamente 80 metros de largura (**Figura 1.118** a **1.124**). A condição do local durante a Campanha Complementar de 2012 está representada pela **Figuras 1.123** e **1.124**.



(Google, 2011)

**Figura 1.118 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL01**



**Figura 1.119 - Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.120 - Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.121 - Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Chuvoso - 2011)**



**Figura 1.122 - Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01 (Período Seco - 2011)**



**Figura 1.123 - Visão Geral a Montante da Estação RAL01, no Rio Almada (Campanha Complementar - 2012)**

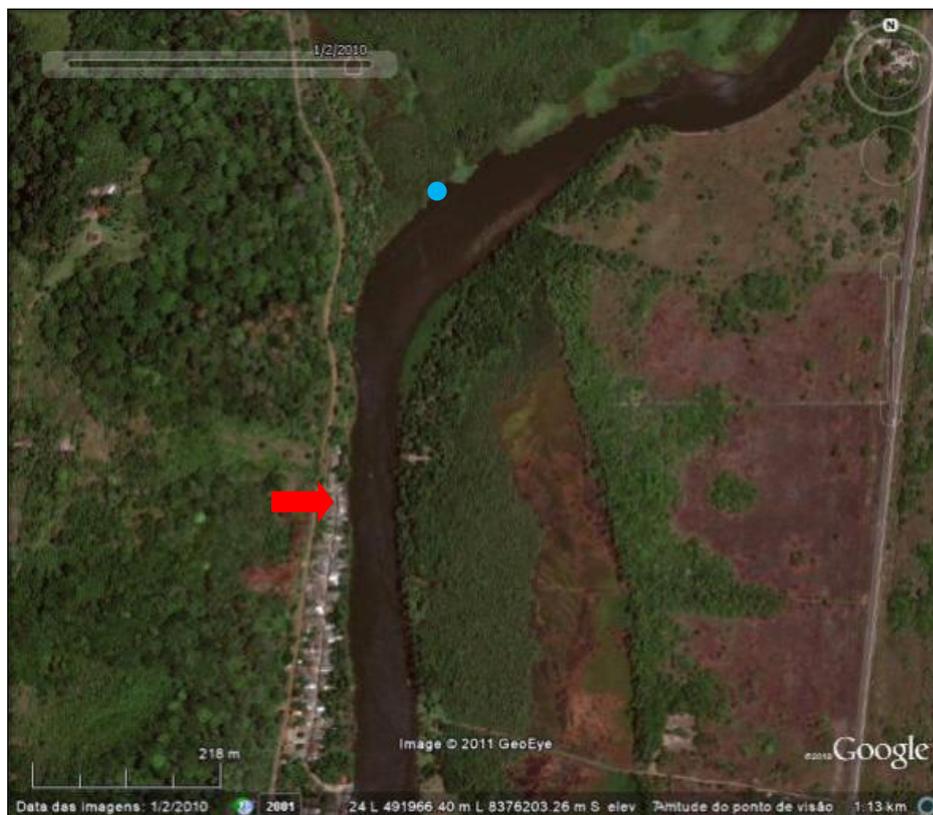


**Figura 1.124 - Visão Geral a Jusante da Estação RAL01, no Rio Almada (Campanha Complementar - 2012)**

#### *Estação RAL02 - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação RAL02 (Coordenadas UTM 24L 491.926 e 8.376.498/SAD69) está à montante da vila de Aritaguá (Coordenadas UTM 491.774 e 8.376.033) (**Figura 1.125**). Deve ser lembrado, aqui, que as Estações RAL02 (ano 2011 e 2012) e AL5 (ano 2011) estão inseridas no mesmo local do rio Almada.

No trecho que foi definida a Estação AL5 há a presença de manguezal composto principalmente por *Avicennia* sp., *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo que as copas apresentaram uma altura inferior a 3 metros (**Figura 1.127 a 1.129**). Na margem esquerda foram observadas plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensis*) (**Figura 1.127**).



Obs. Seta em Vermelho Indica a Vila de Aritaguá; e Círculo Azul Indica a Estação RAL02  
**Figura 1.125 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL02 (Google, 2011)**



Figura 1.126 - Visão Geral a Montante da Estação RAL02, no Rio Almada



Figura 1.127 - Detalhe da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL02



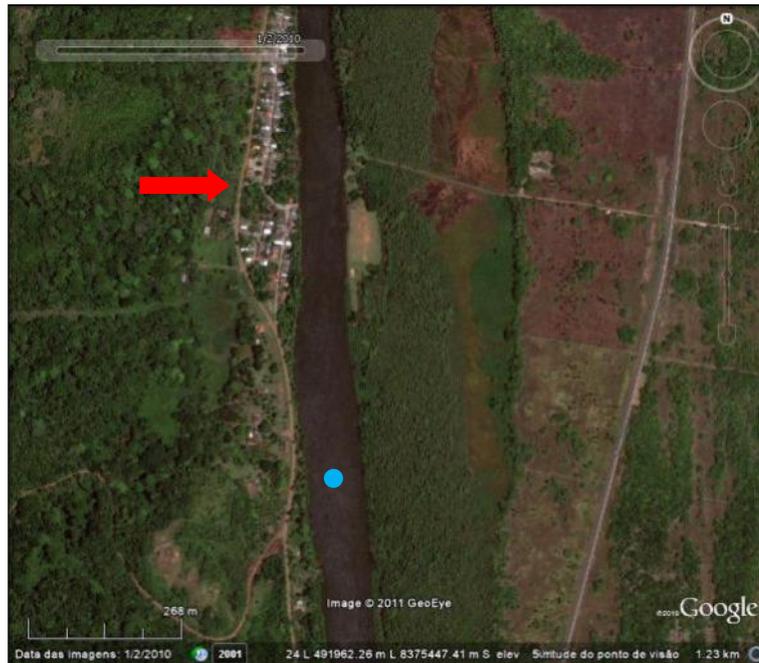
Figura 1.128 - Visão Geral do Ecossistema Aquático a Montante da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012)



Figura 1.129 - Detalhe de *Ucides cordatus* em margem da Estação C07 (Campanha Complementar - 2012)

#### *Estação RAL03 - Rio Almada (AID do Meio Físico)*

A Estação RAL03 (Coordenadas UTM 24L 0491857 e 8375213/SAD69) está situada a jusante da Vila de Aritaguá, no rio Almada, próxima a sede da Fazenda São Tiago (**Figuras 1.130 e 1.131**). Este trecho do rio apresenta aproximadamente 100 metros de largura e possui manguezal (*Rhizophora mangle*) em ambas as margens, além de plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensis*) (**Figuras 1.132 a 1.134**). A Estação RAL03 apenas foi amostrada na Campanha 1 de 2011.



Obs. Seta em Vermelho Indica a Vila de Aritaguá; e Círculo Azul Indica a Estação RAL03  
**Figura 1.130 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL03 (Google, 2011)**



**Figura 1.131 - Visão Geral da Sede de Fazenda São Tiago, na Margem Direita do Rio Almada, Próximo à Estação RAL03**



**Figura 1.132 - Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03**



**Figura 1.133 - Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03**



**Figura 1.134 - Visão Geral da Vegetação de Manguezal e Dendezeiro na Margem do Rio Almada no Trecho da Estação RAL03**

## 1.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Os resultados de qualidade de água obtidos no ano de 2010 (Período Chuvoso e Seco) referentes aos estudos da antiga área pretendida para a implantação do Porto Sul na região da Ponta da Tulha foram agregados junto aos resultados obtidos no ano de 2011 (Período Chuvoso e Seco) e na campanha complementar de 2012. As Estações coletadas estão distribuídas nas seguintes áreas de influência:

Ano de 2010:

-AID: AL2, AL3, AL4, AL5

-AII: LE1, LE2, LE3, P1, P2, AL1, AL6

Ano de 2011:

-ADA: C4, C5, C6, C7 e RAL01

-AID: C1, C2, C3, RAL02 e RAL03 (apenas Campanha 1)

Ano de 2012:

-ADA: C4, C5, C6, C7 e RAL01

-AID: C1, C2, C3 e RAL02

De acordo com o explicitado anteriormente, neste **Item** do relatório estão descritos os métodos aplicados durante a amostragem de campo e também são apresentados os métodos analíticos em relação às variáveis ambientais (ou parâmetro de qualidade) selecionadas para a matriz água no ano de 2010, 2011 e 2012.

Os métodos apresentados a seguir foram executados nas amostragens e analisados tanto para a Área Diretamente Afetada - ADA quanto para as novas AID e AII do empreendimento Porto Sul, transferido para a alternativa locacional na região de Aritaguá.

## 1.3 PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA

### 1.3.1 Justificativa para Critério de Escolha dos Parâmetros de Amostragem

#### 1) Salinidade

A salinidade expressa a concentração de sais minerais dissolvidos na água. Portanto, tem importância como parâmetro de qualidade de água devido às respostas sobre o balanço entre a evaporação e a precipitação (recarga do sistema), bem como, da utilização inadequada da bacia hidrográfica. Além disso, a salinidade é essencial na definição de águas doces, salobras e salina sendo parâmetro **incluído** em todas as Campanhas de Amostragem do presente estudo.

#### 2) Condutividade

As concentrações iônicas nos ecossistemas aquáticos são fundamentais na distribuição dos organismos. Na medida em que varia a concentração de cátions e ânions de ecossistemas de águas continentais, os organismos regulam também sua concentração de cátions e ânions (regulação osmótica) para possibilitar o funcionamento de enzimas. Além disto, a condutividade (bem como salinidade) sofre oscilações no ambiente aquático a depender da influência das marés (caso do rio Almada) e devido à influência antrópica de acordo com a

CETESB (2010), a condutividade pode representar também uma medida indireta da concentração de poluentes.

A condutividade, no caso da intervenção do empreendimento projetado, tem papel importante na interpretação e indicação dos possíveis impactos, pois os processos inerentes da obra como cavar, retirar a cobertura vegetal (quando existente), podem causar remobilização/carreamento de cátions e ânions que podem talvez alterar a condutividade nos corpos d'água da ADA ou até mesmo AID do porto Sul. Outra situação que pode ocorrer em uma obra com trechos de travessia em rio, por exemplo, é a implantação de ensecadeira que pode implicar no aumento dos processos de evaporação e concentração de íons (aumentando a condutividade) no corpo d'água.

### 3) Potencial de Oxidorredução ou Oxidation Reduction Potential (ORP)

Em uma solução aquosa, o potencial de Oxidação e Redução ou oxidorredução é a mensuração da tendência da solução ganhar ou perder elétrons quando está sujeito a mudanças por introdução de novas espécies químicas. Um exemplo da importância do potencial oxidorredução está na influência sobre o ciclo do ferro e fósforo, onde sob condição de circulação e oxigenação da coluna d'água pode ocorrer a precipitação de  $\text{FePO}_4$  (insolúvel) para os sedimentos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Devido a estas características o parâmetro ORP foi incluído nas análises.

### 4) Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais

Substâncias orgânicas (compostos húmicos) sejam elas de origem natural ou industrial (detergentes) e um agente físico (onda, vento) podem gerar espumas. De acordo com da SILVA (2006), a espuma não natural gerada pelos detergentes diferencia-se daquela formada pelos compostos húmicos, pois além de possuírem cor branca, existe quase sempre a presença de odor e perfume associado, diferente da espuma amarelada, que origina-se de substâncias orgânicas naturais (compostos húmicos). Registros sobre a presença ou ausência de materiais flutuantes, bem como espumas não-naturais foram realizados durante todas as campanhas e registradas através das fichas de campo pela percepção da visão e olfato.

### 5) Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2012). Este parâmetro foi observado em campo em todas as campanhas realizadas e identificadas através das fichas de campo pela percepção da visão e olfato.

### 6) Substâncias que comuniquem gosto ou odor

Definição de odor: Sensação que resulta da estimulação dos órgãos olfativos, ou seja é a experiência de perceber um cheiro; a propriedade da substância que afeta ou estimula o sentido do olfato é chamada de “propriedade odorante” ou “propriedade osmogênica” (conforme NBR 9896/1993). Definição de sabor: Propriedade das substâncias que afetam o sentido do paladar. As características do sabor e do odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor decorre da combinação de gosto e sabor (conforme NBR

9896/1993). A presença ou ausência de odor foram registradas ao longo da execução das campanhas em cada estação de amostragem e identificadas através das fichas de campo pela percepção do olfato. Contudo, em relação ao gosto não foi realizada tal avaliação pelo potencial de contaminação desconhecido antes de cada coleta.

#### 7) Corantes provenientes de fontes antrópicas

Este parâmetro foi observado em campo em todas as campanhas realizadas e identificadas através das fichas de campo pela percepção da visão (virtualmente ausentes).

#### 8) Resíduos sólidos objetáveis

Este parâmetro foi observado em forma de relato em todas as campanhas realizadas e identificadas através das fichas de campo pela percepção da visão.

#### 9) Coliformes termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. De acordo com a Resolução Conama 274/00, as bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. A análise de Coliformes termotolerantes ocorreu nas campanhas de 2010 e 2011 em todas as estações de amostragem, pois representam contaminação fecal recente de animais homeotérmicos.

#### 10) Enterococos

A maioria das espécies dos *Enterococcus* é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais. Os Enterococos, que possuem maior tolerância à salinidade, foram **incluídos** apenas nas análises das Campanhas de 2010 nas Estações do rio Almada que sofrem maior influência das marés.

#### 11) DBO 5 dias a 20°

A capacidade da matéria orgânica presente em uma amostra de água natural em consumir oxigênio é chamada de demanda bioquímica de oxigênio, abreviada para DBO. Os maiores aumentos em termos de DBO5, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. Assim, a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

A DBO torna-se extremamente necessária neste estudo devido ao potencial de contaminação orgânica (principalmente por fezes humanas descartadas em locais inapropriados, por exemplo) nos corpos d'água devido à execução das obras e operação do Porto Sul, bem como o possível incremento populacional local devido à migração. Deste modo, a DBO foi **incluída** no presente estudo nas Campanhas de 2010 e 2011.

## 12) Temperatura

A temperatura das águas permite a compreensão das diferenças térmicas no gradiente vertical - estratificação térmica - e da caracterização das massas d'água (densidade), por exemplo. Além disto, a temperatura é um importante fator singular em processos que governam a vida (atividades sazonais e diárias) e a distribuição dos organismos (zonação). A temperatura também atua diretamente sobre a solubilidade dos gases na água como na saturação de oxigênio dissolvido (ODUM, 1988; APHA, 1995). Assim, avaliar a temperatura de um corpo d'água é fundamental para a caracterização de suas águas. Este parâmetro é auxiliar e suplementar no que diz respeito à interpretação dos demais resultados sendo **incluído** em todas as Campanhas de amostragem.

## 13) Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) e Saturação OD

A variação do oxigênio na água influencia a biota aquática e a disponibilidade de vários nutrientes. O balanço de oxigênio em uma dada massa de água se dá em função da temperatura, pressão atmosférica, solubilidade do oxigênio, além da produtividade primária (taxa de produção). Como exemplo, pode-se citar que o aumento da temperatura leva a redução da solubilidade do oxigênio na água, e por outro lado tende a elevar a intensidade dos processos biológicos. Em relação à Resolução Conama 357/05 a concentração de OD (expressa em mg/L) torna-se um fator importante para comparação de limites estabelecidos. Contudo, o conhecimento da saturação do oxigênio da água conduz a interpretações sobre a disponibilidade do oxigênio no meio aquático.

O aporte de esgotos e efluentes não-tratados pode levar a eutrofização artificial dos ambientes aquáticos aumentando as taxas de produtividade primária no meio, e influenciando nas concentrações de oxigênio na água.

O oxigênio dissolvido é um parâmetro de qualidade muito sensível à dinâmica produtiva dos ecossistemas aquáticos e deste modo, tem relevante importância na inclusão em todas as campanhas de amostragem de água tendo um cunho suplementar e auxiliar para as interpretações dos resultados.

## 14) Turbidez

A turbidez da água é a expressão de propriedade óptica, no qual é causada por diversos materiais em suspensão, além da cor da água. A turbidez da água é um dos fatores que influenciam na absorção da radiação não apenas na interface ar/água, mas também nas camadas de água. Este parâmetro é um dos indicadores que determina a profundidade de penetração da luz solar na massa de água e indiretamente, regula a espessura da camada de água onde pode ocorrer o processo da fotossíntese. O uso inadequado e/ou mesmo adequado do solo das bacias hidrográficas pode resultar em carreamento de material particulado e dissolvido aos mananciais, resultando, por sua vez no aumento de turbidez no corpo d'água adjacente, podendo provocar entre outros: alterações térmicas em rios e lagos; redução da produção primária fitoplanctônica e danos à pesca (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Considerada como um possível indicador de interferências associadas com a implantação e operação do empreendimento, a turbidez foi avaliada nas Campanhas de 2010 e 2011 de qualidade de água continental.

### 15) Cor Verdadeira

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. O problema maior de cor na água é, em geral, o estético, já que causa um efeito repulsivo na população (CETESB, 2011). Contudo, **cor verdadeira não foi analisada** nas campanhas de amostragem de qualidade de água porque turbidez, clorofila-*a*, transparência da água (Disco de Secchi) e Sólidos Totais foram considerados parâmetros que refletem a origem, o processo ou o resultado referente à cor verdadeira.

### 16) pH

A alcalinidade ou a acidez de uma solução é frequentemente expressa em termos e concentrações de íons  $H^+$  que é denominada potencial Hidrogeniônico ou pH. Segundo ESTEVES (1988), o pH pode ser considerado uma das variáveis mais importantes em ambientes aquáticos, pois é um fator limitante às tolerâncias de habitat de diferentes organismos nos ambientes aquáticos.

O pH também interfere de diferentes maneiras no metabolismo das comunidades, tais como em propriedades químicas das proteínas, pressão osmótica de colóides, acidez ou basicidade de fluidos extracelulares (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Além disso, determinadas condições de pH contribuem para a precipitação ou remobilização de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

Devido ao exposto acima, a **inclusão** da análise do pH foi realizada em todas as campanhas.

### 17) Clorofila *a* e Feofitina *a*

A clorofila é um pigmento que absorve luz dos comprimentos de onda azul, violeta e também vermelho. Por refletir a luz verde apresenta coloração verde, sendo juntamente com os carotenóides e ficobilinas, os principais pigmentos fotossintetizantes (Raven, 2001). Já a Feofitina *a*, representa o produto de degradação da clorofila *a* podendo representar o estado fisiológico algal. Deste modo, a avaliação da clorofila *a* junto à feofitina *a* permite indicações sobre o estado fisiológico da comunidade planctônica.

A clorofila *a*, presente em todos os eucariontes fotossintetizantes e nas cianobactérias, pode ser considerada, então, a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2005). A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas e corresponde, a cerca de 1 ou 2% do peso seco do material orgânico, em todas as algas planctônicas, sendo por este motivo um indicador da biomassa algal e do potencial da capacidade fotossintética (Nush, 1980). Devido às características apresentadas, Clorofila *a* e Feofitina *a* foram **incluídos** nos estudos de qualidade de água continental.

### 18) Carbono Orgânico (Dissolvido, Particulado e Total)

Os valores de carbono orgânico total foram **incluídos** para análise no presente estudo nas Campanhas 2010 e 2011 por ser um parâmetro indicador da concentração de matéria orgânica na água material, tanto de origem alóctone quanto autóctone. Com a execução das obras do empreendimento poderão ocorrer interferências nas concentrações de matéria orgânica, em virtude de aspectos como a supressão vegetal e terraplenagem na fase inicial das obras, e do

despejo de esgotos tratados nas fases subsequentes das obras e na operação. Carbono Orgânico Dissolvido e Particulado apenas foram avaliados nas Campanhas de período Seco e Chuvoso de 2010.. Assim, para todas as campanhas foi analisado o Carbono Orgânico Total (COT).

#### 19) Densidade de cianobactérias

O estudo de plâncton/microalgas foi realizado, porém, encontra-se no EIA/RIMA Volume 3 - Meio Biótico, Subitem 8.2.4 Biota Aquática.

#### 20) Sólidos dissolvidos e Sólidos totais

Os sólidos dissolvidos correspondem a sais presentes nas águas (porção do resíduo total que não é retido por filtro de porosidade de 1,2  $\mu\text{m}$ ) ao passo que os sólidos totais englobam tanto a concentração de sais como o material particulado presente na amostra de água. A medição dos sólidos totais e dissolvidos serve para indicar o tipo de ambiente existente em relação ao suporte da biota aquática, uma vez que a concentração de sais na água pode funcionar como fator limitante em relação à presença de espécies aquáticas com baixo poder de osmoregulação (espécies típicas de águas doces, por exemplo). Por outro lado, o material suspenso que compõe os sólidos totais (sólidos particulados) indica tanto a presença de material inerte carregado na coluna de água, como também as próprias células do fitoplâncton. Os sólidos suspensos, que compõem os sólidos totais podem ser fortemente alterados em casos de inputs associados à atividades humanas (carreamento de sólidos, assoreamento, enriquecimento com nutrientes, etc.) Devido ao potencial de alterações associadas com a implantação e operação do empreendimento no rio Almada este parâmetro de qualidade de água foi **incluído** nas Campanhas de 2010 e 2011.

### 1.3.2 Parâmetros Inorgânicos

#### 21) Alumínio dissolvido

As fontes de alumínio para as águas superficiais podem ser oriundas da implantação e operação do empreendimento Porto Sul, através de consumo e/ou disposição de produtos que contenham alumínio. O alumínio dissolvido foi incluído em todas as campanhas de amostragem de qualidade de água.

#### 22) Antimônio

O antimônio (Sb) é um elemento metálico encontrado em seu estado nativo em pequenas quantidades, é mais abundante como sulfeto, no minério estibinita ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), que tem 72% de antimônio, e em sulfetos metálicos complexos, em maiores teores. O antimônio é usado em ligas, com o chumbo e o estanho na fabricação de metal antifricção, sendo amplamente empregado na preparação de placas para baterias, revestimento de cabos e tipos de impressão. Compostos de antimônio são também empregados na indústria da borracha e, em pigmentos, na fabricação de vidros (INFOAGUA, 2012). Foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise foi **descartada** para as campanhas de amostragem de qualidade de água.

### 23) Arsênio total

Esse metal é utilizado como agente de fusão para metais pesados, em processos de soldagens e na produção de cristais de silício e germânio. O arsênio é usado na fabricação de munição, ligas e placas de chumbo de baterias elétricas. Devido à ausência de processos industriais que manipulam esse metal como siderurgia, fabricação de baterias, munições e outras na área de influência do empreendimento, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo. Outra possível fonte de arsênio no meio hídrico decorre da dissolução de solos e rochas enriquecidos com este metal (background geoquímico). De fato, na região do estudo há algumas indicações de possíveis formações geológicas que possam apresentar este metal, tais como sedimentos da formação Barreiras. Contudo, em ambientes aquático continentais, o arsênio tende a sofrer o processo de adsorção sobre material particulado e subsequente deposição em sedimentos superficiais. Dado este fenômeno natural, é muito pouco provável a detecção do arsênio em ambientes aquáticos continentais que não recebam efluentes industriais ricos neste metal, sendo mais indicado o monitoramento deste elemento em amostras de sedimentos. Neste contexto, dada a ausência de fontes industriais que possam contribuir com arsênio para as águas na região em estudo a sua análise foi **descartada** para as campanhas de amostragem de qualidade de água. Ressalta-se que o arsênio foi avaliado nos sedimentos, tendo apresentado resultados negativos., com exceção da Estação AL3 e AL5.

### 24) Bário total

Os compostos de bário são usados na indústria da borracha, têxtil, cerâmica, farmacêutica, entre outras (CETESB, 2010). Ocorre naturalmente na água, na forma de carbonatos em algumas fontes minerais. Devido à ausência de fontes antrópicas originárias de contaminação por bário nos processos do empreendimento e nas formações geoquímicas locais, não este parâmetro **não foi incluído** neste estudo.

### 25) Berílio total

As informações a seguir estão de acordo com PEIXOTO, (1996). O elemento berílio (Be) está presente em diversos minerais, porém, o mineral berilo,  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ , é comercialmente, o mais importante. O principal uso do Be é na fabricação de ligas de cobre-berílio (bronzes com berílio etc.). Essas ligas de cobre-berílio são empregadas em reatores nucleares, como moderadores e refletores de nêutrons, e no fabrico de ferramentas que não produzem faíscas. Tendo pesquisado sobre as requisições de direitos minerários no site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM - Sigmime) constatou-se a ausência de requisições para pesquisa e lavra mineral deste metal, o que fornece uma indicação do baixo potencial de ocorrência deste metal na região. De acordo com o DNPM a ocorrência mais próxima de jazida de Berilo está em Anagé (BA), distando mais de 350 km do sitio do empreendimento. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise foi **descartada** para as campanhas de amostragem de qualidade de água.

### 26) Boro total

A seguir as informações estão descritas de acordo com Peixoto (1996). O boro é um semicondutor, isto é, a alta temperatura ele conduz eletricidade como um metal, mas é quase isolante a baixa temperatura. Usa-se na indústria eletrônica para dopar (isto é, misturar

pequenas quantidades de um material dentro de outro) silício e germânio, controlando assim a condutividade desses materiais. Derivados de boro têm uma enorme variedade de aplicações na indústria: fabrico de tecidos e madeiras a prova de fogo, vidros especiais como o pyrex®, cerâmicas, anti-séptico e germicida suave. Seus derivados mais conhecidos são o bórax e o ácido bórico podem ser utilizados como baraticida, apesar de sua ação ser considerada lenta devido a baixa toxicidade, é uma ação eficiente. Na área em estudo inexistem indústrias do grupo metal mecânico ou químico que processem este metal, embora o boro possa estar em componentes de peças eletrônicas já prontas processadas no Distrito Industrial de Ilhéus. Não foram encontrados registros de jazidas de boro na Bahia. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise foi **descartada** para as campanhas de amostragem de qualidade de água.

#### 27) Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Cloreto

De acordo com Esteves (1988), os principais cátions presentes nas águas doces são: cálcio ( $\text{Ca}_2^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}_2^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), Ferro ( $\text{Fe}_3^+$ ) e Manganês (Mn), enquanto os principais ânions são: cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). As concentrações desses íons no corpo d'água dependem das características da bacia de drenagem. Como estes são elementos importantes que interferem na condutividade da água e podem indicar alguma alteração através de intervenções na bacia hidrográfica os parâmetros Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio e Cloreto **foram incluídos** na presente estudo.

#### 28) Cádmio total

A origem antrópica do cádmio pode ser relativa às atividades envolvendo: mineração, produção e disposição de produtos que utilizam cádmio (baterias de níquel-cádmio, pigmentos para plástico e vidro, PVC, recobrimento de produtos ferrosos e não ferrosos, ligas fundíveis metálicas, componentes eletrônicos, solda para alumínio); emissões de indústrias de ferro e aço, combustíveis fósseis (carvão, óleo, gás, turfa e madeira), cimento e fertilizantes fosfatados. O cádmio faz parte do chorume, líquido gerado no lixo (CARDOZO, 2001).

Este parâmetro de qualidade de água torna-se importante no presente estudo. Sendo assim, o mesmo foi **incluído** em todas as campanhas (2010 a 2012), pois as maiores fontes antropogênicas são relativas ao consumo e disposição de produtos que utilizam cádmio (ex. recobrimento de produtos ferrosos e não ferrosos) e às fontes nas quais o cádmio é constituinte do material processado ou consumido (ex. combustíveis fósseis e cimento). Outro fator a ser considerado é a combustão de carvão que também introduz cádmio no ambiente, além da incineração de materiais residuais que contém o elemento (plásticos que contêm pigmento - tons amarelos de cádmio - ou estabilizantes).

#### 29) Chumbo total

O chumbo é depositado em lagos, rios e oceanos, proveniente da atmosfera e escoamento superficial do solo através de fontes antropogênicas ou naturais. As diversas fontes antropogênicas para o ambiente aquático são: resíduos domésticos; energia elétrica; mineração; refinamento de ferro e aço ou metais não-ferrosos; processos de manufatura de metais; depósito de resíduo de esgoto e sedimentação da atmosfera (PAOLIELLO & CHASIN, 2001).

Dentre as fontes de chumbo citadas, as combustões do carvão e de gasolina (além do derrame acidental em solos ou corpos hídricos) são impactos potenciais para as águas superficiais. Assim, devido a potencial deposição do chumbo proveniente do ar ou da lixiviação do solo tornou-se necessária a **inclusão** e avaliação deste parâmetro de qualidade de água no presente estudo em todas as campanhas de amostragem.

### 30) Cianeto livre

O íon cianeto,  $CN^-$ , liga-se fortemente com muitos metais, sendo freqüentemente usado para extração de metais em misturas. Conseqüentemente, o cianeto é amplamente usado na mineração, no refino e na eletrodeposição (galvanoplastia) de metais, como ouro, cádmio e níquel (BAIRD, 2002). Efluentes oriundos de locais que elaboram manufaturados a base de mandioca (casas de farinha) também são responsáveis por poluição por cianeto (MARIN *et.al.*, 2000;). Devido às suas características de uso, o parâmetro cianeto livre foi **incluído** para as campanhas de 2010 e 2011.

### 31) Cloreto total

O cloreto ( $Cl^-$ ) é um dos principais ânions presentes nos ecossistemas aquáticos. O cloreto é responsável pela formação de sais e um dos principais para o aumento de condutividade elétrica nos ecossistemas aquáticos. É também um dos principais sais presentes nas águas marinhas. Como a área onde está prevista a implantação do empreendimento está sujeita a penetração regular de águas marinhas provenientes do estuário do Rio Almada, torna-se importante entender quais são os períodos de penetração salina, inclusive para o gerenciamento da captação da água do próprio empreendimento. Devido a isto, o cloreto foi **incluído** nas Campanhas de Amostragem de 2011 e 2012.

### 32) Cloro residual total (combinado + livre)

O cloro existente na água sob as formas de ácido hipocloroso e de íon hipoclorito é definido como cloro residual livre e cloro residual combinado é definido como sendo o cloro contido em água nas formas de monocloramina, dicloramina e tricloramina (EBAH, 2012). O cloro é um agente desinfetante largamente utilizado no Brasil em sistemas de tratamento de água, tem-se, em ordem decrescente de desinfecção: dióxido de cloro ( $ClO_2$ ), ácido hipocloroso, íon hipoclorito, dicloramina, monocloramina e tricloreto de nitrogênio (este cujo poder desinfetante é praticamente nulo) (EBAH, 2012; CETESB, 2012). Apesar de também ser composto em plásticos, propelentes, solventes e processo de branqueamento de papel e devido às características anteriormente apresentadas foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo e, portanto, **não foi incluído** na análise.

### 33) Cobalto total

Ocorre em minerais como a cobaltita (sulfoarsenieto de cobalto,  $CoAsS$ ) (UNESP, 2012). Os derivados do cobalto têm emprego em cerâmica, vidraria, fabrico de esmaltes (sua mais antiga aplicação), no fabrico de numerosas ligas, de aços especiais. Em cerâmica e pintura, os derivados do cobalto têm muitas aplicações para preparação de pigmentos corados. No Brasil, as principais jazidas de Cobalto estão localizadas em Minas Gerais e em Goiás. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise foi **descartada** para as campanhas de amostragem de qualidade de água.

### 34) Cobre dissolvido

O cobre tem vários usos, como na fabricação de tubos, válvulas, acessórios para banheiro e está presente em ligas e revestimentos (CETESB, 2010). Além disto, as fontes antropogênicas de cobre incluem a utilização em ligas, manufatura de fios e condutores, galvanoplastia, utensílios de cozinha, tubulações residenciais e para linhas de serviço, manufatura e moedas, inseticidas, fungicidas, algicidas, desinfetantes, tintas anti-incrustantes, baterias, eletrodos e pigmentos. Todos os usos citados são fontes em potencial de contaminação na área em estudo, deste modo, os parâmetros cobre dissolvido foi **incluído** em todas as campanhas de amostragem de qualidade de água.

### 35) Cromo total

Os resíduos e cromo possuem alto poder de contaminação, quando não são convenientemente tratados e simplesmente abandonados em corpos d'água, aterros industriais ou mesmo lixeiras clandestinas. Com facilidade, o cromo atinge o lençol freático ou mesmo reservatórios ou rios que são as fontes de abastecimento de água das cidades (CETESB, 2010). Entre as inúmeras atividades industriais, destacam-se: galvanoplastia, soldagens, produção de ligas ferro-cromo, curtume, produção de cromatos, dicromatos, pigmentos e vernizes (AVILA-CAMPOS, 2010). Devido aos materiais que são constituídos de cromo a serem potencialmente utilizados na implantação e operação do empreendimento e ao seu alto poder de contaminação, este parâmetro de qualidade da água **foi incluído** no presente estudo em todas as campanhas de amostragem.

### 36) Ferro dissolvido

O ferro é o quarto elemento químico em abundância na crosta terrestre, compondo 30% da massa total do planeta. As fontes naturais de ferro são através do desgaste natural das rochas contendo minérios de ferro e os meteoritos. Encontra-se nos silicatos ferromagnesianos (piroxênios, anfibólios e biotita), nos óxidos hidratados (hematita, magnetita e goetita) e nos carbonatos. Está quase sempre associado ao manganês e torna-se solúvel em condições redutoras na presença de bactérias. As fontes antropogênicas podem ser de origem industrial, de origem urbana e agrícola uso de fertilizantes (Consórcio Hydros CH2M Hill, 2005). Também têm origem nas emissões pelas atividades de mineração, fundição, soldagem, polimento de metais e o uso de compostos de ferro na gasolina. Efluentes de esgotos urbanos e escoamento superficial urbano além de uso em fertilizantes agrícolas.

De acordo com a Agência Ambiental do Reino Unido (Environment Agency U.K., 2004), em geral as atividades que podem acarretar poluição por ferro incluem a lixiviação a partir de matérias primas e áreas de armazenamento de produtos e spray secundário através de vazamento durante o transporte ou armazenamento de ferro.

A avaliação do ferro dissolvido neste estudo é imprescindível devido a extração, transporte e armazenamento de pó de minério de ferro durante a operação do empreendimento, além da utilização e consumo de equipamentos compostos por este elemento durante as intervenções e implantação das estruturas na área em estudo. Abaixo estão listados alguns fatores preponderantes que fazem com que o ferro dissolvido seja **incluído** e avaliado nas águas superficiais em todas as campanhas de amostragem do presente estudo.

<b>EFEITOS DO FERRO E OUTROS ELEMENTOS ASSOCIADOS EM AMBIENTE, FAUNA E FLORA TERRESTRE</b>
- Contaminação por minério de ferro pode ocorrer no solo e em plantas terrestres ( <b>WONG &amp; TAM, 1977; GRITSAN, BABIY, 2000</b> );
- O processo de favorecimento da solubilização do Ferro insolúvel presente no solo [Fe (OH) <sub>3</sub> ] pode ocorrer através de mecanismos envolvendo a liberação de íons hidrogênio pela raiz de plantas terrestres, diminuindo o pH em seu entorno ou captação pela raiz através de receptor que podem seqüestrar o Ferro do solo sem a necessidade de redução (HUEBERS, 1991). O ferro absorvido é oxidado no metaxilema e transportado para até as extremidades elevadas do vegetal;
- A liberação de Ferro para atmosfera principalmente na forma de material particulado pode aumentar a concentração de ferro nos aerossóis e nas águas das chuvas; ( <b>BERTOLACCINI &amp; GUCCI, 1986; KOPCEWICZ &amp; KOPCEWICZ, 2001</b> );
- Efeitos da deposição de pó de minério de ferro e conseqüente chuva ácida podem ocasionar manchas marrons e necrose em plantas (ex. <i>Eugenia uniflora</i> ), sintomas típicos de toxicidade de ferro e lesões causadas por chuva ácida (NEVES <i>et al.</i> , 2009). Os referidos autores testaram que a acidez da chuva intensificou o acúmulo de ferro na folha, atingindo níveis fitotóxicos, principalmente em plantas expostas ao pó de minério de ferro. Essas plantas apresentaram os menores valores de fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e teor de clorofila. A <i>E uniflora</i> , planta de restinga brasileira, pode gerar respostas para avaliação do risco ambiental em áreas de restinga perto de fábricas de pelotização de minério de ferro;
- Estresse oxidativo pode ocorrer em plantas da restinga brasileira ( <i>Schinus terebinthifolius</i> and <i>Sophora tomentosa</i> ) a partir de deposição de névoa ácida e de partículas de minério de ferro (KUKI <i>et al.</i> , 2008);
- A poluição por poeira de minério de ferro seca diminuiu o sucesso de eclosão de ovos de galinhas, pois os ovos onde há deposição do pó do minério têm as propriedades de troca de calor dos ovos expostos à luz solar direta significativamente alterada. A poluição através da poeira representa uma ameaça para o sucesso de eclosão de ovos de aves (ERASMUS <i>et al.</i> , 1978);
<b>EFEITOS DO FERRO E OUTROS ELEMENTOS ASSOCIADOS EM AMBIENTE, FAUNA E FLORA AQUÁTICA</b>
- Plantas aquáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> bioacumulam principalmente nas extremidades e raízes (ZARANYKA & Ndapwadza, 1995);
- O incremento de ferro em regiões de águas do oceano pobre deste elemento pode resultar no aumento das concentrações de biomassa e clorofila de fitoplâncton e elevando a produtividade primária (MARTIN & GORDON, 1988; MARTIN <i>et al.</i> , 2002; ). Este experimento comprovou a Hipótese do Ferro ( <i>Iron Hypothesis</i> ) postulada por Martin, no qual indicava que a baixa produtividade primária em zonas dos oceanos desprovidos de nutrientes era limitada pela quantidade de ferro disponível na água. Cabe ressaltar que o enriquecimento de ferro na água pode favorecer a ocorrência de proliferação de cianobactéria, podendo causar as chamadas marés vermelhas.
- Metais pesados, incluindo Ferro, podem aumentar suas concentrações em algas marinhas, ex., <i>Cladofora laetevirens</i> - alga verde e <i>Ceramium rubrum</i> - alga vermelha (JORDANOVA, <i>et al.</i> 1999);
- Pode ocorrer bioacumulação em ovários, fígado e músculo de bacalhau ( <i>Gadus morhua</i> ) (HELLOU <i>et al.</i> , 1992);
- Metais como Fe, Zn e Mn bioacumulam-se em nematóides ( <i>Pseudalius inflexus</i> ) e em órgãos de seu hospedeiro toninha ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (SZEFER <i>et al.</i> 1998);
- Pode ocorrer bioacumulação em músculo, rins, fígado e ovos de tartaruga como em <i>Caretta caretta</i> , <i>Chelonia mydas</i> e <i>Eretmochelys imbricata</i> (SAKAI, 1995);
- Níveis elevados de ferro pode ser encontrados em ostras <i>Crassostrea virginica</i> (VÁZQUEZ <i>et al.</i> 1993), <i>Crassostrea cucullata</i> (MITRA, CHOUDHURY, 1993);
- Acumulação de ferro em bivalve <i>Mactra lilacea</i> a partir de experimentos com poeira de minério de ferro (BECKLEY, 1981);
-As partículas de ferro podem cobrir a o leito de praias afetando a comunidade epibentônica (NASSAR <i>et al.</i> , 2003) e níveis elevados de ferro podem acumular no sedimento do estuário.
<b>EFEITOS DO FERRO E OUTROS ELEMENTOS ASSOCIADOS NO SER HUMANO</b>
- A inalação de poeiras de óxido de ferro por parte dos trabalhadores nas indústrias e mineradoras pode resultar em deposição de partículas de ferro nos pulmões, produzindo uma aparência de raio-X semelhante à silicose. <b>O Ferro contribui para a toxicidade de um complexo de substâncias provocando aterosclerose, lesão cerebral e doenças ocupacionais devido à exposição (GURZAU <i>et al.</i>, 2003).</b>

### 37) Fluoreto total

O flúor é o elemento químico mais eletronegativo, não sendo encontrado em sua forma elementar na natureza. Geralmente ocorre de forma combinada como fluoreto. Trata-se do 17º elemento em abundância na crosta terrestre, representando de 0,06 a 0,9%, ocorrendo principalmente na forma de fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), fluoroapatita ( $\text{F}_{10}(\text{PO}_4)_6$ ) e criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Porém, para que haja disponibilidade de fluoreto livre, são necessárias condições ideais de solo, presença de outros minerais ou componentes químicos e água. (CETESB, 2009). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise nas campanhas de qualidade de água continental foi **descartada**.

### 38) Ortofosfato e Fósforo total

A avaliação de ortofosfatos e fósforo total **foi incluída** nas Campanhas 2010 e 2011, pois estes são importantes parâmetros para verificar processos eutrofização. Por exemplo, quando há um enriquecimento da concentração destes nutrientes na água, pode ser elevada a produtividade primária, em consequência, sendo o ortofosfato assimilável mais rapidamente pelos produtores primários (ESTEVES, 1988). A eutrofização artificial é um processo dinâmico, no qual podem ocorrer profundas mudanças na comunidade biótica e nas condições físicas e químicas da água ocasionadas por aportes de nutrientes de origem antrópica.

Como o reservatório de fósforo está principalmente nas rochas e solos, a execução das obras de implantação do empreendimento pode elevar gradualmente a erosão e liberar fosfatos (teoricamente) para os ecossistemas aquáticos através de carreamento ou lixiviação.

### 39) Lítio total

As baterias de íon-lítio são umas das principais fontes de poluição atualmente devido à disposição final inadequada de equipamentos como telefones celulares de laptops. Foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise nas campanhas de qualidade de água continental foi **descartada**.

### 40) Manganês total

O manganês e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outros usos. Ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea, no entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água. Devido a potencial utilização de ferramentas ou materiais compostos por manganês ao longo da implantação e operação do empreendimento Porto Sul, se faz pertinente **a inclusão** deste parâmetro de qualidade de água no estudo.

### 41) Mercúrio total

Pouco abundante nas rochas, onde aparece como sulfeto (cinábrio), podendo ser resultado de atividades termais em áreas mineralizadas, estando também associado à presença de sulfetos e solos orgânicos, formando complexos orgânicos e inorgânicos estáveis. A desorção do sedimento/solos é facilitada em menor pH, e maior teor de cloretos e bicarbonato (Hydros,

2008). De acordo com a CETESB (2010), entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se, por exemplo, as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos e indústrias de tintas.

Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo. Contudo, sua análise foi incluída em todas as campanhas de qualidade de água em virtude do alto risco representado por este elemento para a biota aquática.

#### 42) Níquel total

A maior contribuição antropogênica para o meio ambiente é a queima de combustíveis, além da mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição, fabricação de alimentos (artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. (CETESB, 2012). Devido às características anteriormente apresentadas, análise de níquel total foi realizada em todas as campanhas de qualidade de água.

#### 43) Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total

O nitrogênio é muito importante devido sua participação na formação de proteínas. Assim como o fósforo, é um elemento fundamental para a produtividade primária e caracterização do processo de eutrofização natural ou artificial. Nos processos de nitrificação catalisados por microorganismos, a amônia é oxidada para nitrato, enquanto nos processos de desnitrificação correspondentes, nitrito e nitrato são reduzidos para nitrogênio molecular.

A inclusão de análise do N-nitrito, N-nitrato e N-amoniacal foi realizada nas Campanhas de 2010 e 2011, pois as diferentes especiações químicas do nitrogênio podem indicar algum impacto no processo biogeoquímico existente no ecossistema aquático.

#### 44) Prata total

As principais aplicações de prata e seus compostos estão em materiais fotográficos, galvanoplastia, condutores elétricos, ligas odontológicas, ligas de solda e brasagem, tintas, jóias, moedas e produção do espelho. A prata também tem sido utilizado para a purificação de água. O despejo de efluentes contendo prata nas águas superficiais pode ter origem por meio da ação de indústrias com diversas atividades e também pode acumular nos solos devido ao precipitado provenientes das emissões de usinas de carvão (Faust, 1992). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise nas campanhas de qualidade de água continental foi **descartada**.

#### 45) Selênio total

É um elemento químico com muitas aplicações industriais também, incluindo-se a fabricação de semi-condutores, fotocopiadoras, aço e xampus (MASSABNI, 2002). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Na consulta ao site do DNPM também não se verificou o registro de jazidas de

selênio. Deste modo, sua análise nas campanhas de qualidade de água continental foi **descartada**.

#### 46) Sulfato total e Sulfeto (H<sub>2</sub>S não dissociado)

O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antrópicas de sulfatos e sulfetos inorgânicos e enxofre orgânico nas águas superficiais, de acordo com CETESB (2010), são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Estes parâmetros, sulfato total e sulfeto **não foram incluídos** no presente estudo.

#### 47) Urânio total

O átomo de urânio (U) foi primeiro elemento químico da natureza em que se descobriu a capacidade de radiação (ou emissão e propagação da energia de um ponto a outro). A maior aplicação do átomo de urânio é em usinas térmicas para a geração de energia elétrica, através da fissão do núcleo do átomo nas chamadas usinas termonucleares (ANEEL, 2012). A jazida mais próxima de urânio em relação ao local do empreendimento encontra-se no município de Lagoa Real (BA), distando mais de 330 km. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Deste modo, sua análise nas campanhas de qualidade de água continental foi **descartada**.

#### 48) Vanádio total

De acordo com Peixoto (2006), a maior parte do vanádio é empregada no preparo da liga ferrovanádio (com até 80% de vanádio) usada na produção de aço e outras ligas. Desta forma o aço contendo vanádio é especialmente forte e duro e possui uma melhor resistência ao choque e alta resistência à corrosão, o que confere uma melhor qualidade às ferramentas. Ainda segundo o referido autor, alguns compostos de vanádio são usados em baterias redox de vanádio (VRB) e também como importantes catalisadores, como por exemplo, em processos de contato para fabricação de ácido sulfúrico.

O vanádio é considerado um dos principais elementos indicadores de poluição do ar proveniente da queima de combustíveis fósseis, devido sua associação como petróleo e o carvão (NEVES, 2005). A principal entrada de vanádio nos ambientes aquáticos é através de deposição atmosférica e/ou da liberação natural através de erosão dos solos e/ou intemperismo das rochas apesar de esgotos não tratados e alguns fertilizantes contribuírem para tal contaminação (da SILVA, 2008). Em termos do potencial geoquímico, a jazida mais próxima de vanádio em relação ao empreendimento está em Maracás (BA) a cerca de 200 km do empreendimento. A análise do vanádio **não foi incluída** no presente estudo, contudo, recomenda-se a sua avaliação nos programas básicos.

#### 49) Zinco total

O zinco e seus compostos são muito usados na fabricação de ligas e latão, galvanização do aço, na borracha como pigmento branco, suplementos vitamínicos, protetores solares, desodorantes, xampus, etc. (CETESB, 2010). Em função da alta gama de usos torna-se evidente que este parâmetro de qualidade de água tem importância na sua **inclusão** para análise no presente estudo, pois as fontes antropogênicas podem ser provenientes do consumo

e disposição de produtos que utilizam zinco e às fontes nas quais o zinco é constituinte do material processado ou consumido.

### 1.3.3 Parâmetros Orgânicos

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental Rima para Implantação do Porto Sul em Ilhéus - TOMO II - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL VOLUME 4 - DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO (2011) parte das comunidades residentes na área diretamente afetada pelo empreendimento desenvolve uma agricultura de subsistência, assentada no sistema agroflorestal da cabruca. Este maneja culturas abaixo das árvores de grande porte, nativas ou exóticas, onde é propiciada sombra. Este Sistema é relacionado principalmente ao cultivo de cacau, mas utilizado também para outras culturas, como banana, cupuaçu, acerola, dentre outras. As atividades da agricultura local também estão associadas ao plantio da mandioca, dendê, côco, piaçava e açai.

Levando em consideração a possibilidade de utilização de agrotóxicos (pesticidas, herbicidas, inseticidas e fungicidas) no manejo das culturas da área diretamente afetada e as atividades potencialmente relacionadas ao Porto Sul na bacia hidrográfica do rio Almada e sub-bacias foi justificada a proposição de nova análise de qualidade de água nas mesmas estações de amostragem coletadas anteriormente para a Campanha Seca e Chuvosa de 2011. Um dos objetivos principais contidos na Campanha 1 de 2012 foi verificar a presença de agrotóxicos nos ecossistemas aquáticos continentais amostrados, além de indicar se as concentrações estão de acordo com a legislação vigente e interpretar os dados obtidos. Assim, de acordo com os grupos químicos, classes e modalidades de emprego dos ingredientes ativos destinados ao uso agrícola, e/ou classificação toxicológica (ANVISA) foram selecionados parâmetros orgânicos da Resolução Conama 357/05 para esta nova campanha de amostragem.

Os Subitens listados a seguir apresentam todos os parâmetros orgânicos presentes na Resolução Conama 357/05 para águas de Classe 1 e 2, e respectivas justificativas para utilização para a Campanha 1 adicional de 2012. Atendendo solicitação do IBAMA, houve a inclusão de parâmetros associados com as atividades potenciais do porto e de futuras atividades a serem desenvolvidas na área.

Os subsídios descritos abaixo são principalmente oriundos de informações disponíveis pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS, Organização Mundial da Saúde - OMS, *United States Environmental Protection Agency* - EPA e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. É deixado claro que os textos abaixo citados são principalmente oriundos destas referências anteriormente descrita:

#### 50) Acrilamida

A acrilamida é uma substância química usada na produção de poliacrilamida, empregada no tratamento de água potável e águas de reuso para remover partículas e outras impurezas (ANVISA, 2012). É também utilizada na produção de colas, papel, cosméticos e ainda em construção, nas fundações de represas e túneis. Além disso, pode ser produzida em alguns alimentos preparados a altas temperaturas (ANVISA, 2012). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região, entretanto, a análise em foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

#### 51) Alacloro

Grupo químico: Cloroacetanilida - Classe Herbicida - aplicação em pré-emergência das plantas infestantes nas culturas de algodão, amendoim, café, cana-de-açúcar, girassol, milho, soja. Classe III - Medianamente Tóxico (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades do emprego de Alacloro na região, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise na Campanha 1 de 2012 proposta.

#### 52) Aldrin + Dieldrin

Grupo químico: Organoclorado. Os organoclorados estão praticamente banidos do uso comercial há algumas décadas. Mesmo devido à baixa possibilidade em potencial do emprego de Aldrin+Eldrin na região, a inserção destes compostos no diagnóstico da qualidade das águas (Campanha 1 de 2012) tornou-se necessária com o objetivo de verificar se há passivo com estes compostos associado ao uso pregresso destes compostos nas culturas/cultivos locais.

#### 53) Atrazina

Grupo químico: Triazina - Classe: Herbicida - aplicação em pré e pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de abacaxi, cana-de-açúcar, milho, pinus, seringueira, sisal e sorgo. Classe III - Medianamente Tóxico - ANVISA. Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Atrazina na região por se tratar de composto obsoleto este parâmetro foi **incluído** na análise durante a Campanha 1 de 2012 para se verificar se há passivo com este composto associado ao uso pregresso destes compostos nas culturas/cultivos locais.

#### 54) Benzeno

O benzeno é um hidrocarboneto cíclico aromático, líquido, incolor, volátil, e altamente inflamável. É produzido, principalmente, pela destilação do petróleo ou na siderurgia (como produto secundário do coque metalúrgico). É utilizado nas indústrias químicas como matéria-prima para fabricação de plástico e outros compostos orgânicos e, nas indústrias da borracha e de tintas e vernizes como solvente (TECNOPRAGA, 2012). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo. Contudo, sua análise na Campanha 1 de 2012 foi **incluída**.

#### 55) Benzidina

A indústria já utilizou grandes quantidades de benzidina para produzir corantes, para papel, pano, e couro. De acordo com AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATLANTA, GEORGIA (2001) corantes podem ser baseadas em benzidina, além de borracha e plásticos de laboratórios médicos, contudo, a benzidina não é comumente mais usada. Mesmo assim, sua análise foi **realizada** na Campanha 1 de 2012.

#### 56) Benzo(a)antraceno

O benzo(a)antraceno é um contaminante derivado da combustão incompleta do material orgânico e é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA) que apresenta quatro anéis aromáticos (SISINNO *et al.*, 2003). Como os HPAs são oriundos de fontes múltiplas, como a queima de madeira e de combustíveis fósseis, este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

## 57) Benzo(a)pireno

Esse composto é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA). É um contaminante derivado da combustão incompleta do material orgânico, oriunda de fontes múltiplas (SISINNO *et al.*, 2003; CARUZO & ALABURDA, 2008). Devido a esta característica este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

## 58) Benzo(b)fluoranteno

Esse composto é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA), É um contaminante derivado da combustão incompleta do material orgânico (SISINNO *et al.*, 2003). Devido a esta característica este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

## 59) Benzo(k)fluoranteno

Esse composto é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA). É um contaminante derivado da combustão incompleta do material orgânico (SISINNO *et al.*, 2003). Devido a esta característica este parâmetro foi **incluído** na análise de água na Campanha 1 de 2012.

## 60) Carbaril

Grupo químico: Ácido ariloxialcanóico - Classe: Inseticida - aplicação foliar nas culturas de abacaxi, abóbora, algodão, alho, banana, batata, cebola, couve-flor, feijão, maçã, pastagem, pepino, repolho e tomate. Classe II - Altamente tóxico (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades em potencial do emprego de Carbaril na região este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

## 61) Clordano (cis + trans)

Composto em inseticida usado no controle de formigas em várias culturas, contudo, a Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes está Clordano (MMA, 2012). Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Clordano (composto obsoleto) na região, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

## 62) 2-Clorofenol

O Clorofenol é comumente usado com agente desinfetante. Devido à característica anteriormente apresentada, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise de Clorofenol na Campanha 1 de 2012 proposta foi **incluída**.

## 63) Criseno

Esse composto é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA). De acordo com SISINNO *et al.*, (2003) os HPAs são compostos oriundos de fontes múltiplas, como a queima de madeira e de combustíveis fósseis, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

## 64) 2,4-D

Grupo químico: Ácido ariloxialcanóico - Classe: Herbicida - aplicação em pré e pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de arroz, aveia, café, cana-de-açúcar, centeio,

cevada, milho, pastagem, soja, sorgo e trigo. Classe 1 - Extremamente tóxico (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades em potencial do emprego de 2,4-D na região, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

65) Demeton (Demeton-O + Demeton-S)

Demeton tem propriedades inseticidas e acaricidas, e é um organotiofosfato. Devido às possibilidades em potencial do emprego de Demeton na região, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

66) Dibenzo(a,h)antraceno

Esse composto é hidrocarboneto policíclico aromático (HPA). Como os HPAs são compostos oriundos de fontes múltiplas, como a queima de madeira e de combustíveis fósseis, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

67) 1,2-Dicloroetano

Solvente da família química: Hidrocarboneto Halogenado utilizado pra extração em baixa temperatura (caféina, perfume, etc.). Devido à característica anteriormente apresentada, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise na Campanha 1 de 2012 foi realizada.

68) 1,1-Dicloroetano

As principais fontes de emissão de 1,1-dicloroetano para o ambiente estão relacionadas à síntese, fabricação, e transporte deste composto, bem como a fabricação de seus produtos de polímero. Outras fontes industriais potenciais de emissão de 1,1-dicloroetano são as indústrias metalúrgicas, fabricantes de sabão e detergente, de cabos elétricos e de bateria, minas de carvão, lavanderias, bem como as indústrias que envolvem pintura e formulação de tinta. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região, contudo, a análise na Campanha 1 de 2012 foi realizada.

69) 2,4-Diclorofenol

Família: Fenol. Usos: Solvente utilizado em processo intermediário para sínteses orgânicas. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região, contudo, a análise na Campanha 1 de 2012 foi realizada.

70) Diclorometano

É utilizado como agente de processo e solvente para produção de vernizes especiais. É solvente e propulsor em aerossol e indústria plástica; agente refrescante para vários objetivos; extrator de gorduras, óleos, perfumes, alcalóides (caféina) e antibióticos. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa

probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Apesar disso, a análise foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

#### 71) DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o DDT (MMA, 2012). Este também é usado comumente como inseticida no combate aos mosquitos, por exemplo, que transmitem a malária e a febre amarela. O DDT foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012 devido a posição conservadora em relação aos compostos presentes em agrotóxicos.

#### 72) Dodecacloro pentaciclodecano

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes está o Dodecacloro pentaciclodecano (MMA, 2012). Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Dodecacloro pentaciclodecano (composto obsoleto) na região em estudo, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 73) Endossulfan ( $\alpha + \beta$ + sulfato)

Grupo químico: Organoclorado - Subgrupo: Clorociclodieno - Classe: Acaricida e inseticida - aplicação foliar nas culturas de algodão, café, cana-de-açúcar e soja. Aplicação no solo na cultura de cana-de-açúcar. Classe I - Extremamente Tóxico (ANVISA). Devido ao descrito este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

#### 74) Endrin

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o Endrin (MMA, 2012). É um Organoclorado utilizado originalmente como inseticida. É usado para controlar pragas de insetos de algodão. Também pode ser utilizado para o arroz, cana de açúcar, em culturas de cereais e beterrabas de açúcar, e até em culturas de tabaco. Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Endrin (composto obsoleto) na região, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 75) Estireno

Solvente: Os solventes orgânicos são bastante utilizados na indústria e no comércio. Tais solventes, como estireno, são encontrados em produtos de limpeza para o lar, colas, tintas (PEREIRA, 2012). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise na Campanha 1 de 2012 foi **incluída**.

#### 76) Etilbenzeno

O etilbenzeno é um hidrocarboneto aromático de fórmula  $C_8H_{10}$ . Sua importância está na produção de estireno (SISINNO *et al.*, 2002). Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na

área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise na Campanha 1 de 2012 foi **incluída**.

#### 77) Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)

Os compostos fenólicos são definidos como hidróxidos derivados do benzeno e seus núcleos condensados. A origem dos fenóis em uma água pode ser atribuída aos despejos industriais, hidrólise e oxidação fotoquímica dos agrotóxicos organofosforados e degradação microbiana de herbicidas (BRITO & RANGEL, 2008; CETESB, 2012). Alguns compostos fenólicos são resistentes à degradação microbiológica e são transportados a longas distâncias pela água (CETESB, 2012). Em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região em estudo. Deste modo, a análise de fenóis totais foi incluída na Campanha 1 de 2012.

#### 78) Glifosato

Classe Herbicida não seletivo de ação sistêmica do grupo químico Glicina substituída. Aplicação em pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de algodão, ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, coco, feijão, fumo, maçã, mamão, milho, nectarina, pastagem, pêra, pêssego, seringueira, soja, trigo e uva (ANVISA, 2012). O Round up WG<sup>®</sup> em granulado dispersível com composição contendo Sal de Amônio de GLIFOSATO e Equivalente ácido de N-(fosfometil)glicina (GLIFOSATO) e outros ingredientes é um produto registrado para cultura de algodão, ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, maçã, milho, nectarina, agens, pêra, pêssego, soja, trigo e uva (GALLI & MOTENZUMA, 2005). A Classificação Toxicológica é Classe IV - Pouco tóxico e Classificação do potencial de periculosidade ambiental III - Produto perigoso ao meio ambiente (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades do emprego de Glifosato na região, quanto em virtude do transporte de cargas relacionadas a este parâmetro (em potencial) durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

#### 79) Gution

Pesticidas organofosforados (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades do emprego de Gution na região, quanto em virtude do transporte de cargas relacionadas a este parâmetro (em potencial) durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 80) Heptacloro epóxido + Heptacloro

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o pesticida organoclorado Heptacloro (MMA, 2012). Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Heptacloro (composto obsoleto) na região, este parâmetro foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

#### 81) Hexaclorobenzeno

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o pesticida organoclorado Hexaclorobenzeno (MMA, 2012). Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Hexaclorobenzeno (composto obsoleto) na região, este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

#### 82) Indeno(1,2,3-cd)pireno

Como os HPAs são oriundos de fontes múltiplas, como a queima de madeira e de combustíveis fosseis (SISINNO *et al.*, 2003), este parâmetro foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

#### 83) Lindano (g-HCH)

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o pesticida organoclorado Lindano (MMA, 2012). Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Lindano (composto obsoleto) na região este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 84) Malation

Grupo químico: Organofosforado - Classe: Inseticida e acaricida - aplicação foliar nas culturas de alface, algodão, berinjela, brócolis, cacau, café, citros, couve, couve-flor, feijão, maçã, morango, orquídeas, pastagens, pepino, pêra, pêssego, repolho, rosa e tomate. Aplicação em arroz, feijão, milho, sorgo e trigo armazenados. Classe III - Medianamente Tóxico (ANVISA, 2012). Devido às possibilidades em potencial do emprego de Malation na região, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 85) Metolacloro

Grupo químico: Cloroacetanilida - Classe: Herbicida aplicação em pré-emergência das plantas infestantes nas culturas de cana-de-açúcar, milho e soja. Classe III - Medianamente Tóxico (ANVISA, 2012). Devido à possibilidade (baixa) do emprego de Metolacloro na região devido ao uso do solo, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise de águas superficiais da Campanha 1 de 2012.

#### 86) Metoxicloro

De acordo com ATSDR, (2002): Metoxicloro é usado como inseticida contra moscas, mosquitos, baratas, larvas de ácaros e uma grande variedade de insetos. É usado em grãos, cereais, jardins domésticos e ainda animais (matar os parasitas em bovinos de leite e carne bovina). Metoxicloro é praticamente insolúvel em água, e assim será mais provável atingir as águas de superfície através do escoamento, tal como descrito acima. A meia-vida em água destilada é de 37 a 46 dias, mas em alguns águas do rio a meia-vida pode ser tão rápida como 2 a 5 horas Apesar das características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro pode ter ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região e podem ter relações futuras no transporte de cargas durante a operação do Porto Sul. Deste modo, sua análise foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

#### 87) Paration

Grupo químico: Organofosforado - Classe: Inseticida e acaricida. Aplicação foliar nas culturas de algodão, alho, arroz, batata, cebola, feijão, milho, soja e trigo. Classe I - Altamente tóxico. Devido às possibilidades do emprego de Paration na região, quanto em virtude do transporte de cargas ligadas as culturas supracitadas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

#### 88) PCBs - Bifenilas policloradas

Devido à sua não inflamabilidade, a estabilidade química, ponto de ebulição elevado, e propriedades isolantes elétricas, os PCBs são comumente utilizados em aplicações industriais e comerciais, incluindo a transferência elétrica, calor e equipamentos hidráulicos; como plastificantes em tintas, plásticos e produtos de borracha; em pigmentos, corantes, e papel de cópia sem carbono, por exemplo. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, devido às atividades potenciais do Porto Sul a análise de PCBs foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

#### 89) Pentaclorofenol

O pentaclorofenol (PCP) é um inseticida hidrocarboneto clorado e fungicida. É usado principalmente para proteger a madeira de deterioração por fungos e insetos, mas pode também ser utilizado em pré-colheita como desfolhante em algodão, sendo um herbicida de pré-emergência geral, e também usado como um biocida em sistemas de água industriais. Devido às possibilidades do emprego de Pentaclorofenol na região em estudo, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 90) Simazina

Grupo químico: Triazina - Classe: Herbicida de aplicação em pré e pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de abacaxi, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, maçã, milho, pinus, seringueira, sisal, sorgo e uva. Classe III. Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Heptacloro (composto obsoleto) na região este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 91) Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno (LAS)

Detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” (*MBAS – Metilene Blue Active Substances*) e suas concentrações são relativas ao sulfonato de alquil benzeno de cadeia linear (LAS) que é utilizado como padrão na análise. Os detergentes podem causar espuma nos corpos de água onde são lançadas. Em função do uso de mananciais para lavagem de roupas e outros objetos na região em estudo este parâmetro foi **incluído** para a análise da Campanha 1 de 2012.

#### 92) 2,4,5-T

2,4,5 triclofenoxiacético (2,4,5 T), assim como os derivados 2,3 diclorofenoxiacético (Tordon 2,4 D) são agentes de Herbicidas (EPA, 2012). Devido às possibilidades do emprego de 2,4,5 T na região este parâmetro foi **incluído** na análise da Campanha 1 de 2012.

#### 93) Tetracloroeto de carbono

Foi produzido em grandes quantidades para fazer líquidos de refrigeração e propelentes para aerossóis (para frigoríficos e sprays respectivamente). O tetracloroeto do carbono foi usado extensamente como um líquido de limpeza (na indústria e em estabelecimentos limpeza a seco como agente desengordurante e nas casas como um tira-nódoas para roupa, mobília e

tapeçaria). Este produto foi usado também em extintores de fogo e como inseticida para matar insetos em cereais. Foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, Tetracloreto de carbono foi **incluída** da Campanha 1 de 2012 devido à manutenção de uma posição mais conservadora sobre as substâncias utilizadas em agrotóxicos.

#### 94) Tetracloroeteno

O tetracloroeteno é um solvente no qual alguns produtos importantes são: adesivos de contato, desengraxantes, removedores de cera, pastas para calçado, praguicidas para jardim, espumas de limpeza para tapetes e almofadas. Foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Entretanto, sua análise foi **incluída** na Campanha 1 de 2012 devido à manutenção de uma posição mais conservadora sobre as substâncias utilizadas em agrotóxicos.

#### 95) Tolueno

É usado principalmente como solvente e como matéria-prima na produção de trinitrotolueno (TNT), produto explosivo. É usado na produção do benzeno e outras substâncias, largamente empregado como solvente para tintas, vernizes, colas, celulose, borracha, óleos, resinas e diversas outras aplicações. Na indústria do petróleo, é utilizado em laboratórios e está presente em seus derivados. Foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise de Tolueno foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

#### 96) Toxafeno

A Convenção de Estocolmo, da qual Brasil é signatário desde 2004, é um Tratado Internacional que restringe a fabricação e o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), entre estes estão os agrotóxicos obsoletos como o Toxafeno (MMA, 2012). Foi um dos pesticidas mais amplamente usados na década de 70. Caracteriza-se pela sua toxicidade, persistência e capacidade de se bioacumular nos animais. Devido a sua baixa solubilidade em água encontra-se mais facilmente no ar, solos ou nos sedimentos dos leitos de rios e lagos. Mesmo com possibilidades baixas do emprego de Toxafeno (composto obsoleto) na região em estudo este parâmetro foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

#### 97) Tributilestanho

De acordo com EXTOXNET (2012) - Grupo químico: trialkilo - composto de organoestanho: Eles são os principais ingredientes ativos nos biocidas usados para controlar um largo espectro de organismos. Os usos incluem tratamento e preservação da madeira, anti-incrustante de barcos (em tintas marítimas), a ação antifúngica de produtos têxteis e sistemas de água industrial, tais como torre de resfriamento e sistemas de refrigeração de água, polpa de madeira e sistemas de fábricas de papel, e cervejarias. Devido aos usos preponderantes citados anteriormente a análise de Tributilestanho torna-se relevante apenas no ambiente marinho, dada a ausência de possíveis fontes de contaminação de águas continentais com este composto na região. Mesmo assim, a análise deste parâmetro foi **incluída** na Campanha 1 de 2012 para os ambientes aquáticos continentais da região em estudo.

## 98) Triclorobenzeno

Intermediário na produção de herbicidas; fluido dielétrico; componente de óleos sintéticos de transformadores; lubrificantes; ingredientes de inseticidas e herbicidas; agente desengraxante; ingrediente de preservantes de madeira, etc (SALGADO & MARONA, 2004). Devido às possibilidades do emprego de 2,4,5 TP na região em estudo, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise para a Campanha 1 de 2012

## 99) Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)

Intermediário na produção de herbicidas; fluido dielétrico; componente de óleos sintéticos de transformadores; lubrificantes; ingredientes de inseticidas e herbicidas; agente desengraxante; ingrediente de preservantes de madeira, etc (SALGADO & MARONA, 2004). Devido às possibilidades do emprego de 2,4,5 TP na região em estudo, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na análise em uma nova Campanha proposta.

## 100) Tricloroetano

É um hidrocarboneto clorado comumente usado como um solvente industrial e principalmente para o desengorduramento de peças metálicas, ainda que também como ingrediente em adesivos, líquidos, líquidos para remoção de pinturas e para corretores líquidos de escrita em papel e removedores de manchas (SISINNO *et al.*, 2003; EPA, 2012) . Devido às características anteriormente apresentada, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Contudo, a análise de tricloroetano foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

## 101) 2,4,6-Triclorofenol

Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, de componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas são responsáveis principalmente pela presença de fenóis nas águas naturais. Devido às características anteriormente apresentadas, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Entretanto, considerando as possíveis atividades do Porto Sul a análise de tricloroetano foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

## 102) Trifluralina

De acordo com Pieniz *et al.*, (2012) - A Trifluralina (a,a,a-trifluoro-2,6-dinitro-N-N-dipropyl-p-toluidina) é um herbicida pré-emergência utilizado para controlar muitas gramíneas e ervas daninhas anuais de folha larga em uma grande variedade de árvores frutíferas, nozes, vegetais e grãos, como soja, girassol, algodão e alfafa. São aplicados como herbicidas de Pré-emergência antes de mudas de plantas daninhas brotarem. Devido às possibilidades do emprego de Trifluralina na região em estudo, quanto em virtude do transporte de cargas durante a operação do Porto Sul, este parâmetro foi **incluído** na Campanha 1 de 2012.

## 103) Xileno

São usados como solventes e precursores de outros produtos químicos, sendo encontrados no petróleo (SILVA *et al.*, 2009). Devido à característica anteriormente apresentada, foi considerado que este parâmetro tem baixa probabilidade de ocorrência na área em estudo em

virtude do tipo de uso e ocupação do solo na região. Entretanto, considerando as possíveis atividades do Porto Sul a análise de tricloroetano foi **incluída** na Campanha 1 de 2012.

- 104) Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) : TPH Faixa Diesel (C14-C20), TPH Faixa Gasolina (C8-C11), TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40), TPH Faixa Querosene (C11-C14), TPH Total

Este parâmetro representa o total de substâncias orgânicas, incluindo frações de combustível não queimado e subprodutos resultantes da combustão, presentes no gás de escapamento de veículos automotivos (Res. CONAMA 403/08). Apesar da análise de hidrocarbonetos totais comumente se dever a poluição do ar devido a sua combustão, também ocorrerem estudos, como por exemplo, em Celino *et al.* (2007), que analisa hidrocarbonetos totais em locais onde há exploração de petróleo, atividades de refinarias, fábrica de asfalto, porto para óleos e derivados, armazenagem e dutos para transporte de petróleo e derivados (os quais identificam uma região de alto risco para acidentes com petróleo e seus produtos).

Para a decisão tomada e apresentada nos Subitens anteriores foi levada em consideração uma tendência conservadora, pois muitos dos parâmetros citados não possuem uma modalidade de emprego teórica dos agrotóxicos usualmente ou comumente utilizados nos principais cultivos da região em estudo que são, por exemplo: cacau, quiabo, banana, mandioca, acerola. Dentre os parâmetros orgânicos compostos de agrotóxicos apresentados alguns são considerados obsoletos, no entanto, foi mantida a inclusão dos mesmos em análises destinadas a uma nova campanha proposta. Além disto, foi considerada na decisão a potencial relação destes compostos selecionados com as atividades de transporte e armazenamento de carga durante a operação do Porto Sul.

#### a) Métodos Analíticos Utilizados

O **Quadro 1.4** apresenta de forma sintética o método analítico utilizado para cada parâmetro de qualidade de água no período chuvoso em 2010. Alguns parâmetros foram mensurados ainda em campo, enquanto que os demais foram analisados em laboratório responsável.

O **Quadro 1.5** apresenta o método utilizado para cada parâmetro de qualidade de água durante o período seco em 2010. Notar que para alguns parâmetros, na Segunda Campanha de 2010, os valores de LDM e LQM foram modificados. Isto se deveu aos novos ajustes de curvas de calibração para determinados parâmetros de qualidade de água pelo Laboratório responsável.

Os **Quadros 1.6 e 1.7** apresentam o método utilizado para cada parâmetro de qualidade de água durante o período chuvoso e seco em 2011, respectivamente. Notar que houve a necessidade de utilização dos serviços de diferentes laboratórios responsáveis pelas análises ao longo do estudo devido às situações específicas desempenhadas e ocorridas em cada campanha, dependendo da disponibilidade de análise, métodos aplicados e limites de detecção dos mesmos. Considerações sobre os laboratórios selecionados estão expostas no Subitem posterior.

Os **Quadros 1.8** apresenta os métodos utilizados para cada parâmetro de qualidade de água durante a Campanha Complementar.

**Quadro 1.4 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2010**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Temperatura	Eletrodo de Temperatura do Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0 a 100 °C	-	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
Condutividade	Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0,0 a 200,0 µS/cm	-	
ORP	Instrutherm ORP-896	-1999 ~ +1999mV	-	
pH	Instrutherm pH-1900	0 - 14	-	
Transparência	Disco de Secchi	-	-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100‰	-	
Saturação OD	*OD% = $\frac{OD \text{ Mensurado (mg/L)}}{OD \text{ (mg/L) em 100\% Saturado}} \times 100$ (U.S. Geological Survey TWRI Book 9, 4/98) *Fator de Salinidade usado para correção quando necessário	0-100%	-	
Carbono Orgânico Dissolvido	EMBRAPA	-		Laboratório MARENBA - UFBA
Carbono Orgânico Particulado	Oxidação por via úmida. (Strickland & Parsons, 1972)	-		
Carbono Orgânico Total	Oxidação por via úmida. (Strickland & Parsons, 1972)	-		
Oxigênio Dissolvido (OD)	SM 4500 C	0,1 mg/L	0,1 mg/L	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Turbidez	SM 2130 B	0,1 UNT	0,3 UNT	
Sólidos Totais	SM 2540 B	< 10 mg/L	10 mg/L	
Sólidos Dissolvidos	SM 2540 B/D/E	< 10 mg/L	10 mg/L	
DBO	SM 5210 B	2,0 mg/L	2,0 mg/L	
Clorofila a	SM 10200 H	< 0,0002 mg/L	< 0,0006 mg/L	
Feofitina a	SM 10200 H	< 0,0002 mg/L	< 0,0006 mg/L	
Cloreto	SM 4500 Cl B	0,8 mg/L	4,0 0,8 mg/L	
Cálcio	SM 2340 B	0,50 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	1,15 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	
Magnésio	SM 2340 B	0,5 mg/L	1,5 mg/L	
Potássio	EPA 3005A / 6010C	0,007 mg/L	0,20 mg/L	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Sódio	EPA 3005A / 6010C	0,011 mg/L	0,20 mg/L	
Ferro Dissolvido	SM 3500 Fe B	0,0055 mg/L	0,05 mg/L	
Manganês Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0004 mg/L	0,01 mg/L	
Alumínio dissolvido	SM 3120 B	0,014 mg/L	0,03 mg/L	
Zinco Total	SM 3500 Zn B	0,007 mg/L	0,05 mg/L	
Cromo Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0009 mg/L	0,01 mg/L	
Cobre Dissolvido	Hach Method 8506	0,002 mg/L	0,004 mg/L	
Mercúrio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0002 mg/L	0,001 mg/L	
Cádmio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0006 mg/L	0,001 mg/L	
Níquel Total	EPA 3005A / 6010 C	0,002 mg/L	0,01 mg/L	
Cianeto Livre	Hach Method 8027	0,0001 mg/L	0,001 mg/L	
Fósforo total	SM 4500 P C	0,02 mg/L	0,2 mg/L	
Ortofosfato	SM 4500 P C	0,05 mg/L	0,2 mg/L	
Nitrogênio Kjeldahl Total	SM 4500 NH <sub>3</sub> E	0,02 mg/L	0,10 mg/L	
Nitrogênio Nitrato	Hach Method 8171/8182	0,01 mg/L	0,05 mg/L	
Nitrogênio Nitrito	SM 4500-NO <sub>2</sub> B	0,002 mg/L	0,006 mg/L	
Nitrogênio Amoniacal	SM 4500 NH <sub>3</sub> E	0,01 mg/L	0,05 mg/L	
Coliformes Termotolerantes	SM 9222 B	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	
Enterococos	SM 9230 C	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	

Fonte: Hydros, 2012

\*O Limite de Detecção do Método (LDM) é definido como o menor valor diferente de zero detectável através da sensibilidade de um equipamento para a determinação de um analito.

\*\* O Limite de Quantificação (LQ) é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

**Quadro 1.5 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2010**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Temperatura	Eletrodo de Temperatura do Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0 a 100 °C	-	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
Condutividade	Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0,0 a 200,0 µS/cm	-	
ORP	<i>Instrutherm ORP-896</i>	-1999 ~ +1999mV	-	
pH	<i>Instrutherm pH-1900</i>	0 - 14	-	
Transparência	Disco de Secchi	-	-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100‰	-	
Saturação OD	$*OD\% = \frac{OD \text{ Mensurado (mg/L)}}{OD \text{ (mg/L) em 100\% Saturado}} \times 100$ (U.S. Geological Survey TWRI Book 9, 4/98) *Fator de Salinidade usado para correção quando necessário	0-100%	-	
Carbono Orgânico Dissolvido	EMBRAPA	-	-	Laboratório MARENBA - UFBA
Carbono Orgânico Particulado	Oxidação por via úmida (Strickland & Parsons, 1972)	-	-	
Carbono Orgânico Total	Oxidação por via úmida (Strickland & Parsons, 1972) e EMBRAPA	-	-	
Oxigênio Dissolvido (OD)	SM*** 4500 C	0,1 mg/L	0,1 mg/L	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Turbidez	SM 2130 B	0,10UNT	1,0UNT	
Sólidos Totais	SM 2540 B	< 10 mg/L	10 mg/L	
Sólidos Dissolvidos	SM 2540 B/D/E	< 10 mg/L	10 mg/L	
DBO	SM 5210 B	2,0 mg/L	2,0 mg/L	
Clorofila a	SM 10200 H	-	-	
Feofitina a	SM 10200 H	-	-	
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	1 mg/L	5 mg/L	
Cálcio	SM 2340 B	0,8 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	5 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	
Magnésio	SM 2340 B	1,2 mg/L	5 mg/L	
Potássio	EPA 3005A / 6010C	0,007 mg/L	0,2 mg/L	
Sódio	EPA 3005A / 6010C	0,011 mg/L	0,20 mg/L	
Ferro Dissolvido	SM 3500 Fe B	0,03 mg/L	0,2mg/L	
Manganês Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0004 mg/L	0,010mg/L	
Alumínio dissolvido	SM 3120 B	0,03 mg/L	0,10 mg/L	
Zinco Total	SM 3500 Zn B	0,05 mg/L	0,1 mg/L	
Cromo Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0009 mg/L	0,010mg/L	
Cobre Dissolvido	Hach Method 8506	0,002 mg/L	0,004 mg/L	
Mercúrio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0002 mg/L	0,0002mg/L	
Cádmio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0006 mg/L	0,001 mg/L	
Níquel Total	EPA 3005A / 6010 C	0,002 mg/L	0,010mg/L	
Cianeto Livre	Hach Method 8027	0,0001 mg/L	0,001 mg/L	
Fósforo total	SM 4500 P C	0,010 mg/L	0,040mg/L	
Ortofosfato	SM 4500 P C	0,01 mg/L	0,10mg/L	
Nitrogênio Kjeldahl Total	SM 4500 Norg C	0,02 mg/L	0,40 mg/L	
Nitrogênio Nitrato	Hach Method 8171/8182	0,20 mg/L	0,30mg/L	
Nitrogênio Nitrito	SM 4500-NO <sub>2</sub> B	0,01 mg/L	0,05mg/L	
Nitrogênio Amoniacal	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,09 mg/L	0,10mg/L	
Coliformes Termotolerantes	SM 9222 D	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	
Enterococos	SM 9230 C	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	

Fonte: Hydros, 2012. \*O Limite de Detecção do Método (LDM) é definido como o menor valor diferente de zero detectável através da sensibilidade de um equipamento para a determinação de um analito.

\*\* O Limite de Quantificação (LQ) é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

\*\*\* SM= Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 21.

**Quadro 1.6 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2011**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
<b>Temperatura</b>	Medidor de temperatura do Oxímetro Digital Portátil Instrutherm PH-1500	-	0 a 100 °C	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
<b>ORP</b>	Instrutherm ORP-896	-	-1999 ~ +1999mV	
<b>pH</b>	PH-1800 Instrutherm	-	0 - 14	
<b>Transparência</b>	Disco de Secchi	-	-	
<b>Salinidade</b>	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	-	0-100‰	
<b>Saturação OD</b>	$*OD\% = \frac{OD \text{ Mensurado (mg/L)}}{OD \text{ (mg/L) em 100\% Saturado}} \times 100$ (U.S. Geological Survey TWRI Book 9, 4/98) *Fator de Salinidade usado para correção quando necessário	-	-	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
<b>Oxigênio Dissolvido (OD)</b>	Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500	-	-	
<b>Carbono Orgânico Total</b>	EM 171 QGI (SMEWW 5310 B)***	-	0,9mg/L	SENAI/CETIND
<b>Condutividade</b>	EM 030 QGI (SMEWW 2510 A/B)	-	0,01 mg/L	
<b>Turbidez</b>	EM 021 QGI (SMEWW 2130 B)	-	1,1 UNT	
<b>Sólidos Totais</b>	EM 009 QGI	-	2,5 mg/L	
<b>Sólidos Dissolvidos</b>	EM 026 QGI	-	2,5 mg/L	
<b>DBO</b>	M QGI 056 (AWEWW 5210B)	-	3,3	
<b>Clorofila a</b>	SMEWW 10200 H - Mod	-	2,8µg/L	
<b>Feofitina a</b>	SMEWW 10200 H - Mod	-	2,3 µg/L	
<b>Cloreto</b>	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,03 mg/L	
<b>Cálcio</b>	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	0,43 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	
<b>Magnésio</b>	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	1 mg/L	
<b>Potássio</b>	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	1,1 mg/L	
<b>Sódio</b>	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	0,6 mg/L	
<b>Ferro Dissolvido</b>	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)****	-	0,04 mg/L	
<b>Manganês Total</b>	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A)	-	0,003 mg/L	
<b>Alumínio dissolvido</b>	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)	-	0,05 mg/L	
<b>Zinco Total</b>	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	0,05 mg/L	
<b>Cromo Total</b>	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)	-	0,003 mg/L	
<b>Cobre Dissolvido</b>	301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	0,004 mg/L	
<b>Mercúrio Total</b>	EM 005 ESP (ASTM D3223-02 Mod.)	-	0,0002 mg/L	
<b>Cádmio Total</b>	301 ESP (EPA 6010B/3010A)	-	0,001 mg/L	
<b>Níquel Total</b>	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A)	-	0,008 mg/L	
<b>Cianeto Livre</b>	M QGI 023 (SMEWW 4500-CN)	-	0,0007 mg/L	
<b>Fósforo total</b>	EM 013 QGI (SMEWW 4500-P E)	-	0,013mg/L	
<b>Ortofosfato Solúvel</b>	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,02 e 0,07 mg/L	
<b>Nitrogênio Total</b>	EM 178 QGI	-	3,0 mg/L	
<b>Nitrogênio Nitrato</b>	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,003 mg/L	
<b>Nitrogênio Nitrito</b>	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,002 mg/L	
<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	EM 039 QGI (SMEWW 4500NH <sub>3</sub> F)	-	0,03 mg/L	
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	EM 005 MIC (SMEWW 9222 A, B, D)	-	1 Col/100 mL	

Fonte: Hydros, 2012

\*O SENAI/CETIND é autorizado apenas a fornecer os resultados de acordo com o Limite de Quantificação (LQ).

\*\*O LQ é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

\*\*\* SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 21

\*\*\*\* Mod. Método interno baseado em método oficial modificado

**Quadro 1.7 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2011**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
<b>Temperatura</b>	Medidor de temperatura do Oxímetro Digital Portátil Instrutherm PH-1500	0 a 100 °C	-	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
<b>ORP</b>	Instrutherm ORP-896	-1999 ~ +1999mV	-	
<b>pH</b>	PH-1800 Instrutherm	0 - 14	-	
<b>Transparência</b>	Disco de Secchi	-	-	
<b>Salinidade</b>	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100‰	-	
<b>Saturação OD</b>	$*OD\% = \frac{OD \text{ Mensurado (mg/L)}}{OD \text{ (mg/L) em 100\% Saturado}} \times 100$ (U.S. Geological Survey TWRI Book 9, 4/98) *Fator de Salinidade usado para correção quando necessário	-	-	
<b>Oxigênio Dissolvido (OD)</b>	Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500	-	-	
<b>Carbono Orgânico Total</b>	EN 171 QGI (SMEWW 5310 B)***	-	0,9 mg/L	SENAI/CETIND
<b>Condutividade</b>	EN 030 QGI (SMEWW 2510 A/B)	-	0,01 mg/L	
<b>Turbidez</b>	EN 021 QGI (SMEWW 2130 B)	-	1,1 UNT	
<b>Sólidos Totais</b>	EN 009 QGI	-	2,5 mg/L	
<b>Sólidos Dissolvidos</b>	EN 026 QGI	-	2,5 mg/L	
<b>DBO</b>	M QGI 056 (AWEWW 5210B)	-	3,3	
<b>Clorofila a</b>	SMEWW 10200 H - Mod	-	2,8 µg/L	
<b>Feofitina a</b>	SMEWW 10200 H - Mod	-	2,3 µg/L	
<b>Cloreto</b>	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,03 mg/L	
<b>Cálcio</b>	SMEWW 3125 B	-	0,01 mg/L	BIOAGRI
<b>Magnésio</b>	SMEWW 3125 B	-	0,01 mg/L	
<b>Potássio</b>	SMEWW 3125 B)	-	0,01 mg/L	
<b>Sódio</b>	SMEWW 3125 B	-	0,01 mg/L	
<b>Ferro Dissolvido</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Manganês Total</b>	SMEWW 3125 B)	-	0,0001 mg/L	
<b>Alumínio dissolvido</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Zinco Total</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Cromo Total</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Cobre Dissolvido</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Mercúrio Total</b>	SMEWW 3125 B	-	0,001mg/L	
<b>Cádmio Total</b>	SMEWW 3125 B	-	0,001 mg/L	
<b>Níquel Total</b>	SMEWW 3125 B	-	0,0001 mg/L	
<b>Cianeto Livre</b>	M QGI 023 (SMEWW 4500-CN)	-	0,0007 mg/L	
<b>Fósforo total</b>	EN 013 QGI (SMEWW 4500-P E)	-	0,013mg/L	
<b>Ortofossato Solúvel</b>	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,02 e 0,07 mg/L	
<b>Nitrogênio Total</b>	EN 178 QGI	-	3,0mg/L	
<b>Nitrogênio Nitrato</b>	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,003 mg/L	
<b>Nitrogênio Nitrito</b>	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)	-	0,002 mg/L	
<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	EN 039 QGI (SMEWW 4500NH <sub>3</sub> F)	-	0,03 mg/L	
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	EN 005 MIC (SMEWW 9222 A, B, D)	-	1 Col/100 mL	

Fonte: Hydros, 2012

\*O SENAI/CETIND é autorizado apenas a fornecer os resultados de acordo com o Limite de Quantificação (LQ).

\*\*O LQ é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

\*\*\* SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 21

\*\*\*\* Mod. Método interno baseado em método oficial modificado

**Quadro 1.8 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar de 2012**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Transparência	Disco de Secchi	-	-	Hydros Engenharia e Planejamento S/A.
Temperatura	Medidor de temperatura do Oxímetro Digital Portátil Instrutherm PH-1500	0 a 100 °C	-	
pH	PH-1800 Instrutherm	0 - 14	-	
Eh	Instrutherm ORP-896	-1999 ~ +1999mV	-	
O.D	$*OD\% = \frac{OD \text{ Mensurado (mg/L)}}{OD \text{ (mg/L) em 100\% Saturado}} \times 100$ <p>(U.S. Geological Survey TWRI Book 9, 4/98)                      *Fator de Salinidade usado para correção quando necessário</p>	-	-	
O.D	Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500	-	-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100‰		
Acrilamida	EPA 8319	-	0,1 µg/L	BIOAGRI
Alacloro	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,005 µg/L	
Aldrin+Deldrin	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,005 µg/L	
Atrazina	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,01 µg/L	
Benzeno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Benzidina	HPLC	-	1 µg/L	
Benzo(a)antraceno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Benzo(a)pireno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Carbaril	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,02 µg/L	
Clordano (cis+trans)	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,02 µg/L	
2-Clorofenol	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,2 µg/L	
Criseno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
2,4-D	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,1 µg/L	
Dementon (Dementon-O + Dementon-S)	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,06 µg/L	
Dibenzo (a,h)antraceno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
1,2-Dicloroetano	EPA 8260B	-	1 µg/L	
1,1-Dicloroetano	EPA 8260B	-	1 µg/L	
2,4-Diclorofenol	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,1 µg/L	
Diclorometano	EPA 8260B	-	1 µg/L	
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE+p,p'DDD)	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,002 µg/L	
Dodecacloro pentaciclodecano	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,001 µg/L	
Endossulfan (alfa+Beta+sulfato)	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,009 µg/L	
Endrin	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,003 µg/L	
Estireno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Etilbenzeno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Fenóis totais	EPA 9065	-	0,001 mg/L	
Glifosato	EPA 300.1	-	0,01 mg/L	
Gutíon	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,004 µg/L	

**Quadro 1.8 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar de 2012**

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Heptacloro epóxido + Heptacloro	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,01 µg/L	BIOAGRI
Hexaclorobenzeno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,005 µg/L	
Ideno (1,2,3-cd)pireno	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Lindano (γ-HCH)	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,003 µg/L	
Malation	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,01 µg/L	
Metolacloro	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Metoxicloro	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,01 µg/L	
Paration	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,04 µg/L	
PCBs - Bifenilas policloradas	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,001 µg/L	
Pentaclorofenol	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,001 mg/L	
Simazina	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno - LAS	SMEWW 5540C	-	0,1 mg/L	
2,4,5-T	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,005 µg/L	
Tetracloroeto de carbono	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Tetracloroeteno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Tolueno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Toxafeno	EPA 505	-	0,01 µg/L	
2,4,5-TP	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,005 µg/L	
Tributilestanho	POP PA 167	-	0,01 µg/L	
1,2,3 Triclorobenzeno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
1,2,4 Triclorobenzeno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
Tricloroeteno	EPA 8260B	-	1 µg/L	
2,4,6-Triclorofenol	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,001 mg/L	
Trifluralina	EPA 8270D, SMEWW 6410B	-	0,05 µg/L	
Xileno	EPA 8260B	-	3 µg/L	
Ferro dissolvido	SMEWW 3125B	-	0,0005 mg/L	
Manganês total	SMEWW 3125B	-	0,0005 µg/L	
Alumínio dissolvido	SMEWW 3125B	-	0,0001 mg/L	
Zinco total	SMEWW 3125B	-	0,1 µg/L	
Cromo total	SMEWW 3125B	-	0,1 µg/L	
Cobre dissolvido	SMEWW 3125B	-	0,0001 mg/L	
Mercúrio Total	SMEWW 3125B	-	0,1 µg/L	
Cádmio Total	SMEWW 3125B	-	0,1 µg/L	
Níquel total	SMEWW 3125B	-	0,1 µg/L	
Condutividade	SMEWW 2510 B	-	1 µS/cm	
TPH Faixa Gasolina (C8-C11)	EPA 8015	-	0,05 mg/L	
TPH Faixa Querosene (C11-C14)	EPA 8015	-	0,05 mg/L	
TPH Faixa Diesel (C14-C20)	EPA 8015	-	0,05 mg/L	
TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40)	EPA 8015	-	0,05 mg/L	
TPH Detectado	EPA 8015	-	-	
TPH Total	EPA 8015	-	0,2 mg/L	

Fonte: Hydros, 2012

## b) Laboratórios Utilizados

Em respeito às análises químicas das águas continentais amostradas para o EIA Porto Sul foi informada no **Subitem** anterior a contratação de dois laboratórios responsáveis pela maior quantidade de análises, sendo a CORPLAB - *Environmental Analytical Services* para o período considerado seco e úmido do ano de 2010 e o SENAI/CETIND para os períodos tidos com secos e úmidos de 2011. Os demais laboratórios como o MARENBA (UFBA) foram contratados estritamente porque a CORPLAB - *Environmental Analytical Services* não realizava a análise do parâmetro em questão. Considerando a comparação das análises dentro de cada ano foram mantidos os mesmos laboratórios para todas as análises, com exceção das análises de Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Alumínio dissolvido, Zinco Total, Cromo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Cádmio Total e Níquel Total que foi executado pela BIOAGRI no período seco (Campanha 2) de 2011, fato ocorrido unicamente porque o equipamento do SENAI/CETIND estava em manutenção à época da referida amostragem.

A Hydros Engenharia e Planejamento S/A, executora das coletas de água em campo, foi responsável pelos parâmetros mensurados *in situ*, onde a exceção ocorreu apenas no ano de 2010 em relação à metodologia oxigênio dissolvido (OD) na água que foi analisada pela CORPLAB - *Environmental Analytical Services* através do método Winkler. Para as campanhas do ano de 2011 foi decidida a mensuração de OD através Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil devido à logística e à possibilidade de quebra de frascos de “Winkler” (principalmente a tampa) ao longo do transporte até o laboratório e isto apresentava risco para obtenção dos resultados.

No presente estudo, a manutenção de um mesmo laboratório também foi julgado como de extrema importância para a padronização dos resultados, contudo, houve a necessidade de modificação do laboratório principal para as análises de água das campanhas do ano de 2011 em relação à 2010 devido a muitos inconvenientes ocorridos, tais como:

1. Atraso na entrega de laudos;
2. Limites de detecção (LDM) e quantificação (LQM) de alguns métodos após a execução das análises apresentaram-se diferentes da proposta inicial;
3. Métodos propostos inicialmente em contrato discordaram com o método apresentado em laudo;
4. Pedidos de revisão dos laudos para correção dos resultados apresentados porque houveram trocas de valores entre parâmetros analisados na planilha apresentada;
5. Incoerências nos laudos em relação ao LDM, LQM e métodos inicialmente propostos.

Apesar das explicações e correções dos referidos problemas, a empresa contratada para 2010 não ficou isenta de certa perda de credibilidade para dar continuidade ao trabalho e, deste modo, houve a necessidade de modificação do principal laboratório responsável para as campanhas ocorridas em 2011.

Para a Campanha de 2012, ocorrida de forma adicional e complementar, foi escolhido novo laboratório, a BIOAGRI Ambiental por apresentar requisitos satisfatórios ao estudo, sendo o mesmo recomendado para estudos posteriores que venham a ocorrer.

Atendendo ao comentário do IBAMA, na campanha complementar apresentada (Laudos - **Anexo 2**) teve todas as análises executadas por um único laboratório devidamente credenciado pela norma ISO 17.025 (BIOAGRI), a fim de possibilitar maior uniformidade na execução de procedimentos analíticos.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS DE COLETAS E AMOSTRAGENS

Nas Campanhas 1 e 2 de 2010 a amostragem de água superficial foi realizada em um gradiente montante-jusante no rio Almada (AL1 a AL6), na lagoa Encantada (LE3 a LE1), e em outros corpos d'água (P1 e P2). Apenas nas Estações da lagoa Encantada foram coletadas amostras de fundo.

Na Campanha 1 de 2011, a amostragem de água foi executada na ADA do Empreendimento Porto Sul (Região Aritaguá) com os nomes dados de C04 a C07. No rio Almada, dentre as três Estações selecionadas (RAL01, RAL02 e RAL03), apenas a Estação RAL 01 faz parte da ADA e as demais da AID. A Estação RAL02 da Campanha de 2011 e 2012 está situada no mesmo local da AL5 das Campanhas realizadas em 2010, conforme informado anteriormente.

O cronograma amostral do Estudo de Impacto Ambiental executado no ano de 2010 para qualidade das águas está apresentado no **Quadro 1.9**.

**Quadro 1.9 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010**

Código da Estação	Períodos de Amostragens: Data e Hora Inicial 2010			
	Campanha Período Chuvoso		Campanha Período Seco	
	Água Superficial	Água Fundo	Água Superficial	Água Fundo
<b>LE1</b>	11/05 - 14:50h	11/05 - 15:07h	21/09 - 11:20h	21/09 - 12:07h
<b>LE2</b>	11/05 - 11:00h	11/05 - 11:44h	21/09 - 16:08h	21/09 - 16:16h
<b>LE3</b>	11/05 - 13:30h	11/05 - 13:55h	21/09 - 14:16h	21/09 - 14:30h
<b>AL1</b>	13/05 - 13:10h		23/09 - 15:15h	
<b>AL2</b>	12/05 - 13:05h		22/09 - 13:30h	
<b>AL3</b>	12/05 - 10:30h		22/09 - 11:05h	
<b>AL4</b>	13/05 - 10:35h		23/09 - 11:50h	
<b>AL5</b>	14/05 - 12:48h*		24/09 - 13:28h**	
<b>AL6</b>	14/05 - 10:15h*		24/09 - 10:35h**	
<b>P1</b>	10/05 - 10:10h		20/09 - 10:35h	
<b>P2</b>	10/05 - 12:30h		20/09 - 13:10h	

Fonte: Hydros, 2012.

Obs. Coletas realizadas de acordo com as Previsões de Maré - Porto de Ilhéus - Malhado (BA). \*Para o dia 14/05/2010: baixa mar às 09:53h e alt. de 0,2m em maré de sizígia e (lua nova) de acordo com DHN, 2010. \*\* Para o dia 24/09/2010: baixa-mar às 09:54h e alt. de 0,2m em maré de sizígia (lua cheia) (DHN, 2010). Atraso existente na coleta condizente com a diferença entre a maré no Porto de Ilhéus - Malhado e Estações de Amostragens

O cronograma amostral do Estudo de Impacto Ambiental no ano de 2011 para qualidade das águas está apresentado no **Quadro 1.10**.

**Quadro 1.10 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2011**

Código da Estação	Períodos de Amostragens: Data e Hora Inicial 2011	
	Campanha Período Chuvoso	Campanha Período Seco
	Água Superficial	Água Superficial
<b>RAL01*</b> (PT08)	09/05 - 14:40h	08/09 - 10:10h
<b>RAL02*</b> (PT09)	09/05 - 13:00h	08/09 - 08:45h
<b>RAL03*</b> (PT10)	09/05 - 11:25h	
<b>C01</b> (PT01)	10/05 - 16:00h	07/09 - 15:30h
<b>C02</b> (PT02)	12/05 - 09:40h	08/09 - 13:30h
<b>C03</b> (PT03)	08/05 - 17:20h	07/09 - 11:10h
<b>C04</b> (PT04)	10/05 - 12:50h	07/09 - 14:05h
<b>C05</b> (PT05)	09/05 - 10:30h	07/09 - 08:00h
<b>C06</b> (PT06)	08/05 - 15:00h	07/09 - 09:45h
<b>C07</b> (PT07)	11/05 - 16:25h	08/09 - 16:13h

Fonte: Hydros, 2012.

Obs. Códigos entre parênteses representam nomenclatura dada nos Laudos do SENAI/CETIND no Anexo 2 \*Coletas realizadas de acordo com as Previsões de Maré - Porto de Ilhéus - Malhado - BA (DHN, 2011).

O cronograma amostral do Estudo de Impacto Ambiental no ano de 2012 para qualidade das águas está apresentado no **Quadro 1.11**.

**Quadro 1.11 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar 2012**

Código da Estação	Períodos de Amostragens: Data e Hora Inicial 2012	
	Campanha Período Chuvoso	
	Água Superficial	
<b>RAL01*</b>	13/03 - 12:00h	
<b>RAL02*</b>	13/03 - 13:05h	
<b>C01</b>	14/03 - 09:20h	
<b>C02</b>	14/03 - 12:35h	
<b>C02R**</b>	14/03 - 14:10h	
<b>C03</b>	13/03 - 11:05h	
<b>C04</b>	14/03 - 10:50h	
<b>C05</b>	13/03 - 09:00h	
<b>C06</b>	13/03 - 10:15h	
<b>C07</b>	13/03 - 14:40h	

Fonte: Hydros, 2012.

Obs.\* Coletas realizadas de acordo com as Previsões de Maré - Porto de Ilhéus - Malhado- BA (DHN, 2012);

\*\* Estação Extra, onde coleta de água foi realizada porque foi observada utilização de Herbicida Round Up® no local

As águas superficiais foram coletadas através de Becker (1 Litro) de Vidro e/ou Plástico para cada Estação de Amostragem, com auxílio de balde de aço inoxidável (Figuras **1.135** a **1.139**). As amostras foram armazenadas em caixa isotérmica com gelo até o envio para análise laboratorial (**Figuras 1.139** e **1.140**).

Amostragem de água de fundo foi realizada apenas na lagoa Encantada nas campanhas de 2010, através de Garrafa de *Van Dorn* (**Figura 1.141**). No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, a medição da temperatura a cada 1 metro de profundidade foi executada com auxílio da garrafa de *Van Dorn*, quando houve a verificação de diferença de 1°C entre a amostra de água superficial e de fundo da lagoa Encantada. Esta condição não foi adotada para a Campanha 2 de 2010, período seco, tendo a perfilagem sido realizada nas três Estações de Amostragem. A perfilagem foi realizada a fim de obter informações quanto à presença ou ausência de termoclina, estratificação e gradientes verticais na lagoa Encantada.



**Figura 1.135 - Garrafas e Frascos Destinados ao Armazenamento e Preservação das Amostras de Água**



**Figura 1.136 - Amostragem de Água Superficial com Balde de Aço Inoxidável**



**Figura 1.137 - Amostragem de Água Superficial com Bquer de Plástico e Armazenamento em Garrafa Apropriada**



**Figura 1.138 - Amostragem de Água Superficial com Bquer de Vidros e Armazenamento em Garrafa Apropriada**



**Figura 1.139 - Armazenamento de Amostras em Caixas Isotérmicas**



**Figura 1.140 - Automóvel Utilizado em Campo**



**Figura 1.141 - Garrafa de Van Dorn para Amostragem de Fundo da Lagoa Encantada (Campanha 2010)**

Para a mensuração de potencial de Oxidorredução (ou *Oxidation Reduction Potential* - ORP) foi utilizado o equipamento *Instrutherm ORP-896* (-1999 ~ +1999mV); para medição do pH utilizou-se o aparelho *Instrutherm pH-1900* nas Campanhas 1 e 2 de 2010 e o aparelho *Instrutherm pH-1800* nas Campanhas 1 e 2 de 2011 e complementar de 2012; a condutividade foi obtida *in loco* através de condutivímetro portátil Gehaka CG22 na Campanha 1 de 2010. Na Campanha 2 de 2010 e nas Campanhas 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012 a condutividade elétrica foi mensurada em laboratório. Em 2010, a temperatura da água foi mensurada através do eletrodo de temperatura do Gehaka CG22 (**Figura 1.142**), em 2011 e 2012 através do Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500. (**Figura 1.144**)

As medições das variáveis ambientais *in loco*, nas águas superficiais, estão representadas pelas **Figuras 1.142 a 1.145**. Entretanto, para as amostras de água de fundo da lagoa Encantada, as medições foram feitas com os eletrodos inseridos dentro da garrafa de *Van Dorn*, imediatamente após coleta.



**Figura 1.142 - Equipamentos: ORP (*Oxidation Reduction Potential*), pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade e Temperatura**



**Figura 1.143 - Medição de pH, Condutividade e Temperatura**



**Figura 1.144 - Medição de Oxigênio Dissolvido na Água**



**Figura 1.145 - Medição de Oxigênio Dissolvido na Água**

O disco de Secchi foi utilizado para a medição de transparência da água. O método consiste na medida da profundidade (em metros) no qual o disco desaparece em vista humana. Detalhe do disco de Secchi é apresentado na **Figura 1.146 e 1.147**.



**Figura 1.146 - Detalhe da Inserção do Disco de Secchi em Corpo D'água Exemplo do Rio Almada**



**Figura 1.147 - Detalhe da Inserção do Disco de Secchi em Corpo D'água Exemplo do Rio Itariri**

As **Figuras 1.148 e 1.149** apresenta a medição da salinidade através de auxílio do Refratômetro portátil - Modelo REF 211 (0-100‰). O refratômetro mede indiretamente a salinidade, baseado no índice refrativo da amostra.



**Figura 1.148 - Medição de Salinidade Através de Refratômetro Exemplo Campanha 2010**



**Figura 1.149 - Medição de Salinidade Através de Refratômetro Exemplo Campanha 2012**

## 1.5 ANÁLISE DAS CONFORMIDADES LEGAIS

Os resultados obtidos foram comparados com critérios nacionais definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama e internacionais definidos pela *Environmental Protection Agency* - EPA/US e *National Oceanic and Atmospheric Administration* NOAA - US.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama é um órgão consultivo e deliberativo, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, cuja função é dispor sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

As resoluções adotadas para este monitoramento foram as de nº 357/2005 de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, assim como também define as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de outras providências e a de nº 274/00 de 29/11/2000, que dispõe sobre a balneabilidade de corpos d'água.

A Resolução nº 357/05 do Conama classifica as águas em função dos usos atuais e futuros preponderantes. No caso deste Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul, as águas doces foram consideradas tipo Classe 2, e as águas salobras Classe 1. Contudo, se deve deixar evidente de acordo com o Art. 8º § 6º da referida resolução que para corpos de águas salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os

valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce. Isto ocorreu na Campanha 1 de 2011 nas Estações C01 e C05. Contudo, as águas Estação C07 apresentaram influência direta marinha. Todas estas estações citadas apresentaram salinidade igual a 1‰ na Campanha 1 de 2011.

O exposto anteriormente se deve a Resolução nº 357 do Conama estabelecer em seu Art. 42 que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da Classe mais rigorosa correspondente.

Como a classificação dos corpos d'água depende da qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de Classes de qualidade) atuais e futuros, as águas doces Classe 2 de acordo com a Resolução nº 357 do Conama podem ser destinadas a:

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) À proteção das comunidades aquáticas;
- c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- d) À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e,
- e) À aquicultura e à atividade de pesca.

As águas salobras de Classe 1 de acordo com a Resolução nº 357 do Conama podem ser destinadas a:

- a) À recreação de contato primário, conforme resolução Conama nº 274, de 2000;
- b) À proteção das comunidades aquáticas;
- c) À aquicultura e à atividade de pesca;
- d) Ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;
- e) À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques.

Os padrões de qualidade das águas determinados na Resolução nº 357/05 estabelecem limites individuais para cada parâmetro em cada Classe. Nos **Quadros 1.12 a 1.14** a seguir, são apresentados os padrões para os parâmetros de qualidade de água avaliados nas Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental. Ressalva deve ser feita em relação aos parâmetros orgânicos, onde apenas foram analisados nas amostragens da Campanha Complementar de 2012.

Durante a Campanha 1 e 2 de 2010 as Estações LE1, LE2, LE3, AL1, AL2, AL3, AL4 e P2 foram características de água doce, Classe 2 e a AL6 e a P1 são referentes às águas salobras, Classe 1.

A Estação AL5 está situada no trecho do rio Almada onde há a ocorrência de ecossistema manguezal, no qual é um sistema entre - marés. No instante da coleta do período chuvoso (Campanha 1) de 2010 a água amostrada apresentou características de água doce (salinidade

0‰), devido ao esforço da primeira campanha de amostragem ter sido concentrado no estófo da baixa-mar. Apesar do mesmo esforço amostral da Campanha 1, no período seco a salinidade das águas da AL5 foi de 1‰, sendo considerado como água salobra (entre 0,5‰ e 30‰).

Devido aos resultados apresentados de salinidade em 2010, no presente relatório a Estação AL5 será comparada com duas classes de água: com as conformidades estabelecidas para água doce Classe 2 da Resolução nº 357/05 do Conama quando referido a Campanha 1 (período chuvoso); e com o estabelecido para água Salobra Classe 1 quando referido a Campanha 2 (período seco).

Sobre os critérios internacionais para padrões de qualidade de água e de sedimento foram utilizados os determinados pela *United States Environmental Protection Agency* - U.S. EPA e pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA.

**Quadro 1.12 - Padrões de Qualidade das Águas Utilizados Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul**

Parâmetro	Padrões Água Doce - Classe 2	Padrões Água Salobra - Classe 1
pH	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5
OD (mg/L)	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0
Cloreto (mg/L)	250 (valor máximo)	-
Turbidez (UNT)	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente
Nitrito (mg/L N)	1,0 (valor máximo)	0,07
Nitrato (mg/L N)	10 (valor máximo)	0,40
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	3,7 - para pH ≤ 7,5; 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 - pH > 8,5	0,40
Fósforo total (mg/L)	Até 0,030 - ambientes lênticos Até 0,050 - ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lêntico. Até 0,10 - ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários	0,124
Carbono Orgânico Total	-	3,00 mg/L
DBO (mg/L)	5 (valor máximo)	-
Cianeto livre	0,005 (valor máximo)	0,001
Alumínio dissolvido	0,1 (valor máximo)	0,1
Ferro dissolvido (mg/L Fe)	0,3 (valor máximo)	0,3
Cobre dissolvido (mg/L Cu)	0,009 (valor máximo)	0,005
Manganês total (mg/L Mn)	0,1 (valor máximo)	0,1
Zinco total (mg/L Zn)	0,18 (valor máximo)	0,09
Mercurio total	0,0002	0,0002
Cromo total (mg/L Cr)	0,05 (valor máximo)	0,05
Cádmio total (mg/L Cd)	0,001 (valor máximo)	0,005
Níquel total (mg/L Ni)	0,025 (valor máximo)	0,025
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	30,0 (valor máximo)	-
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500,00	Resíduos sólidos objetáveis: devem estar virtualmente ausentes
Col. termotolerantes UFC/100 mL	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama
Enterococos	-	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama
Acrilamida	0,5 µg/L	-
Alacloro	20 µg/L	-
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L	-
Atrazina	2 µg/L	-
Benzeno	0,005 mg/L	-

**Quadro 1.12 - Padrões de Qualidade das Águas Utilizados Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul**

Parâmetro	Padrões Água Doce - Classe 2	Padrões Água Salobra - Classe 1
Benzidina	0,001 µg/L	-
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L	-
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L	-
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L	-
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L	-
Carbaril	0,02 µg/L	-
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L	-
2-Clorofenol	0,1 µg/L	-
Criseno	0,05 µg/L	-
2,4-D	4,0 µg/L	-
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L	-
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L	-
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L	-
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L	-
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L	-
Diclorometano	0,02 mg/L	-
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L	-
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L	-
Endossulfan	0,056 µg/L	-
Endrin	0,004 µg/L	-
Estireno	0,02 mg/L	-
Etilbenzeno	90,0 µg/L	-
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L	-
Glifosato	65 µg/L	-
Gution	0,005 µg/L	-
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L	-
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L	-
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L	-
Lindano	0,02 µg/L	-
Malation	0,1 µg/L	-
Metolacloro	10 µg/L	-
Metoxicloro	0,03 µg/L	-
Paration	0,04 µg/L	-
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L	-
Pentaclorofenol	0,009 mg/L	-
Simazina	2,0 µg/L	-
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS	-
2,4,5-T	2,0 µg/L	-
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L	-
Tetracloroetano	0,01 mg/L	-
Tolueno	2,0 µg/L	-
Toxafeno	0,01 µg/L	-
2,4,5-TP	10,0 µg/L	-
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT	-
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L	-
Tricloroetano	0,03 mg/L	-
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L	-
Trifluralina	0,2 µg/L	-
Xileno	300 µg/L	-

Fonte: Resolução Conama 357/05

Obs. Apenas foram apresentados neste quadro os padrões de parâmetros orgânicos para padrões de água doce - Classe 2

**Quadro 1.13 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Coliformes Termotolerantes - Resolução Conama nº 274/00 - Qualidade das Águas - Porto Sul**

Categoria		Presença de Coliformes Termotolerantes
Própria	Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 col/100 mL
	Muito boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 col/100 mL
	Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 1.000 col/100 mL
Imprópria	-	Quando se verificar a ocorrência de valor superior a 2.500 col/100 mL

Fonte: Resolução Conama 274/00

**Quadro 1.14 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Enterococos - Resolução Conama nº 274/00 - Qualidade das Águas - Porto Sul**

Categoria		Presença de Enterococos
Própria	Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 25 Enterococos/100 mL
	Muito boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 50 Enterococos/100 mL
	Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 100 Enterococos/100 mL
Imprópria	-	Quando se verificar a ocorrência de valor superior a 400 Enterococos/100 mL

Fonte: Resolução Conama 274/00

Neste estudo também foram utilizados os critérios adotados pela NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*, que, para a água, são estabelecidos por contaminante, dois níveis: o nível para efeitos agudos (CMC - *Criteria Maximum Concentration*) representa a mais alta concentração de um poluente à qual a vida aquática pode ser exposta por um curto período de tempo - cerca de 1 hora; e o nível para efeitos crônicos (CCC - *Criteria Continuous Concentration*), representando a mais alta concentração de um poluente à qual a vida aquática pode ser exposta por um período maior de tempo (cerca de 4 dias), sem sofrer efeitos deletérios.

A seguir (**Quadro 1.15**), são apresentadas às concentrações de referência da NOAA (BUCHMAN, 2008) para os metais em estudo na água.

**Quadro 1.15 - Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais na Água - Qualidade das Águas - Porto Sul**

Parâmetro	Água (mg/L)	
	CMC	CCC
Ferro total	-	1,000
Zinco total	0,120	0,120
Chumbo total	0,065	0,0025
Alumínio total	0,750	0,087
Cromo total	-	-
Manganês total	2,3	0,120
Mercúrio total	0,0014	0,00077
Cobre total	0,013	0,009

Fonte: BUCHMAN, 2008

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados obtidos para qualidade de água nas Estações de Amostragem selecionadas para o Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul. No presente capítulo confirma-se que os principais ambientes estudados são ecossistemas aquáticos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Almada, porém, com características distintas. As únicas exceções são: a Estação P1 (amostrada nas Campanhas 1 e 2 de 2010) no qual faz parte de uma microbacia do rio Sonrisal e a Estação C07 (amostrada nas Campanhas 1 e 2 de 2011), que faz parte de microbacia paralela a linha de praia.

Nas Campanhas 1 e 2 de 2010, as Estações AL1 a AL6 e Estação P2 localizaram-se em ecossistemas lóticos e as Estações LE1 a LE3 inseridas em ecossistema lêntico da bacia do rio Almada (Lagoa Encantada). Os resultados obtidos das Estações foram discutidos através de literatura disponível (dados secundários) e direcionados às características dos ecossistemas. Nas Campanhas 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012, todos os ecossistemas estudados foram lóticos, contudo, apenas a Estação C07 manteve características intermediárias (Lêntico/Lótico).

A fim de determinar padrões (agrupamento e ordenamento) das variáveis ambientais de qualidade das águas e das Estações de Amostragem, foram realizadas análises hierárquicas de agrupamento (Cluster) e de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA) para as campanhas de 2010 e 2011. Foi também aplicado o Índice de Qualidade da Água - IQA (Método no **Anexo 1**) e Índice Estado Trófico conforme CETESB (2011), quando possível. Como há diferença dos parâmetros selecionados para Campanha Complementar de 2012, estes tratamentos estatísticos não foram realizados assim como a determinação dos índices.

Os **Quadros 2.1** e **2.2** apresentam, respectivamente, os resultados obtidos em valores absolutos de todas as variáveis de qualidade das águas, analisadas para as Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas campanhas de período chuvoso e seco de 2010. Os **Quadros 2.3** e **2.4** mostram os resultados da Campanha 1 (período chuvoso) e Campanha 2 (período seco) de 2011. Já o **Quadro 2.5** apresenta os resultados obtidos da Campanha Complementar de 2012. Sobre as condições de qualidade de água em relação a materiais flutuantes (inclusive espumas não naturais), óleos e graxas, substâncias que comuniquem odor, corantes provenientes de fontes antrópicas e resíduos sólidos objetáveis em todas as estações de durante todas as campanhas foram virtualmente ausentes (que não é perceptível pela visão olfato ou paladar, de acordo com definição da Resolução Conama 357/05).

O **Anexo 2** apresenta os laudos analíticos emitidos pelos laboratórios.

**Quadro 2.1 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Chuvoso em 2010**

Parâmetros	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	LE1 Superf.	LE1 Fundo	LE2 Superf.	LE2 Fundo	LE3 Superf.	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
Temperatura	°C	-	-	27,9	26,5	28,5	26,1	30,5	28,5	27,7	28,4	26,9	26,3	26,8	27,1	23,9	25,2
ORP (mV)	mV	-	-	0,67	0,40	106	58,00	106	0,57	0,76	0,64	0,92	105	0,84	0,45	0,12	35
pH	-	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	7,00	6,83	6,72	6,30	7,19	7,06	7,09	6,15	6,33	6,42	6,40	7,13	6,91	6,40
Transparência (m)	m	-	-	1,15	1,15	1,30	1,30	1,40	1,40	0,80	1,10	0,60	0,60	0,95	0,90	0,60	0,10
Condutividade	(µS/cm)	-	-	90	75,6	71,9	74,2	75,4	71,3	150,2	76,4	124,5	155	217	11060	369	210
Salinidade	(‰)	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0
COD	mg/L	-	-	6,36	2,65	0,53	2,65	4,24	2,65	2,66	5,30	7,95	5,30	3,71	51,90	7,95	11,10
COP	mg/L	-	-	2,43	3,95	1,75	2,25	1,80	1,85	2,66	2,80	3,11	2,88	2,54	1,59	1,92	15,26
COT	mg/L	-	-	8,79	6,60	2,28	4,90	6,04	4,50	5,32	8,10	11,06	8,18	6,25	53,49	9,87	26,36
Saturação OD	(%)	-	-	88,46	56,96	89,61	9,88	96,00	93,51	86,08	38,46	12,41	12,10	22,78	52,47	14,28	37,80
OD	mg/L	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0	6,90	4,50	6,90	0,80	7,20	7,20	6,80	3,00	0,98	0,98	1,80	4,00	1,20	3,10
Turbidez	UNT	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente	2,36	2,64	1,71	6,76	1,83	3,09	3,53	2,63	7,29	9,58	6,69	7,33	7,56	30,5
Sólidos Totais	mg/L			60	50	114	62	66	44	152	72	146	174	158	7814	240	156
Sólidos dissolvidos	mg/L			44,1	39,5	38,1	38,5	37,4	37,1	78,9	42,9	66,3	79,8	116	6770	211	101
DBO	mg/L	5 (valor máximo)	-	3,7	4,6	5,8	17,1	3,4	5	2,4	3,6	7,8	27,6	13,2	9,3	14,7	14,9
Clorofila a	mg/L	0,030 (valor máximo)	-	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0061	0,0016	0,0002	0,0018	0,0003	0,0024	< 0,0006	< 0,0006
Feofitina a	mg/L	-	-	0,0008	< 0,0006	0,0012	< 0,0006	< 0,0006	0,0114	Ausente	0,0007	0,0021	0,0005	0,0008	Ausente	< 0,0006	0,0022
Cloreto	mg/L	250 (valor máximo)	-	11,7	10,2	10,7	9,7	9,7	10,2	17,9	11,2	15,3	20,7	36,2	4543	67,9	11,2
Cálcio	mg/L	-	-	2,4	5,2	2,4	2,6	2,4	2,4	7,2	3,0	7,4	9,2	9,4	113,0	22,3	21,7
Magnésio	mg/L	-	-	1,7	0,7	1,9	1,6	1,9	1,9	4,6	2,1	0,07	3,3	4,5	323	6,7	0,37
Potássio	mg/L	-	-	0,88	0,92	0,92	0,86	0,96	0,92	2,89	1,63	0,86	1,76	1,77	90,3	1,84	5,79
Sódio	mg/L	-	-	6,71	5,74	6,24	5,53	6,96	6,3	3,7	9,26	5,86	13,7	21,5	2690	34,5	5,31
Ferro dissolvido	mg/L	0,3 (valor máximo)	0,3	0,78	0,58	0,42	0,42	0,51	0,50	1,55	1,04	1,74	1,80	1,75	1,00	1,79	0,61
Manganês total	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,03	0,03	0,02	0,087	0,02	0,025	0,21	0,23	0,07	0,21	0,17	0,13	0,092	0,029
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,04	0,029
Zinco total	mg/L	0,18 (valor máximo)	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo total	mg/L	0,05 (valor máximo)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cobre dissolvido	mg/L	0,009 (valor máximo)	0,005	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	0,03

**Quadro 2.1 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Chuvoso em 2010**

Parâmetros	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	LE1 Superf.	LE1 Fundo	LE2 Superf.	LE2 Fundo	LE3 Superf.	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
<b>Mercurio Total</b>	mg/L	0,0002	0,0002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>Cádmio Total</b>	mg/L	0,001 (valor máximo)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>Níquel total</b>	mg/L	0,025 (valor máximo)	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Cianeto livre</b>	mg/L	0,005 (valor máximo)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
<b>P total *</b>	mg/L	Até 0,030 - ambientes lenticos Até 0,050 - ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lenticos. Até 0,10 - ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários	0,124	1,118*	2,248*	1,258*	1,438*	1,358*	1,288*	1,408*	1,238*	1,278*	2,668*	1,078*	1,158*	1,678*	1,948*
<b>Orto P *</b>	mg/L	-	-	0,89	1,36	0,95	1,13	1,10	1,08	1,10	1,08	0,77	0,69	0,72	1,00	0,90	1,47
<b>N-total</b>	mg/L	-	-	0,75	0,76	1,46	0,88	1,94	2,22	2,90	3,12	2,45	1,23	3,64	2,63	1,80	0,61
<b>N Nitrato</b>	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	0,04	0,10	0,76	<0,01	0,01	<0,01	1,70	0,40	1,50	0,70	2,50	1,70	0,04	0,09
<b>N Nitrito</b>	mg/L	1,0 (valor máximo)	0,07	< 0,002	<0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	<0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
<b>N-amoniaco</b>	mg/L	3,7 - para pH ≤ 7,5 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 - pH > 8,	0,40	0,26	0,57	0,59	0,62	0,70	0,81	0,49	0,70	0,66	0,48	0,59	0,58	0,31	0,30
<b>Col. Termotol.</b>	(UFC/10 0mL)	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	0	X	0	X	0	X	3 x 10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>2</sup>	0	4 x 10 <sup>2</sup>	0	8 x 10 <sup>2</sup>	4 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>
<b>Enterococos</b>	(UFC/10 0mL)	-	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	17	X

Fonte: Hydros, 2012

Obs. \* Parâmetro com resultado considerado oriundo de erro analítico ou baixa precisão do método ou equipamento utilizado e deve ser visto com cautela. Marcação em vermelho indicam valores que não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

**Quadro 2.2 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Seco em 2010**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	LE1 Superf	LE1 Fundo	LE2 Superf	LE2 Fundo	LE3 Superf	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
Temperatura	°C	-	-	26,9	26,3	27,2	27,0	28,4	27,1	27,9	27,2	26,5	27,4	28,0	27,8	24,2	25,9
ORP (mV)	mV	-	-	163	109	133	116	83	33	126	125	127	111	99	73	48	80
pH	-	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	6,57	6,57	7,04	7,16	7,02	6,92	6,87	5,88	6,02	6,25	6,67	7,41	6,49	6,28
Transparência (m)	m	-	-	1,15	X	1,10	X	1,20	X	1,00	1,00	1,20	1,15	0,80	1,00	0,60	0,10
Condutividade	(µS/cm)	-	-	50,5	52,18	50,76	50,68	52,78	51,62	100,8	59,24	104,7	142,5	235,8	18110	284	176,1
Salinidade	(‰)	-	-	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	12,0	1,0	0,0
COD	mg/L	-	-	4,61	6,46	2,77	3,38	5,23	5,84	6,46	5,23	6,46	5,84	6,46	87,60	11,30	18,14
COP	mg/L	-	-	2,36	1,32	1,71	1,52	1,55	1,58	1,22	1,57	1,39	1,11	0,75	1,65	1,79	8,64
COT	mg/L	-	-	6,97	7,78	4,48	4,90	6,78	7,42	7,68	6,80	7,85	6,95	7,21	89,25	13,09	26,78
Saturação OD	(%)	-	-	82,28	53,09	97,47	56,96	81,82	46,84	82,05	49,37	25,00	26,58	35,90	76,92	42,17	8,54
OD	mg/L	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0	6,5	4,3	7,7	4,5	6,3	3,7	6,4	3,9	2,0	2,1	2,8	6,0	3,5	0,7
Turbidez	UNT	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente	3,15	3,97	3,75	3,45	2,87	3,94	1,38	2,80	2,62	1,89	1,34	2,22	4,26	2,96
Sólidos Totais	mg/L			352	174	264	154	458	178	72	200	460	180	162	19000	138	340
Sólidos dissolvidos	mg/L			25,5	26	28,7	27	26,6	24,8	48,8	76	54	79,0	122	7210	137	96,5
DBO	mg/L	5 (valor máximo)	-	2,5	<2,0	2,3	<2,0	<2,0	2	3,0	2,5	2,0	8,7	16,8	30,0	14,1	69
Clorofila <i>a</i>	mg/L	0,030 (valor máximo)	-	0,0003	0,0003	0,0004	0,0001	0,0002	0,0003	0	0	0,0003	0,0004	0,0010	0,0006	0,0003	0,0003
Feofitina <i>a</i>	mg/L	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0257	0
Cloreto	mg/L	250 (valor máximo)	-	9,5	9,5	12	13,5	9,5	11	14	8	15	20	48	6698	50,5	13,5
Cálcio	mg/L	-	-	2,2	< 0,8	1,8	< 0,8	2,2	2,2	6,2	22,9	1,4	5,1	7,3	6,5	17,2	22,4
Magnésio	mg/L	-	-	< 1,2	4	1,2	4,2	1,2	1,2	3,8	14	11,8	3,1	4,8	103	6,3	4,1
Potássio	mg/L	-	-	0,697	0,742	0,600	0,630	0,564	0,701	0,403	0,530	0,635	0,783	1.184	120.902	1.068	2.080
Sódio	mg/L	-	-	4,99	5,39	4,60	4,78	4,29	4,80	7,53	5,72	8,83	9,85	18,10	139,00	18,40	4,13
Ferro dissolvido	mg/L	0,3 (valor máximo)	0,3	1,04	< 0,03	0,84	< 0,03	1,58	1,01	0,87	0,73	0,65	0,93	0,32	< 0,03	1,22	0,68
Manganês total	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,022	0,087	0,024	0,024	0,023	0,066	0,054	0,032	0,087	0,041	0,013	0,033	0,019	0,018
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Zinco total	mg/L	0,18 (valor máximo)	0,09	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cromo total	mg/L	0,05 (valor máximo)	0,05	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	0,033
Cobre dissolvido	mg/L	0,009 (valor máximo)	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,23	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

**Quadro 2.2 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Seco em 2010**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	LE1 Superf	LE1 Fundo	LE2 Superf	LE2 Fundo	LE3 Superf	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Cádmio Total	mg/L	0,001 (valor máximo)	0,005	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Níquel total	mg/L	0,025 (valor máximo)	0,025	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cianeto livre	mg/L	0,005 (valor máximo)	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
P total	mg/L	Até 0,030 - ambientes lênticos Até 0,050 - ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lêntico. Até 0,10 - ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários	0,124	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Orto P	mg/L	-	-	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Ntotal	mg/L	-	-	1,20	1,30	0,90	1,40	2,70	1,40	0,70	1,2	1,60	0,70	0,60	0,40	2,70	3,50
N Nitrato	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
N Nitrito	mg/L	1,0 (valor máximo)	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
N-amoniacoal	mg/L	3,7 - para pH ≤ 7,5; 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 - pH > 8,	0,40	1,00	1,10	0,70	1,20	2,50	1,20	0,50	1,00	1,40	0,50	0,40	0,20	2,50	3,30
Col. Termotol.	(UFC/100 mL)	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	0	X	0	X	0	X	0	1 x 10 <sup>2</sup>	0	2 x 10 <sup>2</sup>	7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>2</sup>	0
Enterococos	(UFC/100 mL)	-	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	X

Fonte: Hydros, 2012

Obs. \* Parâmetro com resultado considerado oriundo de erro analítico ou baixa precisão do método ou equipamento utilizado e deve ser visto com cautela. Marcação em vermelho indicam valores que não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

**Quadro 2.3 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Período Chuvoso em 2011**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL 01	RAL 02	RAL 03
Profundidade (m)	m	-	-	1	1,5	3	1	0,75	0,15	0,6	3	2	2,2
Temperatura	°C	-	-	24,8	20,0	24,7	24,3	22,9	23,9	25,5	22,0	22,0	23,8
ORP	mV	-	-	93	134	140	113	145	46	80	89	152	121
pH	-	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	6,25	6,15	6,30	5,51	6,00	6,60	6,95	5,98	5,51	5,74
Transparência	m	-	-	0,9	0,50	0,20	0,60	0,75	0,15	0,60	0,90	0,85	0,95
Condutividade	µS/cm	-	-	117,7	124,6	87,08	90,68	119,2	122,6	2601	78,8	79,7	83,24
Salinidade *	-	-	-	1,0*	0,0	0,0	0,0	1,0*	1,0*	1,0	0,0	0,0	0,0
COT	mg/L	-	3,00 mg/L	10,90	29,70	31,40	31,40	17,10	17,50	15,90	19,30	24,80	24,00
Saturação OD	%	-	-	81,0	53,0	39,0	45,0	76,0	82,0	73,0	49,0	52,0	54,0
OD	mg/L	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0	6,8	4,5	3,2	3,8	6,5	7,0	5,4	4,0	4,2	4,4
Turbidez	UNT	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente	8,7	10,8	8,9	9,4	18,2	72,3	3,2	7,00	6,3	7,2
Sólidos Totais	mg/L	-	-	107	153	111	121	119	217	1570	86	85,3	104
Sólidos dissolvidos Totais*	mg/L	500,00	Resíduos sólidos objetáveis: devem estar virtualmente ausentes	114*	127	111	123*	110	209	1920*	72,7	89,3*	115,0*
DBO	mg/L	5 (valor máximo)	-	3,6	6,6	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3
Clorofila a	mg/L	0,030 (valor máximo)	-	<0,0028	0,0036	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,0078	0,0049	<0,0028	0,0047
Feofitina a	mg/L	-	-	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Cloreto	mg/L	250 (valor máximo)	-	13,7	12,2	7,55	8,98	11,4	13,9	648	7,88	8,07	8,13
Cálcio	mg/L	-	-	4,44	11,50	5,22	7,84	8,79	7,56	27,70	4,80	4,65	4,58
Magnésio	mg/L	-	-	2,44	4,1	2,45	2,26	2,63	2,79	45,4	2,23	2,24	2,26
Potássio	mg/L	-	-	3,2	25,5	2,3	<1,1	<1,1	1,1	19,8	1,7	1,7	1,8
Sódio	mg/L	-	-	10,6	20,3	7,1	6,8	9,1	12,4	311,0	6,3	6,4	6,6
Ferro dissolvido	mg/L	0,3 (valor máximo)	0,3	0,76	1,90	1,00	1,15	0,70	1,61	0,25	0,79	0,71	0,67
Manganês total	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,059	0,27	0,055	0,053	0,04	0,032	0,005	0,038	0,038	0,036
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	<0,05	0,07	0,14	0,11	0,31	2,03	<0,05	0,1	0,07	0,08
Zinco total	mg/L	0,18 (valor máximo)	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	mg/L	0,05 (valor máximo)	0,05	<0,003	0,024	<0,003	<0,003	<0,003	0,008	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobre dissolvido	mg/L	0,009 (valor máximo)	0,005	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Mercurio Total	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0008	<0,0002	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cádmio Total	mg/L	0,001 (valor máximo)	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Níquel total	mg/L	0,025 (valor máximo)	0,025	0,023	0,031	0,022	0,017	0,023	0,036	0,01	0,016	0,013	0,016
Cianeto livre*	mg/L	0,005 (valor máximo)	0,001	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*
P-total	mg/L	Até 0,030 - ambientes léticos Até 0,050 - ambientes	0,124	0,058	0,262	0,145	0,076	0,059	0,122	0,065	0,127	0,125	0,125

**Quadro 2.3 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Período Chuvoso em 2011**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL 01	RAL 02	RAL 03
		intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lântico. Até 0,10 - ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários											
Ortofosfato	mg/L		-	<0,02	<0,02	<0,07	<0,02	<0,07	<0,07	<0,02	<0,07	<0,07	<0,07
N-total	mg/L	-	-	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
N Nitrate	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	0,322	<0,003	0,433	0,267	0,037	0,095	0,032	0,012	0,012	0,011
N Nitrite	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	0,114	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
N-amoniaco	mg/L	3,7 - para pH ≤ 7,5; 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 - pH > 8,5	0,40	0,42	0,06	0,04	<0,03	<0,03	0,06	0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	4,6x10 <sup>2</sup>	1,9x10 <sup>2</sup>	2,1x10 <sup>2</sup>	8,3x10	2,2x10 <sup>2</sup>	2,3x10 <sup>2</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>	5,1x10	5,6x10	2,4x10 <sup>2</sup>

Fonte: Hydros, 2012

Obs. \* Parâmetro com resultado considerado oriundo de erro analítico ou baixa precisão do método ou equipamento utilizado e deve ser visto com cautela. Marcação em vermelho indicam valores que não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05

**Quadro 2.4 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Seco em 2011**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL 01	RAL 02
Profundidade (m)	m	-	-	1,0	1,0	1,2	1,0	0,4	0,7	1,15	1,4	1,4
Temperatura	°C	-	-	23,6	23,1	22,6	25,6	20	21,3	29,6	26,1	25,3
ORP*	mV	-	-	97	134	86	103	56	105	-1406*	125	136
pH	-	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	6,77	6,24	6,55	6,13	6,24	6,25	6,83	6,55	6,15
Transparência	m	-	-	0,2	0,7	0,8	0,8	0,4	0,6	0,4	1	1,2
Condutividade	µS/cm	-	-	96,02	104,7	112,7	97,30	108,3	180,8	8454	101,8	97,95
Salinidade		-	-	1	1	1	1	1	0,5	6	0	0
COT	mg/L	-	3,00 mg/L	7,2	23,4	9,6	20,5	27,8	11,1	19,5	13,9	9,5
Saturação OD	%	-	-	58,8	16,3	104,6	30,5	65,9	16,9	95,8	34,6	58,5
OD	mg/L	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0	5	1,4	9,1	2,5	6	1,5	7,3	2,8	4,8
Turbidez	UNT	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente	10,5	9,6	10,2	7,3	6,0	16,5	5,2	3,5	3,0
Sólidos Totais	mg/L	-	-	112	115	143	126	111	184	91800	82,7	91,3
Sólidos dissolvidos	mg/L	500,00	Resíduos sólidos objetáveis: devem estar virtualmente ausentes	92,7	114	54	96	94	155	6715	62	82,7

**Quadro 2.4 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Seco em 2011**

Parâmetro	Unidade	Res. Conama 357/05 Classe 2 Água doce	Res. Conama 357/05 Classe 1 Água salobra	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL 01	RAL 02
DBO	mg/L	5 (valor máximo)	-	<3,3	<1,1	<3,3	<3,3	5,6	<3,3	3,5	1,3	<1,1
Clorofila <i>a</i>	mg/L	0,030 (valor máximo)	-	<0,0028	<0,0028	0,0069	<0,0028	0,0068	<0,0028	0,0142	0,0065	0,0067
Feofitina <i>a</i>	mg/L	-	-	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,0038	<0,0028	<0,0028	<0,0028
Cloreto	mg/L	250 (valor máximo)	-	16,8	16,5	18,4	14,4	14,2	27,2	3160	18,9	18,7
Cálcio	mg/L	-	-	3,227	4,505	7,067	4,732	6,612	9,385	58,440	7,151	5,992
Magnésio	mg/L	-	-	2,43	3,558	4,136	2,323	3,033	4,41	195,58	2,972	3,067
Potássio	mg/L	-	-	3,418	2,772	2,565	0,807	0,718	1,043	64,47	1,343	1,278
Sódio	mg/L	-	-	14,190	13,668	15,858	8,065	13,088	16,975	1627,980	13,318	13,898
Ferro dissolvido	mg/L	0,3 (valor máximo)	0,3	0,5254	3	1,3	0,8395	0,000854	0,5017	0,1081	0,3496	0,5915
Manganês total	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,085	0,0799	0,0968	0,0575	3,033	0,282	0,0301	0,04	0,0406
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1 (valor máximo)	0,1	0,0777	0,0944	0,0605	0,0472	0,0399	0,0316	0,0013	0,0312	0,069
Zinco total	mg/L	0,18 (valor máximo)	0,09	0,0479	0,0219	0,0461	<0,0005	0,0208	0,002	<0,001	0,13	0,0622
Cromo total	mg/L	0,05 (valor máximo)	0,05	<0,0001	0,00046	<0,0001	<0,0005	<0,0001	0,0094	<0,001	0,00045	0,00061
Cobre dissolvido	mg/L	0,009 (valor máximo)	0,005	<0,0001	0,0075	<0,0001	0,0008	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mercurio Total	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,001	<0,0001	<0,0001
Cádmio Total	mg/L	0,001 (valor máximo)	0,005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,001	<0,0001	<0,0001
Níquel total	mg/L	0,025 (valor máximo)	0,025	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0005	0,0016	<0,0005	<0,001	<0,0001	0,0014
Cianeto livre	mg/L	0,005 (valor máximo)	0,001	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*	<0,007*
Ptotal	mg/L	Até 0,030 - ambientes lênticos Até 0,050 - ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lêntico. Até 0,10 - ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários	0,124	0,054	0,153	0,143	0,059	0,040	0,175	0,049	0,084	0,060
Ortofosfato	mg/L	-	-	<0,07	0,13	0,09	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Ntotal	mg/L	-	-	1,28	0,68	1,24	1,06	0,61	1,5	<0,50	<0,50	<0,50
N Nitrato	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	0,587	0,022	0,039	0,026	0,073	0,036	0,096	0,047	0,061
N Nitrito	mg/L	10 (valor máximo)	0,40	0,025	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002
Namoniacal	mg/L	3,7 - para pH ≤ 7,5; 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 - para pH > 8,5	0,40	0,09	0,04	0,03	<0,03	<0,03	0,17	<0,03	<0,03	<0,03
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	3,5 X 10 <sup>2</sup>	2,9 X 10 <sup>2</sup>	1,6 X 10 <sup>2</sup>	5,3 X 10	1,1 X 10 <sup>2</sup>	7,0 X 10	1,4 X 10 <sup>3</sup>	1,5 X 10 <sup>2</sup>	1,1 X 10 <sup>2</sup>

Fonte: Hydros, 2012

Obs. \* Parâmetro com resultado considerado oriundo de erro analítico ou baixa precisão do método ou do equipamento utilizado e deve ser visto com cautela. Marcação em vermelho indicam valores que não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

**Quadro 2.5 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Campanha Complementar de 2012**

Parâmetros	Unidade	Padrões Água Doce - Classe 2	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL01	RAL02	C02 R**
Profundidade	m	-	0,3	2	1	0,9	<0,1	<0,2	1,3	1	1	0,15
Transparência	m	-	0,3	0,3	0,4	0,4	<0,1	<0,1	0,3	10	1	0,1
Temperatura	°C	-	25,5	27,2	26,3	27,5	24	25,4	31,2	29,7	29,7	27,5
pH		6,0 a 9,0	6,57	6,15	6,04	6,18	6,09	6,12	6,96	6,24	6,26	5,32
ORP	mV	-	0,91	104	78	80	51	70	57	66	68	127
Saturação O.D	%	-	43,90	20,00	43,21	20,25	64,29	10,98	38,67	27,16	23,17	34,18
O.D	mg/L	Não inferior a 5,0	3,6	1,6	3,5	1,6	5,4	0,9	2,9	2,2	1,9	2,7
Salinidade	‰	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Condutividade	µS/cm	-	123	120	170	111	179	306	765	258	437	-
Acrilamida	µg/L	0,5 µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Alacloro	µg/L	20 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Aldrin+Deldrin	µg/L	0,005 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Atrazina	µg/L	2 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Benzeno	mg/L	0,005 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Benzeno	µg/L	0,005 µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Benzeno(a)antraceno	µg/L	0,05 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Carbaril	µg/L	0,05 µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-
Clordano (cis+trans)	µg/L	0,02 µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-
2-Clorofenol	µg/L	0,1 µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Criseno	µg/L	0,05 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
2,4-D	µg/L	4,0 µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Dementon (Dementon-O + Dementon-S)	µg/L	0,1 µg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
Dibenzo (a,h)antraceno	µg/L	0,05 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,01 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,003 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,3 µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Diclorometano	mg/L	0,02 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE+p,p'-DDD)	µg/L	0,002 µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-
Dodecacloro pentaciclodecano	µg/L	0,001 µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Endossulfan (alfa+Beta+sulfato)	µg/L	0,056 µg/L	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	-
Endrin	µg/L	0,004 µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-
Estireno	mg/L	0,02 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<1*	<1*	-
Etilbenzeno	µg/L	90,0 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Fenóis totais	mg/L	0,003 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Glifosato	µg/L	65 µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<50	<10	<20	<10
Gution	µg/L	0,005 µg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	-
Heptacloro epóxido + Heptacloro	µg/L	0,01 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,0065 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Ideno (1,2,3-cd)pireno	µg/L	0,05 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Lindano (γ-HCH)	µg/L	0,02 µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-
Malation	µg/L	0,1 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Metolacloro	µg/L	10 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Metoxicloro	µg/L	0,03 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Paration	µg/L	0,04 µg/L	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	-
PCBs - Bifenilas policloradas	µg/L	0,001 µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Pentaclorofenol	µg/L	0,009 mg/L	<1x10 <sup>-3</sup>	-								
Simazina	mg/L	2,0 mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno - LAS	mg/L	0,5 mg/L LAS	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
2,4,5-T	µg/L	2,0 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Tetracloroeto de carbono	mg/L	0,002 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Tetracloroetano	µg/L	0,01 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Tolueno	µg/L	2,0 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Toxafeno	µg/L	0,01 µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
2,4,5-TP	µg/L	10,0 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Tributilestanho	µg/L	0,063 µg/L TBT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
1,2,4 Triclorobenzeno	µg/L	0,02 mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-

**Quadro 2.5 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Campanha Complementar de 2012**

Parâmetros	Unidade	Padrões Água Doce - Classe 2	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL01	RAL02	C02 R**
Tricloroeteno	mg/L	0,03 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<1	<1	-
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,01 µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Trifluralina	µg/L	0,2 µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Xileno	µg/L	300 µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-
Ferro dissolvido	mg/L	0,3	1,5	2,4	1,3	3,3	1	2,7	0,3981	1,25	0,9466	-
Manganês total	mg/L	0,1	0,1064	0,1184	0,0506	0,0466	0,026	0,215	0,0163	0,1147	0,0764	-
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1	0,0226	0,0537	0,0531	0,0977	0,0297	0,3378	0,0229	0,2134	0,0313	-
Zinco total	mg/L	0,18	0,0823	0,109	0,0198	0,0905	0,0186	0,044	0,0146	<0,0001	<0,0001	-
Cromo total	mg/L	0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<1x10 <sup>-5</sup>	<1x10 <sup>-5</sup>	-
Cádmio Total	mg/L	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-
Níquel total	mg/L	0,025	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-
TPH Faixa Gasolina (C8-C11)	mg/L	-	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
TPH Faixa Querosene (C11-C14)	mg/L	-	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
TPH Faixa Diesel (C14-C20)	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40)	mg/L	-	<0,05	0,12	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	-

Fonte: Hydros, 2012

\* Parâmetro com resultado considerado oriundo de baixa precisão do método e deve ser visto com cautela. Marcação em vermelho indicam valores que não estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05

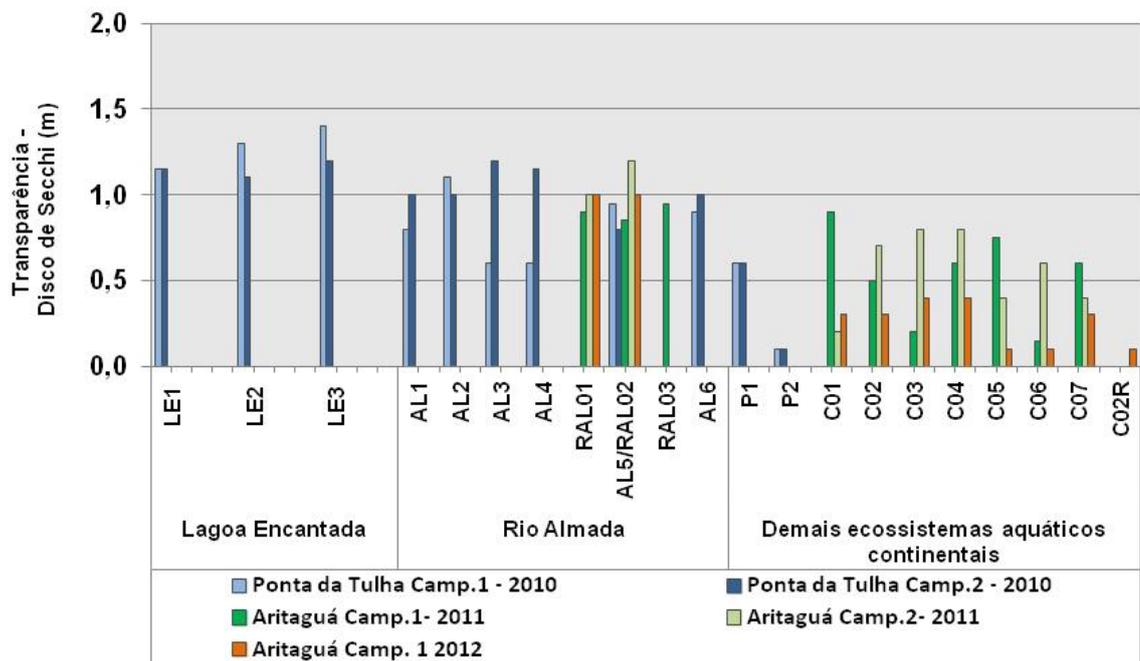
## 2.1 TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

A transparência da água foi estimada, neste estudo, através da avaliação da extinção da luz visível (método visual: espectro óptico - comprimento de onda 400 nm a 700 nm, ultravioleta ao infravermelho) na coluna d'água através do disco de Secchi.

A radiação solar (ou eletromagnética), ao incidir na lâmina d'água refrata na coluna d'água ou reflete, sendo que a profundidade que a luz visível (pequena parte do espectro eletromagnético) alcança depende de alguns fatores, tais como: cor da água; sólidos particulados em suspensão e dissolvidos na água; presença de microrganismos; e insolação (intensidade, distribuição espectral e angular). A luz penetra até uma determinada profundidade de acordo com a Lei de Lambert-Beer, ou seja, de forma exponencial (ESTEVES, 1988; STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

A transparência da água (determinada em metros) encontrada nas Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul (em 2010, 2011 e 2012) está apresentada na **Figura 2.1**.

## Transparência da Água



Obs. Estações P1 e P2 mantiveram transparência igual à profundidade máxima na Campanha 1 e 2 - Área Ponta da Tulha. O mesmo ocorreu com AL1 e AL5 na Campanha 2 - Área Ponta da Tulha. Na Campanha 1 de 2011, isto ocorreu para C05, C06 e C07. Na Campanha 2 de 2011, isto ocorreu para C01 e C05.

**Figura 2.1 - Transparência da Água - Qualidade das Águas - Porto Sul – Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso em 2010, a transparência das águas nas Estações de Amostragem da Lagoa Encantada variou entre 1,15 m (LE1) e 1,40 m (LE3) e no período seco entre 1,15 m e 1,20 m, respectivamente. Já a Estação LE2 apresentou transparência da água em até 1,30 m na Campanha 1 e de até 1,10 m Campanha 2.

A redução da penetração da luz visível logo nos primeiros metros da coluna d'água, como observado na lagoa Encantada, pode determinar a diminuição da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton nas camadas inferiores da água.

A zona superficial, iluminada, onde ocorre a produção primária é chamada de epilímnio e o hipolímnio é tido como a zona escura no qual acontece a maior parte dos processos de decomposição da matéria orgânica presente nas águas.

O epilímnio se estende até a profundidade onde penetra até 1% da iluminação recebida pela superfície, sendo aproximadamente 2 vezes a profundidade do disco de Secchi (STRASKRABA & TUNDISI, 2000). Em relação ao período chuvoso, o epilímnio calculado LE2 foi de 2,60 m e para o período seco foi de 2,40. Nas duas campanhas de amostragem o epilímnio da LE1 foi representado em até 2,30 m de profundidade na coluna d'água. Também a partir da teoria referida foi interpretado que a iluminação penetrou em toda a coluna d'água na Estação LE3, pois profundidade máxima observada foi de 2 metros em ambas as campanhas de 2010. É importante ressaltar que além da penetração da luz, a diferenciação ente epi e hipolímion se dá em função da presença de uma termoclina, que cria uma barreira

física (diferença de densidade) entre a camada superior (mais aquecida e menos densa) e a inferior (mais fria e densa). Esse é o principal mecanismo da separação das massas de água em lagos.

Uma menor transparência da água ou redução da zona eufótica pode estar associada aos eventos de cheias, nos quais os materiais em suspensão na água podem aumentar devido ao carreamento e lixiviação de partículas minerais alóctones. Além de estar relacionada com a zona eufótica, a penetração da luz no corpo d'água influencia no aumento ou diminuição da temperatura.

A redução da transparência observada tanto para a LE2 e LE3 entre a Campanha 1 e Campanha 2 provavelmente não está associada com evento de cheia, e pode estar associado com maior material particulado devido à produtividade do fitoplâncton, materiais em suspensão ou mesmo sólidos totais dissolvidos.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

As águas do rio Almada apresentaram transparência da água com valores inferiores aos encontrados na lagoa Encantada no período chuvoso. Esta comparação evidencia que o ecossistema lótico (com águas continentais moventes) carrega e promove ressuspensão de material na água ao longo do curso do rio, evitando a penetração da luz visível no primeiro metro da coluna d'água. Assim, os valores estimados da transparência da água no período chuvoso nas Estações de Amostragens AL1, AL2, AL3, AL4, AL5 e AL6 foram respectivamente de: 0,80 m; 1,10 m; 0,60 m; 0,60 m; 0,95 m; e 0,90 m. Enquanto que no período seco foram verificados na seguinte ordem referida: 1 m (valor igual à profundidade total); 1 m; 1,2m; 1,15 m (valor igual à profundidade total); 0,80 m (valor igual à profundidade total) e 1 m. Como o rio é um ambiente raso, a profundidade máxima também é um fator limitante em relação à transparência, por isso a existência de resultados de transparência igual à profundidade, pois a transparência das águas jamais poderá ser maior que a profundidade do canal do rio.

É importante observar que apenas a AL2 manteve transparência acima de um metro (1,10 m) no período chuvoso, o que pode estar relacionado com possível descarga das águas mais transparentes da lagoa Encantada no rio Almada. Uma situação hipotética em que há uma menor produtividade primária e secundária pode também representar uma possível diminuição da transparência, bem como a menor turbulência nas águas e maior sedimentação.

Na segunda campanha de amostragem realizada, apenas as Estações AL2 e AL5 apresentaram menor transparência das águas quando comparadas com a primeira campanha. No caso da AL5 a transparência foi igual à profundidade máxima. As demais Estações no rio Almada apresentaram águas mais transparentes no período seco. Esta maior transparência observada pode estar relacionada com menor precipitação que, por conseguinte levam ao enfraquecimento do fluxo laminar do rio, deixando as águas menos turbulentas.

A baixa precipitação também pode diminuir a influência que as várzeas exercem sobre o rio, acarretando em uma menor entrada de matéria orgânica (matéria viva e/ou morta de macrófitas, galhos, folhas, microrganismos, etc.) e de matéria inorgânica alóctone (partículas de argila, silte, etc.). No caso da Estação AL6, estes processos estão intrinsecamente ligados à dinâmica do manguezal (do infra e mesolitoral) e da capacidade de transporte influenciadas pelas marés (ambas as campanhas foram de sizígia).

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Na Campanha 1 de 2011 (período chuvoso), as Estações RAL01, RAL02 e RAL03 apresentaram profundidade do disco de *Secchi*, respectivamente de: 0,90 m, 0,85 m e 0,95 m. Estes valores apresentados mantêm o padrão observado no período chuvoso de 2010, onde no rio Almada a transparência não ultrapassou 1 m de profundidade, com exceção da Estação AL2 (1,10 m). Deve-se deixar evidente que a Estação AL5 que foi coletada em 2010 está situada no mesmo local da RAL02.

Durante a Campanha 2 de 2011 (período seco), nas Estações RAL01 e RAL02 foram obtidas transparências de 1 m e 1,2 m. Durante a Campanha Complementar de 2012 ambas as Estações de Amostragem apresentaram 1,0m de transparência de *Secchi*. Estes valores indicam menor material em suspensão na água, contudo, esta variação pode ser influenciada por outros fatores como incidência de luminosidade a depender da hora coletada, além da cor da água.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)

A Estação P1 e a P2, mantiveram os valores de transparência de água iguais às respectivas profundidades, sendo os valores de 0,60 m e 0,10 m obtidos respectivamente em ambas as campanhas. A Estação P2 apresentou coluna d'água muito rasa, não sendo possível estimar a transparência com o disco de *Secchi*, apenas com medição da profundidade.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os ecossistemas aquáticos coletados na Campanha 1 do ano de 2011 estão inseridos, como já explicitados, na área de influência direta do Porto Sul (Aritaguá). Contudo, apenas a Estação C07 localiza-se em um pequeno estuário formado por cordão litorâneo de sistema lótico/lêntico paralelo à linha da costa e as demais Estações estão localizadas em pequenos sistemas lóticos formando riachos. A transparência da água da Estação C07 no momento da coleta de água foi de 0,60 m, valor igual à profundidade total. Transparência igual à profundidade também foi obtida para C05 (0,75 m) e C06 (0,15 m), sendo este último o ecossistema mais raso dentre os demais. A Estação C03, foz do rio Itariri, apresentou local profundo (3,0 m) e a transparência mais baixa (0,20 m). Ainda no rio Itariri, porém mais a montante (Estação C02) foi obtido transparência de até 0,50 m. A Estação C01, coletada em ecossistema lótico localizado mais a montante em relação às demais, e que está próximo (aprox. 1,1 km) ao local de descarte do lixo proveniente de Ilhéus, apresentou a mais elevada transparência: 0,90 m (a profundidade total foi de 1 m). Já a Estação C04 mostrou-se com 0,60 m.

As estações C01, C05 e C07 apresentaram menor transparência na Campanha 2 quando comparadas aos resultados da Campanha 1 de 2011. Os respectivos valores da Campanha 2 de 2011 foram: 0,2 m; 0,4 m e 0,6 m. Tiveram maior transparência quando comparadas aos resultados da Campanha 1 de 2011 as demais Estações C02 (0,7 m), C03 (0,8 m), C04 (0,8 m) e C06 (0,6 m). Deve-se deixar evidente que houve a necessidade de realocação da estação C06 durante a Campanha 2, devido ao sistema aquático da estação C06 (Campanha 1) estar raso o suficiente para impedir o procedimento de coleta de água.

As estações C02, C04, C05, C06 e C07 durante a Campanha Complementar de 2012 apresentaram os menores valores em relação a todas as amostragens realizadas.

## 2.2 TURBIDEZ DA ÁGUA

Aliada à análise de transparência da água através de determinação visual com o disco de *Secchi* foi realizada a determinação de turbidez através de método instrumental nefelométrico.

A turbidez da água é a expressão de propriedade óptica, no qual é causada por diversos materiais em suspensão, além da cor da água. A presença desses materiais em uma amostra de água causa a dispersão e absorção da luz que atravessa a amostra. Assim, a turbidez (expressa em Unidades Nefelométricas de Turbidez ou UNT), indica a atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a amostra de água, sendo a razão entre as intensidades de luz dispersa e a luz transmitida.

A turbidez da água é um dos fatores que influenciam na absorção da radiação não apenas na interface ar/água, mas também nas camadas de água até o fundo do ecossistema aquático. O uso inadequado do solo das bacias hidrográficas (ex. desmatamento) pode resultar no aumento de turbidez na água, conseqüentemente provocando, por exemplo: alterações térmicas em rios e lagos; redução da produção primária fitoplancônica; danos à pesca (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A **Figura 2.2** apresenta a turbidez da água (indicada em UNT) das estações de amostragens do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas Campanhas 1 e 2 (ano 2010) e Campanha 1 e 2 do ano de 2011.

As condições e padrões estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para turbidez aplicados à água doce (Classe 2) são de até 100 UNT e para água salobras ou salinas apenas é determinado que substâncias que produzem turbidez devem estar virtualmente ausentes (que não são perceptíveis pela visão). A análise de turbidez foi realizada em todas as Estações mesmo quando as águas foram caracterizadas como salobras, contudo, as substâncias que podem ocasionar turbidez apresentaram-se virtualmente ausentes. Assim, todos os resultados referentes às Campanhas 1 e 2 (2010) e Campanha 1 e 2 (2011) foram inferiores a 100 UNT.

### Turbidez da Água

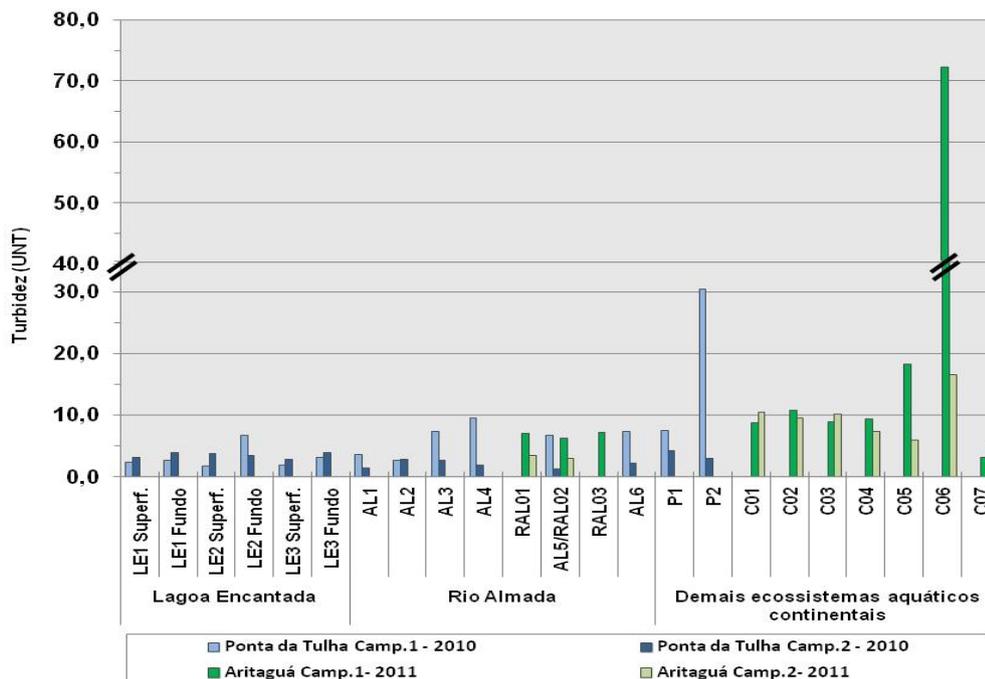


Figura 2.2 - Turbidez das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso (Campanha 1 - 2010) as amostras de águas superficiais em todas as estações mostraram turbidez mais baixa na Lagoa Encantada do que as águas amostradas no fundo (próxima à profundidade máxima). No período seco (Campanha 2 - 2010) estes padrões ocorreram nas Estações LE1 e LE3. Este resultado demonstra que as águas (do hipolimnio) foram mais turvas e se apresentaram deste modo provavelmente devido a alguns fatores, tais como:

- A ressuspensão do sedimento superficial pouco estável motivada pela própria circulação das massas d'água existente em profundidades mais elevadas;
- Pela sedimentação lenta de material de fina granulometria.

Ainda sobre o período chuvoso, na Estação de Amostragem LE1 foi verificada a menor diferença estabelecida entre amostras de água superficial (2,36 UNT) e de fundo (2,64 UNT), enquanto que nas Estações LE2 e LE3 houveram nítidas discrepâncias entre superfície e fundo. A Estação LE2 Superfície apresentou 1,71 UNT e a LE2 Fundo: 6,76 UNT; a LE3 Superfície teve como resultado 1,83 UNT e a LE3 Fundo: 3,09 UNT.

A partir dos resultados expostos pode-se interpretar que durante o período chuvoso de amostrado, as massas d'água da LE2 e LE3 pouco se misturavam (circulação vertical das águas), havendo provável estratificação na coluna d'água. Contudo, valores proximais de turbidez entre as água superficial e de fundo na Estação LE1 denotaram comportamento de circulação vertical, auxiliado provavelmente por movimentação eólica.

De acordo com escala qualitativa de condições do vento (Ausente, Fraco, Moderado, Intenso, Muito Intenso) avaliada no momento da amostragem de água na Campanha 1 (período chuvoso), a Estação LE1 apresentou vento fraco, a LE2 ausente e a LE3 vento moderado. A ausência de vento percebida na Estação LE2 pode ter contribuído para a elevada diferença entre a turbidez da amostra de fundo e superfície.

No período seco (Campanha 2 - 2010) as Estações de Amostragem não apresentaram valores tão nitidamente discrepantes entre amostras de superfície e fundo quanto no período chuvoso. Em relação aos dados da segunda campanha: a Estação LE1 Superfície obteve 3,15 UNT e a LE1 Fundo 3,97 UNT; a Estação LE3 Superfície mostrou-se com 2,87 UNT e LE Fundo com 3,94 UNT. Dentre todas as Estações e campanhas realizadas, apenas a Estação LE2 (período seco) apresentou valores maiores de turbidez na superfície (3,75 UNT) em relação às amostras de fundo (3,45 UNT). A mistura das águas de diferentes estratos entre epilimnio e hipolimnio para a Estação LE2 deve ser um dos principais motivos para valores próximos de turbidez entre superfície e fundo.

Ao se comparar as duas campanhas de 2010, foi observado o aumento da turbidez para as amostras de água de superfície em todas as Estações da lagoa Encantada na Campanha 2. Os resultados de transparência de água medidos através do disco de *Secchi* corroboram os padrões de turbidez obtidos nas águas superficiais da lagoa Encantada.

Conforme SEMA/INGÁ (2008 e 2009), o programa MONITORA obteve valores de turbidez entre 2,9 UNT e 16,4 UNT para a Estação de Amostragem LES-LEN-500, situada próximo ao píer na lagoa Encantada.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como mostrado nos resultados de transparência da água anteriormente sobre o período chuvoso (2010), os resultados para turbidez indicaram o menor valor mensurado (2,63 UNT) da Estação AL2 em relação às demais amostradas no rio Almada. Esta informação corrobora, portanto, com a teoria construída anteriormente sobre influência das águas pouco turvas (observadas no período chuvoso) da lagoa Encantada sobre o rio Almada, afetando principalmente a Estação AL2 (jusante da lagoa Encantada). Contudo, esta teoria pode estar comprometida quando se pode levar em consideração que as águas mais turvas apresentadas na AL3 e AL4, no período chuvoso, podem ter origem de influência antropogênica. Deste modo, se pode conjecturar a possível influência na turbidez na água pela presença de esgotos domésticos não tratados (de Urucutuca e Sambaituba, por exemplo) e pelo escoamento e carreamento de solos e sedimentos das margens desmatadas em ambos os trechos em direção ao rio.

No período chuvoso (2010), a água amostrada da Estação AL4 apresentou maior turbidez (9,58 UNT) em relação às Estações selecionadas para o rio Almada. Antes de a amostragem ocorrer, era esperada uma maior turbidez na Estação AL6, pois esta se localiza em ecossistema estuarino, com presença de manguezal e próximo à foz do rio no qual tem influência das zonas de transição água-terra e que teoricamente tem elevada produção primária, segundo Pinto-Coelho (2002). Devido a isto, a elevada turbidez nas águas da AL4 (período chuvoso, ano 2010) mantém a argumentação de influência antrópica neste trecho do rio Almada. Entretanto, se devem deixar evidentes também possíveis causas naturais do ambiente como maior possibilidade de erosão do solo e margens do rio, e maior turbulência das águas devido à conformação do leito do rio, por exemplo.

Como a amostragem foi realizada no momento do estofa da maré baixa no período chuvoso, tanto na estação AL5 (6,69 UNT) quanto na estação AL6 (7,33 UNT), os materiais em suspensão particulados podem ter sedimentado em parte, apresentando valores mais baixos de turbidez em relação à água amostrada do AL4.

No período seco (2010), a turbidez nas amostras de água do rio Almada variou entre 1,34 UNT (AL5) a 2,80 UNT (AL2). Este último valor observado pode ter origem diretamente da influência da Lagoa Encantada, pois na Campanha 2, a turbidez média (3,52 UNT) apresentada pela lagoa Encantada foi superior à turbidez média do rio Almada (2,04 UNT). Situação diferente ocorreu na Campanha 1, onde foi o rio Almada que apresentou média superior (7,33 UNT) ao da lagoa Encantada (3,06 UNT) e a Estação AL2 obteve o menor valor (2,63 UNT).

O fato no qual o rio Almada apresentou valores mais baixos de turbidez na água (exceto AL2) no período seco (2010) do que no período chuvoso (2010) se deve provavelmente principalmente ao: baixo escoamento e carreamento de solos, sedimentos e outros materiais alóctones para o rio devido à menor precipitação; e menor turbulência ocasionada pelo fluxo laminar, dentre outros fatores.

De acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009), o programa MONITORA obteve para a Estação denominada LES\_ALM-300, situado na captação de Castelo Novo (Entre o AL1 e AL2, do presente estudo), valores de turbidez nas Campanhas de 2008 (2,7 UNT; 1,9 UNT, 1,93 UNT e 2,7 UNT) e 2009 (3,9 UNT; 15,8 UNT; 2,8 UNT e 82,6 UNT). Deve-se notar o elevado valor de 82,6 UNT difere do observado em outros períodos.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

A Estação RAL02 na Campanha 1 (2011), período chuvoso, apresentou turbidez de 6,3 UNT. No período chuvoso de 2010, o valor obtido para a Estação AL5 (mesmo local da RAL02) foi de 6,69 UNT. Deve-se deixar evidente que devido à força das águas provenientes de montante do rio Almada não houve a possível identificação de estofa de maré, sendo as águas superficiais da Campanha 1 (2011) amostrada diferentemente da Campanha 1 (2010) onde foi possível perceber o estofa de maré baixa. A Estação RAL01 (montante de RAL02) e a Estação RAL03 (jusante de RAL02 e vila de Aritaguá) apresentaram, respectivamente, 7,00 UNT e 7,2 UNT.

Resultados de turbidez para Estações RAL01 e RAL02 (Campanha 2 - 2011) foram de 3,5 e 3 UNT. Estes resultados são aproximadamente metade dos valores obtidos na Campanha 1 (período chuvoso). A redução das chuvas e consequentemente a diminuição do aporte de material terrígeno por escoamento superficial e ressuspensão do sedimento pelo fluxo basal e laminar do próprio rio são fatores que podem ter influenciado para estes resultados na Campanha 2.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)

Dentre todas as Estações de Amostragem do período chuvoso de 2010, a turbidez da água mais elevada foi verificada na estação P2 com 30,5 UNT. Já a estação P1 apresentou como resultado 7,56 UNT na Campanha 1 e 4,26 UNT na Campanha 2.

A suspensão dos sólidos pode estar mais intimamente relacionada com a coluna d'água muito rasa (0,10 m), sendo o motivo provável da elevada turbidez na Estação P2 na Campanha 1. Na Campanha do período seco foi obtido o resultado de 2,6 UNT.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Em ordem crescente de valores de turbidez obtidos, as Estações foram: C07 (3,2 UNT), C01 (8,7 UNT), C03 (8,9 UNT), C04 (9,4 UNT), C02 (10,8 UNT), C05 (18,2 UNT) e C06 (72,3 UNT). O valor apresentado pela última Estação, no riacho denominado Valeta, justifica a baixa transparência obtida pela profundidade (0,15 m) do disco de *Secchi*.

Durante a Campanha 2 as Estações com os valores mais baixos quando comparados a Campanha 1 foram: C05 (6 UNT); C04 (7,3 UNT); C02 (9,6 UNT). Do mesmo modo, os mais elevados foram: C01 (10,5 UNT); C03 (10,2 UNT) e C07 (5,2 UNT). A C06 apresentou 16,5 UNT, contudo, cabe ressaltar que esta Estação foi realocada e as comparações tornaram-se limitadas.

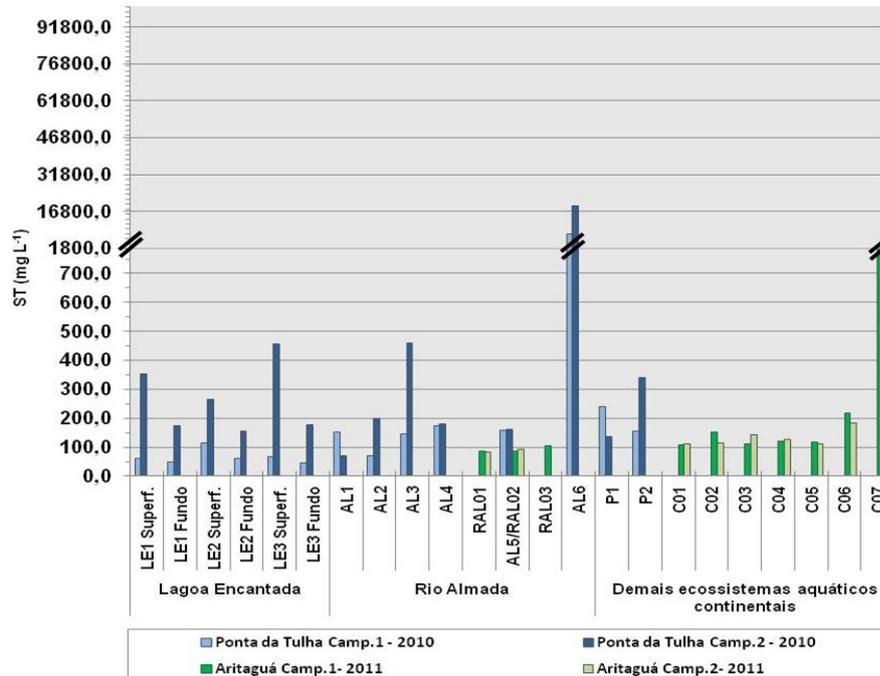
### 2.3 SÓLIDOS TOTAIS E SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

A avaliação de sólidos totais em suspensão e dissolvidos constitui em informações preliminares importantes. De acordo com CETESB (2009), os sólidos nas águas correspondem a toda matéria (constituindo minerais presentes e colóides) que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Contudo, o resultado dos sólidos totais dissolvidos (STD) condiz na porção do resíduo total que não é retido por filtro de porosidade de 1,2  $\mu\text{m}$ . Deste modo, os sólidos são classificados fisicamente de acordo com suas dimensões, sendo os sólidos totais dissolvidos uma fração pertencente aos sólidos totais. Deste modo, de forma conceitual, os valores de sólidos totais dissolvidos não podem ser mais elevados do que os de sólido total.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática, pois ao sedimentar no leito de rios, por exemplo, podem afugentar/eliminar organismos bentônicos da base da cadeia alimentar ou até mesmo danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos também podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

O resultado das concentrações de sólidos totais analisadas nas águas das Estações de Amostragem nas Campanhas 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 e 2 de 2011 estão representadas nas **Figuras 2.3 e 2.4**. A Linha vermelha representa o valor máximo de Sólidos Dissolvidos Totais (500 mg/L) permitido para águas doces de Classe 2, segundo a Resolução Conama 357/05. Esta resolução não sugere padrões para Sólidos Totais (água doce, salobra ou salgada) ou mesmo para Sólidos Totais Dissolvidos para água salobra (Classe 1).

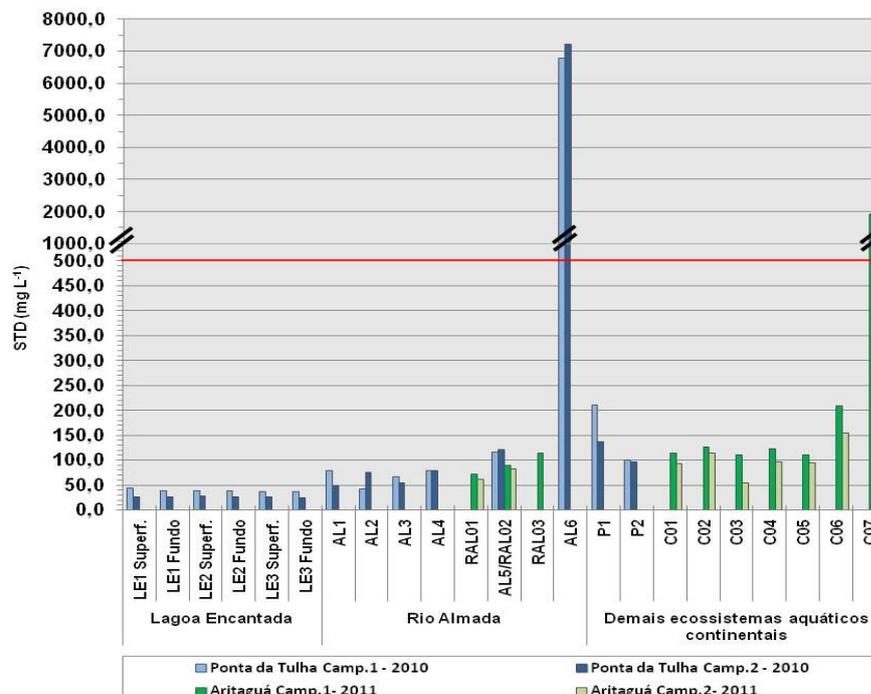
### Sólidos Totais na Água



Obs. A Resolução Conama 357/05 não sugere padrões para Sólidos Totais para água salobra e doce.

**Figura 2.3 - Sólidos Totais - Qualidade das Águas - Porto Sul**

### Sólidos Totais Dissolvidos na Água



Obs. Linha vermelha representa o valor máximo de Sólidos Dissolvidos Totais permitido para águas doces de Classe 2, segundo a Resolução Conama 357/05. Esta resolução não sugere padrões para Sólidos Totais e Sólidos Dissolvidos Totais para água salobra, Classe 1.

**Figura 2.4 - Sólidos Totais Dissolvidos - Qualidade das Águas - Porto Sul**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como expostas na **Figura 2.4**, todas as Estações de Amostragem da lagoa Encantada apresentaram valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) inferiores ao máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05. Na Campanha 1 o mínimo registrado foi de 37,1 mg/L (LE3 Fundo) e o máximo de 44,1 mg/L (LE1 Superfície). Nesta campanha, a média de Sólidos Totais Dissolvidos entre todas as Estações da lagoa foi de 39,12 mg/L.

Comparando com os outros ecossistemas estudados no período chuvoso, a lagoa apresentou, em média, o menor valor de Sólidos Totais. Ao observar as diferenças existentes em cada Estação, entre amostras de águas superficiais e do fundo, se nota que estas são tênues. A água amostrada em superfície da Estação LE2 apresentou maior valor dentre as demais Estações da lagoa Encantada.

Ainda em relação ao período chuvoso, a Estação LE2 também possui elevada diferença de Sólidos Totais entre as águas de superfície (114 mg/L) e de fundo (62 mg/L) quando comparado com as Estações LE1 e LE3. Isto indica que a Estação LE2 Superfície apresentou concentração superior de Sólidos Totais Particulados.

As concentrações de Sólidos Totais (ST) avaliados no período seco foram superiores aos valores do período chuvoso, onde as médias foram de 263,33 mg/L e 66 mg/L, respectivamente. O maior valor foi de 458 mg/L (LE3 Superfície) e o menor de 174 mg/L (LE1 Fundo). Comparando as amostras de águas superficiais com as amostras do hipolímnio, as amostradas na superfície superaram em média (331,06 mg/L) as do fundo (142,73 mg/L).

O acompanhamento regular de Sólidos Totais no sistema hídrico pode detectar as tendências que possam indicar o aumento na erosão nas bacias hidrográficas, bem como efeitos de enxurradas de obras em construção, atividades madeireiras, práticas agrícolas e descargas de esgotos domésticos. De acordo com a EPA (2010), as concentrações de Sólidos Totais em um ecossistema aquático podem aumentar durante os períodos secos, como verificado no presente estudo para lagoa Encantada. Esta tendência geralmente é atribuída às atividades de uso da terra que ocorrem próximo ao corpo hídrico. No período seco quando a evaporação é geralmente mais elevada, também pode haver maior concentração dos Sólidos Totais devido à diminuição da coluna d'água.

Segundo a SEMA/INGÁ (2008 e 2009), para águas superficiais coletadas junto ao píer existente na lagoa Encantada (LES-LEN - 500), os Sólidos Totais variaram entre 47 mg/L e 85 mg/L em 2008 e para 2009 oscilaram de 28 mg/L a 105 mg/L.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como verificado para a lagoa Encantada em ambas as Campanhas de Amostragem (2010), as concentrações de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) no rio Almada também foram inferiores ao estabelecido para as águas doces de Classe 2 pela Resolução Conama 357/05. Entretanto, nota-se que houve expressiva elevação das concentrações médias de Sólidos Totais Dissolvidos do período chuvoso (76,25 mg/L) para o período seco (138,84 mg/L). Consequentemente, mesma tendência foi mantida pelas concentrações de Sólidos Totais.

Para o período chuvoso, Campanha 1, o valor de Sólidos Totais Dissolvidos mais baixo foi verificado na Estação AL2 (42,9 mg/L), sendo muito próximo à média de STD da lagoa Encantada. Este resultado pode indicar entrada das águas da lagoa Encantada no rio Almada, assim como também foi interpretado com as variáveis ambientais físicas turbidez e

transparência nos subitens anteriores. Contudo, durante o período seco, a Estação AL1 foi a que apresentou o menor valor (48,8 mg/L), seguido da AL3 (54,0 mg/L) e AL2 (76 mg/L) e deste modo, não sendo notada através destes resultados influência da lagoa Encantada na Estação AL2.

As demais Estações de Amostragem, em relação ao STD no período Chuvoso, variaram entre 78,9 mg/L (AL1) e 6770,0 mg/L (AL6). Este último valor citado de STD e a concentração de 7814,0 mg/L do total de sólidos podem ser explicados devido à dinâmica de ambiente estuarino. No período seco, a Estação AL6 também apresentou valores elevados de STD (7210,0 mg/L) e concentrações mais elevadas de sólidos totais (19000,0 mg/L) corroborados com o valor de salinidade mais elevado: 12‰.

A Resolução Conama 357/05 não especifica valores máximos de STD para água salobra, entretanto, define que resíduos sólidos objetáveis devem estar virtualmente ausentes.

Períodos secos, de estiagem e de baixa precipitação, em geral, diminuem o fluxo laminar de um ecossistema lótico e conseqüentemente o nível da coluna d'água. Como os sólidos totais são a medida da quantidade de sólidos presentes em uma determinada amostra de água, por exemplo, o aumento da evaporação de um corpo d'água tende a elevar a concentração dos sólidos totais em um rio. Este aumento de sólidos totais foi verificado entre os períodos amostrados no rio Almada, exceto na Estação AL1, onde foi analisado no período chuvoso: 152 mg/L; e no período seco: 72 mg/L.

O aumento de sólidos totais se deve, principalmente, à: elevada produção primária e secundária; possível carreamento de sólidos provenientes de toda a bacia hidrográfica e de drenagem; plausível ressuspensão de sedimento; influência de material proveniente da foz (no caso da Estação AL6); e entre outros fatores prováveis, a ocupação desordenada do homem através de habitações ao longo da Área de Preservação Permanente (APP) do rio Almada e o despejo *in natura* de esgotos domésticos (ou de águas servidas) não tratados.

No período chuvoso (Campanha 1), as concentrações extremas observadas de Sólidos Totais foram de 72 mg/L (AL2) e de 7814 mg/L (AL6), sendo que as outras estações de amostragens oscilaram entre 146 mg/L (AL3) e 174 mg/L (AL4). A salinidade parece não ser o fator influenciador destes referidos picos.

No período seco (Campanha 2), o valor para Sólidos Totais de 460 mg/L verificado na Estação de Amostragem AL3 pode indicar influência de despejos de esgoto e águas servidas de Urucutuca situada a jusante e/ou de erosão da margem localizada a montante. A salinidade parece não ser o fator influenciador deste referido valor na estação AL3.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

Dentre os resultados de Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos para as Estações RAL01, RAL02 e RAL03 foi observado que os valores de STD foram mais elevados do que os ST para RAL02 e RAL03. Os sólidos totais são a somatória do material particulado e do material dissolvido. Portanto, sempre os sólidos totais serão maiores que os sólidos dissolvidos, ou no máximo, se não houver nenhum material particulado na amostra os dois resultados podem ser até iguais. O resultado de  $STD > ST$  se trata de um erro analítico, deste modo o resultado de STD foi desconsiderado. Quando ocorreu este problema o laboratório responsável foi informado, entretanto, as respostas para tal erro foram insatisfatórias, o que também afetou a confiabilidade dos resultados sobre STD e ST.

Na Campanha 1 de 2011, os Sólidos Totais para o RAL01, RAL02, RAL03 foram 86 mg/L, 85,3 mg/L e 104 mg/L. Em ambos os resultados a Estação RAL03 apresentou-se com concentrações mais elevadas, provavelmente por haver um incremento de sólidos ao longo do trecho do rio Almada onde na margem está localizada a vila de Aritaguá.

Cabe ressaltar que a Estação AL5 (mesmo local da RAL02), no período chuvoso do ano de 2010 o valor de STD foi de 116 mg/L.

Quando são reportados os valores de ST para a Campanha 2 de 2011, cabe ressaltar que a Estação RAL01 teve uma leve diminuição (82,7 mg/L) e a RAL02 um breve aumento (91,3 mg/L) quando comparadas à primeira campanha de 2011 (Período Chuvoso). Contudo, quanto aos resultados absolutos de ST em todas as campanhas (2010 e 2011) para a Estação RAL02, o padrão observado foi de um aumento em nos períodos tidos como seco. Considerando uma média dos dois períodos chuvosos (102,65 mg/L) e dos dois períodos secos (102,35 mg/L) não se percebe diferença sazonal, entretanto, há diferença entre os anos de 2010 e 2011 amostrados.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Na Campanha 1 realizada no período chuvoso, os resultados tanto para Sólidos Totais Dissolvidos (STD) quanto para Sólidos Totais foram superiores na Estação de Amostragem P1 (211 e 240 mg/L, respectivamente) em relação à P2 (101 e 156 mg/L). Como as duas Estações estão localizadas em ecossistemas distintos, já era esperado maior valor de Sólidos Totais no estuário (P1). Na Campanha 2, o valor de Sólidos Totais da Estação P2 foi superior (340 mg/L) ao da Estação P1 (138 mg/L).

A verificação de valores mais altos de Sólidos Totais (ST) na Estação P2 pode ser corroborada pela presença de folhas senescentes e demais materiais orgânicos e inorgânicos (provenientes da cobertura de restinga e de macrófitas) no leito do corpo d'água da própria Estação, que eventualmente podem em parte estar em suspensão na água. No período seco, a diferença foi intensificada, provavelmente, por diminuição da lâmina d'água neste corpo d'água estudado.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Neste subitem os valores de STD que se apresentaram mais elevados do que ST foram considerados como erros analíticos e desta forma não foram discutidos.

Na Campanha 1 de 2011, as estações C05 e C06 obtiveram valores de ST =119 mg/L e ST=217 mg/L. A Estação C03, foz do rio Itariri (próximo à vila de Urucutuca) apresentou realmente valores iguais: 111 mg/L.

Todos estes resultados citados anteriormente, principalmente sobre a Estação C03, indicam a domínio das frações minerais (sais) e colóides em dissolução nas águas dos diferentes sistemas lóticos estudados em detrimento das partículas fisicamente maiores. Provavelmente, as águas das chuvas tenham contribuído através de sua percolação, infiltração, carreamento e drenagem no solo para dissolução de minerais. Possivelmente, também pode ter havido diluição da água superficial dos ecossistemas lóticos pelas águas da chuva incrementando o fluxo laminar, com menores concentrações de sólidos.

Como esperado, o sistema lântico/lótico estuarino paralelo a linha de costa onde foi amostrada a Estação C07 obteve os resultados mais elevados em relação à Campanha 1 de 2011. Resultado de ST foi de 1570 mg/L.

Na Campanha 2 de 2011 (Período Seco), todos os valores de STD para as Estações foram mais baixas do que a Campanha 1 de 2011 (Período Chuvoso), com exceção da Estação C07. Nesta Estação o aumento de STD foi de aproximadamente 3,5 vezes quando comparado à Campanha 1 de 2011. O valor absoluto da Campanha 2 de 2011 para STD foi de 6715 mg/L. Este aumento se deve, provavelmente, à não vazão da foz logo em jusante, permitindo que este ecossistema não possua renovação de suas águas (entrada e saída de águas devido à maré), sendo este caracterizado como lântico. O ambiente com características mais lânticas geralmente possui sólidos totais confinados teoricamente apenas no seu meio e sua transferência e transporte para locais a jusante é bem menos pronunciada quando comparados ao de um sistema lótico com fluxo intenso de suas águas. Os processos geoquímicos sobre os sólidos totais no caso da Estação C07 podem ser intensificados pelas características de ambiente de deposição, principalmente os ecossistemas que tem influência de regiões inter-marés como os manguezais. Estes ecossistemas são teoricamente considerados de intensa produção primária quanto secundária (além da fração mineral), o que pode justificar os elevados valores de ST e STD em todas as campanhas amostradas nas Estações C07 e AL06 (rio Almada). Além disto, a explicação dada para justificar tais resultados podem ser referidas a salinidade trazida pela maré (no caso da AL06) e pela intrusão (subterrânea) de águas salina pelo terreno arenoso (quaternário) na beira da praia (no caso da C07, em período seco, por exemplo).

Ainda em relação à Campanha 2 de 2011, STD em ordem crescente: C03 (54 mg/L); C01 (92,7 mg/L); C05 (94 mg/L); C04 (96 mg/L); C02 (114 mg/L); C06 (155 mg/L). Sólidos Totais em ordem crescente: C05 (111 mg/L); C01 (112 mg/L); C02 (115 mg/L); C04 (126 mg/L); C03 (143 mg/L); C06 (184 mg/L) considerando todas as campanhas de 2011.

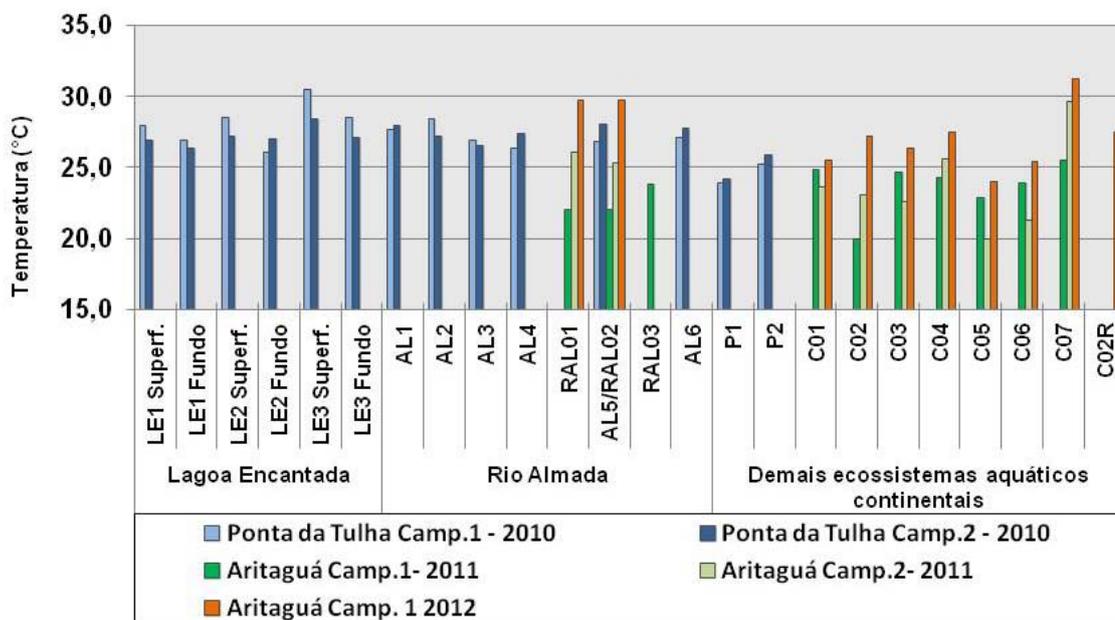
## 2.4 TEMPERATURA

A temperatura é a mensuração da energia da moção molecular e está expressa em graus Celsius. A temperatura em ecossistemas aquáticos é resultado do processo que gera aquecimento ou esfriamento térmico através da radiação solar que atinge a superfície da água.

Conhecer a temperatura de um corpo d'água é fundamental para a compreensão das diferenças térmicas no gradiente vertical - estratificação térmica - e da caracterização das massas d'água (densidade), principalmente em ambientes lânticos. Além disto, a temperatura é um importante fator singular em processos que governam a vida (atividades sazonais e diárias) e a distribuição dos organismos (zonação), atuando diretamente sobre a solubilidade dos gases na água como na saturação de oxigênio dissolvido (ODUM, 1988; APHA, 1995).

As temperaturas (°C.) obtidas nas águas das Estações de Amostragem estão apresentadas na **Figura 2.5**.

### Temperatura da Água



Obs. Período Chuvoso Representado por Cores Claras e Período Seco Representado por Cores Escuras

**Figura 2.5 - Temperatura das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como exposto na metodologia, apenas na lagoa Encantada foi realizado o perfil de temperatura na coluna d'água. Em ambientes lênticos, a variação de temperatura na camada de água ao longo de um gradiente de profundidade pode indicar a circulação da coluna d'água (mistura, movimento ascendente e descende) ou formação de estratificação (determinada pelas diferenças de densidade da água).

Período chuvoso (Campanha 1 - 2010): A Estação LE1 apresentou 5,5 metros de profundidade, sendo que a temperatura da água superficial obtida foi de 27,9°C e de fundo 26,9°C, devido esta diferença de 1°C não foi realizada a perfilagem. Contudo, após este resultado houve a decisão da execução da perfilagem em todas as estações amostradas na Lagoa Encantada independente da diferença de temperatura, pois mesmo diferenças da ordem de 1°C podem desencadear este fenômeno que isola os processos físicos e químicos da superfície e do fundo do lago (SCHAFER, 1985; ESTEVES, 1988).

Já na Estação LE2, a diferença de 2,4°C no instante da perfilagem foi verificada em uma coluna d'água de 6 metros entre a água de superfície (29,0°C) e de fundo (26,6°C). Em camada d'água de 2 metros (profundidade total da Estação LE3) a temperatura da água superficial medida foi de 30,5°C e 28,5°C do fundo. Para estas estações foram realizadas a perfilagem como apresentado nas **Figuras 2.6 a 2.8**, pois em ambientes tropicais, pequenas diferenças térmicas entre a superfície (epilímnio) e o fundo (hipolímnio) de lagos podem ser efetivas na formação de termoclina.

Período seco: A Estação LE1 também na segunda campanha de amostragem apresentou 5,5 metros de profundidade, sendo que a temperatura da água superficial obtida foi de 26,9°C e de fundo 26,3°C. Apesar de não haver diferença superior de 1°C entre as duas profundidades na Estação LE1, para esta campanha foi realizada a perfilagem. Já na Estação LE2, ocorreu

comportamento das águas diferentemente do apresentado no período chuvoso, onde no instante da perfilagem foi observada apenas a diferença de  $0,1^{\circ}\text{C}$  em uma coluna d'água de 5,5 metros entre a água de superfície ( $27,1^{\circ}\text{C}$ ) e de fundo ( $27,0^{\circ}\text{C}$ ). Na Estação LE2, em uma profundidade total de 2 metros a temperatura da água superficial mensurada foi de  $28,3^{\circ}\text{C}$  e da água de fundo foi de  $27,1^{\circ}\text{C}$ .

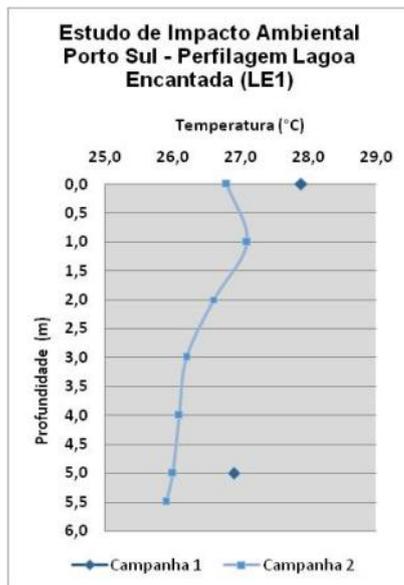
Os resultados mais interessantes foram obtidos na Estação LE2. Na Campanha Amostral 1, no período chuvoso, houve uma estratificação térmica onde o epilímnio representou os primeiros 2,6 metros (extinção de até 1% da luz) da coluna d'água e o hipolímnio apresentou-se abaixo deste limite calculado. Este resultado junto ao vento fraco observado qualitativamente pode corroborar sobre a estabilização da temperatura na coluna d'água a partir do segundo metro de profundidade (termoclina). Já na Campanha Amostral 2, no período seco, a Estação LE2 apresentou valores uniformes de temperatura (isotermia) em toda a coluna d'água, o que representa mistura de água. Este fato pode ter ocorrido devido à maior intensidade dos ventos (observada qualitativamente de forma moderada no instante das coletas).

Um lago ou lagoa localizado em clima tropical têm processos atuantes diferentemente de um lago localizado em clima temperado, no qual há a formação de camada de gelo na superfície durante o inverno, além das influências das demais estações do ano que definem os padrões de circulação da coluna d'água.

De acordo com Esteves (1988), em lagos tropicais, é mais comum ocorrer estratificações e desestratificações diárias ou estratificações durante a primavera, verão e outono e desestratificação durante o inverno. Estes lagos são geralmente rasos e isto contribui para que a variação diária da temperatura seja mais acentuada do que até mesmo a variação sazonal. Durante o período de maior precipitação, em lagos tropicais, são observados comumente estratificações duradouras.

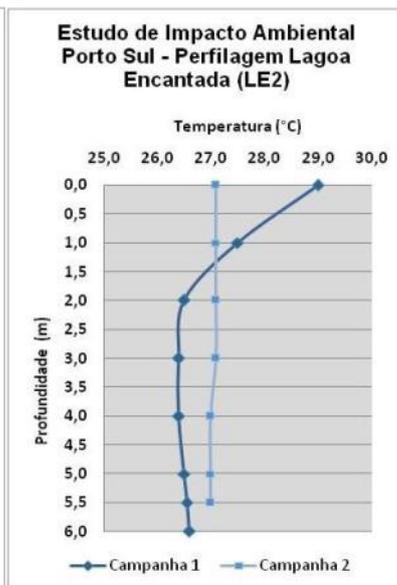
Ao analisar os resultados obtidos de temperatura ao longo da coluna d'água da lagoa Encantada durante as campanhas de período chuvoso e seco pode-se afirmar que este se comporta como um lago polimítico. De acordo com Esteves (1988), lagos polimíticos são caracterizados por: apresentar muitos períodos anuais de circulação (desestratificação); ter variações diurnas de temperatura e formação de termoclinas durante o período diurno, que podem ser mais importantes que as variações estacionais; sofrer a permanente ação do vento apresentando esse tipo de circulação (desestratificação) com a estratificação podendo também ocorrer por algumas horas ou mesmo dias e desaparecer rapidamente.

As **Figuras 2.6 a 2.8** apresentam as temperaturas obtidas na coluna d'água das Estações de Amostragem LE1, LE2 e LE3, respectivamente.



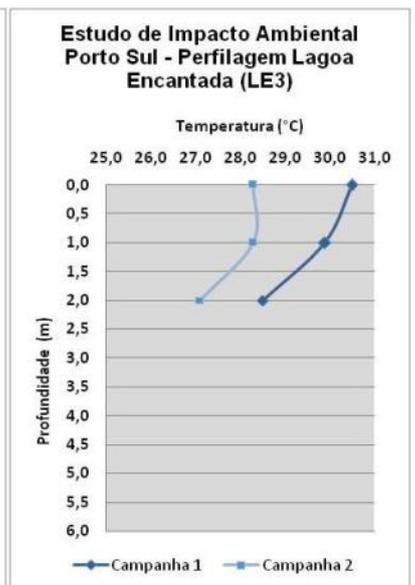
Obs. A profundidade da Estação LE1 no instante da amostragem foi de 5,5 metros na Campanha 1 e 5,5 m na Campanha 2.

**Figura 2.6 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010**



Obs. A profundidade da Estação LE2 no instante da amostragem foi de 6 metros na Campanha 1 e 5,5 m na Campanha 2.

**Figura 2.7 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010**



Obs. A profundidade da Estação LE3 no instante da amostragem foi de 2 metros tanto na Campanha 1 quanto na Campanha 2.

**Figura 2.8 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010**

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Durante o período chuvoso, a temperatura do rio Almada mais elevada foi de 28,4°C (Estação AL2) e a mais baixa 26,3°C (AL4). No período seco (Campanha 2) foram mensurados valores entre 26,5°C (AL3) e 28,0°C (AL5).

Cabe ressaltar que a temperatura em um sistema lótico está associada à incidência de radiação solar, portanto, este resultado obtido depende desta variação no momento da amostragem, além da circulação de água, presença de cobertura vegetal e outros fatores.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

As Estações RAL01 e RAL02 apresentaram temperatura da água de 22,0°C e a Estação RAL03 de 23,8°C. A temperatura média das águas do rio Almada foi mais baixa no período chuvoso (Campanha 1) do ano de 2011 (média: 22,6°C; N=3) do que o período chuvoso (Campanha 1) de 2010 (média: 27,2°C; N=6). Como observado, o Período Seco (Campanha 2 de 2011) apresentou valores mais elevados (RAL01: 26,1°C e RAL02: 25,3°C - média 25,7°C) do que o período chuvoso de 2011.

Dentre todas as Campanhas realizadas nas Estações de Amostragem RAL01 e RAL02, as amostragens da Campanha Complementar de 2012 apresentaram os valores mais altos registrados: ambos com 29,7°C.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)

De todas as Estações amostradas na Campanha 1 e 2 de 2010, os menores valores de temperatura obtidos foram das Estações P1 (23,9°C e 24,2°C, respectivamente) e P2 (25,2°C e 25,9°C, respectivamente). Os corpos d'água da Estação P1 e P2 estão protegidos pela vegetação, onde há sombreamento, sendo este provavelmente, o motivo da temperatura ter sido a mais baixa.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

O valor médio da temperatura da água dos ecossistemas aquáticos situados na Área Diretamente Afetada (N=7) na Campanha 1 de 2011 foi de 23,7°C. Este valor médio também foi o mesmo obtido para a Campanha 2 de 2011. A temperatura na Campanha 1 - 2011 oscilou entre 20,0°C (C02) e 25,5°C (C07) e na Campanha 2 -2011 variou entre 20,0°C (C05) e 29,6 °C (C07).

Dentre todas as campanhas realizadas nas Estações de Amostragem dos ecossistemas aquáticos continentais, as amostragens da Campanha Complementar de 2012 apresentaram os valores mais altos registrados para temperatura, principalmente em relação à Estação C07 (31,2°C).

## 2.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DA ÁGUA

A alcalinidade ou a acidez de uma solução é frequentemente expressa em termos e concentrações de íons  $H^+$  que é denominada potencial Hidrogeniônico ou pH. O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica. Segundo Esteves (1988), o pH pode ser considerado uma das variáveis mais importantes em ambientes aquáticos, pois é um fator limitante à colonização de diferentes organismos. O pH também interfere de diferentes maneiras no metabolismo das comunidades, tais como em propriedades químicas das proteínas, pressão osmótica de colóides, acidez ou basicidade de fluidos extracelulares (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

O pH tem inter-relações com o  $CO_2$  livre dissolvido, íon hidrogenocarbonato ( $HCO_3^-$ ) e íon carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) através do sistema  $CO_2$ . O equilíbrio deste sistema depende, por exemplo, do processo fotossintético que é uma fonte importante na redução de  $CO_2$  livre e a respiração dos organismos aquáticos que é uma fonte de incremento de  $CO_2$  na água, que deste modo deslocam o equilíbrio. Por exemplo: quando o deslocamento do sistema tem como dominante o  $CO_2$  o pH indica acidez (pH baixo).

O pH na água das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental relacionados ao Empreendimento Porto Sul durante as Campanhas 1 e 2 (2010) e Campanha 1 (2011) estão apresentadas na **Figura 2.9**. A Resolução Conama 357/05 recomenda que o pH deva variar entre 6,0 e 9,0 para águas doces de Classe 2 (limites indicados em vermelho, na referida figura) e deve oscilar entre 6,5 e 8,5 para águas salobras de Classe 1 (limites indicados em amarelo, na referida figura).

### Potencial Hidrogeniônico da Água

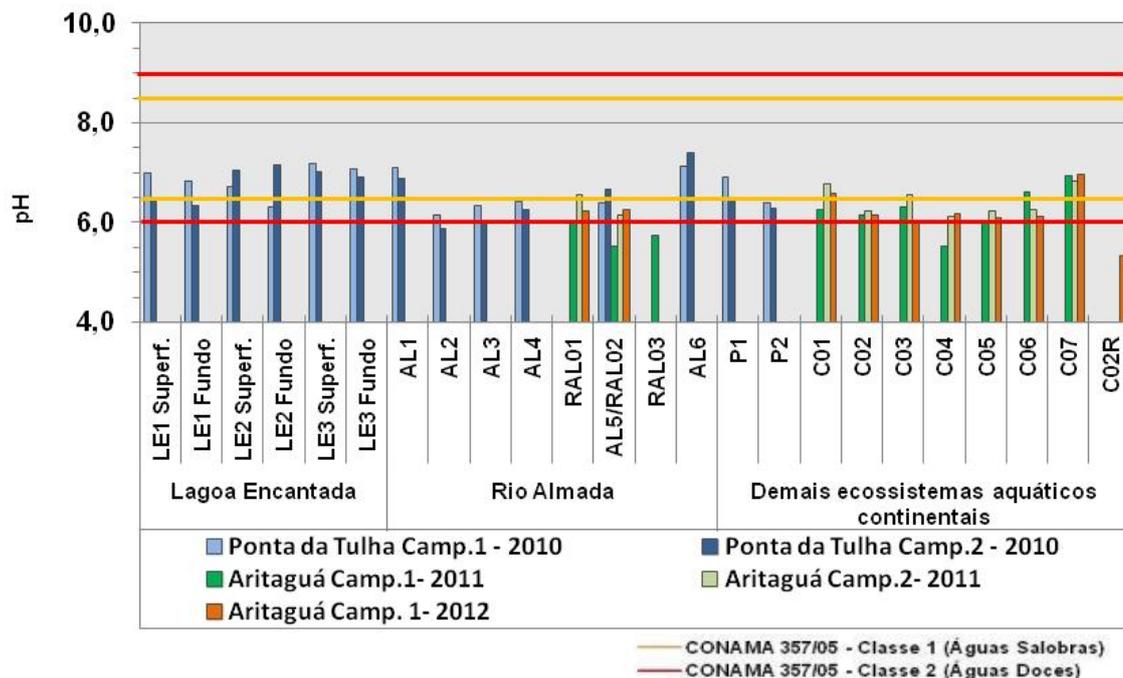


Figura 2.9 - pH das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010, Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Período chuvoso (Campanha 1 - 2010): o maior valor de pH obtido para a lagoa Encantada foi de 7,19 (LE3 Superfície) e o menor foi de 6,30 (LE2 Fundo). Na Estação LE2, o valor levemente mais ácido apresentado pela amostra de água do hipolímnio em relação ao epilímnio (pH 6,72) pode ser definido pelo provável processo de decomposição da matéria orgânica, no qual o consumo do oxigênio do meio pelas bactérias acabam liberando íons  $H^+$ , acidificando o meio (redução de pH). Ainda sobre a LE2 é importante destacar que esta diferença de pH entre epilímnio e hipolímnio acompanha a estratificação térmica ocorrida nesta porção da lagoa.

Período seco (Campanha 2 - 2010): O menor valor foi apresentado pela Estação LE1 (6,57) tanto para amostras de superfície quanto do fundo. Na Estação LE2 Fundo, o pH de 7,16 foi o mais elevado apresentado na lagoa Encantada. A Estação LE2 Superf. apresentou pH de 7,04, e a Estação LE3 Superf. e Fundo apresentaram, respectivamente, 7,02 e 6,92.

Notou-se tanto para Estação LE1 e LE3 que o pH se apresentou mais baixo na segunda campanha e que apenas a Estação LE2 mostrou-se com valores superiores. Este resultado com pH mais elevado na Estação LE2 pode estar relacionado com a mistura da coluna d'água observada através da uniformidade térmica (isotermia).

Em ambas as campanhas de amostragem realizada na lagoa Encantada, o pH da água mensurado não violou os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Segundo o programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), a Estação LES-LEN-500 na lagoa Encantada (Ver Figura de Localização no Mapa dos Principais Estudos Realizados na Bacia do rio Almada) apresentou em suas águas superficiais a variação de pH entre 5,8 e 7,3.

É interessante notar que em três ocasiões durante as campanhas de campo (pH: 5,8 em duas campanhas e 5,9 em uma campanha) do citado programa de monitoramento das águas os valores de pH transgrediram os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

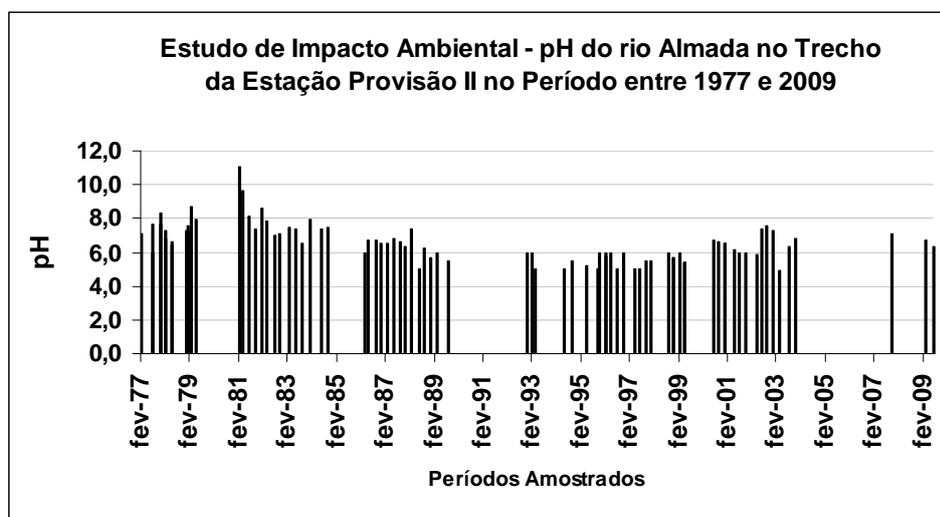
- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A variação de pH mensurado no rio Almada, entre as Estações de Amostragens, no período Chuvoso (Campanha 1 - 2010), foi tida entre 6,15 (AL2) e 7,13 (AL6). No período seco (Campanha 2 - 2010), os valores oscilaram entre 5,88 (AL2) e 7,41 (AL6).

Quando verificados os valores de pH na Campanha 1 (período chuvoso) em relação à Resolução Conama 357/05, tanto para água doce - Classe 2 (AL1 a AL5) quanto para água salobra - Classe 1 (AL6), foi claro notar que existiram conformidades entre os limites estabelecidos. Houve exceção na Estação AL2 (Campanha 2) com pH de 5,88.

As águas da Estação AL5 para o período seco foram classificadas como salobras. Ao comparar com a Resolução Conama 357/05, Classe 1, o pH de 6,67 desta Estação está conforme o estabelecido, entre pH 6,5 e 8,5.

A **Figura 2.10** apresenta valores de pH obtidos no rio Almada durante o período de 1977 à 2009 através do monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II (mesmo local da Estação AL1 do presente estudo) de acordo com ANA (2010).



Fonte : Agência Nacional das Águas, 2010.

Obs. Ausências de barras indicam a não medição de pH.

**Figura 2.10 - Valores de pH Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 à 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II (ANA)**

Durante o longo período monitorado através da Estação Provisão II os valores e pH oscilaram entre 4,9 obtidos em 2003 e pH de 11,1 verificado em 1981. O programa Monitora observou na Estação LES-ALM-300, de acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009), pH entre 6,2 e 7,6.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os valores de pH das águas do rio Almada nas Estações amostradas foram: pH 5,51 (RAL02), pH 5,74 (RAL03) e pH 5,98 (RAL01). Como foram classificados como águas doces

(salinidade igual a 0‰), todos estes valores estão abaixo do limite mínimo (pH = 6,0 estabelecido pela Resolução Conama 357/05). Estes valores de pH foram os mais reduzidos quando comparando aos demais resultados amostrados no rio Almada. Os resultados obtidos na Campanha 2 de 2011 apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela referida Resolução Conama sendo para a Estação RAL01 o pH 6,55 e para a Estação RAL02 o pH 6,15.

Durante a Campanha Complementar de 2012 as Estações RAL01 e RAL02 apresentaram pH constante, sendo 6,24 e 6,26, respectivamente.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)

Sobre o pH das águas amostradas nas Estações tidas como Área Influência Indireta, a P1 apresentou pH de 6,91 e a P2 registrou pH de 6,40 na Campanha 1. Na segunda campanha de 2010 os resultados foram: pH 6,49 para Estação P1 e pH 6,28 para a Estação P2.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Na Campanha 1 de 2011, as Estações com características águas doces (salinidade = 0‰) oscilaram entre pH 5,51 (Estação C04) e pH 6,30 (Estação C03). A Estação C04 foi a única que apresentou pH abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para águas doces. Em relação às águas salobras (salinidade = 1), o pH variou entre pH 6,00 (Estação C05) e pH 6,95 (Estação C07). Além da Estação C05, a Estação C01 (pH 6,25) apresentou resultados inferiores aos limites estabelecidos pela referida resolução.

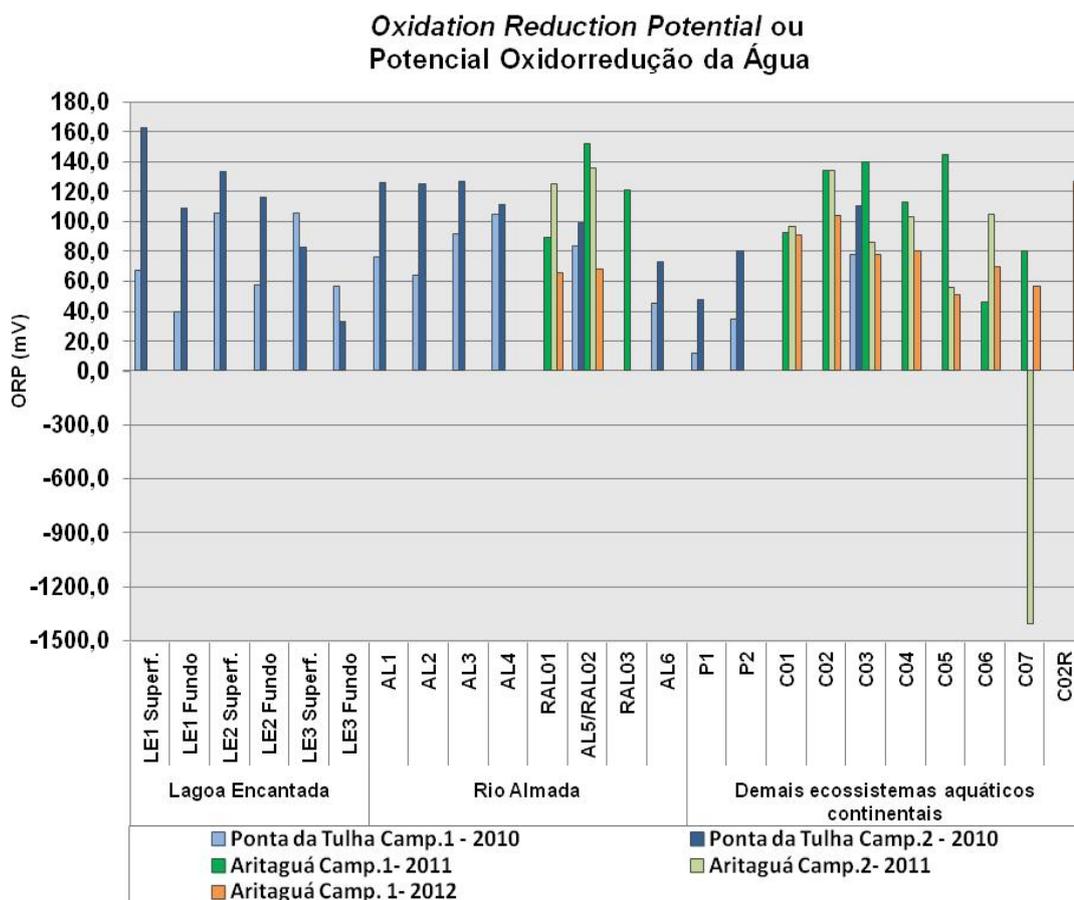
Sobre a Campanha 2 de 2011, todas as Estações amostradas (C01 a C07) apresentaram-se salobras. A violação dos resultados de pH em relação a Resolução Conama 357/05 ocorreu na Estação C02 (6,24); C04 (6,13); C05 (6,23) e C06 (6,25), permanecendo numa faixa ácida-neutra. Levando em consideração que as estações de amostragem de C01 a C07 são pequenos cursos hídricos, em ambientes com baixa ou nenhuma vazão e que recebem forte acúmulo de matéria vegetal e serrapilheira, apresentando água da cor muitas vezes amarelo escuro, os valores baixos de pH podem refletir o acúmulo de ácidos húmicos e fúlvicos, típicos do processo de decomposição da matéria vegetal, e são característicos deste tipo de ambiente. São portanto, uma condição normal e esperada neste tipo de mananciais.

Na Campanha Complementar de 2012, apenas cabe ressaltar que o pH da Estação extra denominada C02R ou C02 Round Up obteve o menor (pH 5,32) em relação às demais estações (pH 6,04 a 6,96).

## 2.6 POTENCIAL DE OXIDORREDUÇÃO OU *OXIDATION REDUCTION POTENTIAL* (ORP)

A solução com potencial maior (mais positivo) tem tendência de ganhar elétrons da espécie nova (ou seja, ser reduzida por oxidação das novas espécies) e uma solução com um potencial menor (mais negativo) têm uma tendência a perder elétrons para a nova espécie (ou seja, para ser oxidado por redução das novas espécies). Estas perdas e ganhos podem ser diretamente afetadas pelos processos biológicos de produção primária e decomposição (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Na **Figura 2.11** são apresentados os valores do potencial oxidorredução na água das estações de amostragem do Estudo de Impacto Ambiental relacionados ao empreendimento Porto Sul nas Campanhas de 2010, 2011 e 2012. Ao apresentar valores positivos de ORP, as águas amostradas de todas as estações têm tendência a ocorrerem mais processos oxidantes, que significa que são águas onde a disponibilidade de oxigênio oferece condições de oxidação da matéria orgânica. O único valor negativo ocorreu na Campanha 2 de 2011 na Estação C07, entretanto, este resultado deve ser observado com ressalvas de acordo com discussão realizada a seguir.



Obs. Colunas com coloração clara representam a Campanha 1 (Período Chuvoso e com cores escuras representam a Campanha 2 (Período Seco). Atenção: Valor negativo apresentado pela estação C07 pode ter sido erro do aparelho utilizado no instante da coleta.

**Figura 2.11 - Valores de Potencial Oxidorredução da Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Durante a Campanha 1 de 2010 (período chuvoso) as Estações LE2 e LE3 de água superficial apresentaram valor positivo de 106 (mV), sendo que as águas amostradas do LE1 Superfície, LE1 Fundo, LE3 Fundo obtiveram valores baixos (67; 40; e 57 mV, respectivamente). Este resultado leva à interpretação de que houve uma estratificação mais acentuada tanto na Estação LE2, quanto na LE3, com a redução do oxigênio dissolvido disponível em profundidade.

O potencial de oxirredução obtido na Campanha 2 (período seco), quando comparado com a Campanha 1, apresentou-se mais elevado em todas as Estações com exceção da LE3. No período seco, pico de 163 mV foi apresentado na LE1 Superf. e o valor mais baixo foi tido na

LE3 Fundo (33 mV). Em cada campanha, as amostras de águas superficiais tiveram valores superiores em relação às amostras de fundo.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Na Campanha 1 de 2010, a Estação AL4 apresentou pico de 105 mV enquanto que nas demais foram obtidas valores que não ultrapassaram 92 mV (AL3). O valor mais baixo foi da AL6 com 12 mV. Já na Campanha 2, os resultados para o potencial de oxidorredução oscilaram entre 73 (AL6) e 127 (AL3), onde foi observado decréscimo a partir da AL4 (111 mV) à medida que as Estações de Amostragem se aproximavam da foz. O valor médio de potencial oxidorredução foi mais baixo no período chuvoso (78 mV) do que no período seco (110 mV).

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Como resultado para potencial oxirredução na Campanha 1 de 2011, as águas amostradas na Estação RAL01 apresentaram 89 mV, na RAL02 152 mV e na RAL03 121 mV. A RAL02 nesta campanha mostrou-se com o valor mais elevado dentre todas as campanhas realizadas no ano de 2010 e 2011 no rio Almada. A Estação AL5 (mesmo local da RAL02) no ano de 2010, na Campanha 1 foi mensurada 84 mV e na Campanha 2 ORP de 99 mV.

Durante a Campanha 2 de 2011, na Estação RAL01 foi obtido valor de 125 mV e a Estação RAL02 136 mV, enquanto que na Campanha Complementar de 2012 de foi de 66 e 68 mV, respectivamente.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)

O potencial de oxidorredução mais baixo dentre todas as Estações de Amostragens estudadas em 2010 foi apresentado durante a Campanha 1 na Estação P1 (12 mV). Os valores mais baixos encontrados tanto na P1 podem estar relacionados com as características estuarinas. Já a Estação P2 indicou ORP de 35 mV.

Na Campanha 2 (período seco) de 2010, os valores de ORP foram mais elevados do que a campanha anterior tanto para a Estação P1 (48 mV) e P2 (80 mV).

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os valores de ORP para as águas amostradas na Campanha 1 de 2011 nos ambientes lóticos oscilaram entre 46 mV (Estação C06) e 145 mV (Estação C05). As Estações C01 (93 mV), C06 e C07 (80 mV) apresentaram-se como ambientes menos oxidados quando comparados às demais Estações (variação entre 113 mV e 145 mV).

Inicialmente, na Campanha 1 de 2011, o resultado obtido para a Estação C01 foi interpretado como oriundo de possível influência de chorume oriundo do local de descarte de lixo da cidade de Ilhéus. Contudo, de todas as Estações avaliadas a C01 foi a que apresentou o potencial oxidorredução mais constante quando se compara as Campanhas (93, 97 e 91 mV, respectivamente). Além disso, outras Estações como a C03 e C05 mostraram valores mais baixos, o que realmente pode expressar uma condição natural do potencial oxidorredução em todas as estações estudadas. A Estação C06, por exemplo, na foz do rio Itariri, sofre influência provavelmente dos processos de decomposição de vegetação na planície de inundação e várzeas existentes.

Já a Estação C07, onde forma um pequeno estuário, pode ter incremento dos processos de decomposição pelas características do ambiente de manguezal. Este processo pode ser intensificado com provável despejo de esgotos domésticos e águas servidas neste meio aquático (presenças de casas nas margens e presença de lixo como sacos plásticos na Estação C07). A interpretação sobre a Estação 07 da Campanha 2 de 2011 apresentou o único valor negativo (-1406 mV). Todavia, como este resultado apresentou-se discrepante em relação ao demais, por cautela e pelo resultado apresentado de oxigênio obtido (7,3 mg/L) este valor negativo deve ser desconsiderado, pois muito possivelmente trata-se de erro do instrumento de medição no instante da coleta. Para a mesma campanha de amostragem os demais resultados oscilaram entre 56 mV (C05) e 134 mV (C02).

## 2.7 CONDUCTIVIDADE ELÉTRICA, CLORETO, SÓDIO, MAGNÉSIO, POTÁSSIO E CÁLCIO NA ÁGUA

Segundo Esteves (1988), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica a qual está em função da concentração de íons presentes. A condutividade elétrica é aproximadamente proporcional à salinidade e dependente da variável temperatura. (COX, 1965).

À medida que varia a concentração de cátions e ânions de ecossistemas de águas continentais, os organismos regulam também sua concentração de cátions e ânions (regulação osmótica) para possibilitar o funcionamento de enzimas. As concentrações iônicas nos ecossistemas aquáticos são fundamentais na distribuição dos organismos.

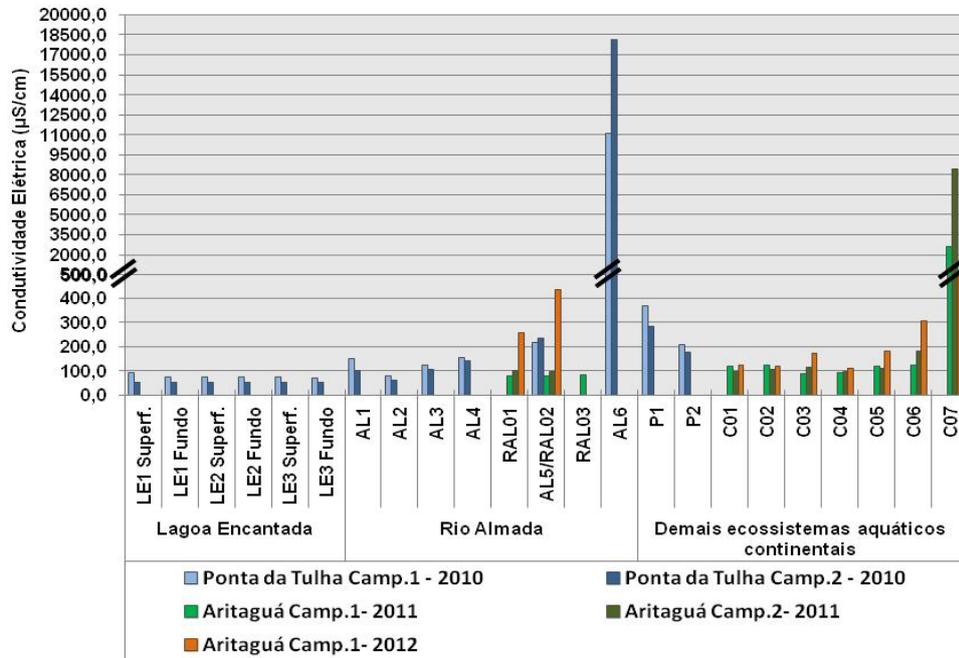
A condutividade elétrica da água é um fator muito importante em estudos dos corpos hídricos, pois podem gerar informações, tais como, por exemplo, (ESTEVES, 1988; PINTO-COELHO, 2000; TUNDISI & TUNDISI, 2008; HYDROS, 2008):

- ✓ Valor da concentração iônica do manancial;
- ✓ Influência de produção primária (redução da condutividade) e processos de decomposição de matéria orgânica (aumento de condutividade);
- ✓ Detecção de presença de fontes poluidoras em ecossistemas aquáticos;
- ✓ Indicação de processos de estratificação com o aumento de condutividade no hipolímnio, no caso de ambientes lênticos;
- ✓ Indicação de processos de eutrofização ao longo do tempo;
- ✓ Variação do pulso e maré, através de entrada e saída de diferentes massas d'águas;
- ✓ Variação do nível da lâmina d'água em ambiente lênticos, onde águas com condutividade mais baixa podem representar águas diluídas por chuva (elevação do nível d'água) e com condutividades elevadas podem representar maior evaporação (diminuição do nível d'água).

De acordo com Tundisi & Tundisi (2008), os valores de condutividade podem estar também relacionados com padrão de estratificação térmica da coluna d'água e com sua duração, porém segundo os referidos autores esta situação pode mudar quando há influência antropogênica e quando é estabelecido processo de eutrofização artificial.

A condutividade elétrica das águas das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas Campanhas de 2010, 2011 e Complementar de 2012 está representada na **Figura 2.12**.

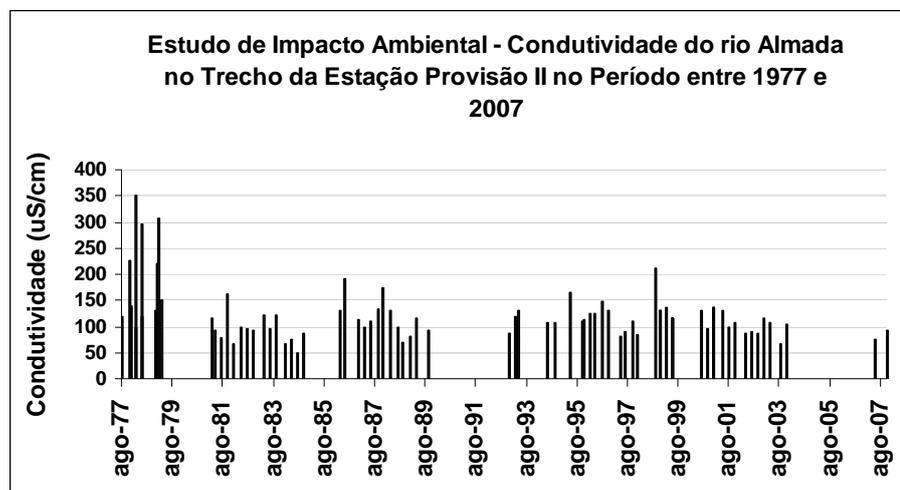
**Condutividade Elétrica da Água**



Obs. As barras com cores claras representam o Período Chuvoso e com cores escuras representam o Período Seco.

**Figura 2.12 - Condutividade Elétrica das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

A Estação Provisão II ao longo de 30 anos (1977 a 2007), fornece com a operação (com interrupções nos dados) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) a condutividade das águas do rio Almada em trecho pertencente à fazenda Provisão. Na **Figura 2.13** é apresentada a variação dos valores de condutividade sobre o período citado. Deve-se destacar que a Estação de Amostragem AL1 do presente Estudo de Impacto Ambiental está localizada no mesmo local da Estação hidrometeorológica Provisão II.



Fonte : Agência Nacional das Águas.

Obs. Ausências de barras indicam a não medição de condutividade

**Figura 2.13 - Valores de Condutividade Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 a 2007 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A condutividade elétrica da água da lagoa Encantada foi a mais baixa em relações às demais Estações do estudo, variando entre 71,3 (LE3 Fundo) a 90,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (LE1 Superfície) no período chuvoso (Campanha 1) e de 50,5 (LE1 Superfície) à 52,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no período seco (Campanha 2).

No período Chuvoso, na Estação de Amostragem LE1 foi observada diferença de 14,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  entre a água superficial (90,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e de fundo (75,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Esta foi a diferença mais elevada entre duas camadas d'água verificada na lagoa Encantada, pois no período seco, a maior diferença avaliada foi de 1,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  também na Estação LE1.

A condutividade na lagoa Encantada (em amostras de superfície e fundo) apresentou-se quase que uniforme. A existência de uma única massa d'água em toda a lagoa Encantada talvez fosse a interpretação mais coerente de acordo com este resultado, porém existiram diferenças de temperatura entre amostras superficiais e de profundas, principalmente na Estação LE2 e LE3.

Juntamente com a interpretação da temperatura através da perfilagem, os valores encontrados sugerem formação de estratos na camada com termoclina no segundo metro de profundidade na Estação LE2 e LE3 no período chuvoso. Como a temperatura influencia na densidade da água pode-se avaliar que houve a formação de diferentes massas d'água, principalmente nas duas Estações de Amostragens citadas neste período. Isto significa que houve estratificação térmica e conseqüentemente ocorre diferentes densidade das águas no hipolímnio e no epilímnio. Em contrapartida, no período seco (Campanha 2) a condutividade na lagoa Encantada (entre as amostras de superfície e fundo) apresentou-se muito mais uniforme do que a Campanha 1 indicando a existência de formação de uma única massa d'água, principalmente na Estação LE2.

Para condutividade elétrica nas águas superficiais da lagoa Encantada, o Programa Monitora verificou valores de 57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 58,3 e 85,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009) ao longo de campanhas de coleta realizadas no ano de 2009 na Estação denominada de LES-LEN-500.

De acordo com Esteves (1988), os principais cátions presentes nas águas doces são: cálcio ( $\text{Ca}_2^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}_2^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), Ferro ( $\text{Fe}_3^+$ ) e manganês (Mn), enquanto os principais ânions são: cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). As concentrações desses íons no corpo d'água dependem das características da bacia de drenagem.

A maior parte do cálcio, por exemplo, entra na água através de  $\text{CaCO}_3$ , na forma de calcário, ou por meio de depósitos minerais de  $\text{CaSO}_4$ . Já a fonte da maioria do magnésio é o calcário "dolomítico",  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .

O potássio é cátion principal e essencial para a biota tendo funções no estabelecimento do potencial de membranas, sendo também componente na ativação de enzimas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

As **Figuras 2.14 a 2.25** apresentam as abundâncias (%) dos íons cloreto, sódio, magnésio, cálcio e potássio nas Estações referentes à lagoa Encantada durante a primeira e segunda campanhas de amostragens.

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

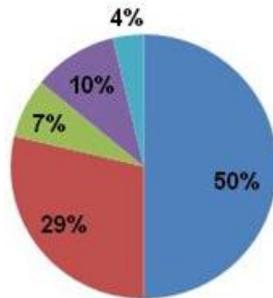


Figura 2.14 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)

CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

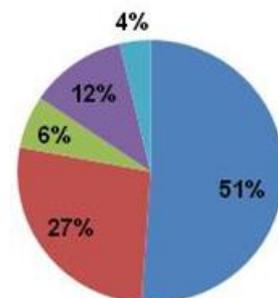


Figura 2.15 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

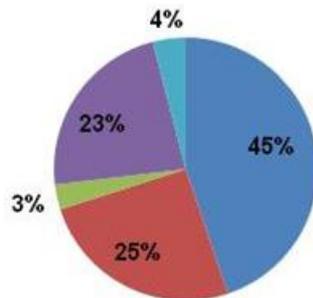


Figura 2.16 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)

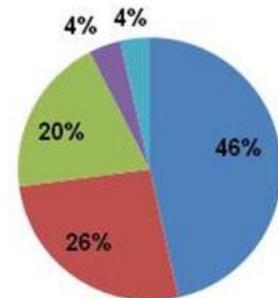


Figura 2.17 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE1 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

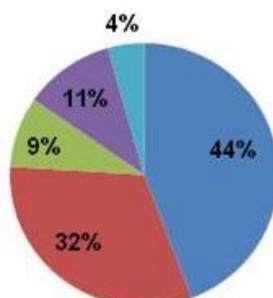


Figura 2.18 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)

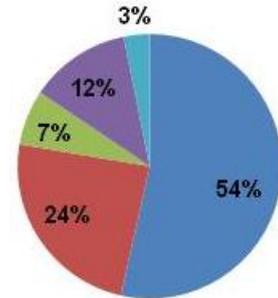


Figura 2.19 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco(Campanha 2 - 2010)

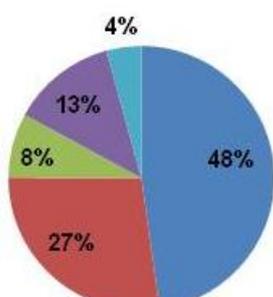


Figura 2.20 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)

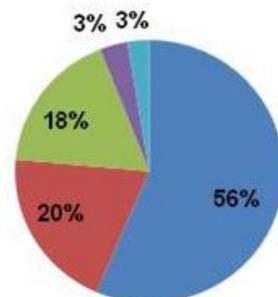


Figura 2.21 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

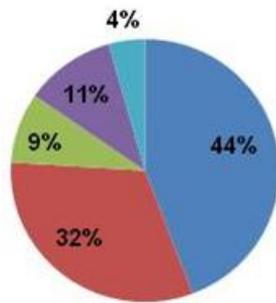


Figura 2.22 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)

CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

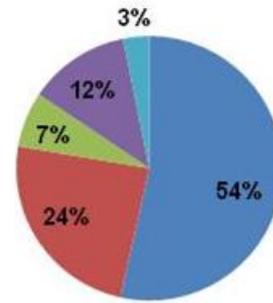


Figura 2.23 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

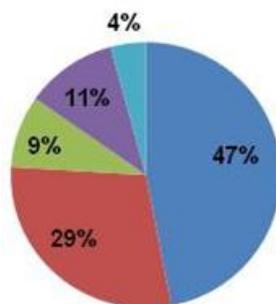


Figura 2.24 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

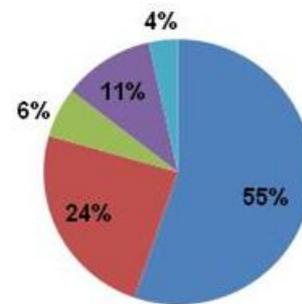


Figura 2.25 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 -2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

A Resolução Conama 357/05 estabelece 250 mg/L Cl como limite máximo para o cloreto total em águas doces classificadas como Classe 2. Todas as concentrações de cloreto obtidas das estações de amostragens, na Lagoa Encantada, foram inferiores ao estabelecido pela referida resolução (9,7 mg/L a 11,7 mg/L no período chuvoso; e 9,5 a 13,5 mg/L Cl<sup>-</sup> no período seco). Esta resolução não dispõe de limites para Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K). Todavia, a Organização Mundial de Saúde estabelece limite de sódio (200 mg/L) em águas potáveis e a APHA/AWWA/WEF referencia o valor médio de 15 mg/L Ca para cálcio.

As águas naturais contêm alguma concentração de sódio já que é um dos elementos mais abundantes na Terra e seus sais são altamente solúveis em água (CETESB, 2010). É o principal cátion (Na<sup>+</sup>) de fluidos extracelulares em muitos animais e plantas, sendo um elemento ativo para os organismos vivos. O aumento dos níveis de sódio em ecossistemas aquáticos pode provir de esgotos e efluentes industriais segundo a CETESB (2010) e as altas concentrações podem inibir sistemas enzimáticos de organismos (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Os valores verificados na lagoa Encantada para sódio e cálcio na água não violam os limites referidos no parágrafo anterior. Para as amostras do período chuvoso, os teores de sódio variaram de 5,74 mg/L (LE1 Fundo) a 6,96 mg/L (LE1 Superfície), enquanto que o cálcio oscilou entre 2,4 (LE1 Superfície; LE2 Superfície; Estação LE3 Superfície e Fundo) e 5,2 mg/L (LE1 Fundo). Para o período seco, os valores de sódio foram inferiores, entre 4,3 mg/L (LE3 Superfície) e 5,4 mg/L (LE1 Fundo). Já para o cálcio na segunda campanha, oscilou

entre o LDM < 0,8 mg/L (LE1 Fundo e LE2 Fundo) e 2,2 mg/L (LE1 Superf., LE3 Superf. e Fundo).

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Durante a Campanha 1 de 2010 (período chuvoso) a condutividade mais baixa verificada no rio Almada foi de 76,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e na Campanha 2 (período seco) foi 59,24  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ambos mensurados na Estação AL2. Isto mostra uma condição característica de ambiente de água doce nas amostragens realizadas.

Durante os ambos os períodos de amostragem em 2010, a lagoa Encantada se caracterizou principalmente como tributário (ou afluente) do rio Almada. Porém, de acordo com comunicação pessoal de moradores da comunidade de Areias, em momentos de longos períodos de estiagens juntamente com a chamada “maré grande”, a água do rio Almada apresenta fluxo adentrando na lagoa Encantada, podendo elevar os níveis de salinidade e por conseguinte condutividade nestas ocasiões. Contudo, este comportamento não foi observado durante a execução das amostragens.

Outra razão plausível para a condutividade mais elevada apresentada pela Estação AL1, AL3 e AL4 em relação à AL2 em ambas as Campanhas é uma influência das comunidades ribeirinhas quanto ao despejo de águas servidas e esgotos não tratados no rio Almada. O trecho do rio Almada onde está localizada a estação AL6 é um ambiente característico estuarino, com presença de vegetação de mangue nas margens, próximo à foz do rio. Portanto, a condutividade foi a mais alta verificada entre todas as Estações tanto no período chuvoso (11.060  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) quanto no período seco (18.110  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Estes dados mostram a penetração da maré ao longo do estuário do rio Almada, sendo possível registrar o aumento da salinidade nesta estação com regularidade.

O segundo valor mais alto de condutividade obtido para o rio Almada foi na Estação AL5 (217  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), na qual, apesar de características de água doce (salinidade: 0‰) no instante da amostragem da Campanha 1, plantas de manguezal foram observadas sendo características do local. A vegetação de manguezal foi caracterizada como de porte arbustivo devido ao seu desenvolvimento em local que recebe influência de água doce (pouco desenvolvimento de seu porte), dependendo da maré. Na Campanha 2, as águas amostradas da Estação AL5 também tiveram o segundo maior valor: 235,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando maior influência marinha que aquela encontrada na Campanha 1. Devido a isto sua salinidade foi mais elevada, sendo caracterizada como água salobra (**Subitem** Salinidade). Isto significa que o ponto onde está situada a estação AL5 está sujeito à penetração episódica das marés, que deve ocorrer preferencialmente nos períodos de maré grande, nos picos da maré enchente.

A variação de condutividade elétrica da água verificada na Estação Provisão II, de acordo com ANA (2010), no período de 1977 a 2007 foi de 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ano de 1984) a 350  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  (ano de 1978) (**Figura 2.26**). O valor médio obtido nestes 30 anos (com amostragens em anos não contínuos) foi de 122,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo que o presente estudo apresentou valor absoluto, na Campanha 1 de 150,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e na Campanha 2 de 100,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no mesmo local (Estação AL1). Em Relatório sobre a RPGA do Leste, segundo SEMA/INGÁ (2009), no trecho da captação de Castelo Novo (jusante da Estação Provisão II/AL1) foi verificado valores de 66, 83,9 e 91  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em campanhas realizadas em 2009.

O cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) é responsável pela formação de sais e principalmente pelo aumento de condutividade elétrica nos ecossistemas aquáticos. Como apresentado nas **Figuras 2.26 a 2.37**

a seguir, é notada sua dominância em relação aos demais íons no rio Almada tanto no período chuvoso quanto no período Seco, com exceção neste último período na Estação AL2 onde houve dominância de cálcio.

CAMPANHA 1 – 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

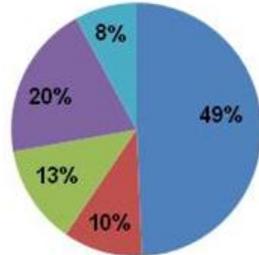


Figura 2.26 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

CAMPANHA 2 – 2010 (PERÍODO SECO)

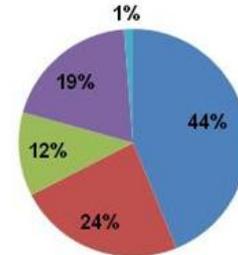


Figura 2.27 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

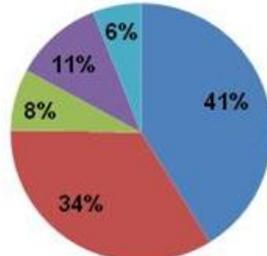


Figura 2.28 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

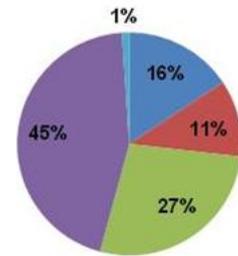


Figura 2.29 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL2 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

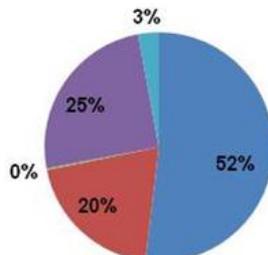


Figura 2.30 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

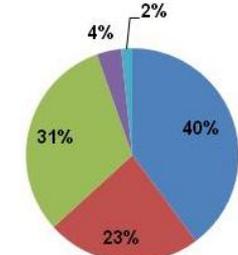


Figura 2.31 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

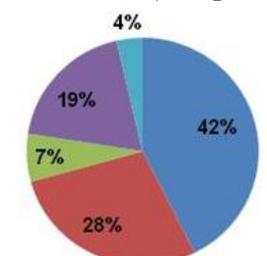


Figura 2.32 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL4 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

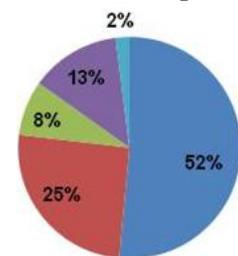


Figura 2.33 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL4 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA:

■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

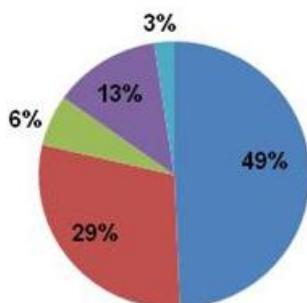


Figura 2.34 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL5 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

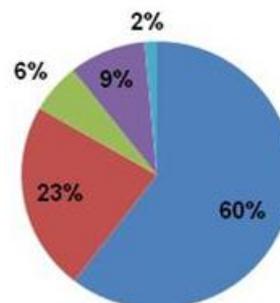


Figura 2.35 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL5 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco

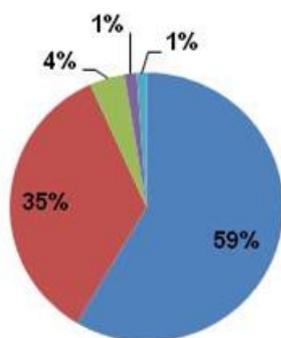


Figura 2.36 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL6 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

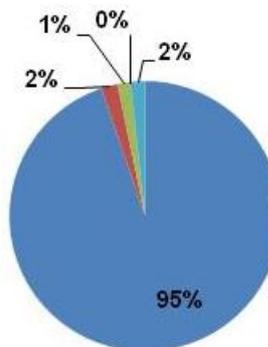


Figura 2.37 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação AL6 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

Na Estação AL6 o cloreto apresentou maior dominância entre todas as Estações no período chuvoso (com 59% de abundância) bem como no período seco. Entretanto, na segunda campanha de amostragem, a porcentagem do cloreto foi bem expressiva (95%). Quando comparado ao gradiente montante-jusante do rio Almada, em ambas as campanhas, houve a diminuição do cálcio na citada Estação, apresentando 1% e 0% dos íons avaliados.

A diminuição dos íons cálcio na Estação AL6 pode estar relacionada com uma possível precipitação de  $\text{CaCO}_3$ , sendo que isto ocorre quando há alta produtividade primária (remoção de  $\text{CO}_2$  e  $\text{HCO}_3^-$  do meio) deslocando o equilíbrio de  $\text{CO}_2$  para aumento do íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) (TUNDISI & TUNDISI, 2008). O pH elevado evidenciado nas duas campanhas amostrais (7,13 e 7,41, respectivamente) pode corroborar a teoria do deslocamento do equilíbrio  $\text{CO}_2$  para formar carbonatos. Além disto, as águas marinhas (cloreto) que influenciam a Estação AL6 agem como tampões, ajudando a manter a concentração de íons hidrogênio em torno do ponto neutro.

As águas da Estação AL2 apresentaram aumento de cálcio (45%) e magnésio (27%) na segunda campanha (período seco), sendo estes dominantes em relação até ao cloreto (16%). O íon cálcio é um dos cátions comumente encontrado em maiores concentrações em sistemas de água doce, sendo oriundo predominantemente de minerais como  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (gesso),  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (dolomita) e  $\text{CaCO}_3$  em diferentes formas minerais (calcita e aragonita). Este aumento no período seco pode ser devido a influencia desses minerais.

A Estação AL3 apresentou aumento da abundância relativa de Magnésio na água de 0% (Campanha 1) a 31% (Campanha 2) e redução de cálcio (25%) para (4%). O período Seco nas Estações AL4, AL5 e AL6 apresentaram dominância de cloreto em relação ao período chuvoso.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

A concentração de cloretos nas águas amostradas do rio Almada durante a Campanha 1 de 2011 (no período chuvoso) foram inferiores até mesmo do que os resultados para as águas superficiais da lagoa Encantada coletadas durante a Campanha 1 de 2011 (período chuvoso). As Estações RAL01, RAL02 e RAL03 apresentaram respectivamente: 7,88 mg/L Cl, 8,07 mg/L Cl e 8,13 mg/L Cl. Estes valores não ultrapassam o limite para o cloreto estabelecido pela Resolução Conama 357/05 em águas doces classificadas como Classe 2.

A condutividade elétrica das águas do rio Almada (Campanha 1 - 2011) para a RAL01 foi de 78,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para a RAL02 foi de 79,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e para RAL03 foi de 83,24  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Já sobre a Campanha 2 de 2011 foi observada uma elevação da condutividade quando comparada à Campanha 1 de 2011. Assim, a RAL01 mostrou-se com águas de condutividade 101,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e a RAL02 com 97,95  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Em relação a todos os íons avaliados na Campanha 1 de 2011 foi observada uma estabilidade das concentrações relativas obtidas nas três Estações de Amostragem no rio Almada, assim como para a condutividade elétrica da água (**Figuras 2.38 a 2.42**). Isto provavelmente se deve à contribuição das águas das chuvas e à proximidade destas Estações, não sendo observada alguma influência antrópica oriunda da vila de Aritaguá nestes resultados, já que as águas foram amostradas em um gradiente ao longo do rio Almada de montante (Estações RAL01 e RAL02) a jusante (Estação RAL03).

A estabilidade nos resultados ao longo do rio Almada (no caso condutividade e íons) motivou a execução da amostragem apenas nas Estações RAL01 e RAL02 na Campanha 2 de 2011. Por conseguinte, o mesmo padrão semelhante nos resultados dos íons foi identificado nas Estações RAL01 e RAL02 para a Campanha 2 de 2011, todavia, os íons Cloreto e Sódio tiveram abundâncias e concentrações mais elevadas no período seco do que no chuvoso de 2011. Assim, na Campanha 2 de 2011 para Cloretos: RAL01 - 43% (18,9 mg/L) e RAL02 - 44% (18,7 mg/L); e para Sódio: RAL01 - 31% (13,3 mg/L) e RAL02 - 32% (13,9 mg/L).

Três principais fatores podem ter contribuído para esta elevação de condutividade e íons cloreto e sódio na Campanha 2 de 2011: (1) influência de cunha salina, o que não foi evidenciado com a análise de salinidade (Ver **Subitem Salinidade**); (2) diminuição da recarga de águas mais doces e pobres em íons oriundas de porções mais a montante (Ex. rio do Braço e Lagoa Encantada) e (3) aumento da evaporação no Período Seco em comparação ao Período Chuvoso. As duas últimas situações são teoricamente mais plausíveis.

CAMPANHA 1 - 2011 (PERÍODO CHUVOSO)

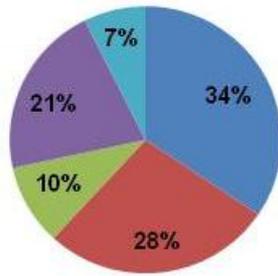


Figura 2.38 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL01 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

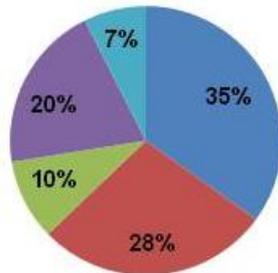


Figura 2.39 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

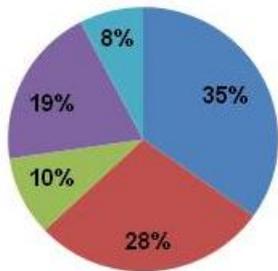


Figura 2.42 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

CAMPANHA 2 - 2011 (PERÍODO SECO)

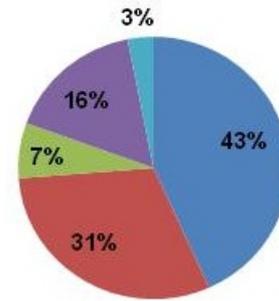


Figura 2.40 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL 01 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)

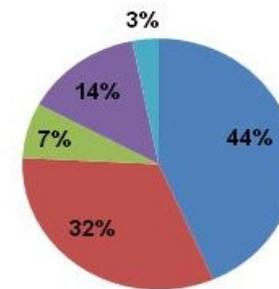


Figura 2.41 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação RAL 02 - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)

LEGENDA:   ■ Cloreto   ■ Sódio   ■ Magnésio   ■ Cálcio   ■ Potássio

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 – 2010)

Na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010, a água amostrada da Estação P1 apresentou condutividade de  $369 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e 51% de cloreto (ambiente estuarino) e foi verificado em P2 condutividade de  $210 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e 25% de cloreto. A Estação P1 do presente estudo está situada no mesmo local da Estação de Amostragem da empresa Bahia Mineração (LM5). De acordo com BAMIN (2009), a condutividade verificada na LM5 foi de  $330 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

Como representado nas **Figuras 2.43 a 2.46**, além da Estação AL2 (período chuvoso) do rio Almada, a Estação P2 apresentou cálcio mais abundante (49% no período chuvoso e 48% no período seco). Estes resultados podem estar relacionados à geologia da região com presença de rochas calcárias possivelmente oriundas de dolomita e/ou calcita.

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

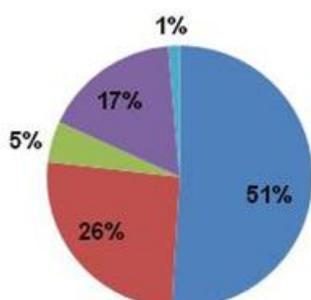


Figura 2.43 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

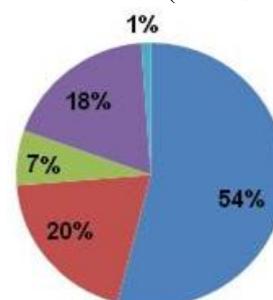


Figura 2.44 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

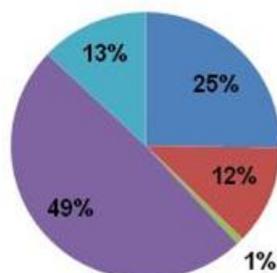


Figura 2.45 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

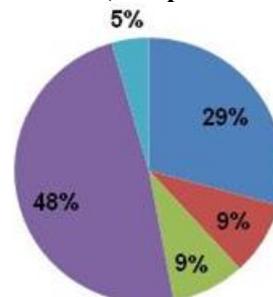


Figura 2.46 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação P2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011)

A condutividade elétrica nas águas dos ecossistemas aquáticos situados na Área Diretamente Afetada teve o valor mínimo mensurado em  $87,08 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Estação C03) e máximo em  $2.601 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Estação C07). Deste modo, a concentração mais elevada para cloreto foi encontrada nas amostras de água do ambiente estuarino da Estação C07, com 62% (valor absoluto:  $648 \text{ mg}/\text{L}$ ).

Em ambientes lóticos sem influência marinha o pico de condutividade na Campanha 1 de 2011 foi obtido na Estação C02 ( $124,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Cabe ressaltar que dos íons avaliados na Estação C02, o principal foi o Potássio (35%), seguido do Sódio (28%) e depois o Cloreto (16%) e Cálcio (16%). De acordo com a geologia e pedologia da região estes valores podem

representar a influência de depósitos de minerais de potássio devido provavelmente a formação de antigos leitos marítimos e lagos localizados na região. Todavia, a Estação C02 apresentou na Campanha 2 de 2011 abundâncias pronunciadamente distintas da Campanha 1, principalmente pela dominância dos Cloretos (40% ou 16,5 mg/L) e redução do Potássio (7% ou 2,8 mg/L). Para estas diferenças observadas deve-se considerar a possível influência da lixiviação e carreamento das composições minerais dos solos (teoricamente: depósitos de minerais de potássio) das áreas úmidas que são formadas em períodos chuvosos e têm ligação direta com este trecho amostrado do rio Itariri (Estação C02).

Os valores obtidos sobre os íons presentes nas águas da Estação C07 demonstraram uma manutenção das concentrações de íons tanto na Campanha 1 e Campanha 2 de 2011, com pequena diminuição de Cálcio (1%) e Potássio (1%) e aumento de Sódio (32%) nesta última Campanha. Apesar desta estabilidade na proporção de íons entre as campanhas, a salinidade (6‰) e condutividade 8454  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , já indicavam um aumento na concentração dos íons em relação à Campanha 1 de 2011. Como exemplo pode-se citar a elevação de aproximadamente 4,8 vezes das concentrações de Cloreto e de 5,2 vezes para Sódio, onde:

- Campanha 1 de 2011: Cloreto - 648 mg/L; e Sódio - 311,0 mg/L;
- Campanha 2 de 2011: Cloreto - 3160 mg/L; e Sódio - 1628,0 mg/L.

Levando em consideração a ausência observada da influência de maré (águas salinas) no instante da coleta através do não escoamento de sua foz, ou entrada de água e momento de coleta ser representativo de maré vazante os resultados anteriormente apresentados para a Estação C07 na Campanha 2 de 2011 podem estar relacionados com:

- Processos naturais: Ausência de renovação das águas, com o barramento de sua foz logo a jusante; Aumento provável da evaporação e diminuição da precipitação, e/ou;
- Processos naturais: Possível influência da penetração da maré em períodos de maré cheia nesse ponto, contudo, sem escoamento de sua foz, e/ou;
- Processos antrópicos: Despejo de águas servidas e esgotos domésticos não tratados provenientes das propriedades oriundas ocupação urbana desordenada ao longo do litoral da região.

Considerando apenas as estações C01 a C06, sem influência de zonas de maré, os valores oscilaram entre 87,08  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (C03) e 124,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (C02) na Campanha 1 de 2011 e 96,02  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (C01) e 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (C06) na Campanha 2 de 2011. A condutividade em média (N=6) da Campanha 1 de 2011 foi de 110,31  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e da Campanha 2 de 2011 foi de 116,64  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estes dados inferem que o período mais seco, em média, nos sistemas lóticos de C01 a C06 concentraram os íons na coluna d'água. Comparada à campanha de amostragem no período chuvoso, houve elevação das abundâncias de Cloretos em todas as estações durante a Campanha 2 de 2011, sendo: C01 (42%), C02 (40%), C03 (38%), C04 (47%), C05 (38%), C06 (46%), indicando realmente a influência do período seco nesses ambientes. Contudo, os resultados obtidos indicam claramente que este conjunto de estações de amostragem C01 a C06 apresenta águas claramente doces, com baixas concentrações de sais dissolvidos.

As **Figuras 2.47 a 2.60** apresentam a seguir a distribuição das abundâncias dos íons em água superficial nas Estações das Campanhas 1 e 2 de 2010 e 2011.

CAMPANHA 1 - 2011 (PERÍODO CHUVOSO)

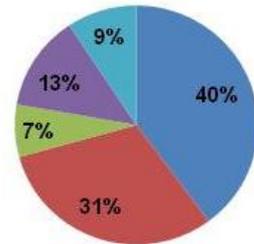


Figura 2.47 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C01 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

CAMPANHA 2 - 2011 (PERÍODO SECO)

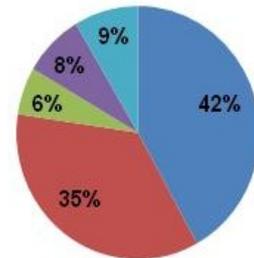


Figura 2.49 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C01 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)

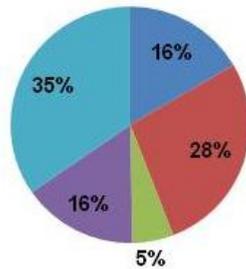


Figura 2.48 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

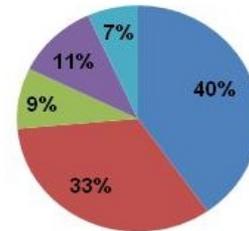


Figura 2.50 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)

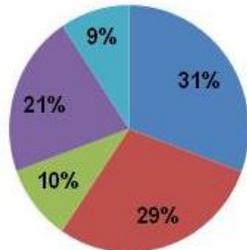


Figura 2.51 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C03 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

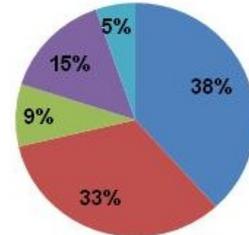


Figura 2.53 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C03 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)

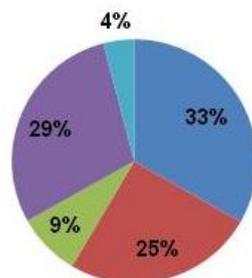


Figura 2.52 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C04 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

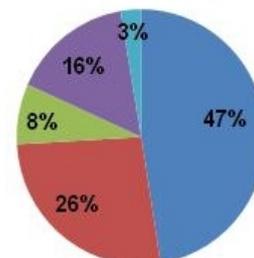
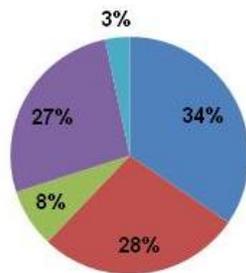
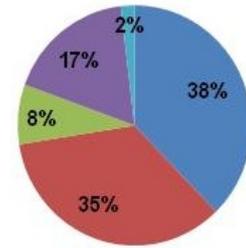


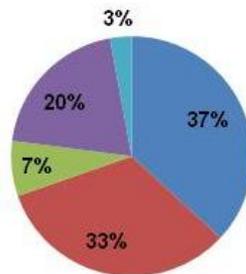
Figura 2.54 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C04 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)



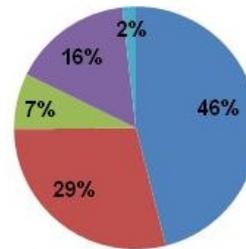
**Figura 2.55 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C05 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)**



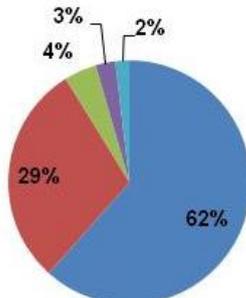
**Figura 2.56 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C05 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)**



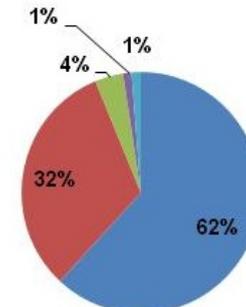
**Figura 2.57 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C06 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)**



**Figura 2.58 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C06 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)**



**Figura 2.59 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C07 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)**



**Figura 2.60 - Distribuição das Abundâncias dos Íons - Estação C07 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2011)**

**LEGENDA:** ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

As Estações de amostragem C01 a C06 amostradas na Campanha Complementar de 2012, apresentaram condutividades mais elevadas (111 a 306  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) em relação à campanha 1 (87,08 a 124,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e campanha 2 (97 a 134  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) realizadas em 2011 (Ver **Figura 2.12**). Esta variação pode ter se dado em função do aumento da taxa de evaporação, já que a amostragem foi conduzida justamente no final do verão. A interpretação mais coerente para este aumento é justamente a sua relação com a temperatura que também foi a mais elevada dentre as Campanhas de 2011 (Ver **Figura 2.5**). A elevação sugerida da evaporação das águas das Estações de amostragem em questão podem influenciar na concentração dos sais presentes nos corpos d'água. Contudo, esta possível relação não foi observada na Estação C07, que apresentou a menor condutividade (salinidade: 1 ‰ e condutividade: 765  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) em relação à Campanha 2 de 2011 (salinidade: 6 ‰ e condutividade: 8454  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Na campanha 2 de 2011 a estação C07, no instante da coleta em maré vazante, não havia escoamento nem entrada visível de águas salinas, pois apesar de situa-se a beira do mar a estação C07

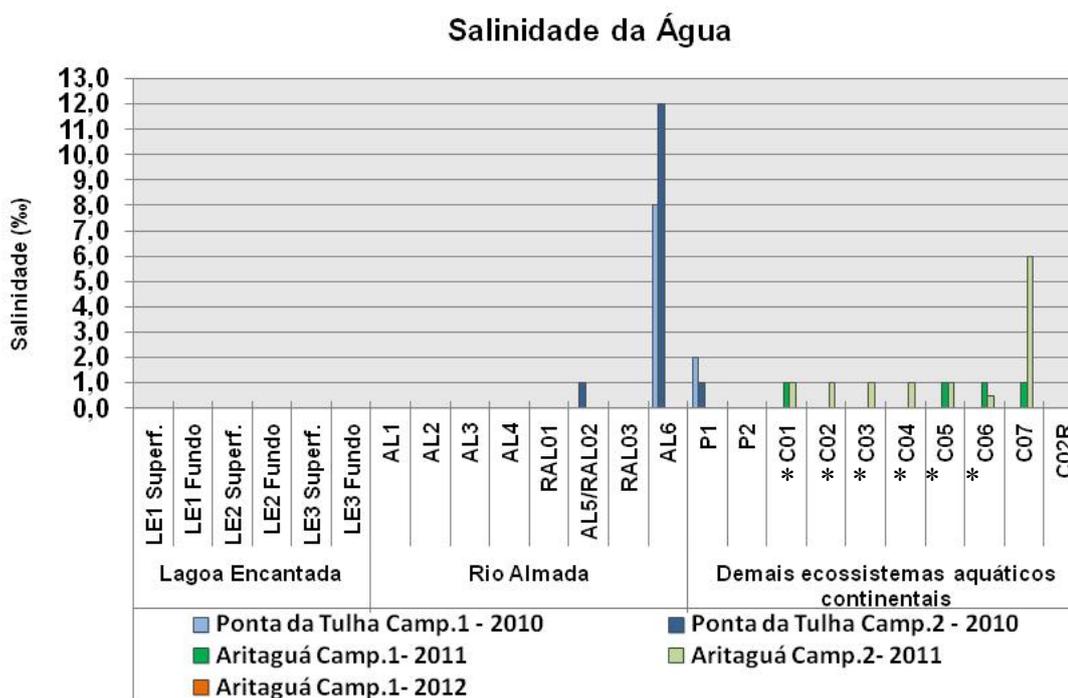
encontrava-se topograficamente acima da linha. Entretanto, pode ter havido entrada de salinidade através de intrusão subterrânea.

## 2.8 SALINIDADE

Segundo Esteves (1988), a concentração de sais minerais dissolvidos na água é expressa como salinidade, que corresponde ao peso (em gramas) dos sais presentes em 1000g de água, portanto, a unidade utilizada é ‰ e não %. O símbolo ‰ significa "partes por mil" ou "por mil", onde, por exemplo, um teor de sal de 3,5‰ é equivalente a 35‰ ou 35 gramas de sal por quilograma de água. Entretanto, atualmente a salinidade é geralmente descrita em unidades de salinidade prática ou *Practical Salinity Unit (psu)*. No entanto, os valores de salinidade em partes por mil e psu são quase equivalentes e para haver comparação com a resolução Conama 357/05 foi adotado a unidade ‰.

O balanço entre a evaporação e a precipitação (recarga do sistema), e o grau de influência marinha são fatores que influenciam em diferentes valores de salinidade nos ecossistemas aquáticos.

Está apresentada na **Figura 2.61** salinidade das águas das Estações de Amostragem.



Obs. Ausência de barras representam valores de Salinidade igual a 0‰. As colunas claras representam Período Chuvoso e as colunas secas representam Período Seco. \*Valores de salinidade apresentados nas estações C01 a C06 (sem influência marinha) foram considerados iguais a 0 ‰, devido à baixa precisão do equipamento refractômetro utilizado.

**Figura 2.61 - Salinidade das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

O resultado de salinidade para a lagoa Encantada indica que não houve influência de água salina ou salobra na salinidade das Estações de Amostragens neste ambiente lântico nos momentos da coleta das Campanhas 1 e 2, pois todos os resultados foram de 0‰.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

De acordo com a Resolução Conama 357/05, as águas doces têm salinidade igual ou inferior a 0,5‰; as águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ são definidas como salobras; e as águas salinas possuem salinidade igual ou superior a 30‰. Deste modo, a Estação AL6 com salinidade de 8‰ no período chuvoso e 12‰ no período seco foi uma das estações amostradas ao longo do rio Almada definida como de água salobra nos dois períodos.

O estudo da variação da salinidade no curso inferior do rio Almada realizado por Souza (2006) indicou que durante períodos da baixa precipitação (conseqüentemente baixas descargas do rio Almada) a água do mar com a intrusão salina pode alcançar a área inteira da planície litoral até o ponto da captação de água para Castelo Novo. Esta captação localiza-se a jusante de AL1 e a montante do canal que liga o rio Almada à lagoa Encantada (próximo à AL2).

O presente Estudo de Impacto Ambiental não teve como objetivo específico avaliar a influencia da entrada salina ao longo curso do rio Almada. Os resultados aqui apresentados devem-se ao objetivo da amostragem que foi avaliar a contribuição das águas doces oriundas da bacia hidrográfica e drenagem (gerando fluxo laminar e basal do rio), através de coleta em estofa da baixa-mar, em maré de sizígia. Mesmo com esta metodologia aplicada durante a Campanha 2 (período seco) de 2010, a Estação de Amostragem AL5 apresentou resultado de salinidade 1‰, enquanto que as demais amostras de água do rio Almada apresentaram entre a AL1 e AL4 salinidade de 0‰. Como já apresentado no Subitem **Análises das Conformidades Legais**, os parâmetros de qualidade das águas amostradas da Estação AL5 estão comparadas como águas doces (Classe 2) na Campanha 1 e Águas salobras (Classe 1) na Campanha 2, ano 2010.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011 e Campanha Complementar de 2012)

As três amostras de água superficial do rio Almada na Campanha 1 de 2011 provenientes das Estações estudadas indicaram valores iguais a 0‰. O mesmo resultado foi observado para as duas amostras (RAL01 e RAL02) de água da Campanha 2 de 2011. Estes resultados enquadram este sistema aquático como de água doce quando comparados à Classe 2 segundo Resolução Conama 357/05.

Durante a Campanha Complementar de 2012 todas as estações estudadas indicaram valores iguais a 0‰.

O fato de não ter sido detectada salinidade no momento das amostragens não exclui a possibilidade de entrada da maré gerando uma situação de águas salobras, tal como indicado no estudo de SOUZA (2006), já referenciado, particularmente em situação de maré cheia e enchente do período de sizígia. Os dados do presente estudo foram obtidos em períodos de baixa mar, ou em momentos de vazante do rio Almada, justamente com o objetivo de conhecer a qualidade das águas sem muita interferência marinha e com maior influência possível das águas que vem de montante.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A água foi caracterizada como salobra no P1 (Estuário), pois foi obtida salinidade de 2‰ no período chuvoso e 1‰ no período seco. No corpo d'água da Estação P2 foi mensurado 0‰ em ambas as Campanhas de Amostragem.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Pela localização, as estações C01 a C06 encontram-se em cotas topográficas mais altas e não possuem influências pela maré. Em relação aos dados apresentados na **Figura 2.61**, deve ser destacado aqui que os valores obtidos acima de 0,5 ‰ para C01 e C06 são devido à imprecisão do método usado para avaliar salinidade. Os valores de condutividade levam à conclusão de que as estações C01 a C06 tratam-se de águas doces, pois o equipamento usado para medir salinidade (refratômetro) tem uma precisão baixa (escala de 1 ‰).

Na Campanha 1 de 2011 as Estações C01, C05 e C06 foram registrados valores de águas salobras, com salinidade igual a 1‰. Contudo, conforme discutido no parágrafo anterior, estes resultados não foram considerados. As águas no entorno da estação C07 possuem influência direta marinha e, portanto, o resultado foi considerado correto.

Sobre a Campanha 2 de 2011, deverá ocorrer a mesma interpretação dada, onde apesar do resultados, todas as Estações amostradas situadas na ADA (C01 a C06) foram consideradas como de águas doces, com a exceção da estação C07 que sofre a influência marinha.

## 2.9 PIGMENTOS CLOROFILA *a* E FEOFITINA *a*

A clorofila é um pigmento que absorve luz nos comprimentos de onda azul, violeta e também vermelho, como reflete a luz verde sua aparência é de cor verde. Assim, a clorofila é um dos pigmentos (além dos carotenóides e ficobilinas) que é responsável pelo processo fotossintético (RAVEN, 2001).

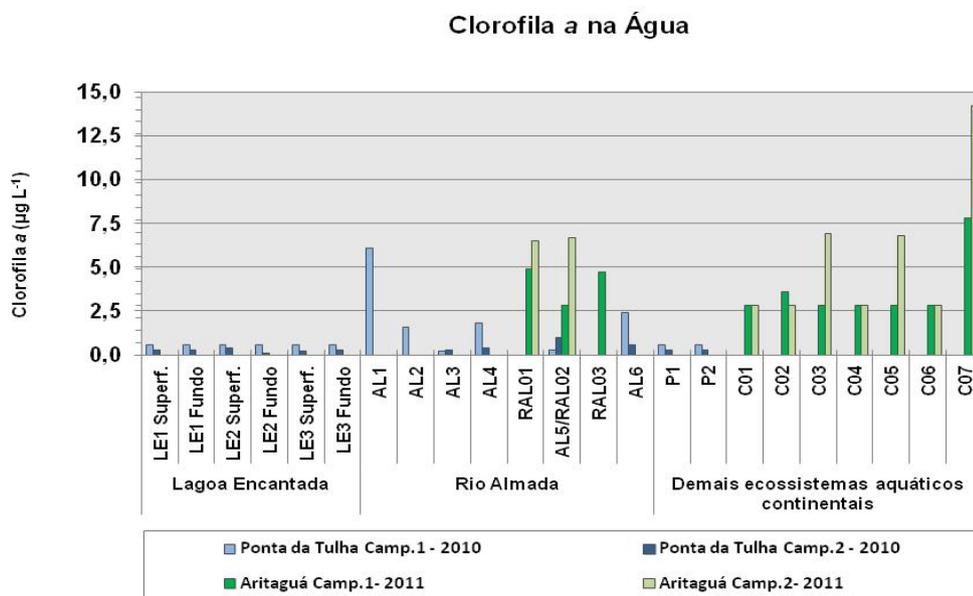
A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa das algas e do potencial da capacidade fotossintética (NUSH, 1980). A clorofila *a*, presente em todos os eucariontes fotossintetizantes e nas cianobactérias, pode ser considerada, então, a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2005).

A concentração de clorofila *a* pode ser superestimada pela presença de feopigmentos no meio aquático. A feofitina *a*, por exemplo, é um pigmento oriundo da clorofila *a* quando este sofre processo de degradação, como a perda do magnésio em sua estrutura. Portanto, a avaliação da clorofila *a* junto à feofitina *a* permite discernimento sobre o estado fisiológico da comunidade planctônica que ocorre no meio a ser estudado.

A **Figura 2.62** representa as concentrações de clorofila *a* presentes nas Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul e a **Figura 2.63** apresenta os resultados para feofitina *a*. A Resolução Conama 357/05 aplica às águas doces de Classe 2 as condições de clorofila *a* de até 30 µg/L, entretanto, não aplica padrão para águas salobras. A feofitina *a* foi quantificada neste estudo visando a verificação e compreensão de processos que resultam da degradação (desnaturação) da clorofila *a*.

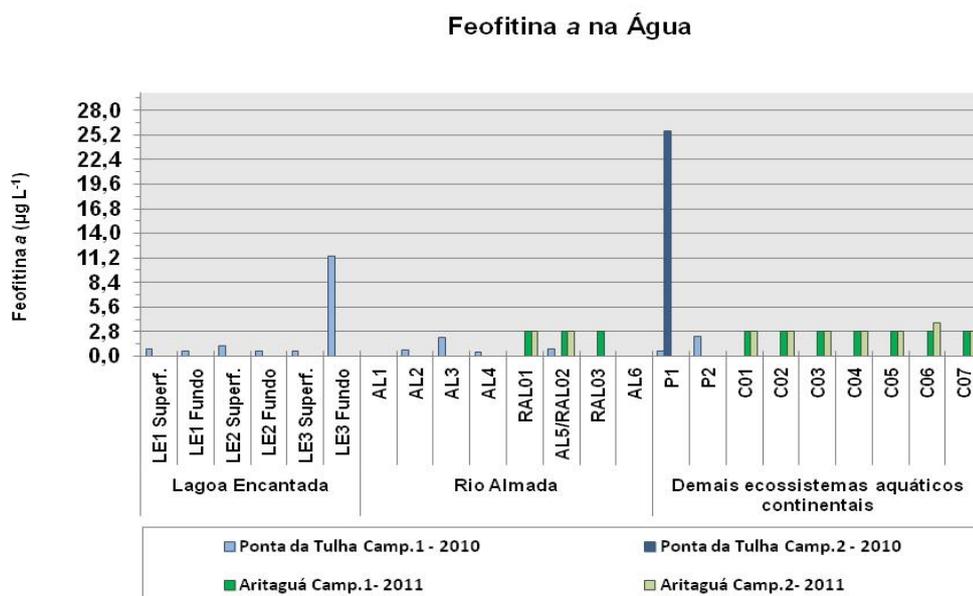
Diferentemente do ocorrido em relação ao LQM (<0,6 µg/L) para Clorofila *a* e Feofitina *a* na Campanha 1 de 2010, o laboratório responsável pelas análises ajustou as curvas de calibração do referido parâmetro de qualidade de água, possibilitando a aferição de concentrações inferiores a 0,6 µg/L na Campanha 2 de 2010. Portanto, para o período seco (Campanha 2) foi possível a obtenção de resultados inferiores ao limite antes estipulado.

Apesar da redução do LQM para clorofila *a* e feofitina *a* nas Campanhas 1 e 2 de 2010, isto não foi possível para a Campanha 1 de 2011, com as análises realizadas por outro laboratório como especificado na metodologia. Para as análises da Campanha 1 (2011) o LQM foi de 2,8 µg/L limitando a interpretação, contudo, dentro do limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05.



Obs. O Limite de Quantificação do método (LQM) foi de 0,6 µg/L para Clorofila *a* nas Campanhas de 2010. Na Campanha 1 de 2011 o LQM foi de 2,8 µg/L.

**Figura 2.62 - Clorofila *a* nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**



Obs. O Limite de Quantificação do método (LQM) foi de 0,6 µg/L para Clorofila *a* nas Campanhas de 2010. Na Campanha 1 de 2011 o LQM foi de 2,8 µg/L.

**Figura 2.63 - Feofitina *a* nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Os valores absolutos de clorofila *a* não foram detectados na lagoa Encantada devido aos limites do método de análise aplicados quando da realização da Campanha 1 (período chuvoso) de 2010. As amostras de água para todas as estações (tanto superficiais, quanto de fundo) estão abaixo do Limite de Quantificação do Método (LQM) em relação à clorofila *a*, que é  $< 0,6 \mu\text{g/L}$ . Este fato ocorre também para os resultados de feofitina *a*, sendo que apenas as Estações LE1 Superfície, LE2 Superfície e a LE3 Fundo obtiveram concentrações superiores ao limite mínimo de quantificação estabelecido.

Nas águas superficiais da lagoa Encantada, as concentrações de clorofila *a* não detectáveis e a concentração de feofitina *a* superiores como visto nas Estações LE1 ( $0,8 \mu\text{g/L}$ ) e na LE2 ( $1,2 \mu\text{g/L}$ ), no período chuvoso, podem ser explicadas através de alguns fatores que influenciam nas variações destes pigmentos, de acordo com PINTO-COELHO (2000) e LOURENÇO & MARQUES JUNIOR (2002), tais como possivelmente:

- Tamanho de células presentes no fitoplâncton;
- Abundância de indivíduos fitoplanctônicos;
- Estádio fisiológico e do ciclo celular;
- Inativação do aparato fotossintético (desnaturação e degradação) pelo excesso de radiação solar;
- Contração de cloroplasto;
- Efeito do *Grazing* ou pastagem (ação dos consumidores primários sobre os organismos produtores, através de alimentação);
- Migração involuntária do fitoplâncton para camadas mais profundas devido a múltiplos movimentos e mistura de água no epilímnio através de possível instabilidade, correntes e circulação.

Para as amostras de água de fundo eram realmente aguardados resultados baixos de clorofila *a* como os aqui apresentados, devido às condições características esperadas para um hipolímnio. Contudo, estes pigmentos foram avaliados no máximo das profundidades encontradas para cada estação pela necessidade de verificar algum processo (águas turbulentas localizadas, mistura) ao longo da coluna d'água que pudesse eventualmente indicar presença de clorofila *a* no hipolímnio, o que não foi observado para o período chuvoso. Todavia, valores de  $0,3 \mu\text{g/L}$  foram detectados em ambos os estratos na Estação de Amostragem LE1 e concentrações mais elevadas foram confirmadas em amostras do fundo ( $0,3 \mu\text{g/L}$ ) em relação à da superfície ( $0,2 \mu\text{g/L}$ ) na Estação LE3.

Sobre o período chuvoso de 2010, dentre as águas amostradas nas camadas profundas das Estações situadas na lagoa Encantada, apenas a LE3 apresentou elevada concentração de feofitina *a* com o pico de  $11,4 \mu\text{g/L}$ . Isto indica que esta região da lagoa (próximo à zona de litoral, rasa e com influência direta do rio Apepique) manteve processos que intensificaram a degradação da clorofila *a*. Um possível erro analítico pode ser a causa do valor tão elevado de feofitina *a* na Estação LE3, porém tal possibilidade não pode ser confirmada, gerando uma interpretação dúbia e imprecisa.

Resultados para feofitina *a* foram divulgados como de valor zero para a lagoa Encantada, nos laudos para o período seco apresentados pelo laboratório responsável. Deste modo, com estes

valores de feofitina *a* cabe a interpretação que durante o período avaliado o estágio fisiológico e do ciclo celular e o aparato fotossintético não estavam sofrendo virtualmente nenhuma degradação.

Através dos valores de clorofila *a* apresentados para a lagoa Encantada em ambos os períodos amostrados foi notório que nenhum destes violaram o limite da Resolução Conama nº 357/05 aplicado às águas doces de Classe 2.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

As Estações de Amostragens que apresentaram as maiores concentrações de clorofila *a* no período chuvoso (Campanha 1) de 2010 foram a AL1 (6,1 µg/L) e a AL6 (2,4 µg/L), inclusive quando comparado à Lagoa Encantada e aos demais ecossistemas aquáticos continentais amostrados (P1 e P2). A feofitina *a* nas referidas estações esteve ausente. Isto sugere a manutenção de ambientes produtivos nestes dois extremos (montante e jusante) do gradiente estudado no rio Almada, podendo ter também possíveis relações diretas com os elevados valores de saturação de oxigênio. Entretanto, como a dinâmica de ambas as estações de amostragem é completamente diferentes, o oxigênio dissolvido pode estar relacionado também com a difusão na água devido às corredeiras características a montante da estação AL1 e na estação AL6 com plausível maior entrada nutrientes no ambiente estuarino.

Ainda sobre o período chuvoso de 2010, as Estações AL3 e AL5 foram as únicas no rio Almada nas quais as concentrações de feofitina *a* (2,1 e 0,8 µg/L, respectivamente) foram elevadas em relação à clorofila *a* (0,2 e 0,3 µg/L, respectivamente). Já nas Estações AL2 e AL4 foram obtidas concentrações de clorofila *a* superiores aos de feofitina *a*.

A ausência de clorofila *a* nas estações AL1 e AL2 no período seco pode ser explicada pela teoria do *Continuum Fluvial*. Esta teoria propõe que diferentes organismos seguem padrões de distribuição (estrutura e função de comunidades) a depender do gradiente longitudinal do rio (diferentes drenagens e feições do leito). As cabeceiras (locais mais elevados, denominados *Rithron*) dos rios geralmente são formadas por corredeiras e remansos nos quais as águas fluem em maiores velocidades e são mais pristinas. Nessa zona a produtividade primária tende a ser muito baixa devido à baixa condição de permanência do fitoplâncton associada com a alta velocidade de escoamento das águas. Já nas porções mais baixas (denominado *Potamon*) onde há planície de inundação e trechos meandrantés são mantidas interações laterais com os ecótonos, onde os processos são, em geral, mais deposicionais e há tendência de elevação da produtividade primária, em função do maior tempo de permanência das águas ao longo desse trecho dos mananciais.

A Estação AL1 está inserida em local do rio Almada correspondente ao Potamon, contudo, com características semelhantes ao de um *Rithron* com corredeiras e remansos mantendo maior vazão do rio (que impede a concentração de células do fitoplâncton) em relação aos remansos (onde há maiores concentrações de células do fitoplâncton) a jusante. Deste modo, é possível que os valores de clorofila *a* e feofitina *a* sejam realmente próximos à zero na estação AL1. Corroborando com esta linha de raciocínio para o período seco estão os resultados da densidade de fitoplâncton que para o rio Almada, a AL1 foi a que obteve o menor resultado (16 organismos/L). A Estação AL2 já se encontra inserida em trechos meandrantés do rio, entretanto, pode ainda ocorrer reflexo e influência das águas à montante, o que pode acarretar em valores também próximo à zero de clorofila *a* e feofitina *a*. Contudo os valores de densidade da AL2 não foram tão baixos (352 organismos/L).

Ainda sobre a interpretação dos resultados para AL1 e AL2 no período seco não se deve descartar também outras possibilidades, tais como efeito de *grazing* sobre a comunidade fitoplanctônica através da zooplâncton.

A Estação de Amostragem AL5 apresentou o maior valor de clorofila *a* (1 µg/L) dentre as demais Estações, onde no rio Almada foi observado um sutil gradiente crescente a partir da AL3 (0,3 µg/L), seguido pela AL4 (0,4 µg/L). Esse crescente pode se dar justamente pela aproximação das águas do rio da região do estuário, com conseqüente redução de fluxo e maior concentração de fitoplâncton (e também com material orgânico particulado e dissolvidos).

Nenhum dos resultados apresentados sobre os dois períodos estudados em 2010 no rio Almada violou a concentração máxima estabelecida pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, água doce, Classe 2.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

A Estação RAL01 apresentou concentração de clorofila *a* de 4,9 µg/L e da estação RAL03 4,7 µg/L durante a Campanha 1 de 2011. Entretanto, a estação RAL02 apresentou resultado inferior ao LQM (2,8 µg/L). Todos os resultados para feofitina *a* foram inferiores ao limite de quantificação do método.

Com respeito a Campanha 2 de 2011, as estações RAL01 e RAL02 apresentaram, respectivamente, 6,5 e 6,7 mg/L Chl *a* (maiores valores dentre todas as estações e campanhas no rio Almada). Este aumento nos resultados de clorofila *a* representou uma maior produtividade primária na Campanha 2 de 2011, pois a clorofila *a*, é um indicador indireto da biomassa fitoplanctônica é considerado um estimador confiável da produção primária, independentemente das concentrações de nutrientes e pH no momento da amostragem.

Ao observar os valores de pH mais elevados na Campanha 2 de 2011, pode-se deduzir um possível aumento da produtividade primária, pois o balanço da equação está mais favorável ao OH<sup>-</sup> (pH mais básico). Os valores de nutrientes (Orto-P, N, P) e feofitina *a* (abaixo do LQM) analisados no momento da coleta em ambas as estações talvez não justifiquem um aumento expressivo da clorofila *a*. Contudo, como o aumento na concentração de clorofila *a* necessariamente implica em aumento da produção primária, o que teoricamente pode ter ocorrido é que no instante da coleta, onde os excessos de nutrientes (Ne P) disponíveis no sistema já tivessem sido assimilados.

Os resultados apresentados acima provavelmente estão relacionados à variação natural que ocorre no rio Almada.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

As amostras de água da Estação P1 do período chuvoso (Campanha 1) de 2010 obtiveram os valores dos pigmentos estudados abaixo do LQM estabelecido pelo laboratório responsável. A concentração de 2,2 µg/L para feofitina *a* na Estação P2 foi superior a de clorofila *a* (abaixo do LQM). Para o período seco de 2010, tanto para P1 e P2 foram obtidos valores de 0,3 µg/L de clorofila *a*.

Um erro analítico pode ter sido a causa do valor tão elevado de feofitina *a* na Estação P1 (25,7 µg/L) no período seco (Campanha 2) de 2010, porém tal possibilidade não pode ser

confirmada, gerando uma interpretação imprecisa. Excluindo-se a hipótese de erro analítico, este valor tão elevado pode ter sido proveniente da senescência do fitoplâncton decorrente de alguns possíveis fatores, como por exemplo, a inativação da clorofila *a* pelo excesso de radiação solar. Entretanto, a densidade de fitoplâncton encontrada não confirma o elevado valor de feofitina *a* ao menos que haja uma variação no tamanho celular e quantidade de feofitina *a* por organismo que justifique alto valor encontrado. Contudo, a hipótese de erro analítico é a mais provável.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Dentre as estações situadas na Área Diretamente Afetada, durante a Campanha 1 de 2011 apenas as amostras de água das Estações C02 e C07 obtiveram resultados de clorofila *a* acima do LQM, sendo respectivamente 3,6 e 7,8  $\mu\text{g/L}$ .

Sobre a Campanha 2 de 2011, concentrações de clorofila *a* acima do LQM apenas as Estações C03 (6,9  $\mu\text{g/L}$ ) e C05 (6,8  $\mu\text{g/L}$ ). Também foi obtido resultado na Estação C07 (14,2  $\mu\text{g/L}$ ) e este deve ser aqui destacado por apresentar aproximadamente 1,8 vezes maior do que o período chuvoso (Campanha 1 de 2011). As condições do ambiente na segunda campanha, no instante da coleta, estavam provavelmente mais favoráveis às microalgas.

Sobre as concentrações de pigmentos e os indicativos de estado trófico tanto no rio Almada quanto nas demais estações localizadas no continente, foi realizada determinação do índice do Estado Trófico – IET (CETESB, 2011). Cabe ressaltar que esta análise apenas foi executada para as campanhas 1 e 2 de 2011, devido aos possíveis erros analíticos apresentados para a campanha 1 e 2 de 2010, discutidos ao longo do texto.

## 2.10 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (CONCENTRAÇÃO E SATURAÇÃO)

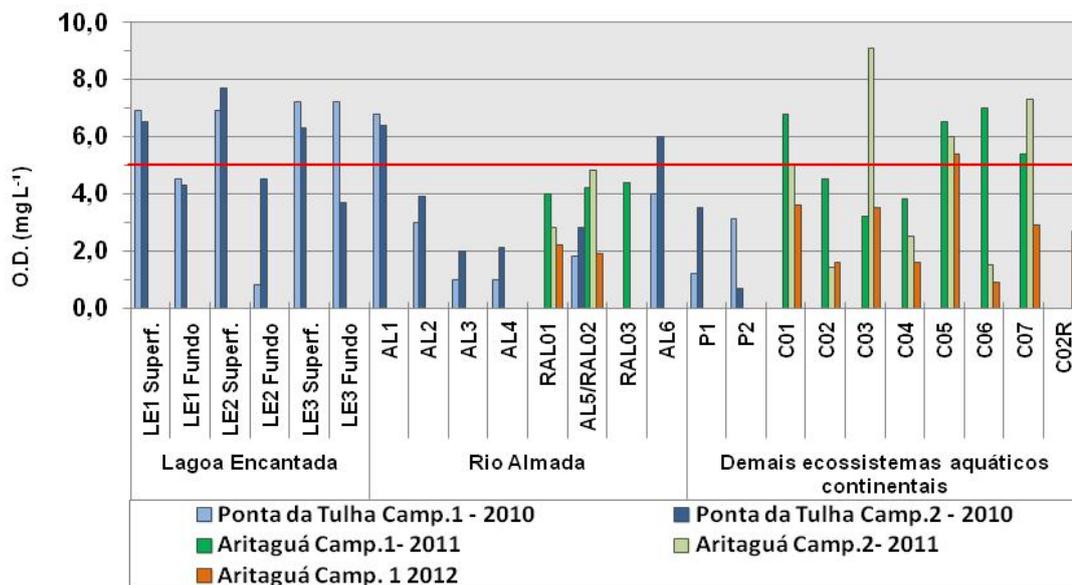
A concentração de oxigênio dissolvido na água é um dos parâmetros mais importantes em Limnologia. Esta é produto do balanço dinâmico entre os processos físicos de reposição (advecção, difusão molecular, turbulência, quase equilíbrio com a atmosfera) e os biológicos de produção fotossintética e consumo por oxidação (PETROBRAS, 1994).

A presença e ausência do oxigênio influem decisivamente nas comunidades aquáticas e no balanço de vários nutrientes. O balanço de oxigênio é um fenômeno que depende da temperatura: com o aumento da temperatura a solubilidade do oxigênio na água diminui, como processo físico. Por outro lado, há aumento da intensidade dos processos biológicos, ou seja, o aumento no metabolismo dos organismos provoca um maior consumo de oxigênio, o que intensifica a depleção de oxigênio no sistema hídrico (SCHÄFER, 1984).

Além da concentração do oxigênio ser definida através de  $\text{mg/L}$ , também se pode definir a porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido na água. A saturação do oxigênio depende do coeficiente de solubilidade, conseqüentemente da temperatura da água e da pressão. Assim, 100% de saturação significa o máximo teórico de oxigênio dissolvido que pode existir na água à temperatura e pressão consideradas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Na **Figura 2.64** são apresentadas as concentrações de oxigênio dissolvido e na **Figura 2.65** as saturações de oxigênio na água das estações de amostragem. A linha vermelha representa limite mínimo (5,00  $\text{mg/L O}_2$ ) da Classe 2 da Resolução Conama 357/05. Este limite também é o mínimo estabelecido para águas salobras de Classe 1.

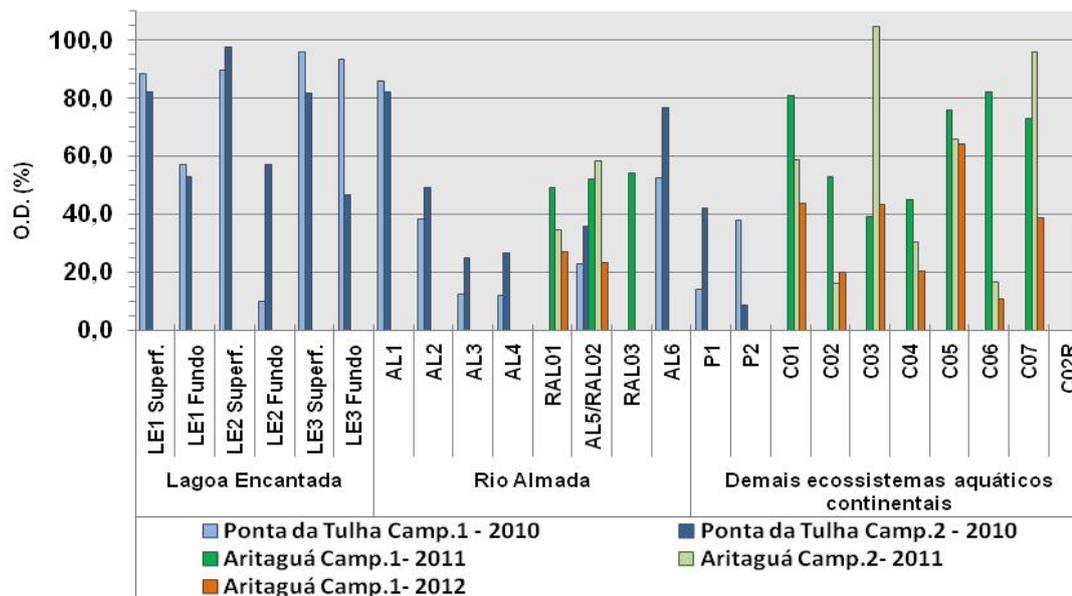
### Concentração de Oxigênio Dissolvido na Água



Obs. As linhas vermelhas indicam os limites mínimos de OD para águas doces (Classe 2), e águas salobras (Classe 1), estabelecidos pela Resolução Conama 357/05. Período Chuvoso Representado por Cores Claras e Período Seco Representado por Cores Escuras.

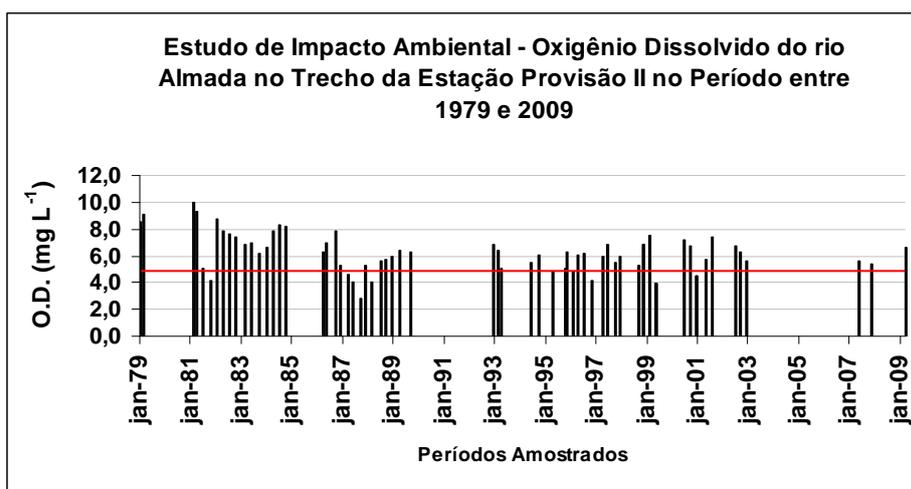
**Figura 2.64 - Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

### Saturação de Oxigênio Dissolvido na Água



**Figura 2.65 - Saturação de Oxigênio nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

A **Figura 2.66** demonstra os valores de concentração Oxigênio Dissolvido obtidos no rio Almada durante o período de 1979 a 2009 através do monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II.



Fonte: Agência Nacional das Águas

Obs. Ausências de barras indicam a não medição de oxigênio dissolvido na água e linha vermelha indica o limite mínimo de OD para águas doces (Classe 2)

**Figura 2.66 - Valores de Oxigênio Dissolvido Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1979 a 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A concentração de oxigênio dissolvido em diferentes profundidades em lagos está relacionada com os processos de estratificação e desestratificação, a circulação vertical e a sua eficiência, além da distribuição vertical da água e a atividade de organismos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Agregados aos fatores anteriormente citados estão: a taxa de produção primária, temperatura da água, influência do oxigênio proveniente de afluentes, taxa de troca superfície da água/ar, matéria orgânica sedimentada e seu consumo de oxigênio através de decomposição aeróbia.

Em ambientes lânticos, de acordo com TUNDISI & TUNDISI (2008), as águas superficiais geralmente apresentam valores de oxigênio próximo à saturação (onde 100% da saturação significam o máximo teórico de à temperatura e pressão consideradas). Quando acontece circulação completa, o oxigênio dissolvido distribui-se aproximadamente de uma forma uniforme até o fundo (tipo de distribuição vertical chamada de Ortograda).

A distribuição vertical pode ser interpretada através dos resultados verificados na Estação LE3 no período chuvoso de 2010, no qual as amostras tanto de superfície quanto de fundo obtiveram concentração de oxigênio dissolvido de 7,2 mg/L. Provavelmente, a pequena profundidade de 2 metros da Estação e a influência direta do rio Caldeiras (maior circulação) permitiu a distribuição uniforme da concentração oxigênio dissolvido apesar de ocorrer uma pequena estratificação térmica, no qual é vista também através dos valores de saturação distintos entre superfície e fundo (saturação de 96,0% e 93,51%, respectivamente).

No período seco (Campanha 2) de 2010, o comportamento uniforme do período chuvoso não foi observado para a LE3, onde a concentração de oxigênio da superfície apresentou 6,3 mg/L (81,9%) e no fundo 3,7 mg/L (46,8%).

Quando ocorre estratificação de um ambiente lântico, sucede uma distribuição vertical onde o hipolímnio tem características anóxicas e o epilímnio tem concentrações próximas à saturação (tipo de distribuição clinograda) (TUNDIDI & TUNDISI, 2008). Esta possível estratificação

apresentou-se mais acentuada no período Chuvoso, na Estação LE2, onde o OD da água superficial foi de 6,9 mg/L (Saturação: 89,61%) e água proveniente do fundo 0,8 mg/L (Saturação: 9,88%). O perfil de temperatura ao longo da coluna d'água corrobora com estratificação nesta porção Oeste da lagoa. Já na segunda campanha, período seco, houve maior oxigenação das águas do hipolímnio da LE2 (Concentração: 4,5 mg/L e Saturação: 57,0%) sendo mais próximo da concentração e saturação observadas à superfície (Concentração: 7,7 mg/L e Saturação: 97,5%).

Na Campanha 1 (período chuvoso) e Campanha 2 (período seco) a violação dos valores de OD em relação à Classe 2 da Resolução Conama 357/05 se deu apenas em estações de amostragem de água de fundo. Apenas a estação LE3 Fundo no período chuvoso manteve valor acima do estabelecido. Sobre as Estações que violaram a citada resolução, os valores aqui apresentados são plausíveis de fato, pois o padrão de circulação (e outros fatores provavelmente associados como diferença entre produção e consumo de oxigênio) nos diferentes locais estudados da lagoa Encantada pode ter levado à redução do oxigênio dissolvido na água. Como por exemplo, a Estação LE1, no período seco, apresentou valores de OD para a superfície de 6,5 mg/L (82,3%) e para amostras de fundo: 4,3 mg/L (53,1%).

A condição de estratificação das concentrações de OD entre as camadas superficial e profunda da Lagoa Encantada é um fenômeno natural e é normalmente esperado em ambientes que apresentam baixa circulação das águas (ambiente lântico). Como a densidade da água varia em relação à temperatura, as águas superficiais geralmente mais quentes, menos densas e mais oxigenadas não se misturam com as águas profundas mais frias, mais densas, menos oxigenadas (maior processo de decomposição próximos aos sedimentos). Isto ocorre principalmente quando não há movimento de massa d'água vertical, geralmente influenciada pela ação eólica.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso, as concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas foram provenientes da estação localizada mais a montante (AL1: 6,80 mg/L) seguida da Estação situada mais a jusante (AL6: 4,0 mg/L) ao longo do rio Almada. O mesmo padrão de comportamento foi observado para o período seco, onde para a AL1 foi obtido valor de 6,4 mg/L e para AL6: 6,00 mg/L.

A Estação AL1 foi a única que não violou a Classe 2 da Resolução Conama nº 357/05 no período chuvoso, devendo deixar claro que água da AL6 foi caracterizada como salobra, sendo comparada com o respectivo enquadramento para a Classe 1 (limite de 5,0 mg/L). Já para o período seco, além da AL1, a AL6 também apresentou resultados de OD dentro do estabelecido pela referida Resolução.

O Programa Monitora desenvolvido pela SEMA/INGÁ em campanhas no ano de 2008 e 2009 avaliou as concentrações de oxigênio dissolvido no rio Almada, na estação de amostragem localizada na captação para Castelo Novo (a LES-LEN-300 localiza-se entre a AL1 e AL2). Este estudo apresentou valores, respectivamente de 6,9, 6,3, 3,9 mg/L e : 4,6, 5,6, 5,7 e 4,6 mg/L). Portanto, a faixa de resultados obtidos pelo monitoramento realizado pelo Governo do Estado é compatível com os resultados obtidos no presente levantamento.

Segundo o monitoramento realizado pela CPRM entre 1977 e 2009 no ano de 1987 foi obtido o menor valor de OD da água (2,8 mg/L) do rio Almada na Estação Provisão II, Valores tão baixos, no presente estudo, foram identificados para os respectivos períodos Chuvosos e

Secos nas Estações: AL2 (3,00 e 3,9 mg/L), a AL3 (0,98 e 2,0 mg/L), AL4 (0,98 e 2,1 mg/L) e AL5 (1,80 e 2,8 mg/L).

Os valores de oxigênio dissolvido no rio Almada apresentados no presente relatório são preocupantes à medida que valores muito baixos, próximos à depleção, interferem nos processos biológicos e limitam a capacidade de sobrevivência de muitos representantes da biota aquática. Este padrão pode ter origem tanto na entrada de nutrientes de forma natural ou antrópica (esgotos domésticos). Os resultados obtidos nas estações AL3, AL4 e AL5 no presente estudo levam a crer em possível influência antrópica. Contudo, o histórico de oxigênio dissolvido apresentado na **Figura 2.66** demonstra que a oscilação para valores mais baixos são comumente observados no rio Almada.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Assim como observado para as estações AL2, AL3, AL4 e AL5 nas Campanhas 1 e 2 de 2010, os valores da concentração de oxigênio dissolvido na água para Estações RAL01, RAL02 e RAL03 foram também inferiores ao estabelecido para a Classe 2 pela Resolução Conama 357/05. Estas duas estações amostradas na Campanha 1 de 2011, período chuvoso, apresentaram respectivamente: 4,0 mg/L (Saturação: 49%), 4,2 mg/L (52%) e 4,4 mg/L (54%). Deve-se evidenciar que as concentrações das citadas estações amostradas no período chuvoso de 2010 variaram entre 0,98 mg/L (Estações AL3 e AL4) a 3,0 mg/L (AL2).

Na Campanha 2 de 2011 os resultados obtidos para RAL01 e RAL02 foram de 2,8 mg/L (34,57%) e 4,8 mg/L (58,54%), respectivamente, sendo estes resultados inferiores ao padrão estabelecido para a Classe 2 pela Resolução Conama 357/05. Na Campanha Complementar de 2012 os resultados para RAL01 e RAL02 foram de 2,2 mg/L (27,2%) e 1,9 mg/L (23,2%), respectivamente. Resultados abaixo do estabelecido pela Resolução Conama 357/05, contudo, parecem ocorrer de forma natural no rio Almada.

Os valores mais elevados de oxigênio dissolvido na água na Campanha 1 (Chuvoso) e 2 (Seco) de 2011 podem estar supostamente relacionadas a um aumento de produtividade primária devido às concentrações de clorofila *a* verificados principalmente nas Estações RAL01 e RAL03 (Chuvoso) e RAL02 (Seco). Entretanto, nenhum dos valores de saturação apresentados para as estações do rio Almada foram superiores a 100%, o que poderia ser um indicativo seguro da influência do fitoplâncton. Sendo as saturações, deste modo, inferiores a 100% o fitoplâncton pode estar auxiliando na elevação das concentrações de OD.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 – 2010)

A concentração de Oxigênio Dissolvido mensurado na Campanha 1 de 2010 para a Estação P1 foi de 1,2 mg/L (Saturação: 14,29%) e na Campanha 2 foi de 3,5 mg/L (42,2%).

Durante o período chuvoso (Campanha 1) de 2010, as águas amostradas da Estação P2 apresentaram 4,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> (Saturação: 37,80%) e no período seco mostraram valor mais baixo próximo a depleção de oxigênio: 0,7 mg/L (8,5%).

Nas duas campanhas, para as Estações P1 e P2 se obtiveram valores abaixo do estabelecido pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05. Nas duas estações observou-se demanda bioquímica de oxigênio alta (ver item correspondente) e este elevado consumo deve ser o motivo principal das reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Na Estação P1 estes baixos valores podem estar relacionados principalmente pelo ambiente apresentar

predomínio de macrófitas (exemplo: Taboa - *Typha domingensis*), gramíneas típicas de brejos e manguezais. A depleção de oxigênio na Estação P2 causada pelo consumo do mesmo na decomposição da vegetação (restos de folhas, galhos) submersa.

O Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Portuário Ponta da Tulha, segundo BAMIN (2009), apresentou oxigênio dissolvido de 6,7 mg/L na Estação LM5 (amostras realizadas no mesmo local da P1 do presente estudo) durante período de chuva.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2011)

Na Campanha 1 de 2011, as estações que apresentaram valores nas águas amostradas de oxigênio dissolvido inferiores ao estabelecido pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05 foram: C02 (4,5 mg/L), C03 (3,2 mg/L) e C04 (3,8 mg/L). A saturação do oxigênio para estas Estações de Amostragem foram de 53%, 39% e 45%, respectivamente. As demais estações oscilaram entre 5,4 mg/L (Estação C07, Saturação: 73%) e 7,0 mg/L (Estação C06, Saturação: 82%).

Na Campanha 2 de 2011, os maiores resultados para oxigênio dissolvido foram 6,0 mg/L (65,93%), 7,3 mg/L (95,76%) e 9,1 mg/L (104,6%), respectivamente obtidos nas Estações C05, C07 e C03. Estes dois últimos valores de saturação podem indicar um processo de atividade fisiológica elevada das microalgas, onde possivelmente a aumento das concentrações de clorofila *a* nas Estações C07 (14,2 µg/L Chl *a*) e C03 (6,9 µg/L Chl *a*) tenham contribuição expressiva para tal resultado. Em ambos os ambientes estes resultados podem representar um leve indicativo de um possível processo de eutrofização, o que não significa que este processo possa retroceder ou continuar acelerando, pois depende das oscilações das variáveis ambientais.

Valores abaixo do permitido pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05 obtidos na Campanha 2 de 2011 foram: 1,4 mg/L (C02); 1,5 mg/L (C06); 2,5 mg/L (C04).

Na Campanha Complementar de 2012, todas as estações apresentaram valores nas águas amostradas de oxigênio dissolvido inferiores ao estabelecido pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05, com exceção da Estação C05 que apresentou 5,4 mg/L. A Estação que apresentou valores mais baixo foi a C06 com 0,9 mg/L.

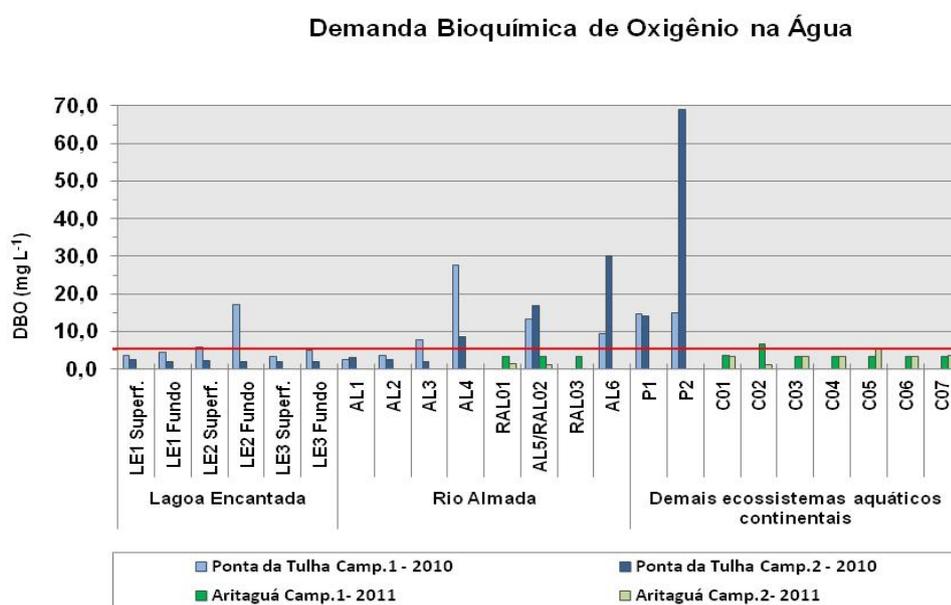
Os resultados de oxigênio dissolvido no rio Almada indicam que em geral, o rio apresenta características que levam à depleção do oxigênio dissolvido nas águas, e este fato está possivelmente ligado ao aporte natural (acúmulo de matéria vegetal, macrófitas, etc.) e antrópico (despejo de esgotos) de matéria orgânica em níveis excessivos, sendo o OD consumido preferencialmente nos processos oxidativos de degradação da matéria orgânica.

## 2.11 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO - DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é igual à quantidade de oxigênio consumida como resultado da oxidação da matéria orgânica dissolvida na amostra, no período de 5 dias, a temperatura constante de 20°C (BAIRD, 2002). A DBO é avaliada experimentalmente pela concentração de oxigênio dissolvido antes e após um período durante o qual uma amostra selada de água é mantida no escuro e à temperatura constante. Este é um indicador indireto da concentração de matéria orgânica lábil, de fácil oxidação e contrasta com o parâmetro denominado de Demanda Química de Oxigênio (DQO), que mensura a quantidade total de

oxigênio a ser utilizada na oxidação completa da matéria orgânica presente na amostra. Para evitar a interferência da fotossíntese nos resultados da DBO, as amostras são incubadas no escuro, de tal modo que a possível presença de fitoplâncton na amostra efetue apenas o processo de respiração, contribuindo, por conseguinte, para a oxidação da matéria orgânica lábil presente no próprio fitoplâncton.

A **Figura 2.67** apresenta as concentrações resultantes da DBO nas estações de amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Porto Sul. De acordo com a Classe 2 da Resolução Conama 357/05, a linha vermelha indicada na referida figura representa o limite máximo (5,00 mg/L O<sub>2</sub>) estabelecido para águas doces de Classe 2. Deve-se deixar evidente que esta Resolução não especifica valores de DBO para águas salobras para se comparar com as Estações de Amostragens P1 e AL6.



Obs. A linha vermelha indica o limite máximo de DBO para águas doces, Classe 2, estabelecido pela Resolução Conama 357/05. O LQM das análises feitas para a Campanha 1 de 2011 foram de 3,3 mg/L.

**Figura 2.67 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Para o período chuvoso (Campanha 1) de 2010 a Estação de Amostragem LE2 apresentou não conformidade para DBO nas águas superficiais (5,8 mg/L) e de fundo (17,1 mg/L) de acordo com a Resolução Conama 357/05 para águas doces, Classe 2. Este último resultado permite indicar que o consumo de oxigênio por meio de reações biológicas e químicas para obtenção da digestão de matéria orgânica, através de bactérias, estava acentuado durante o período de estudo.

Os valores baixos de concentração e saturação de oxigênio dissolvido na água no período chuvoso, obtidos pela LE2 (apresentados anteriormente podem ser explicados também pela elevada DBO, além de outros fatores observados como a estratificação térmica já discutida anteriormente, por exemplo).

As concentrações de oxigênio consumidas pela demanda bioquímica nas amostras da lagoa Encantada no período seco (Campanha 2) foram 2 mg/L (LE3 Fundo), 2,3 (LE2 Superfície) e 2,5 mg/L (LE1 Superf.). As demais Estações apresentaram valores inferiores a 2 mg/L.

Diferentemente da primeira campanha, a campanha 2 não apresentou nenhuma violação da Resolução Conama 357/05 para águas doces, Classe 2. Os resultados para DBO foram mais baixos na Campanha 2 (inferiores a 2,5 mg/L) do que a Campanha 1 (superiores a 3,4 mg/L) e além disso não houveram diferença expressiva dos valores encontrados entre amostras de superfície e fundo no período tido com seco (Campanha 2) de 2010.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No rio Almada, em relação à DBO avaliada no período chuvoso (Campanha 1) de 2010, as únicas Estações de Amostragens que não violaram a Resolução Conama 357/05 para água doce, Classe 2, foram as duas mais a montante (AL1: 2,4 mg/L e AL2: 3,6 mg/L). Contudo, o pico de concentração de oxigênio consumido, apresentado na **Figura 2.67**, foi de 27,6 mg/L na AL4. Este resultado elevado foi seguido pela AL5 (13,2 mg/L) e AL6 (9,3 mg/L). Os altos valores de DBO apresentados, podem estar contribuindo para diminuição do OD, principalmente nas estações AL3 e AL4 (saturações mais baixas de oxigênio obtidas).

A origem para DBO tão elevada na AL4 pode ser devido à possível entrada de esgotos domésticos não tratados e de águas servidas. Como posteriormente detalhado, a concentração do fósforo total no período chuvoso apresentou maior pico (2,66 mg/L) na Estação AL4 e a menor concentração de ortofosfatos.

Na Estação Seca (Campanha 2), as três Estações mais a montante (AL1, AL2 e AL3) obtiveram valores de DBO 3,0; 2,5 e 2,0 mg/L, estes abaixo do estabelecido pela já referida RESOLUÇÃO CONAMA. O crescimento gradual dos resultados para DBO foram observados a partir da AL4 (8,7 mg/L), AL5 (16,8 mg/L) e AL6 (30,0 mg/L).

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

Para as Estações de Amostragem de água no rio Almada durante a Campanha 1 de 2011 foram apresentados valores inferiores ao LQM (3,3 mg/L). O LQM da Campanha 2 de 2011 foi de 1,1 mg/L, sendo o resultado obtido apenas para o RAL01 (1,3 mg/L). Todos os resultados aqui apresentados foram abaixo do estabelecido pela Resolução Conama 357/05.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Apesar de estarem localizadas em ecossistemas diferentes, as Estações P1 e P2 apresentaram valores de DBO muito próximos na Campanha 1 de 2010 sendo, respectivamente, 14,7 e 14,9 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Entretanto, na Campanha 2 (período seco) de 2010 houve intensificação da demanda bioquímica de oxigênio na Estação P2, com 69 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> e a Estação P1 apresentou 14,1 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, este último com valor próximo ao obtido na Campanha anterior.

A DBO elevada da Estação P2 no período seco deve-se a intensa respiração de microorganismos envolvendo a degradação de matéria orgânica (foram observadas muitas folhas, galhos no assoalho desta Estação). O ambiente da Estação P2 apresentou valores mais elevados de Carbono Orgânico Total (26,36 mg/L C para o período chuvoso e de 26,76 mg/L

C para o período seco) e dentre outros fatores, este fato pode ter estimulado a elevada ação dos decompositores aeróbios.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Na Área Diretamente Afetada durante a Campanha 1 de 2011, todas as estações tiveram valores abaixo do LQM (3,3 mg/L) com exceção da Estação C01 (3,6 mg/L) e C02 (6,6 mg/L). Estas Estações estão sobre influência do local de descarte de lixo da cidade de Ilhéus. A Estação C01, mais próxima (cerca de 1 km) deste local, localiza-se no rio do Porto. Já a Estação C02 (rio Itariri) está situada a montante da confluência observada com rio do Porto. Apesar desta localização, os valores elevados da DBO e acima do estabelecido pela Resolução Conama 357/05 levam à interpretação de uma possível influência da unidade final de disposição de resíduos sólidos (lixão) na microbacia deste ecossistema aquático (rio Itariri), contudo, para confirmar tal proposição deveriam ser registrados resultados mais elevados da DBO. Se houver alguma influência do lixão (chorume) nesta estação de amostragem, esta influência se encontra de forma atenuada.

A área úmida, no período chuvoso, também pode conferir maior transporte de matéria orgânica proveniente do próprio solo do ecossistema terrestre do entorno para o rio Tiriri. Isto pode ter como resultado um aumento da DBO, podendo ser descartada a possibilidade de influência do lixão. Contudo, ambas as teorias para a elevada DBO na Estação C02 podem ter ocorrido. Em contrapartida, as amostras de água desta Estação durante a Campanha 2 de 2011 apresentou para DBO valores abaixo de 1,1 mg/L (<LQM).

Sobre a Campanha 2 de 2011 apenas das Estações C05 e C07 foram obtidos resultados de 5,6 e 3,5 mg/L, respectivamente. Apenas o resultado de DBO da Estação C05 viola a Classe 2 da Resolução Conama 357/05.

De acordo com os resultados apresentados até aqui é possível indicar que:

- Apesar dos baixos níveis de oxigenação mensurados no rio Almada, foram registradas poucas elevações da DBO.
- O fato apresentado anteriormente pode estar indicando que os processos que pressionam pela depleção dos níveis de OD no rio Almada dependem mais da matéria orgânica resistente a degradação (como moléculas complexas como celulose, lignina e outras) que não são capturadas no teste da DBO e estão associadas aos detritos vegetais presentes nos mananciais.
- No trecho final do rio Almada, onde há uma concentração maior de vilas rurais foi possível constatar elevações da DBO, estas sim associadas com o despejo de esgotos domésticos não tratados.

## 2.12 CARBONO ORGÂNICO (DISSOLVIDO, PARTICULADO E TOTAL)

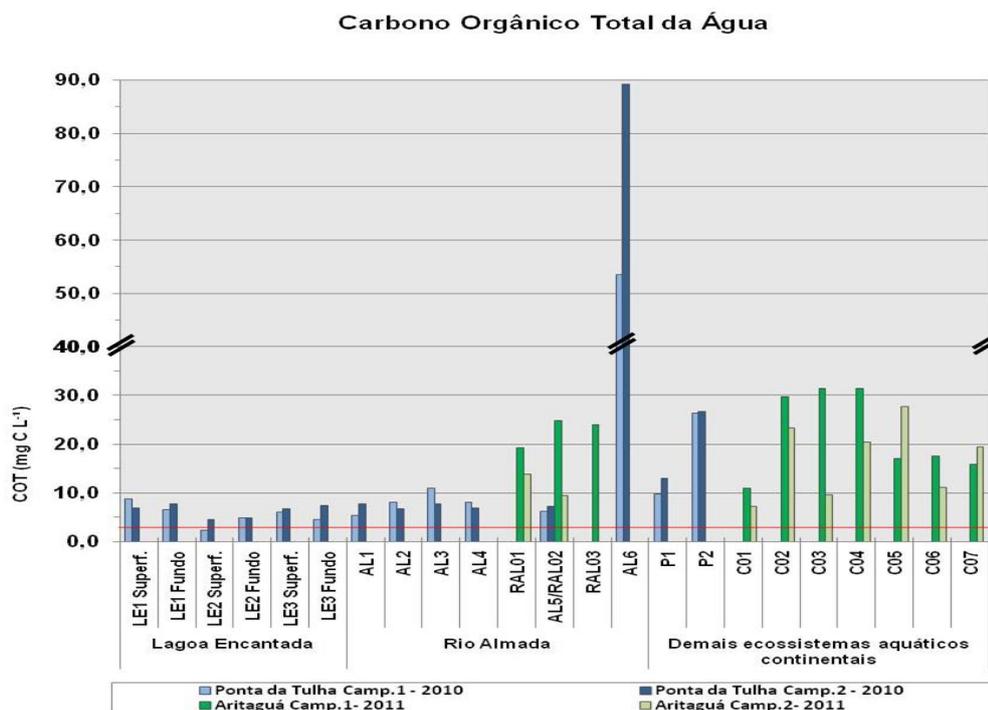
De acordo com Tundisi & Tundisi (2008), as substâncias orgânicas que ocorrem na água têm origem complexa, tais como: organismos vivos e/ou mortos, proteínas, lipídeos (gorduras, óleos, hidrocarbonetos), carboidratos (celulose, amido, hemicelulose, lignina), etc. Deste modo, o carbono orgânico faz parte da composição da matéria orgânica (MO). Além do carbono, a MO contém oxigênio, hidrogênio e nitrogênio. O Carbono Orgânico Particulado (COP) da água refere-se ao carbono retido em filtros Millipore 0,45 µm e o Carbono Orgânico

Dissolvido (COD) à água filtrada no referido filtro. O Carbono Orgânico Total (COT) é a concentração de carbono em águas não filtradas.

A análise do Carbono Orgânico em suas diferentes frações e em sua totalidade na água indica a concentração dos componentes fundamentais da Matéria Orgânica, resultado da produção primária e secundária.

As **Figuras 2.68 e 2.69** demonstram as concentrações de Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Dissolvido e Particulado) nas águas amostradas das estações do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante o período chuvoso e Seco, respectivamente. De acordo com a Resolução Conama 357/05, aplicam-se às águas salobras de Classe 1 as condições para Carbono Orgânico Total (COT) de até 3,00 mg/L. A referida resolução não dispõe valores estabelecidos de COT para água doce.

Como para as Campanhas 1 e 2 de 2011 apenas foi analisado o Carbono Orgânico Total, os resultados das concentrações obtidas estão apresentadas juntos às demais Campanhas na **Figura 2.70**.



Obs. Linha vermelha indica limite de COT para águas salobras, Classe 1 de acordo com Resolução Conama 357/05

**Figura 2.68 - Carbono Orgânico Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

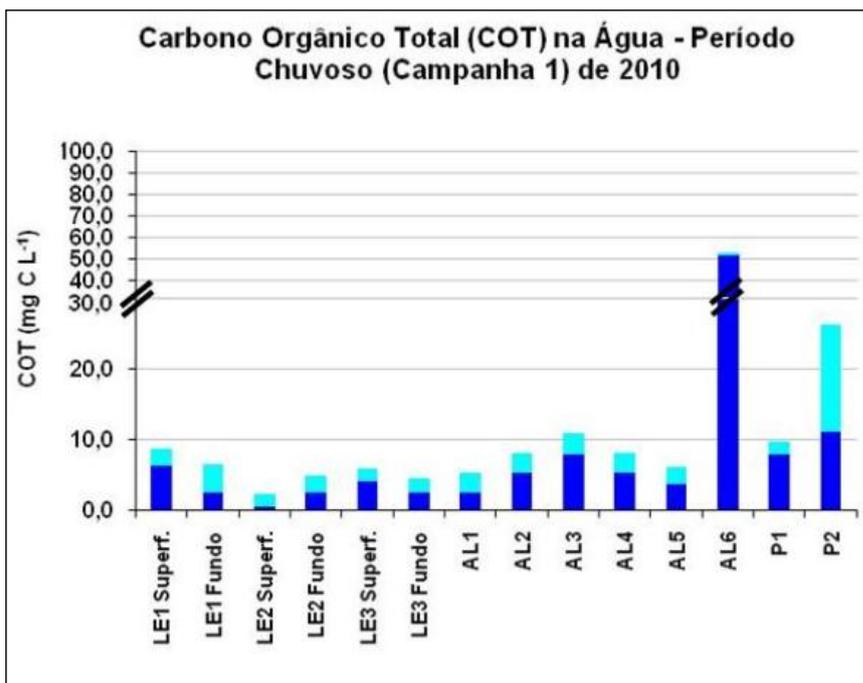


Figura 2.69 - Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1) de 2010

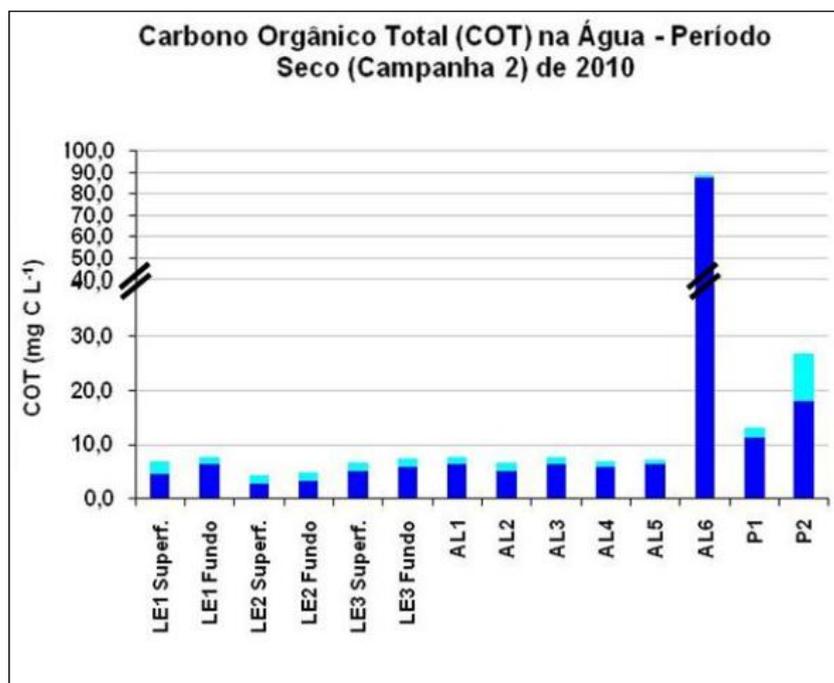


Figura 2.70 - Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso

LEGENDA:



- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

As maiores concentrações de COT foram observadas para a Estação LE1 Superfície (8,79 mg/L C) e Fundo (6,60 mg/L C) no período chuvoso (Campanha 1) de 2010: Dentre as estações estudadas na Lagoa Encantada no mesmo período, a Estação LE2 foi a única que manteve o Carbono Orgânico Total da amostra de fundo (4,90 mg/L C) mais elevada que a de superfície (2,28 mg/L C). As águas superficiais amostradas da Estação LE2 apresentaram os valores mais baixos tanto para Carbono Orgânico Dissolvido (COD) com 0,53 mg/L C e para o Carbono Orgânico Particulado (COP) com 1,75 mg/L C. A diferença encontrada de COP entre superfície e fundo na Estação LE2, durante período chuvoso, pode estar relacionada também à estratificação.

No período seco todas as amostras de fundo obtiveram valores de COT superiores aos das amostras de superfície, com LE1, LE2 e LE3 Superfície apresentando respectivamente: 6,97; 4,90 e 7,42 mg/L C e LE1, LE2 e LE3 Fundo com 6,97; 4,48 e 6,78 mg/L C, respectivamente. Estes resultados são consistentes com a forma de funcionamento relatada na literatura para o hipolimnion, que serve como repositório de matéria orgânica e local de degradação – predominantemente anóxica – desta.

A diferença encontrada de COP entre superfície (1,75 mg/L C) e fundo (2,25 mg/L C) na Estação LE2, durante período chuvoso, pode estar relacionada também à estratificação. Tal diferença não ocorreu no Período seco (Campanha 2 de 2010), no qual o COP da superfície foi de 1,71 e fundo 1,52 mg/L C. Este resultado pode ser decorrente a ausência de divisão de estratos térmicos na LE2 como apresentado na **Figura 2.7**. Esta situação para a estação LE2 é indicativa de coluna de água misturada.

O Programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009) ao realizar amostragens de água na Lagoa Encantada próximo ao píer da comunidade de Areias (LES-LEN-500) verificou valores de COT de 10 mg/L C, 11,4 mg/L C e 13,1 mg/L C em diferentes campanhas. Estes resultados mais elevados do que o apresentado no presente Diagnóstico Ambiental podem ser devido à localização da estação de amostragem do programa Monitora. Por ser próxima a margem, deve haver maior influência do carreamento terrestre, das macrófitas aquáticas e da própria comunidade de Areias que utiliza a lagoa com diferentes tipos de atividades.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A AL6, Estação no rio Almada que está estabelecida em ambiente estuarino e a água tem características salobra, manteve valor de COT de 53,49 mg/L C no período chuvoso e de 89,25 mg/L C, no período seco. Estes valores são superiores ao limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, Classe 1 (3 mg/L C). Todas as Estações mantiveram a concentração de COD predominante em relação ao COP, entretanto, a Estação AL6 apresentou diferença mais elevada com valores de COD 32,64 vezes superior no período Chuvoso ao COP e de 53,19 vezes no período seco. Esta situação confirma a suspeita de que este trecho do rio Almada encontra-se contaminado com esgotos domésticos e águas servidas, como indicado pelos dados de OD e DBO.

O ecossistema manguezal predomina nas margens do rio Almada partir da Estação AL5 até a AL6 havendo o acréscimo da invasão urbana sobre estas margens. Como o manguezal é considerado um dos ecossistemas mais produtivos e as ocupações urbanas desordenadas podem acarretar no lançamento de esgotos domésticos e águas servidas no rio, os valores de

carbono orgânico na água observados na AL6 podem ser decorrentes em conjunto das atividades antrópicas e da produção primária e secundária existente.

O Programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), avaliando o COT nas águas da estação LES-LEN-500 no rio Almada, verificou variação entre 16,5 mg/L C e 19,2 mg/L C. Nas campanhas de 2010, a mais elevada concentração em trechos do rio Almada onde a água foi caracterizada como doce foi de 11,06 mg/L C (AL3) no período chuvoso e de 7,85 mg/L C (AL3) no período seco. Os valores médios obtidos para os respectivos períodos foram de 7,78 mg/L C e de 7,30 mg/L C.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

Os valores de COT para as Estações de Amostragem no rio Almada na Campanha 1 (2011) foram superiores aos resultados obtidos no período chuvoso de 2010, com: 19,30 mg/L C (RAL01), 24,80 mg/L C (RAL02) e 24,00 mg/L C (RAL03). O período seco de 2011 (Campanha 2) apresentou: na Estação RAL01 13,9 mg/L C; e na RAL02 9,5 mg/L C. Na Campanha 2 de 2011 a Estação RAL01 apresentou 13,9 mg/L C e a RAL02 9,5 mg/L. Os resultados obtidos no ano de 2011 foram mais elevados que o do ano de 2010.

Os resultados de carbono orgânico total muitas vezes estão relacionados com os resultados de DBO e de oxigênio dissolvido como apresentado nas estações AL4, AL5 e AL6 (campanha 2 - período seco de 2010), por exemplo. O que teoricamente ocorre é que a quantidade de matéria orgânica é muito elevada (como demonstrado pelos dados de COT) mas a degradação da matéria orgânica é predominantemente lenta, a não ser em trechos do rio que recebem aportes de esgotos (ex. AL6).

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A Estação P1 violou a Resolução Conama 357/05 para água salobra de Classe 1, pois o valor obtido para COT foi de 9,87 mg/L C para o período chuvoso e de 13,09 mg/L C para o período Seco.

A Estação P2 está situada em um ambiente no qual, através de observação em campo, acumula serrapilheira (folhas, galhos, gravetos). Ao serem obtidos os resultados de carbono orgânico particulado, esta Estação obteve os valores mais elevados em relação às Estações da lagoa Encantada, rio Almada e os ecossistemas aquáticos continentais estudados em 2010. A P2 mostrou-se com COP de 15,26 mg/L C no período chuvoso e de 8,64 mg/L C no período seco.

Dentre as amostras de água doce, o ambiente da Estação P2 é o que apresentou valores mais elevados de Carbono Orgânico Total (26,36 mg/L C para o período chuvoso e de 26,76 mg/L C para o período Seco).

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2011)

Todas as Estações apresentaram em suas águas amostradas concentrações relativamente elevadas de COT, sendo os picos registrados nas estações C02 (29,7 mg/L C) e C03 (31,4 mg/L C).

Na Campanha 2, o valor mínimo de COT foi 7,2 mg/L (C01) e máximo foi de 27,8 mg/L (C05). Comparando os períodos (considerando todas as Estações, N=7), a campanha realizada

em momento chuvoso apresentou valor médio superior (21,99 mg/L C) do que o momento considerado seco (17,01 mg/L C). Esta tendência permite interpretar que a maior precipitação auxilia na entrada de COT nos ecossistemas aquáticos.

### 2.13 FÓSFORO (PTOTAL E ORTO P)

As fontes naturais de fosfato para os ecossistemas são principalmente as rochas, em especial a apatita [ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$ ]. De acordo com Von Sperling (1996), as principais fontes de fósforo para o ambiente aquático são em ordem crescente de importância: drenagem pluvial de áreas com matas e florestas; áreas agrícolas e urbanas; esgotos e influência de unidades finais de disposição de resíduos sólidos (lixão). Dentre as fontes artificiais também estão os esgotos domésticos e os fertilizantes agrícolas. Todo o fósforo presente nas águas naturais encontra-se sob a forma de fosfato, sendo que a liberação do fosfato acumulado no sedimento para a coluna d'água ocorre normalmente em condições de baixas concentrações de oxigênio.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos (CETESB, 2010).

O fosfato inorgânico dissolvido na água ou ortofosfato é representado pelo ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) e seus produtos de dissociação ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), sendo as principais formas de fósforo assimiladas por organismos fotossintetizantes aquáticos. Este nutriente é fundamental no metabolismo desses seres, sendo elemento estrutural do ATP, glicose fosfato, de ácidos nucléicos e fosfoproteínas, por exemplo (PINTO-COELHO, 2000). Todavia, o aumento de nutrientes como o fósforo (e de nitrogênio também) acelera o processo de eutrofização (aumento do grau de trofia) de um sistema aquático, principalmente quando produzido por carga de esgotos domésticos não tratados, descargas industriais e agrícolas.

A avaliação do fósforo neste Diagnóstico Ambiental é importante para verificar a existência de processo eutrofização, o qual consiste em um enriquecimento da concentração de nutrientes na água, especialmente de fósforo e nitrogênio, que tem como consequência o aumento da produtividade (ESTEVEZ, 1988). A eutrofização pode ser natural ou artificial:

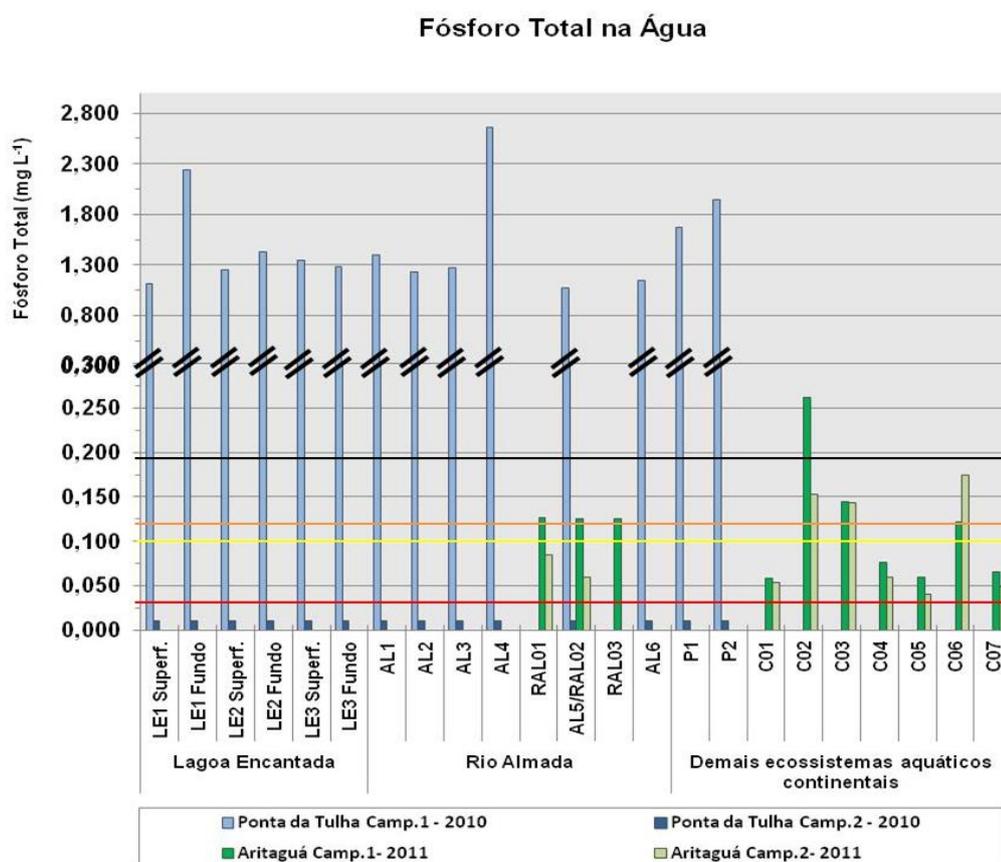
- A eutrofização natural resulta de um processo lento de aporte de nutrientes levados ao reservatório pelas águas superficiais, podendo ser considerada um envelhecimento natural;
- A eutrofização artificial é um processo mais dinâmico, no qual ocorrem profundas mudanças na comunidade biótica e nas condições físicas e químicas do lago, ocasionadas por aportes de nutrientes de origem antrópica, podendo ser considerada uma forma de poluição.

A classificação trófica de ambientes lóticos continentais de acordo com as concentrações de fósforo, utilizada, por exemplo no âmbito do IET da CETESB (2011) estão apresentadas no Subitem Índice de Estado Trófico.

As concentrações de fósforo total (ortofosfatos e demais espécies químicas do fósforo) nas águas amostradas das estações do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul estão apresentadas na **Figura 2.71** e os resultados para Ortofosfatos apenas estão mostrados na **Figura 2.72**. Segundo a Resolução Conama 357/05, as concentrações limites do

parâmetro de qualidade de água fósforo total aplicados às águas doces de Classe 2 são de até 0,030 mg/L em ambientes lênticos e de 0,1 mg/L em ambientes lóticos.

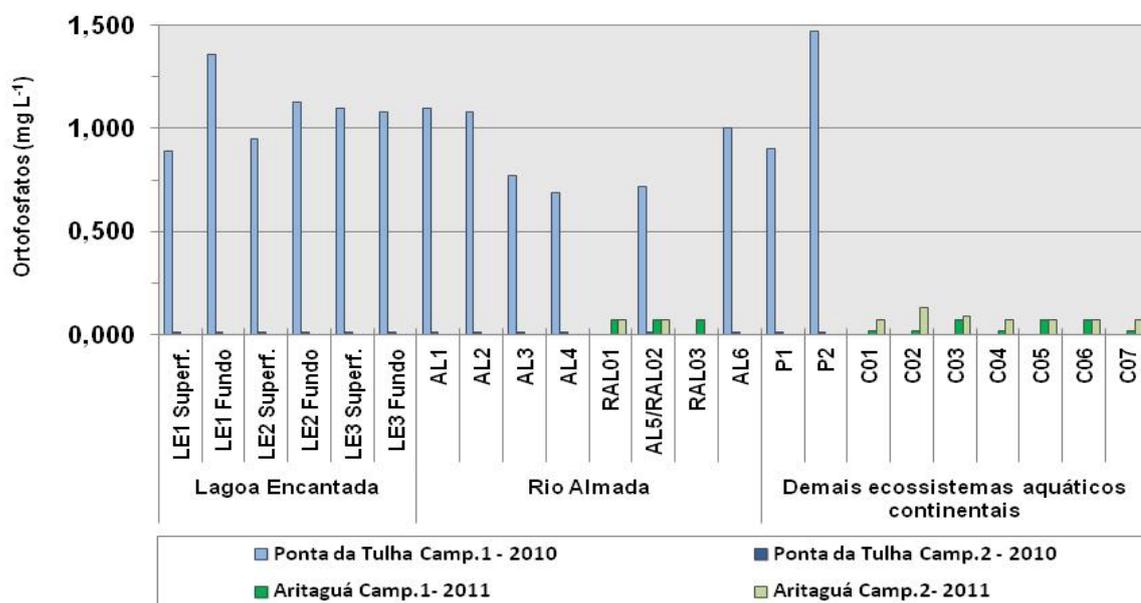
Em relação às águas salobras de Classe 1 é determinado limite de 0,124 mg/L e de Classe 2: 0,186 mg/L. Todos os resultados obtidos de fósforo total no período chuvoso de 2010 foram superiores aos valores impostos pela já citada resolução. As concentrações de fósforo total para a Campanha 2 (período seco) de 2010 estiveram abaixo do Limite de Detecção do Método, consequentemente, abaixo dos limites estabelecidos. Na **Figura 2.71** estão representados através de linhas no gráfico, todos os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 utilizados para comparação no presente estudo.



Obs. Resolução Conama 357/05: A linha preta indica o limite máximo de Fósforo Total para águas salobras, Classe 2; A linha laranja representa máximo para águas salobras, Classe 1; a linha amarela indica máximo estabelecido para águas doces, ambiente lótico, Classe 2; e a linha vermelha representa limite para ambiente lêntico de água doce, Classe 2. Todos os valores apresentados para a Campanha 2 (2010) foram abaixo do LDM <0,010 mg/L.

**Figura 2.71 - Fósforo Total (Ortofósatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

### Ortofosfatos na Água



Obs. Na Campanha 1 (2011) todas as estações apresentaram resultados abaixo do LQM=0,07 mg/Le LQM=0,02 mg/L

**Figura 2.72 - Fósforo Total (Ortofosfatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

A seguir serão apresentadas as interpretações sobre ortofosfatos e fósforo total na lagoa Encantada, rio Almada e ecossistemas aquáticos continentais. Contudo, como apresentado anteriormente nas **Figuras 2.71 e 2.72** foi notado que os valores dos períodos chuvoso e seco de 2010 foram demasiadamente discrepantes. Deste modo, sendo verificados valores elevados no período chuvoso e abaixo do limite de detecção no período seco.

As comparações realizadas nos subitens a seguir com os resultados do programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009) e os de fósforo total obtidos para o rio Almada e lagoa Encantada no presente estudo fazem crer em possível erro analítico nas Campanhas 1 e 2 de 2010 por parte do laboratório responsável. Estes resultados conduziram ao pedido de uma melhor avaliação junto ao laboratório responsável, porém não houve comprovação de erro analítico. Entretanto, ainda sim com dúvida permanecendo, os resultados obtidos foram interpretados no presente estudo conforme as possibilidades ambientais e do comportamento teórico do elemento fósforo no meio aquático. As dúvidas geradas poderão ser elucidadas com as amostragens da Campanha 2 de 2011, no período seco.

Pela inconsistência gerada pela discrepância dos dados, o Índice de Estado Trófico (CETESB, 2011) não foi calculado para as Campanhas 1 e 2 de 2010 e as interpretações que foram feitas para fósforo total e ortofosfatos devem ser sempre observadas com ressalva. Apesar disso, os resultados da campanha 1 de 2011, período chuvoso, estão coerentes.

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Os resultados apresentados de fósforo e ortofosfato para as Campanhas de 2010 devem ser vistos com cautela, pois representam possíveis erros laboratoriais. Deste modo, os dados não foram considerados factíveis de interpretação e devem ser desconsiderados.

Na lagoa Encantada (LES-LEN-500), o programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), apresentou concentrações de fósforo total que oscilaram entre 0,025 e 0,092 mg/L. Como os resultados obtidos no presente estudo para o período chuvoso foram muito elevados quando comparados ao programa Monitora cabe à ressalva de que pode ter havido aqui algum erro analítico para fósforo total e também ortofosfatos.

A não detecção do fósforo total nas águas da lagoa Encantada durante a Campanha 2, diferentemente do ocorrido durante a Campanha 1, pode ter como causa as menores precipitações ocasionando no menor aporte de material alóctone, e uma determinada elevação da assimilação pelos organismos autótrofos.

Os dados aqui apresentados podem estar comprometidos pela interpretação e comparação das diferenças obtidas entre o presente estudo e o programa Monitora no rio Almada e lagoa Encantada, indicando possível erro analítico como já explicitado.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Os resultados apresentados de fósforo e ortofosfato para as Campanhas de 2010 devem ser vistos com cautela, pois representam possíveis erros laboratoriais. Deste modo, os dados não foram considerados factíveis de interpretação e devem ser desconsiderados.

Foram observadas as variações dos valores de fósforo total (0,055 a 0,176 mg/L) no rio Almada obtidos pelo Programa Monitora da RPGA do Leste, na Estação LES-ALM-300, durante os anos de 2008 e 2009. Como os valores obtidos no presente estudo são muito elevados quando comparados ao programa Monitora, não pode ser descartado aqui a possibilidade de ter havido erro analítico.

Conforme Esteves (1988), o ortofosfato é uma importante forma de fosfato do ponto de vista limnológico, sendo a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos. A presença na água depende fortemente do pH (que influencia no tipo iônico do ortofosfato) e da densidade e atividade de organismos. Os menores valores de ortofosfatos podem representar maior assimilação pelos organismos.

A não detecção do fósforo total nas águas do rio Almada durante a Campanha 2 pode ter como origem no menor aporte de material alóctone das margens (menor precipitação), e um determinado aumento na assimilação pelos organismos autótrofos.

Os dados aqui apresentados podem estar comprometidos pela interpretação e comparação das diferenças obtidas entre o presente estudo e o programa Monitora no rio Almada e lagoa Encantada, indicando possível erro analítico como já explicitado.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

Devido aos problemas ocorridos em relação principalmente às análises laboratoriais, com resultados não confiáveis obtidos no ano de 2010 foi decidido a modificação da empresa contratada para a realização de tais análises.

Os resultados das amostras de água das Estações do rio Almada na Campanha 1 de 2011 foram constantes e semelhantes sendo elas: 0,127 mg/L (Estação RAL01) e 0,125 mg/L (Estações RAL02 e RAL03). Assim, como visto as abundâncias relativas para Cloreto, Sódio, Magnésio, Cálcio e Potássio a quase constância nos valores de fósforo total representa uma homogeneidade das águas amostradas nas três Estações neste período chuvoso.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Por motivo de cautela os resultados apresentados para ortofosfatos e fósforo total não serão discutidos, pois como já explicitado pode ter havido erro laboratorial.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Na Campanha 1 de 2011, o valor mínimo obtido para fósforo total nas Estações da ADA foi de 0,058 mg/L (Estação C01) e o máximo foi de 0,262 mg/L (C02). A Estação C02 e a Estação C03 (0,145 mg/L) que representam o rio Itariri em sua porção mais a montante e a jusante apresentaram os valores mais altos. O riacho Valeta, em sua Estação C05, apresentou valor de fósforo total na água (0,059 mg/L) semelhante de ao do rio do Porto, Estação C01 (0,058 mg/L).

Assim como observado na Campanha 1 de 2011, a Campanha 2 de 2011 apresentou valores elevados de fósforo total nas Estações C02 (0,153 mg/L) e C03 (0,143 mg/L). A Estação C06 apresentou maior pico: 0,175 mg/L. No período seco, o aumento da concentração de clorofila *a* na Estação C03 pode ter sido motivado pelo valor de fósforo total e ortofosfatos (0,09 mg/L), entretanto, a mesma relação (possível) não foi evidente nas outras Estações.

Na Campanha 2 de 2011 os valores de fósforo total para águas salobras (Classe 2) foram inferiores aos estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Na Campanha 1 (2011) todas as estações apresentaram resultados abaixo do LQM=0,07 mg/L e 0,02 mg para ortofosfatos. Contudo, na Campanha 2 de 2011 apenas das Estações C02 (0,13 mg/L) e C03 (0,09 mg/L) foram obtidos resultados.

## 2.14 NITROGÊNIO (N-NITRITO, N-NITRATO, N-AMONÍACAL E N-TOTAL)

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas como, por exemplo, na forma molecular ( $N_2$ ), íon nitrito ( $NO_2^-$ ), íon nitrato ( $NO_3^-$ ), e nas formas mais reduzidas: amônia  $NH_3$  e o íon amônio ( $NH_4^+$ ). A forma mais oxidada é íon nitrato ( $NO_3^-$ ), que existe em sais, soluções aquosas e no ácido nítrico,  $HNO_3$  (PINTO-COELHO, 2000).

O nitrogênio é muito importante devido sua participação na formação de proteínas. Nos processos de nitrificação catalisados por microorganismos, a amônia é oxidada para nitrato, enquanto nos processos de desnitrificação correspondentes, nitrito e nitrato são reduzidos para nitrogênio molecular.

Estes processos são importantes tanto para sedimentos e águas naturais (BAIRD, 2002). A maior parte das plantas pode absorver o nitrogênio na forma de nitrato, de modo que amônio e amônia usados como fertilizante deve ser oxidado através de microorganismos para que sejam úteis aos vegetais.

A variável Nitrogênio Total corresponde à concentração total de nitrogênio em todas as espécies químicas.

Para águas doces de Classe 2, a Resolução Conama 357/05 determina o limite do parâmetro inorgânico nitrito de 1,0 mg/L N e em águas salobras, Classe 1, de 0,07 mg/L N. Já em relação ao nitrato, é estabelecido o valor de até 0,40 mg/L N para águas salobras (Classe 1), e águas doces (Classe 2): 10 mg/L N.

As concentrações de nitrogênio amoniacal total estabelecidas pela Resolução Conama 357/05 para água salobra, Classe 1, é de 0,40 mg/L e para Classe 2 é 0,70 mg/L. Todavia, para as águas doces Classe 2, os teores máximos considerados pela resolução para o nitrogênio amoniacal são dependentes de intervalos definidos de pH para água amostrada. Assim, os intervalos delimitados são:  $\text{pH} \leq 7,5$  (3,7 mg/L N);  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$  (2,0 mg/L N);  $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$  (1,0 mg/L N); e  $\text{pH} > 8,5$  (0,5 mg/L N).

Quando se considera a presença de peixes nos estágios preliminares de vida, a EPA (2004) adota critério de cronicidade para as concentrações de N-amoniacal em águas doces. Como para a Resolução Conama 357/05, o teor do N-amoniacal é dependente do pH para a EPA. No entanto, a EPA também considera a temperatura como fator condicionante, conforme se verifica no **Quadro 2.6** a seguir:

**Quadro 2.6 - Critérios de Concentrações de Namoniacal (mg/L) na Água de Acordo com Temperatura e pH**

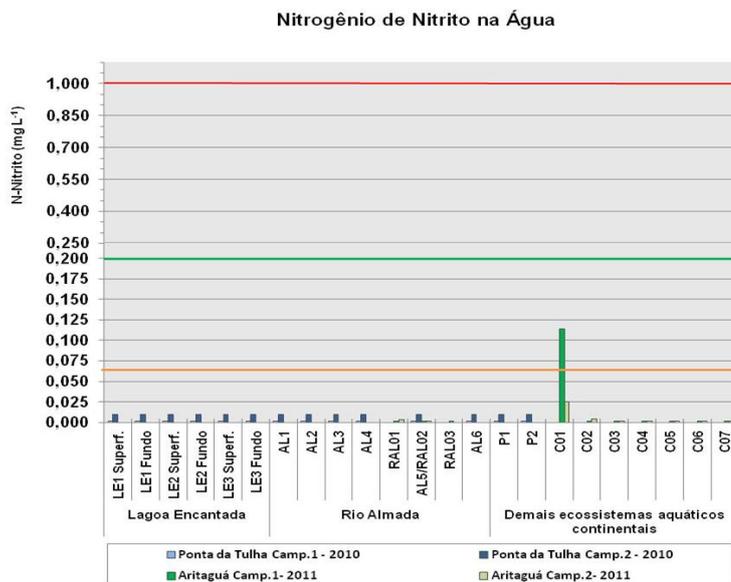
Concentrações de Namoniacal (mg/L)										
pH	Temperatura (°c.)									
	0	14	16	18	20	22	24	26	28	30
6,5	6,67	6,67	6,06	5,33	4,68	4,12	3,62	3,18	2,80	2,46
7,0	5,91	5,91	5,37	4,72	4,15	3,65	3,21	2,82	2,48	2,18
7,5	4,36	4,36	3,97	3,49	3,06	2,69	2,37	2,08	1,83	1,61
8,0	2,43	2,43	2,21	1,94	1,71	1,50	1,32	1,16	1,02	0,897
8,5	1,09	1,09	0,990	0,870	0,765	0,672	0,591	0,520	0,457	0,401
9,0	0,486	0,486	0,442	0,389	0,342	0,300	0,264	0,232	0,204	0,179

Fonte: EPA (2004)

As condições e padrões de teores de nitrogênio total não são indicados pela Resolução Conama 357/05.

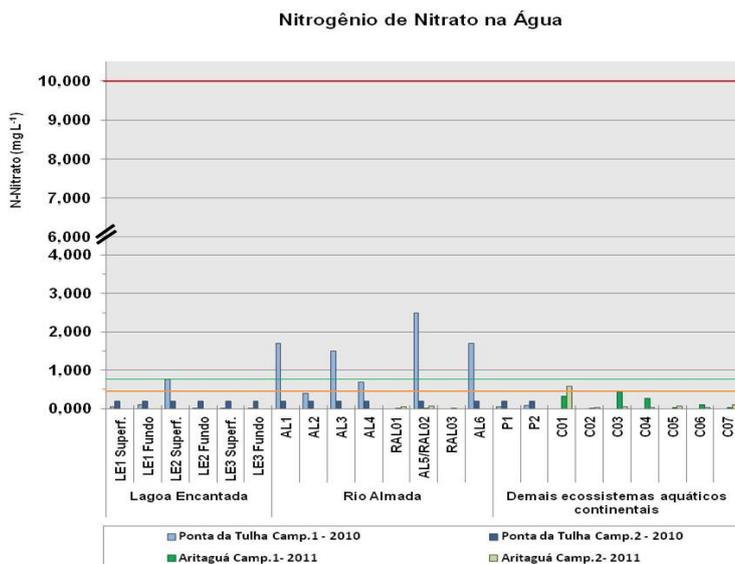
As concentrações de Nitrito (N-NO<sub>2</sub> ou N-nitrito) e Nitrato (N-NO<sub>3</sub> ou N-nitrato) quantificadas para o Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul estão representadas nas **Figuras 2.73 e 2.74**, respectivamente. Para as análises dos analitos nas amostras de água realizadas ano de 2010, se deve deixar evidente que devido aos ajustes de curva de calibração do método para N-Nitrito realizado pelo laboratório responsável, o LDM para Campanha 1 (período chuvoso) foi de 0,002 mg/L e para a Campanha 2 (período seco) foi de 0,01 mg/L. Para a Campanha 1 de 2011 foi usado o LQM que foi de 0,002 mg/L, análises realizadas por outro laboratório como descrito na metodologia. Esta diferença não influenciou negativamente nas interpretações dos resultados de N-Nitrito no presente estudo.

A **Figura 2.75** representa gráfico que, através de colunas de barras, demonstra os valores de Nitrogênio Amoniacal obtidos em ambas as Campanhas de Amostragens. A fim de comparação com os padrões da Resolução Conama 357/05, a **Figura 2.76** apresenta a dispersão de Namoniactal em relação ao pH das Estações de Amostragem Seleccionados. Já as variações de Nitrogênio Total estão expostas na **Figura 2.77**.



Obs. Todas as Estações obtiveram valores inferiores ao Limites de Quantificação do Método (< LQM), exceto a Estação C01. As linhas vermelhas e laranja indicam os Limites Mínimos de Nitrito para Águas Doces (Classe 2) e Salobras (Classe 1), respectivamente (Conama 357/05). A linha verde representa o limite para Águas Salobras, Classe 2.

**Figura 2.73 - Concentração de N-Nitrito nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**



Obs. As amostras do Período Chuvoso de 2010 obtiveram valores inferiores ao Limites de Quantificação do Método (< 0,20 mg/L) As Linhas Vermelhas e Laranja Indicam os Limites Mínimos de Nitrato para Águas Doces (Classe 2) e Salobras (Classe 1), respectivamente (Conama 357/05). A Linha Verde indica o limite estabelecido para Nitrito para águas Salobras Classe 2.

**Figura 2.74 - Valores de N-Nitrato nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

### Nitrogênio Amoniacal na Água

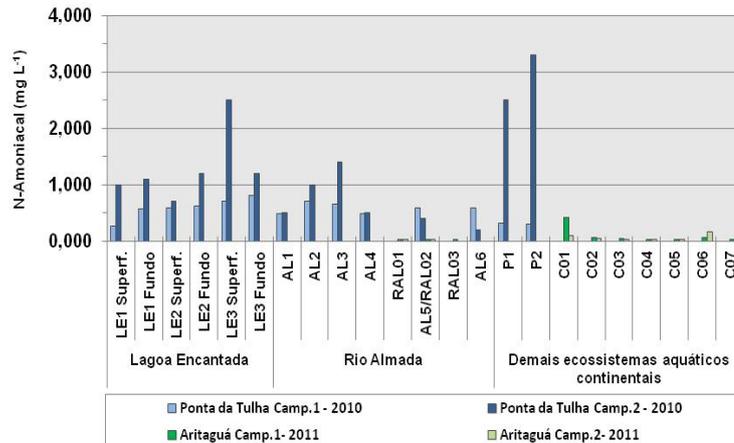
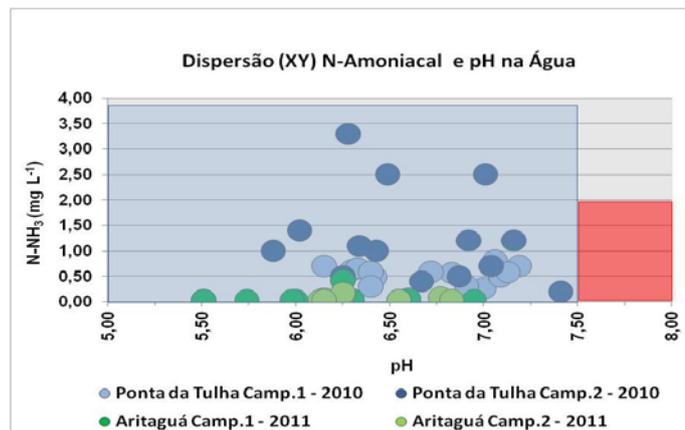


Figura 2.75 - Nitrogênio Amoniacal nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011



Obs. Área em Azul compreende o intervalo delimitado por  $\text{pH} \leq 7,5$  ( $3,7 \text{ mg/L N}$ ) e área em vermelho o intervalo determinado para  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$  ( $2,0 \text{ mg/L N}$ ).

Figura 2.76 - Representação Gráfica da Dispersão (XY) entre Nitrogênio Amoniacal e pH nas Águas - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

### Nitrogênio Total na Água

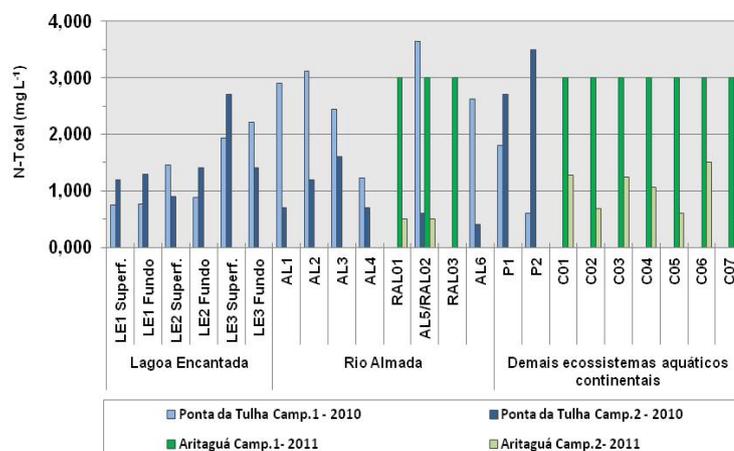


Figura 2.77 - Nitrogênio Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como apresentado anteriormente na **Figura 2.39**, todos os valores de N-Nitrito na lagoa Encantada foram inferiores ao Limite de Detecção do Método ( $<0,002$  mg/L N no período chuvoso e  $<0,01$  mg/L N no período seco), portanto, não foram verificadas violações à Resolução Conama 357/05.

Para N-Nitrato, os resultados para o período seco de 2010 apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao LDM. Contudo no período chuvoso (Campanha 1) um pico de concentração (0,76 mg/L N) foi observado na Estação LE2 Superfície, enquanto que na LE2 Fundo e LE3 Fundo não foram detectáveis pelo método ( $< 0,01$  mg/L N). Além da Estação LE2 Superfície, LE1 foi a outra Estação que as amostras foram quantificadas acima do LDM, onde para superfície se deu 0,04 mg/L N e para fundo 0,10 mg/L N. Deve-se enfatizar que o valor quantificado para a Estação LE3 Superfície (0,01) apresentou-se próximo ao LDM.

A forma mais oxidada do nitrogênio é o íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), sendo esta a mais assimilada pelos organismos fotossintetizantes. Através deste fato é possível conjecturar que os mais baixos valores de N-Nitrato observados podem estar relacionados com rápida e maior assimilação pelos organismos. Chegando a valores de quase depleção no meio, o N-nitrato pode estar atuando como fator limitante de produção primária nas Estações de Amostragem, principalmente no período seco. Cabe ressaltar que os resultados obtidos para N-nitrato no período chuvoso podem ter relação direta com uma parcela alóctone, de origem terrestre através de lixiviação e carreamento superficial promovido pelo período de maiores precipitações. Os recursos de nitratos podem também ter sido oriundos de esgotos domésticos não tratados ou águas servidas, fertilizantes usados em plantações, fazendas de gado ou naturalmente da matéria orgânica autóctone da lagoa Encantada.

Os valores analisados de N-Nitrato para todas as estações na Lagoa Encantada não ultrapassaram os padrões limites estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Os teores de N-Amoniacal apresentados nas camadas mais profundas da coluna d'água nas Estações amostradas da lagoa Encantada se mostraram mais elevados quando comparados com as amostras de água das respectivas superfícies, principalmente no período chuvoso. Apenas a Estação LE3, no período seco, apresentou valores mais elevados na superfície (2,5 mg/L N-Amoniacal) em relação a amostra de fundo (1,20 mg/L N-Amoniacal). O nitrogênio amoniacal pode influenciar fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido no meio, uma vez que para oxidar 1mg de N- amoniacal, são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio (Esteves, 1988). Deste modo, podemos considerar que uma maior concentração de N-amoniacal pode ter a capacidade de diminuir a concentração de oxigênio no meio.

No período chuvoso (2010), o valor mais elevado de N-amoniacal foi de  $0,81 \text{ mg L}^{-1}$  N (LE3 Fundo) e o mais baixo foi de  $0,26 \text{ mg/L N}$  (LE1 Superfície). A maior variação entre hipolímnio e epilímnio foi notada nesta estação LE1, onde a amostra de fundo apresentou  $0,57 \text{ mg/L N-amoniacal}$ . Todavia, no período seco (2010), os valores variaram entre  $0,70$  (LE2 Superf.) e  $2,5 \text{ mg/L}$  (LE3 Superf.). Nenhum destes resultados apresentados viola o limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para Águas Doces, Classe 2, que foi submetido à comparação ( $3,7 \text{ mg/L N}$ ).

O nitrogênio total define todas as formas e especiações químicas do elemento nitrogênio, agregando também os valores de N-nitrito, N-nitrato e Namoniacal. No período chuvoso, a

Estação LE3 apresentou valores mais elevados de nitrogênio total (NT), sendo para água superficial (1,94 mg/L NT) e para água de fundo (2,22 mg/L N). No período seco, a referida Estação também obteve o valor mais extremo, porém agora em água superficial: 2,70 mg/L NT.

Uma fonte importante de nitrogênio são os fertilizantes, e como a Estação LE3 está próxima a fazendas, pode-se sugerir que alguma atividade agrícola executada pode estar incrementando a quantidade de nitrogênio nesta porção da lagoa Encantada. Entretanto, este maior aporte pode ter influência do escoamento superficial ou drenagem a partir do rio Caldeiras que tem suas águas diretamente escoadas para a lagoa, nesta Estação de Amostragem.

O programa Monitora verificou valores entre 2008 e 2009 de 0,40 mg/L; 1,2 mg/L; 7 mg/L ; 24,2 mg/L N, em amostras de água coletadas próximo ao píer na lagoa Encantada, na comunidade de Areias.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Assim como apresentado para os resultados tidos na lagoa Encantada, os resultados do N-Nitrito no rio Almada foram inferiores ao Limite de Quantificação do Método em ambas as campanhas de 2010, não infringindo a Resolução Conama 357/05 em relação ao enquadramento para águas doces (Classe 2) e salobras (Classe 1). O nitrito é a forma mais transitória do nitrogênio, já que na presença de oxigênio (ambientes oxigenados) é rapidamente oxidado a nitrato e na ausência de oxigênio é rapidamente reduzido ao íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). É por essa transitoriedade que o nitrito raramente é detectado em amostras de águas continentais.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357/05 (águas de Classe 1), a Estação AL6 caracterizada por amostras de água salobra apresentou violação para N-nitrato (2,63 mg/L) apenas no período chuvoso (Campanha 1 - 2010). Além de prováveis fontes de esgotos não tratados oriundas da ocupação da APP do rio Almada neste trecho, o nitrato também pode origem natural devido ao manguezal presente. O montante pode ter sido elevado devido à contribuição das águas das chuvas na bacia, pois no período seco todos os resultados foram abaixo do LDM. Nitratos podem causar hipóxia (baixos níveis de oxigênio dissolvido) e serem tóxicos aos animais endotérmicos em altas concentrações (10 mg/L ou mais) em certas condições (EPA, 2010).

As concentrações de N amoniacal quantificadas ao longo do rio Almada não transgridem os limites definidos pela Resolução Conama 357/05 e pela EPA (2004). O mais elevado valor, 0,70 mg/L N-NH<sub>3</sub>, foi verificado nas amostras de água da Estação AL2 e o mais baixo na AL1 (0,49 mg/L N-NH<sub>3</sub>) durante a Campanha 1 (período chuvoso). Dentre todas as campanhas e estações amostradas em 2010, foi observado um pico no AL3 (1,40 mg/L N-NH<sub>3</sub>) no período seco. Este pico pode ser indicativo da entrada recente de esgotos domésticos no ambiente.

No presente estudo, foi notada uma tendência de elevação de N-total no período chuvoso no rio Almada (valor médio 2,66 mg/L NT) e de diminuição no período seco (valor médio: 0,87 mg/L NT). Como já discutido, os componentes físicos e químicos que geram informações sobre qualidade de água no rio Almada dão indícios sobre a qualidade do próprio ecossistema terrestre da sua bacia hidrográfica. As respostas geradas pelos períodos de estiagem e chuvas podem registrar pulsos e padrões de comportamento (mínimas e máximas) que os parâmetros de qualidade de água podem apresentar. Intrínseco a isto, a variação dos

dados também dependem do comportamento (preferências, *habitat*, nicho, etc.) de toda uma biota ao longo de gradientes do rio. De tal modo, o incremento do Nitrogênio total para o rio Almada apresentou padrão que preferencialmente depende do período de chuvas.

De acordo com os dados aqui referenciados, o padrão do comportamento das espécies químicas de nitrogênio apontou quase ausência de N-nitrito (este convertido logo em N-nitrato, provavelmente), com o predomínio de N-nitrato e N-amoniaco no período chuvoso. Já no período seco, houve quase ausência de N-nitrito e N-nitrato.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2- 2011)

No período chuvoso amostrado de 2011, os valores para N-nitrito na água para as três Estações foram inferiores ao LQM, assim como verificado para N-amoniaco e N-total. Contudo, valores foram quantificados para N-Nitrato, sendo de forma semelhante: 0,012 mg/L (Estação RAL01 e RAL02) e 0,011 mg/L (RAL03).

No período seco de 2011, para a RAL01 o resultado encontrado para N-nitrito foi de 0,003 mg/L, entretanto, as águas amostradas da Estação RAL02 apresentaram-se abaixo do LQM (0,002 mg/L). Os valores de N-amoniaco mantiveram-se abaixo do LQM, bem como apresentado na primeira campanha de 2011.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Os valores de N-nitrito (abaixo do LQM) das duas Estações (P1 e P2) não ultrapassaram os padrões estabelecidos pelas legislações discutidas. No que diz respeito ao N-nitrato, a Estação P1 obteve 0,04 mg/L N-NO<sub>3</sub> e a P2 0,09 mg/L N-NO<sub>3</sub> no período chuvoso. No Período tido como de seca os valores foram < LQM.

Os ecossistemas aquáticos que estão situados na Área Influenciada Indiretamente (AII), no período chuvoso (Campanha 2), apresentaram concentrações de N-amoniaco inferiores aos delimitados tanto pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05 e pela EPA (2004), sendo quantificado 0,30 mg/L N para P1 e 0,31 mg/L N para P2.

De acordo EPA (2010), o nível natural de amônia e nitrato em águas superficiais é tipicamente inferior a 1 mg/L e em ecossistemas aquáticos que sofrem influência de esgotos tratados pode chegar em concentrações superiores à 30 mg/L. O N-amoniaco avaliado para a estação P2, durante o período seco, foi de 3,30mg/L. Este foi o valor mais alto analisado. Entretanto, não viola o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, Classe 2, água doce.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

A Estação C01 foi o único local amostrado que a água apresentou valor de N-nitrito superior ao LQM dentre as Campanhas realizadas em 2010 e na Campanha 1 de 2011. O valor quantificado na Campanha 1 de 2011 foi de 0,114 mg/L N-nitrito.. Na Campanha 2 de 2011, ainda sobre N-nitrito e a Estação C01, foi obtido 0,025 mg/L. Além deste resultado o N-amoniaco foi o segundo mais elevado (0,09 mg/L) e o N-nitrato o mais elevado dentre as Estações da ADA (Campanhas de 2011) com 0,587 mg/L.

Na Campanha 1 de 2011, com relação aos mais elevados valores de N-nitrato, estes foram obtidos na Estação C03 (0,433 mg/L) e Estação C01 (0,322 mg/L). O valor mínimo de N-nitrato esteve presente nas amostras de água da Estação C07 (0,03 mg/L).

Além dos elevados resultados na Campanha 1 de 2011 para N-nitrito e N-nitrato na estação C01, esta Estação também apresentou alto valor de N-amoniaco (0,42 mg/L), 14 vezes mais elevado do que o valor mais baixo verificado (0,03 mg/L, Estação C07) e o 7 vezes mais elevado do que o segundo valor mais alto (0,06 mg/L, Estações C02 e C06).

Apesar de ter sido considerado um valor alto de N-amoniaco na Estação C01 quando comparado às águas amostradas nos demais ecossistemas lóticos da ADA, isto não acontece quando confrontada aos valores dos demais ecossistemas aquáticos situados na AID e AII. Contudo, no caso das Estações situadas na ADA, o resultado para N-amoniaco para Estação C01 pode ser um indicativo de influência dos efluentes provenientes do “lixão” (chorume) sobre as águas do rio do Porto (Estação C01).

Corroborando a linha de raciocínio exposta anteriormente é na Estação C01 que está o mais alto valor de N-nitrito encontrado entre os anos de 2010 e de 2011. Isto pode significar um grande aporte contínuo de compostos nitrogenados, onde a quantidade de nitritos presentes na Estação C01 não é totalmente convertida nitrato pelas bactérias nitrificantes. Além disso, o ano de 2011 apresentou valores elevados de N-nitrato.

## 2.15 FERRO DISSOLVIDO

Os metais avaliados nas águas das áreas de influência direta e indireta relacionadas ao empreendimento Porto Sul foram: alumínio dissolvido, cobre dissolvido, manganês total, zinco total, cromo total, mercúrio total, cádmio total e níquel total. Estes parâmetros de qualidade de água são apresentados a seguir, sendo o presente item destinado à apresentação de resultados e discussão sobre ferro dissolvido.

As concentrações encontradas nas amostras coletadas para os parâmetros citados são comparadas, quando estabelecida, com os critérios da Resolução Conama 357/05 e com os critérios da *National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA - Screening Quick Reference Tables* (BUCHMAN, 2006).

O ferro existe sob forma particulada e dissolvida, e pode estar sob forma reduzida  $Fe^{2+}$  ou oxidada  $Fe^{3+}$ . Comumente, em ambientes aquáticos, prevalece  $Fe^{2+}$ , que, por meio do consumo do oxigênio dissolvido no meio, oxida-se a  $Fe^{3+}$ . Com a oxigenação da coluna d'água há a precipitação de fosfato férrico e a redissolução de fosfato ferroso durante períodos de redução (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

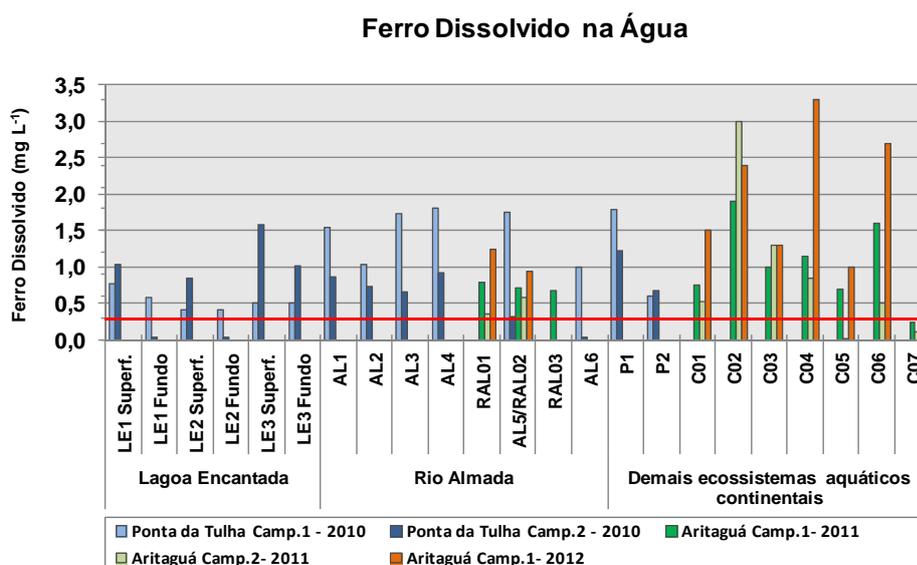
O ferro é um elemento importante e essencial nos processos de oxidorredução, como cadeias de transporte de elétrons (respiração e fotossíntese), além de ser necessário nas hemoglobinas e síntese de clorofila (PINTO-COELHO, 2002). Assim, o elemento ferro pode interferir no metabolismo de diversas formas de vida, no fitoplâncton, por exemplo, é capaz de inibir a absorção e os processos fisiológicos do fósforo (ALLOWAY & AYRES, 1994).

O ferro pode ser considerado como elemento limitante do crescimento do fitoplâncton em áreas do oceano aberto com altos níveis de nutrientes, mas com carência de ferro. A adição de ferro em ecossistemas aquáticos marinhos com estas características e consequentemente com baixa produtividade primária pode elevar as condições favoráveis ao aumento das taxas de produtividade do fitoplâncton e da sua biomassa (MARTIN *et al.*, 1994). O efeito da

bioestimulação do ferro em ambientes oceânicos remotos se dá em áreas que sofrem ressurgência de correntes oceânicas profundas, que trazem todos os nutrientes essenciais ao fitoplâncton, exceto o ferro - que está associado à drenagens continentais. O processo foi descoberto a partir da análise de imagens de satélite que mostravam extensas florações de algas após tempestades que sopravam areia do deserto do Saara (rica em ferro) para o meio do Oceano Atlântico. Por isso, torna-se importante entender que o efeito de bioestimulação do ferro no fitoplâncton ocorre em áreas ricas em N, P e outros nutrientes, mas pobres em Fe. Esse entendimento é importante porque em águas continentais e marinhas costeiras, onde a drenagem de solos ricos em ferro é freqüente, o Fe não pode apresentar o efeito de bioestimulação do fitoplâncton porque há excesso de oferta deste metal.

Em relação aos seres humanos, o consumo em excesso de ferro pode ocasionar aumento na produção de radicais livres de oxigênio no organismo, responsáveis por doenças degenerativas e pelo processo de envelhecimento (SHIMMA, 1995).

A **Figura 2.78** apresenta a distribuição dos valores absolutos de ferro dissolvido presentes nas águas das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul. Para a comparação com os critérios da Resolução Conama 357/05 (água doce - Classe 2 e água salobra - Classe 1), foi representado em linha vermelha o valor limite de 0,3 mg/L.



Obs. Linha Vermelha indica limite estabelecido pela Res. Conaman<sup>o</sup> 357/05 para água doce (Classe 2) e salobra (Classe 1 e 2).

**Figura 2.78 - Ferro Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Os valores obtidos de ferro dissolvido nas águas amostradas durante a Campanha 1 de 2010 (Período Chuvoso) na lagoa Encantada oscilaram entre 0,42 mg/L Fe (LE2 Superfície e Fundo) e 0,78 mg/L Fe (LE1 Superfície). Estes teores violam a Resolução Conama 357/05 para águas doces de Classe 2, que estabelece até o limite de 0,30 mg/L. Entretanto, as concentrações de ferro dissolvido em ecossistemas aquáticos têm origem alóctone a partir de rochas tais como, por exemplo: hematita, magnetita e siderita. Na Campanha 2 (período seco) os resultados variaram entre 0,84 mg/L Fe (LE2 Superf.) e 1,58 mg/L Fe (LE3 Superf.). LE1 Fundo e LE2 Fundo apresentaram valores menores que o LDM (<0,03 mg/L).

A presença do elemento ferro no ambiente lêntico, naturalmente, está condicionada às concentrações e transporte proveniente do seu entorno e tributários, além dos ciclos biogeoquímicos autóctones no qual, por exemplo, o  $\text{Fe}^{++}$  (forma reduzida) libera precipitado como fosfato férrico em potencial redox mais elevado (Tundisi & Tundisi, 2008).

O ferro dissolvido na água da lagoa Encantada (LES-LEN-500) apresentado pelo programa Monitora variou entre 0,40 e 0,54 mg/L Fe. Estes valores também ultrapassaram o limite da Resolução Conama 357/05.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Verificou-se a variação da concentração de ferro dissolvido no rio Almada de 1,00 mg/L (AL6) a 1,80 mg/L (AL4) durante o período chuvoso de 2010 (Campanha 1). Valores de 0,32 mg/L Fe (AL5) e 0,93 mg/L Fe (AL4) foram obtidos durante o período seco, sendo que a AL6 apresentou valor  $< 0,03$  (LDM).

Durante a Campanha 1 de 2010, o valor médio de ferro dissolvido obtido entre as estações de amostragem no rio Almada foi de 1,48 mg/L Fe, sendo superior ao observado para o calculado entre as estações da Lagoa Encantada (0,53 mg/L Fe). Entretanto, na Campanha 2 o valor médio do ferro dissolvido avaliado nas águas do rio Almada foi de 0,59 mg/L Fe, inferior ao observado para a lagoa Encantada (0,75 mg/L Fe).

Como o Ferro é considerado um indicador natural de entrada de material terrígeno em ambientes aquáticos, os elevados valores tidos na Campanha 1, podem ter sido originados a partir das ações da precipitação na bacia do rio Almada, durante o período tido como chuvoso. A diminuição das concentrações de ferro dissolvido durante a Campanha 2 se deve, provavelmente, à redução de precipitação.

Com base na Resolução Conama 357/05 há violação para este parâmetro exceto para a Estação AL6, amostrada no período seco.

Na estação de amostragem (LES-ALM-200) localizada a montante da AL1, de acordo com o Programa Monitora, foram obtidas concentrações de 0,64 até 0,92 mg/L para ferro dissolvido. A estação LES-ALM-300 (a jusante de AL1) do referido programa de monitoramento apresentou amostras de água com valores de 0,38 a 0,83 mg/L Fe.

- Rio Almada (Campanha 1e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

As concentrações de ferro dissolvido nas águas amostradas nas estações RAL01 (0,79 mg/L), RAL02 (0,71 mg/L) e RAL03 (0,67 mg/L) da Campanha 1 de 2011 estão entre a amplitude mínima 0,32 mg/L (Estação AL5, período seco) e máxima (1,8 mg/L AL4, período chuvoso) das campanhas realizadas 2010. Contudo, no período seco de 2010 todos os valores analisados foram inferiores a 0,93 mg/L e no período chuvoso superiores a 1,00 mg/L.

O aporte de Ferro no rio Almada pode ser garantido e influenciado pelas entradas oriundas do intemperismo de rochas e carreamento de solos presentes na bacia hidrográfica no ecossistema aquático através de uma maior precipitação. Ao se comparar as duas amostragens do período chuvoso (Campanha 1 de 2010 e 2011) e período seco (Campanhas 2 de 2010 e 2011), se notou em média maior valor no período chuvoso de 2010 (1,48 mg/L) do que no período seco de 2010 (0,58 mg/L) e no ano de 2011 também mais elevado no período chuvoso (0,72 mg/L) em relação ao período seco (0,47 mg/L). Cabe ressaltar que uma das

principais fontes naturais de ferro para ecossistemas aquáticos provém do solo em seu entorno e, porém, quando a origem é antrópica pode estar associada à utilização de agrotóxicos, tintas, produtos de limpeza e no caso da área diretamente afetada pelo empreendimento Porto Sul a mesma estará propícia às influências do transporte e armazenamento de minério de ferro. Os dados aqui apresentados deverão ser usados como níveis basais para futuros estudos de qualidade de água no rio Almada.

Como já apresentado na **Figura 2.78**, a maioria dos resultados obtidos de Ferro Dissolvido na água do rio Almada foram superiores ao permitido pela Resolução Conama 357/05, contudo, devido à amplitude observada durante o estudo, a origem deste elemento parece ser oriundas de fontes naturais. Além disto, deve ser aqui lembrado que o Ferro é um micronutriente necessário aos organismos autótrofos fotossintetizantes, como fitoplâncton, e de sua disponibilidade no meio aquático dependem dos processos fisiológicos, além dos processos geoquímicos. Para a Estação RAL01 a Campanha Complementar de 2012 apresentou 1,25 mg/L e RAL02: 0,95 mg/L.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 – 2010)

No período chuvoso (2010), na estação P1 foi obtido o valor de 1,79 mg/L Fe, enquanto que na estação P2 foi quantificado 0,61 mg/L Fe. O Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Portuário da Ponta da Tulha realizado pela BAMIN (2009), apresentou concentração de 1,49 mg/L Fe (período chuvoso) na estação denominada LM5, localizada na mesma área escolhida para a Estação P1, do presente estudo.

No período seco (2010), a Estação P1 apresentou 1,22 mg/L Fe e a Estação P2 apresentou 0,68 mg/L Fe.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Dos ecossistemas aquáticos continentais em ambas as Campanhas de 2011 situados na ADA, a Estação C07 (Campanha 1: 0,25 mg/L; Campanha 2 0,11 mg/L) foi a única que não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05. A oxigenação da coluna d'água pode ser, por exemplo, um dos motivos para a precipitação de fosfato férrico e diminuição da parte dissolvida na coluna d'água. Outra interpretação está associada ao pH mais básico que ocorre em águas com influências salinas.

Durante a Campanha 2 de 2011, os valores absolutos de Ferro Dissolvido da Estação C02 foram os mais elevados (Campanha 1: 1,90 mg/L; Campanha 2: 3,00 mg/L) quando comparado aos demais resultados apresentados em todas as campanhas (2010 e 2011) realizadas no presente estudo. Este fato pode estar relacionado à influência das áreas úmidas no rio Tiriri, neste trecho a montante (Estação C02). As únicas influências antrópicas mais plausíveis de justificar valores tão elevados de ferro dissolvido na Estação C02 podem estar relacionadas ao “lixão” a montante ainda da Estação C01, além do uso de fertilizantes e agrotóxicos na área que é dominada por plantação de cacau-cabruca. Cabe ressaltar que a causa mais provável da elevação do Fe na estação C02 é o chorume ácido liberado do lixão. A depender do tipo e volume de lixo, pode chegar a um pH de 4,0, suficiente para ocasionar lixiviação ácida de metais adsorvidos aos solos e rochas na zona de percolação. O que pode ser elucidado é que a drenagem subterrânea do chorume não passe nas proximidades da estação C01 e sim pela estação C02, mas isto não pode ser confirmado. Além disso, a Estação

C04 que não sofre influência do referido “lixão”, durante a Campanha 2012 apresentou o maior pico (3,3 mg/L) dentre todas as estações e campanhas.

Os valores baixos de oxigênio (**Figura 2.64**) na água na Estação C02 durante a Campanha 2 de 2011, e nas Estações C02, C04 e C06 durante Campanha Complementar de 2012 podem teoricamente, ter sido um dos motivos para solubilização do Ferro. Isto pode significar que os elevados resultados nestas Estações (**Figura 2.78**) podem estar mais relacionados com a dinâmica de difusão e produção primária do oxigênio por macrófitas e fitoplâncton, possível estratificação vertical da massa de água e acúmulo de matéria orgânica de origem vegetal e antrópica (chorume) nos mananciais avaliados

## 2.16 ALUMÍNIO DISSOLVIDO

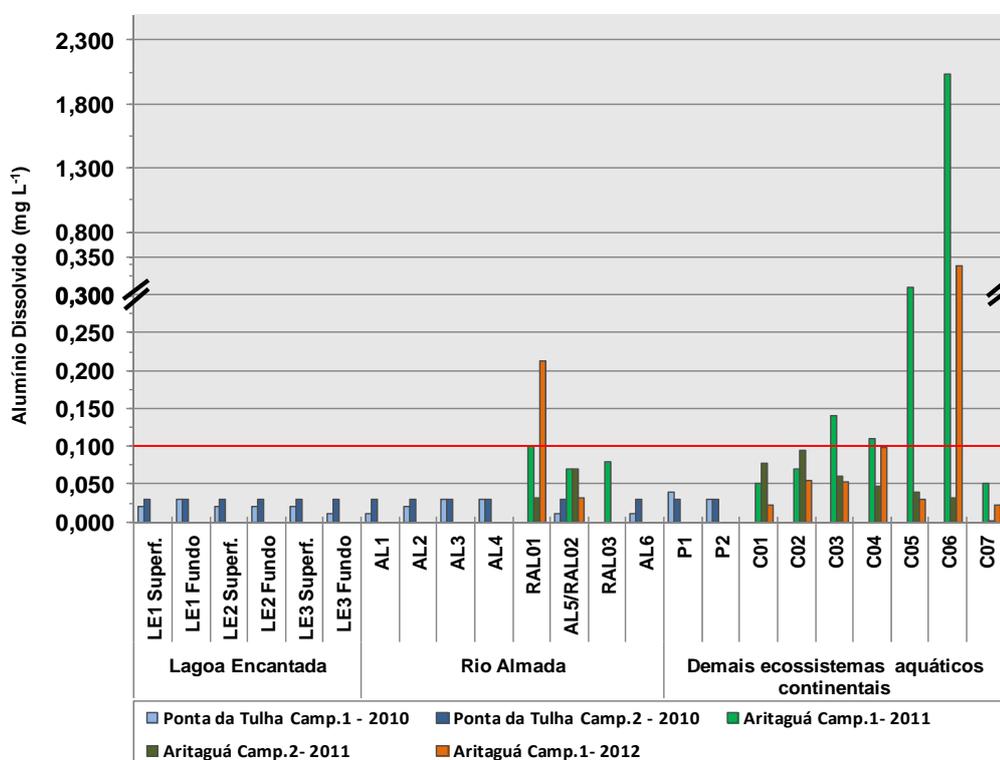
O Alumínio, embora seja o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre, possui reduzida função biológica. Em águas naturais com pH entre 6 e 9, por exemplo, a solubilidade do alumínio contido em rochas e solos é muito pequena e isto se deve pela insolubilidade do  $Al(OH)_3$ . Entretanto, o alumínio é mais solúvel em rios e lagos de pH ligeiramente ácidos, sendo de fato o  $Al^{3+}$ , o cátion principal em águas cujo pH é menor que 4,5 (BAIRD, 2002).

Nos peixes, o excesso de alumínio no meio aquático torna-se um causa potencial de problemas respiratórios. No ser humano, elevadas concentrações desse metal podem acarretar, entre outros distúrbios, perda de memória e surgimento de demências como as provocadas pela doença de Alzheimer (ALLOWAY & AYRES, 1994).

A Resolução Conama 357/05 estabelece para alumínio dissolvido o limite de 0,1 mg/L Al tanto para águas doces de Classe 2 e salobras de Classe 1 e 2. Este limite é indicado na **Figura 2.79** através da representação em linha vermelha. A referida figura apresenta os valores obtidos de Alumínio Dissolvido presentes nas águas das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul em ambas as campanhas.

Devido a mudança de curva de calibração na análise de alumínio dissolvido, de acordo com o laboratório responsável das Campanhas de 2010, houve diferença no limite de detecção do método aplicado na Campanha 1 (0,01 mg/L) e na Campanha 2 (0,03 mg/L). Como todos os resultados da Campanha 2 foram abaixo do LDM, coube aos subitens a seguir a apresentação das variações das concentrações de alumínio dissolvido apenas da Campanha 1. Deve ser observado na **Figura 2.79** que no período chuvoso (Campanha 1) de 2010 quatro estações (LE1 Fundo, AL1, AL5 e AL6) apresentaram concentrações inferiores ao LDM. Ressalva-se que na Campanha 1 de 2011 foi usado LQM (0,05mg/L) e na Campanha 2 de 2011: 0,0001 mg/L.

### Alumínio Dissolvido na Água



Obs.Linha Vermelha indica limite determinado pela Resolução Conama 357/05. Na Campanha 1 de 2010 foram abaixo do LDM (<0,01 mg/L): A LE1 Fundo, AL1,AL5 e AL6. Na Campanha 2 de 2010 todos os valores das Estações foram abaixo do LDM (<0,03 mg/L). Na Campanha 1 de 2011, as Estações C01 e C07 apresentaram resultados abaixo do LQM (<0,05 mg/L).

**Figura 2.79 - Alumínio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

Todos os resultados para alumínio dissolvido analisados na Campanha 1 e 2 de 2010 não violaram os limites estabelecidos, tanto para a Resolução Conama 357/05, quanto para a EPA (2004) e o NOAA (BUCHMAN, 2006).

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Conforme a CETESB (2005), o alumínio na água é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez. A presença de condições redutoras no hipolímnio promove a liberação, para a água, de metais dos sedimentos, como ferro solúvel, manganês e alumínio.

No período chuvoso (Campanha 2 - 2010), se verificou que a maior concentração de alumínio dissolvido na água foi obtida no hipolímnio da Estação LE1 (0,03 mg/L Al), onde o potencial de oxidação foi o mais baixo (0,40 mV). As demais amostras referentes às Estações da lagoa Encantada apresentaram alumínio dissolvido de 0,02 mg/L Al, com exceção da Estação LE3 Fundo no qual a concentração foi inferior ao Limite de Detecção do Método (LDM).

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Período chuvoso de 2010: não foram encontradas concentrações detectáveis pelo método em três Estações no rio Almada, sendo elas a AL1, AL5 e AL6. O valor mais elevado foi de 0,03 mg/L nas Estações AL3 e AL4.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os resultados para Alumínio Dissolvido nas Estações de Amostragem do rio Almada na Campanha 1 de 2011 foram: 0,08 mg/L (RAL03) e 0,1 mg/L (RAL01). Este último valor sendo igual ao limite determinado pela Classe 2 da Resolução Conama 357/05. A Estação RAL02 apresentou valores semelhantes durante a Campanha 1 e 2 de 2011 (0,07 mg/L), contudo, durante a Campanha Complementar de 2012 foi analisado neste trecho do rio Almada a concentração de 0,03 mg/L e na Estação RAL02 foi registrado o maior pico até então estudado: 0,21 mg/L.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Período chuvoso de 2010: Comparando com todos os ambientes estudados, o pico mais elevado de alumínio dissolvido obtido em 2010 foi na Estação P1 com 0,04 mg/L Al. A Estação P2 apresentou teores de 0,029 mg/L Al.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Período chuvoso de 2011: O Alumínio dissolvido pode estar relacionado com águas com elevada turbidez. Isto foi observado para as Estações C06 (2,03 mg/L Al) e C05 (0,31 mg/L Al) que apresentaram os maiores resultados para Alumínio dissolvido e turbidez (72,3 UNT e 18,2 UNT, respectivamente). Acima do estabelecido para a Resolução Conama 357/05 estão as Estações C03, C04, C05 e C06.

Período seco de 2011: todos os resultados de Alumínio dissolvido permaneceram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, variando entre 0,0013 mg/L (C07) até 0,0944 mg/L (C02) com média (N=7) de 0,0504 mg/L. A média (N=7) para a Campanha 1 de 2011 foi de 0,3943 mg/L. Este valor mais elevado deve estar relacionado com o momento chuvoso.

Campanha Complementar de 2012: A Estação C06 foi a que apresentou resultado mais alto (0,3378 mg/L) e a Estação C01 o mais baixo: 0,0226 mg/L.

## 2.17 COBRE DISSOLVIDO

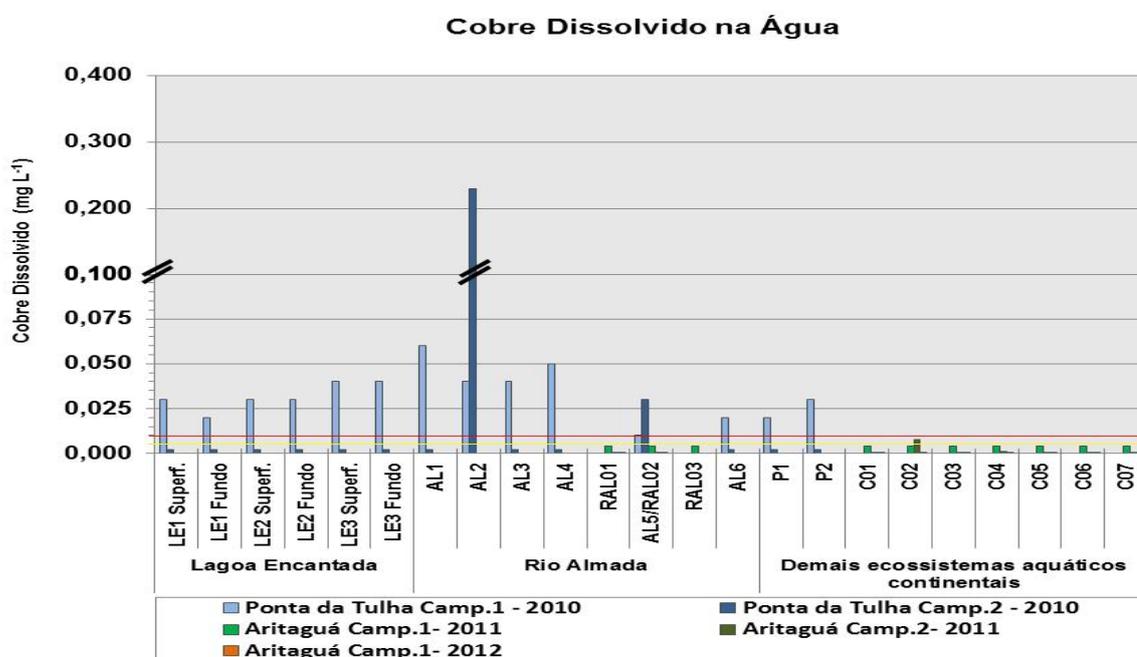
O cobre é um elemento químico essencial, indispensável em processos bioquímicos relacionados à manutenção e ao equilíbrio de diversos organismos vivos, por exemplo, está presente na plastocianina (fotossíntese) (PINTO-COELHO, 2000). Ainda segundo o referido autor, a presença de concentrações elevadas deste metal em sistemas aquáticos pode eliminar ou inibir o crescimento de espécies sensíveis.

De acordo com a CETESB (2010), as fontes antrópicas de cobre para o meio ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação

da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais.

A Resolução Conama 357/05 determina a concentração máxima de 0,009 mg/L Cu para águas doces de Classe 2 e de 0,005 mg/L Cu para águas salobras de Classe 1. São apresentados na **Figura 2.80** os resultados para cobre dissolvido, destacando que a linha vermelha representa o limite para água doce e a linha laranja o limite para água salobra segundo a Resolução Conama 357/05.

Todos os resultados violaram as concentrações limite da referida resolução na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010. No programa Monitora (SEMA/INGA 2008 e 2009) para o rio Almada e para a lagoa Encantada, os resultados para cobre dissolvido não foram detectáveis pelo método utilizado (entre 0,002 e 0,005 mg/L) No período seco de 2010, todos os resultados foram inferiores ao LDM (<0,002 mg/L Cu), com exceção da Estação AL2. Todos os resultados para cobre dissolvido da Campanha 1 foram inferiores do LQM (< 0,004 mg/L).



Obs. No período Chuvoso, todos os resultados foram abaixo do LDM (<0,002mg L<sup>-1</sup> Cu), exceto na Estação AL2, destacando que a linha vermelha representa o limite para água doce e a linha laranja o limite para água salobra segundo a Res. Conama 357/05.

**Figura 2.80 - Cobre Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o resultado que apresentou menor concentração foi na Estação LE1, onde em amostra do hipolimnio foi obtido 0,02 mg/L Cu. A Estação LE2 obteve iguais valores de cobre dissolvido (0,03 mg/L Cu) em água superficial e de fundo, assim como foi o comportamento caracterizado para LE3 porém com teores mais elevados: 0,04 mg/L Cu.

No período seco (Campanha 2) de 2010, todas as Estações de Amostragem apresentaram como resultados < 0,002 mg/L Cu.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A Estação mais a montante do selecionada no rio Almada, a AL1, expôs a mais elevada concentração de alumínio dissolvido dentre todos ambientes aqui estudados na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010 com 0,06 mg/L Cu. A AL2 e AL3 obtiveram o mesmo resultado: 0,04 mg/L Cu; e bem como as Estações AL4 e AL5: 0,05 mg/L.

Dentre todas as Estações de Amostragem avaliadas no rio Almada durante o período seco, apenas a AL2 apresentou valor acima do limite de detecção do método. Este valor foi considerado muito elevado (0,23 mg/L Cu) e não é descartada a possibilidade de erro analítico.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Todos os resultados para cobre dissolvido na água das Estações do rio Almada da Campanha 1 foram inferiores ao limite de quantificação do método - LQM (< 0,004 mg/L).

Durante a Campanha 2 de 2011 e Complementar de 2012, o cobre dissolvido na água para todas as Estações foi inferior ao LQM: < 0,0001 mg/L.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A Estação P1, em relação ao parâmetro cobre dissolvido analisado no período chuvoso, apresentou o resultado de 0,02 mg/L Cu e a Estação P2: 0,03 mg/L Cu.

No período seco, todas as estações de amostragem apresentaram como resultados < 0,002 mg/L Cu.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

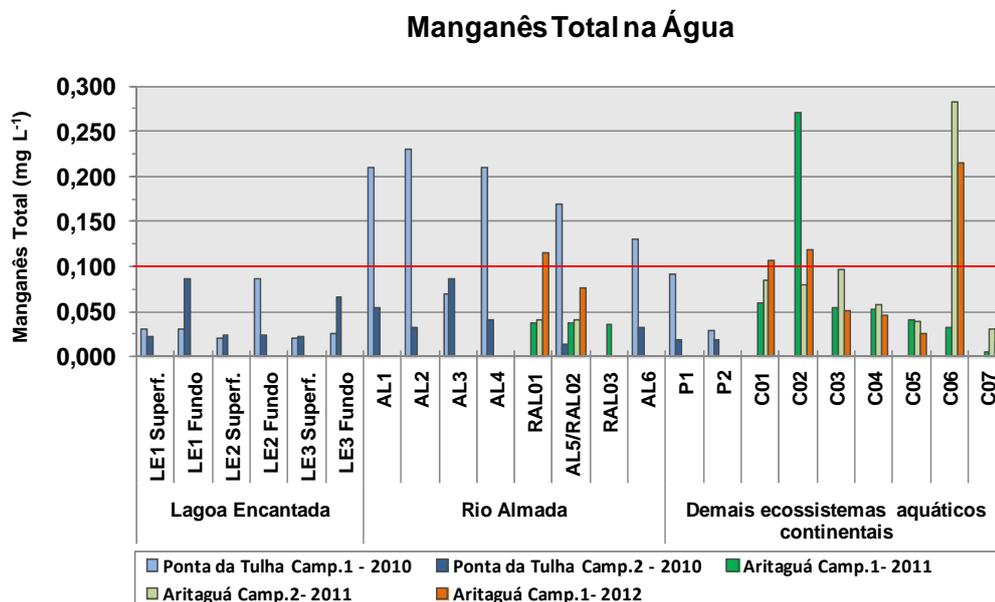
Todos os resultados para cobre dissolvido na água da Campanha 1 de 2011 para as Estações da ADA foram inferiores ao LQM (< 0,004 mg/L). Contudo, com a diminuição dos limites de Quantificação (0,0001 mg/L) na Campanha 2 foi possível se obter menores resultados do que na Campanha 1 de 2011. Assim, além das Estações C07, C06, C03 e C01 que obtiveram valores < LQM, as águas da Estação C06 apresentaram o valor de 0,0002 mg/L Cu, a Estação C04 apresentou 0,0008 mg/L Cu e a Estação C02 registrou 0,0075 mg/L. Apenas com a finalidade de ressaltar os resultados da C02 é enfatizado que esta foi a estação que se obteve os maiores valores nas Campanhas de 2011, além de Cobre Dissolvido, também de outros metais como: Ferro e Alumínio.

Durante a Campanha Complementar de 2012, o cobre dissolvido na água para todas as Estações foi inferior ao limite de quantificação do método: < 0,0001 mg/L. A exceção ocorreu apenas para a Estação C07, onde o resultado foi 0,0001 mg/L.

## 2.18 MANGANÊS TOTAL

A **Figura 2.81** apresenta os teores quantificados de Manganês Total (mg/L Mn) para as estações de amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante a primeira campanha de amostragem. Os teores obtidos são confrontados com a Resolução Conama 357/05, onde na **Figura 2.81** a linha vermelha representa o limite máximo

estabelecido, que é de 0,1 mg/L Mn, tanto para águas doces de Classe 2 e salobras de Classe 1.



Obs. Alinha vermelha representa o limite máximo estabelecido (0,1 mg/L Mn), tanto para Águas Doce (Classe 2) e Salobra (Classe 1) de acordo com a Resolução Conama nº 357/05.

**Figura 2.81 - Manganês Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Em ambas as campanhas de amostragem realizadas em 2010, todos os valores para manganês total tidos na lagoa Encantada foram inferiores ao limite da Classe 2 da Resolução Conama 357/05. No período chuvoso, os valores oscilaram entre 0,02 mg/L Mn (LE2 Superfície, LE3 Superfície) e 0,03 mg/L Mn (LE1 Superfície e Fundo), com exceção do pico de 0,087 mg/L Mn da Estação LE2 Fundo. Pico com mesmo valor foi verificado na Estação LE1 Fundo, porém no período seco. O menor valor encontrado foi de 0,022 mg/L Mn (LE1).

O programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), ao monitorar a lagoa Encantada (LES-LEN-500) verificou concentrações de manganês como, por exemplo: 0,028 mg/L, 0,033 mg/L e 0,049 mg/L.

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, apenas a Estação AL3 não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 com valor de 0,07 mg/L Mn. As estações AL1 e AL2 apresentaram uma tênue crescente em relação às concentrações: 0,21 e 0,23 mg/L, respectivamente. As Estações AL4, AL5 e AL6, apresentaram decréscimo dos teores em seqüência: 0,21; 0,17; e 0,13 mg/L Mn. O valor médio das amostras de água do período chuvoso foi de 0,17 mg/L Mn, em contrapartida, no período foi de 0,04 mg/L Mn. O manganês é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, após o ferro e alumínio, e seu carreamento para o sistema aquático pode ser efetivado tanto pela lixiviação, através das chuvas, de minerais quanto dos solos.

No período seco (Campanha 2) de 2010 as concentrações de manganês total oscilaram entre 0,013 (AL5) a 0,087 mg/L (AL3).

O já referido programa Monitora para as águas do rio Almada apresentou valores para LES-ALM-200 de: 0,039 mg/L; 0,133 mg/L e 0,325 mg/L. A Estação denominada pelo Monitora de LES-ALM-300 verificou valores de: 0,04 mg/L; 0,042 mg/L; e 0,048 mg/L.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Estabilidade nos resultados de manganês total foi apresentada nas Estações RAL01 (0,038 mg/L), RAL02 (0,038 mg/L) e RAL03 (0,036 mg/L) na Campanha 1 de 2011. O mesmo foi observado na Campanha 2 de 2011, onde a Estação RAL01 apresentou 0,04 mg/L Mn e a RAL02: 0,0406 mg/L Mn. Já na Campanha Complementar de 2012, a RAL01 mostrou-se com 0,1147 mg/L e a RAL02 0,0764 mg/L.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A amostra da Estação P1 no período chuvoso indicou valor de 0,092 mg/L Mn e a amostra de P2 teve como resultado 0,029 mg/L para manganês total. Já no período Seco, os valores foram de 0,019 mg/L Mn e de 0,018 mg/L Mn para P1 e P2, respectivamente.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os valores absolutos das águas superficiais amostradas na Campanha 1 de 2011 variaram entre 0,005 mg/L Mn (Estação C07) e 0,27 mg/L Mn (Estação C02). Este último resultado ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05. O resultado obtido na estação C02 para o Mn é compatível com a elevação dos teores de outros metais e reforça a possível interferência do chorume do lixão de Itariri.

As Estações C01, C03 e C04, apesar de ambientes lóticos diferentes apresentaram resultados semelhantes, respectivamente: 0,059 mg/L Mn, 0,055 mg/L Mn e 0,053 mg/L Mn.

Em relação à Campanha 2 de 2011, a menor concentração foi obtida na Estação C07 (0,0301 mg/L Mn) e a mais elevada na Estação C06 (0,282 mg/L Mn). Cabe ressaltar que a Estação C06 nesta referida Campanha de Amostragem foi deslocada de área (Ca. 300 m), portanto, foi optado em não se fazer comparações à Campanha 1 de 2011. No entanto, o mesmo local da estação C06 da Campanha 2 de 2011 foi mantida na Campanha Complementar de 2012, sendo que nesta última foi apresentado o valor de 0,215 mg/L Mn.

As Estações C01, C02 e C06 durante a Campanha Complementar de 2012, mostraram valores de manganês (0,1064 mg/L; 0,1184 mg/L; 0,215 mg/L, respectivamente) superiores ao permitido pela Resolução Conama 357/05.

## 2.19 ZINCO TOTAL

De acordo com a CETESB (2005), o zinco constituindo-se em um elemento essencial para o crescimento e sua presença é comum em águas naturais conferindo sabor à água quando as suas concentrações estão acima de 5,0 mg/L. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, de mesmo modo sobre as algas. Conforme o referido autor, em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10 mg/L.

De acordo com a Resolução Conama 357/05, os valores permitidos de zinco total em água doce de Classe 1 são de até 0,18 mg/L e para água salobra até 0,12 mg/L Zn. Todas as amostras de águas das Estações selecionadas para o Estudo de Impacto Ambiental e coletadas durante as duas campanhas de amostragem em 2010 (Área Ponta da Tulha) mostraram resultados que não foram quantificáveis pelo método realizado (LQM=0,01 mg/L).

Resultados não detectáveis também ocorreram na Campanha 1 de 2011 (Área de Aritaguá), porém com o LQM igual a 0,05. Isto permite concluir que o parâmetro de qualidade de água zinco total nas estações estudadas não violou a referida resolução tanto para a Lagoa Encantada, rio Almada e demais ecossistemas aquáticos continentais estudados nas campanhas de 2010 e na 1ª campanha de 2011.

Na Campanha 2 de 2011 utilizou-se um LQM de 0,0001 e 0,0005mg/L para Zinco Total. Isto contribuiu para a quantificação de valores mínimos como 0,002 mg/L (C06) a 0,13 mg/L (RAL01). Todos os valores avaliados neste período seco apresentaram-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para águas doce Classe 1.

Durante a Campanha Complementar de 2012 as estações do rio Almada (RAL01 e RAL02) apresentaram valores de zinco total abaixo do LQM (<0,0001 mg/L). Contudo, foi a primeira vez dentre todas as campanhas realizadas no presente estudo que o referido parâmetro de qualidade de água foi quantificado em todas as estações de águas continentais (0,0146 mg/L à 0,109 mg/L), sendo que os mesmos representam valores inferiores ao limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 (0,18 mg/L Zn). As águas amostradas nas Estações C01, C02 e C04 foram as que apresentaram as concentrações mais altas de zinco: 0,0823 mg/L Zn; 0,109 mg/L Zn e 0,0905 mg/L Zn, respectivamente.

## 2.20 CROMO TOTAL

O cromo é um elemento traço essencial, porém pode ser tóxico para o ser humano. Este elemento químico se encontra naturalmente no solo, na poeira e gases de vulcões. No meio ambiente são três os números de oxidação do metal: cromo (0), cromo (III) e cromo (VI). Cromo (III) tem ocorrência natural no meio ambiente, enquanto cromo (VI) e cromo (0) são geralmente produzidos por processos industriais como em aços inoxidáveis e outras ligas metálicas.

A origem natural do cromo pode ser através da disponibilidade através da lixiviação dos minerais contendo cromo (cromita principalmente). Já as fontes não naturais de cromo podem ocorrer oriundas de lixões, incineradores, aterros sanitários, aterros industriais, bem como em disposições de resíduos como lodo de curtumes (CETESB, 2010). A origem no ambiente pode ser dada através da aplicação de fertilizantes que em sua composição contenham cromo como os nitrogenados, os fosfatados e os superfosfatados.

Os resíduos possuem alto poder de contaminação, quando não são convenientemente tratados e simplesmente abandonados em corpos d'água, aterros industriais ou mesmo lixões. Com facilidade, o cromo atinge o lençol freático ou mesmo reservatórios ou rios que são as fontes de abastecimento de água das cidades. Se o resíduo é degradado no solo, o cromo permanece e pode ser absorvido por plantas que posteriormente servirão de alimento diretamente ao homem ou a animais, podendo por este caminho também atingir o ser humano.

- Campanhas 1 e 2 - 2010

As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a 0,001 mg/L conforme a CETESB (2005). Todos os valores obtidos nas amostragens do período chuvoso neste estudo foram inferiores ao limite de detecção do método ( $< 0,010$  mg/L-LE1 ao LE3; AL1 ao AL6; P1 e P2) e aos critérios da legislação brasileira (inclusive inferior a 0,05 mg/L, VMP da Portaria 518/04 do MS). Contudo, no período seco de 2010 (Campanha 2), o laboratório responsável ajustou as curvas de calibração e o limite de detecção do método passou a ser  $< 0,0009$  mg/L. Deste modo, todos os resultados para o referido período de amostragem foram inferiores ao LDM, com exceção da Estação de Amostragem P2 que obteve 0,033 mg/L.

A Estação P2 consiste em um ambiente aquático peculiar, onde os processos biogeoquímicos parecem ser mais acentuados devido a alguns fatores observados em campo, tais como: lâmina d'água muito baixa (intima aproximação da interface sedimento-água); muita matéria orgânica visível (resíduos de organismos, folhas e macrófitas). Deste modo, o alto valor de cromo encontrado na água no período seco pode estar associado a fatores naturais. Influência antropogênica associada a este elevado valor de cromo na estação P2 não foi levado em consideração na presente discussão pela falta de evidências e alguma associação direta.

- Campanha 1 e 2 - 2011

Na campanha 1 de 2011 as Estações C06 e C02, foram as únicas situadas na Área Diretamente Afetada que apresentaram valores superiores ao LQM para Cromo. Na primeira Estação citada foi obtida na água 0,008 mg/L Cr e na segunda 0,024 mg/LCr. A indicação da origem do cromo, nestes dois casos, é muito complexa, pois ambas podem ter origem natural ou não.

Os ambientes lóticos das Estações C06 e C02 possuem em seu entorno plantações de cacau-cabruca, o que pode conotar uma possível influência de fertilizantes e/ou fungicidas (a base de cromo). Descartando esta possibilidade (Ver **Subitem Parâmetros Orgânicos**), em ambas as Estações pode ser considerada a origem natural se a prática do uso de fertilizantes e fungicidas não é realizada. Contudo, a montante da Estação C02 localiza-se o lixão de Ilhéus, esta disposição de lixo sólido pode ter uma influência indireta no corpo d'água da Estação C02. A influência direta do lixão provavelmente se dá no rio do Porto, onde está situada a estação C01, entretanto, nesta estação não foi quantificado o cromo na água (Campanha 1 de 2011:  $< 0,003$  mg/L Cr e Campanha 2 de 2011:  $< 0,0001$  mg/L).

Na Campanha 2 de 2011, as Estações C02 e C05 apresentaram os mais baixos valores quantificáveis, respectivamente, 0,00046 mg/L Cr e 0,0094 mg/L Cr. No rio Almada, a Estação RAL01 teve como resultado 0,00045 mg/L e a RAL02: 0,00061 mg/L. O parâmetro cromo total para todas as estações da campanha complementar de 2012 obteve resultados abaixo do limite de quantificação do método ( $< 0,0001$  mg/L).

## 2.21 MERCÚRIO TOTAL

O mercúrio é o mais volátil de todos os metais, e seu vapor é altamente tóxico. O mercúrio difunde-se nos pulmões para a corrente sanguínea, tendo com resultado o sistema nervoso central, que se manifesta por dificuldades na coordenação, na visão e no sentido do tato. O mercúrio elementar é usado em centenas de aplicações, muitas delas se aplicam o uso da propriedade de conduzir bem a eletricidade.

De acordo com a CETESB (2010), entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se, por exemplo, as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, indústrias de tintas.

Segundo BAIRD (2002), o metilmercúrio é, de fato, a forma mais perigosa do mercúrio (mais potente do que os sais de  $Hg^{2+}$ ), pois é solúvel em tecido biológico e pode transpor a barreira placentária humana sendo seguida pelo vapor do elemento. São chamados de metilmercúrio os compostos “mistos” menos voláteis  $CH_3HgCl$  e  $CH_3HgOH$  (representados em conjunto como  $CH_3HgX$ ) que são formados pela mesma via do dimetilmercúrio -  $Hg(CH_3)_2$  (quando bactérias e microrganismos anaeróbios do sedimento de lagos e rios convertem o  $Hg^{2+}$  do meio). O próprio íon mercúrio,  $Hg^{2+}$ , não é prontamente transportado através das membranas biológicas e o outro íon inorgânico do mercúrio  $Hg_2^{2+}$ , não é muito tóxico em razão de combinar-se no estômago com íons cloreto para produzir  $Hg_2Cl_2$  insolúvel. O próprio mercúrio líquido não é altamente tóxico, sendo excretada a maior parte da quantidade ingerida (BAIRD, 2002).

O mercúrio total dado como resultado no presente Subitem expressa a concentração total de mercúrio de todas as espécies químicas presentes na água.

- Campanhas 1 e 2 - 2010

Apesar do limite de detecção do método (LDM) realizado para mercúrio total neste estudo ter sido de 0,0002 mg/L, durante a Campanha 1 (período chuvoso) não foi possível durante as análises químicas laboratoriais a detecção de concentrações entre o LDM e limite de quantificação do método (LQM) que é 0,001 mg/L Hg. Contudo, na Campanha 2 as concentrações foram avaliadas até o LDM e, deste modo, todas as Estações de Amostragem tiveram como resultado < 0,0002 mg/L Hg.

Como todos os resultados foram abaixo do limite de quantificação no período chuvoso, isto significa que houve incerteza em relação aos valores absolutos para o mercúrio total quando comparado com os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para água doce de Classe 2: 0,0002 mg/L Hg. Ainda sobre a Campanha 1, como para águas salobras o limite estabelecido pela já citada resolução é de 0,0018 mg/L Hg avaliou-se seguro afirmar que as Estações P1 e AL6 não apresentaram tal violação.

Na Campanha 2 (período seco) foi avaliado que os valores para mercúrio total permaneceram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05.

- Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012

Na Campanha 1 de 2011, sobre as Estações situadas na ADA, as estações C07 e C04 tiveram como resultado 0,0002 e 0,0008 mg/L Hg, respectivamente. Com o valor apresentado pela Estação C04 foi observada a transgressão à do limite da Classe 2 da Resolução Conama 357/05. Todas as demais Estações amostradas na ADA e no rio Almada (AII) obtiveram valores abaixo dos limites da referida resolução, bem como todos os resultados da campanha 2 de 2011 (LQM=0,0001; 0,0005). A exceção ocorreu para a Estação C07, onde resultado foi <0,001 mg/L.

Para todas as estações da campanha complementar de 2012 o parâmetro mercúrio total obteve resultados inferiores ao limite de quantificação do método (<0,0001 mg/L).

## 2.22 CÁDMIO TOTAL

Para DREVER (1997), citado por ALVES (2002), o cobre, o zinco, chumbo e cádmio são exemplos de metais complexados pela matéria orgânica presente no ambiente aquático. Em geral, o cobre é o elemento que complexa mais fortemente. As complexações do zinco e do cádmio são importantes somente em ambientes que possuem concentrações altas de carbono orgânico relativamente.

Poluição ambiental por cádmio ocorre freqüentemente adjacente às áreas destinadas ao processamento e fundições de chumbo, zinco e cobre. A combustão de carvão também introduz cádmio no ambiente, além da incineração de materiais residuais que contém o elemento (plásticos que contém pigmento - tons amarelos de cádmio - ou estabilizante) e quando o aço laminado é reciclado. Outra fonte de poluição é através de baterias recarregáveis (níquel-cádmio) usadas em calculadoras e outros aparelhos (BAIRD, 2002).

O cádmio iônico está presente também em fertilizantes de fosfatos e rejeitos indústrias de fundição e minas. O  $Cd^{2+}$  é bastante solúvel em água, porém quando íons sulfeto estão presentes pode precipitar o metal como CdS. A exposição ao cádmio para o ser humano vem principalmente através da dieta alimentar e uma pequena parcela é através de ingestão de água ou inalação do ar (BAIRD, 2002). Ainda de acordo com o citado autor, o cádmio apresenta toxicidade aguda: a dose letal é de aproximadamente um grama.

- Campanha 1 e 2 - 2010

Para águas salobras como o caso das amostras da AL6 e P1, o cádmio total deve apresentar de acordo com a Resolução Conama 357/05 para Classe 1 valores de até 0,005 mg/L Cd. Em relação às águas doces de Classe 1 a resolução limita ao máximo de 0,001 mg/L. Como todos os resultados foram inferiores ao limite de quantificação do método (<0,001) tanto no período chuvoso (campanha 1) quanto no período seco (campanha 2) de 2010, as águas das estações de amostragem não violam a resolução.

- Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012

Assim como ocorreu para as estações de amostragem das campanhas 1 e 2 de 2010, os resultados das estações de amostragem da campanha 1 de 2011 foram inferiores ao limite de quantificação (<0,001 mg/L) bem como para a campanha 2 de 2011 (LQM <0,0001; LQM < 0,0005). A exceção ocorreu para a Estação C07, onde o resultado foi <0,001 mg/L = LQM.

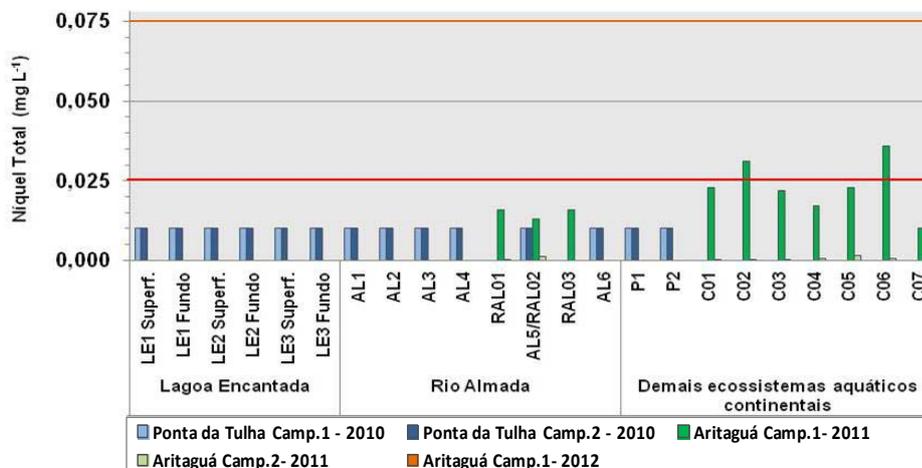
Todos os resultados apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método: <0,0001 mg/L.

## 2.23 NÍQUEL TOTAL

O níquel e seus compostos são utilizados em galvanoplastia, na fabricação de aço inoxidável, manufatura de baterias Ni-Cd, moedas, pigmentos, entre outros usos. A ingestão de elevadas doses de sais causa irritação gástrica. O efeito adverso mais comum no ser humano da exposição ao níquel é reação alérgica (CETESB, 2010).

A **Figura 2.82** apresenta as concentrações de níquel em todas as campanhas de amostragem realizadas no presente estudo.

### Níquel Total na Água



Obs. Linha vermelha representa o limite máximo estabelecido, tanto para Águas Doce (Classe 2) e Salobra (Classe 1) de acordo com a Resolução Conama 357/05. Para Água Salobra (Classe 2), o limite é representado pela linha laranja.

**Figura 2.82 - Níquel Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011 e Campanha Complementar de 2012**

- Campanhas 1 e 2 - 2010

Os resultados obtidos para níquel total foram inferiores ao LQM (0,01 mg/L) nas Campanhas 1 e 2 de 2010. Este fato permite destacar que para este parâmetro de qualidade de água não ultrapassou o limite das águas da Classe 2 da Resolução Conama 357/05, pois o máximo de 0,025 mg/L Ni é constituído para águas doces (Classe 2) e água salobras (Classe 1). Para águas salobras, Classe 2, o estabelecido é 0,074 mg/L Ni .

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012 )

O LQM determinado para níquel (0,008 mg/L) foi mais baixo na campanha 1 de 2011 do que o usado para as análises das campanhas 1 e 2 de 2010. Para as estações amostradas no rio Almada na campanha 1 de 2011 valores semelhantes foram verificados: 0,013 mg/L Ni (RAL01 e RAL03) e 0,016 mg/L Ni (estação RAL02). Na campanha 2 de 2011, a estação RAL01 apresentou <0,0001 mg/L Ni e na estação RAL02 foi obtido 0,0014 mg/L Ni. Este último valor aproximadamente 10 vezes mais baixo do que o observado na campanha 1 de 2011.

Todas as estações de amostragem da campanha complementar de 2012 do rio Almada apresentaram resultados inferiores ao limite de quantificação do método <0,0001 mg/L Ni.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 de 2011 e Campanha Complementar de 2012)

Os valores de níquel para as amostras de águas superficiais das estações situadas na ADA oscilaram entre 0,01 mg/L (C07) e 0,036 mg/L (C06). De todos os sistemas lóticos estudados na ADA, apenas as Estações C07, C04 e C03 não possuem em sua margem cultivo de cacau cabruca. Estas Estações foram quantificadas os menores valores para níquel, na ordem citada: 0,01 mg/L; 0,017 mg/L e 0,022 mg/L. Na Campanha 2 de 2011 (período seco), apenas a Estação C05 apresentou resultado quantificável de níquel: 0,00016 mg/L Ni.

As Estações C06 e C02 (0,031 mg/L) foram as únicas que os resultados para Níquel ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05. Deve-se salientar que estas duas estações de amostragem também foram as únicas que estão situadas na Área Diretamente Afetada e que apresentaram valores superiores ao LQM para Cromo. Isso corrobora a possível influência da percolação de chorume advindo do aterro de Itariri, situado nas proximidades destas estações.

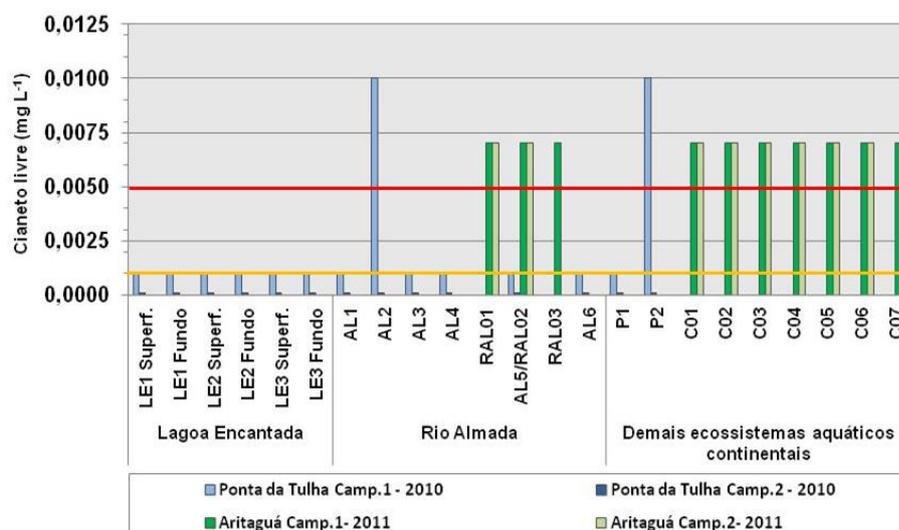
Todas as estações de amostragem da campanha complementar de 2012 dos demais ecossistemas aquáticos continentais apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do método <0,0001 mg/L Ni.

## 2.24 CIANETO LIVRE

O íon cianeto é muito tóxico para a vida animal, pois se liga fortemente aos íons metálicos na matéria viva, como por exemplo, ao ferro das proteínas que são necessárias para o oxigênio molecular utilizado pelas células. O cianeto é uma espécie muito estável e não se decompõe por si mesmo ou no meio ambiente, sendo considerado é um poluente importante da água (BAIRD, 2002).

As características ácido-base e redox da solução são muito importantes para o cianeto. O íon cianeto,  $CN^-$ , é a base conjugada do ácido fraco HCN, ácido cianídrico, que tem solubilidade limitada em água. Porém, a acidificação de soluções de cianeto resultará na emissão de gás venenoso HCN (cianeto de hidrogênio). Deste modo, a forma mais tóxica do cianeto é o cianeto livre, que inclui o ânion cianeto e o cianeto de hidrogênio, HCN, quer no estado gasoso ou aquoso.

A **Figura 2.83** mostra a representação gráfica das concentrações de cianeto livre (mg/L CN) para as estações de amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as campanhas de amostragem de 2010 e 2011.



Obs. Colunas com cores claras representam Período Chuvoso e com cores escuras o Período Seco. O Limite Máximo Estabelecido para água doce, Classe 2 (0,005 mg/L CN) e para água Salobra, Classe 1 (0,001 mg/L CN), de acordo com a Res. Conama 357/05, estão representados com linha vermelha e laranja, respectivamente. Todas as Estações da Campanha 1 e 2 de 2010 tiveram resultados abaixo do LDM, com exceção da AL2 e P2 na Campanha 1. Valores superiores de Cianeto Livre para a Campanha 1 de 2011 se devem ao elevado LQM (0,007 mg/L)

**Figura 2.83 - Cianeto Livre nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

- Campanhas 1 e 2 - 2010

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o LDM utilizado pelo laboratório responsável foi  $< 0,001$  mg/L CN e após ajustes nas curvas de calibração do método para a Campanha 2 de 2010, período seco, o LDM empregado foi  $< 0,0001$  mg/L CN.

Deve ser notada na **Figura 2.83** que as únicas estações de amostragem que ultrapassam o limite (0,001 mg/L CN) estabelecido pela Resolução Conama 357/05 foram a AL2 e P2 (ambas com 0,01 mg/L CN) no período chuvoso. Os demais resultados expressos são referentes ao LDM de cada período de amostragem estudado.

Ao analisar cianeto livre, tanto na Lagoa Encantada quanto no rio Almada foram verificados valores de 0,01 mg/L CN na segunda campanha de 2009 realizado pelo programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2009).

- Rio Almada e Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Todas as águas amostradas nas campanhas 1 e 2 de 2011 obtiveram valores abaixo do LQM dado pelo laboratório responsável:  $< 0,007$  mg/L. Valores superiores de cianeto livre quando comparados à Resolução Conama 357/05 para a Campanha 1 e 2 de 2011 se devem a este elevado LQM. Ou seja, de acordo com os dados, não é possível distinguir a existência de indícios de contaminação das águas continentais com cianetos porque o limite inferior de quantificação do método foi superior do que o limite estabelecido pela Res. Conama 357/05. Novamente, isto deveu-se aos problemas analíticos obtidos com o laboratório responsável.

## 2.25 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal recente. De acordo com a Resolução Conama 274/00, coliformes termotolerantes são: bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes.

Além de presentes em fezes humanas e de animais, os coliformes termotolerantes podem também ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica; O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacteria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais homeotérmicos e com o solo (CETESB, 2010).

O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária recente mostrou-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme “total”, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais homeotérmicos (CETESB, 2010).

De acordo com a Resolução Conama 274/00, quando o valor obtido na amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros as águas são consideradas impróprias. Deste modo, como apresentado na **Figura 2.84**, as águas doces e salobras destinadas à balneabilidade das Estações de Amostragem estudadas têm suas condições avaliadas na categoria própria. É necessário destacar que os valores apresentados estão descritos com a unidade UFC/100 mL (Unidade Formadora de Colônia por 100 mililitros).

### Coliformes Termotolerantes na Água

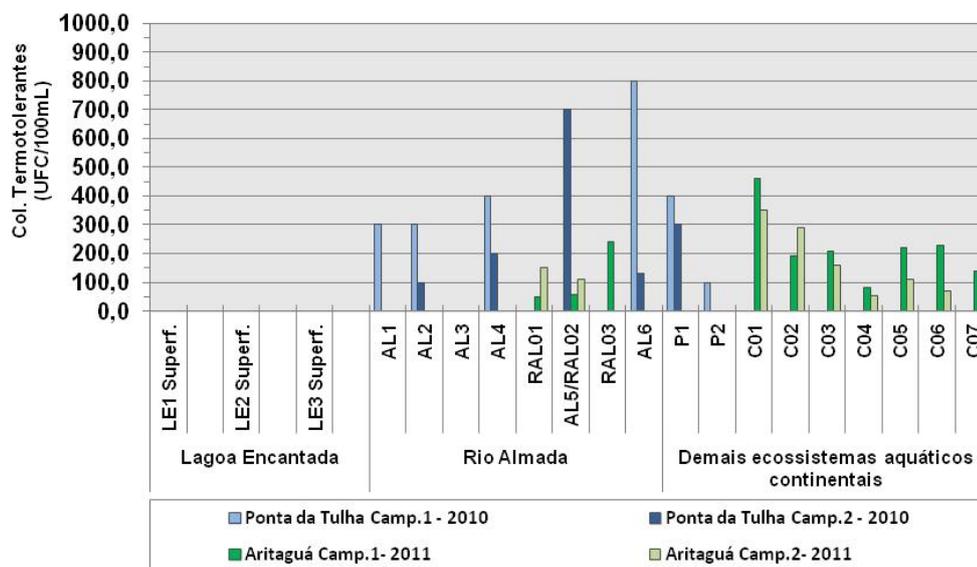


Figura 2.84 - Coliformes Termotolerantes nas Águas - Qualidade das Águas - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011

- Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

As amostras de água da lagoa Encantada tiveram como resultado a ausência de coliformes termotolerantes em ambas as campanhas de amostragem em 2010. Entretanto, resultados obtidos por REGO *et al.* (2010) para coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, indicaram que em uma estação de amostragem (denominada Ponto 1) foi apresentada condição insatisfatória, enquanto que as demais estações variaram de excelentes (P6, P4 e P2) até muito boa (P3 e P5).

- Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

No período chuvoso (campanha 1) de 2010, o valor mais elevado de coliformes termotolerantes foi observado da Estação AL6 (800 UFC/100 mL), de água salobra. Isto significa maior aporte de efluentes não tratados de origem fecal recente nesta estação, provavelmente devido à ocupação urbana desordenada na APP do rio Almada. A Resolução Conama 274/00 aplica para águas salobras, em relação ao uso de recreação de contato primário, que não deve ser excedido o limite de 2500 UFC/100 mL. A única amostra de água salobra coletada durante a primeira campanha de amostragem de 2010 foi na Estação AL6 e como verificado não excede ao limite estabelecido. Entretanto, o valor encontrado de coliformes termotolerantes na AL6 permite a classificação para água própria satisfatória. No período seco (Campanha 2) foi obtido valor de 130 UFC/100 mL (categoria própria-excelente).

Durante a campanha 1, período chuvoso, as estações AL1 e AL2 obtiveram 300 UFC/100 mL cada e a estação AL4 registrou 400 UFC/100 mL, apesar de amostradas apenas uma única vez durante a primeira campanha de amostragem, se pode classificá-las de categoria própria (muito boa) de acordo com a Resolução Conama 274/00. Os coliformes termotolerantes nas Estações AL3 e AL5 foram tidos como ausentes. Durante a campanha 2, a Estação AL5 foi a que obteve maior número de unidades formadoras de colônias por 100 mL (700 UFC/100

mL). Apesar de não ser avaliada como imprópria, a água desta estação pode estar tendo influência da localidade de Aritaguá através de seus esgotos domésticos.

De todas as estações amostradas apenas na AL3 foi detectada a ausência de coliformes termotolerantes.

- Rio Almada (Campanha 1 e 2 - 2011)

A concentração de unidades formadoras de colônia presentes nas águas superficiais do rio Almada elevaram aproximadamente 4 vezes entre a Estação RAL02 (56 UFC/100 mL), a montante, e RAL03 (240 UFC/100 mL), a jusante da Vila de Aritaguá. Isto significa maior aporte de efluentes não tratados de origem fecal recente na Estação RAL02, provavelmente oriundas da Vila de Aritaguá, esta que não possui esgotamento sanitário. A Estação RAL01 apresentou 51 UFC/100 mL.

Nas Estações RAL01 e RAL02 amostradas na Campanha 2 de 2011, as concentrações encontradas foram de 150 UFC/100 mL e 100 UFC/100 mL.

Os valores aqui apresentados estão em conformidade com a Resolução pertinente.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A amostra de água da Estação P1 apresentou 400 UFC/100 mL (categoria própria- muito boa) no período chuvoso e 300 UFC/100 mL (categoria própria - muito boa) no período seco. Deve-se associar a presença de coliformes termotolerantes nesta estação de amostragem devido à presença de domicílios em seu entorno.

A estação P2 apresentou 100 UFC/100 mL (categoria própria- excelente) no período chuvoso e ausência de coliformes termotolerantes no período seco.

As classificações indicadas foram feitas com base na Resolução Conama 274/00, sem levar em consideração conjunto de amostras.

- Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2011)

Na campanha 1 de 2011, a estação C01, que possui provavelmente uma influência direta do lixão de Ilhéus, apresentou o maior valor registrado para coliformes termotolerantes (460 UFC/100 mL) dentre todas as estações da campanha 1 de 2011. As demais estações de amostragem obtiveram valores oscilando entre 83 UFC/100 mL (C04) e 230 UFC/100 mL (C06). A estação C07, onde foi observado presença de lixo (sacos plásticos, garrafas) apresentou apenas 140 UFC/100 mL e a estação C03, a montante da Vila de Urucutuca, 210 UFC/100 mL.

A estação C01 também foi onde foi obtido um valor mais elevado de coliformes na Campanha 2 de 2011.

## 2.26 ENTEROCOCOS

Enterococos são bactérias gram-positivas, do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade

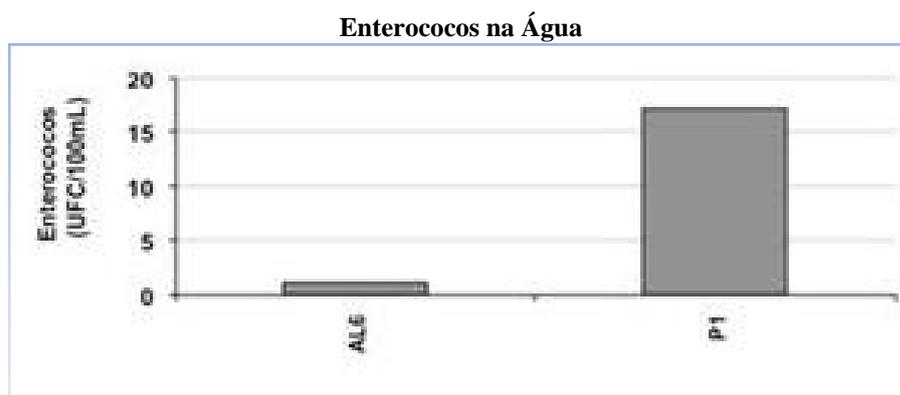
de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C (Resolução Conama 274/00).

A transmissão de infecções causadas por essas bactérias pode ser de origem endógena, alimentar ou através da água. Algumas patologias são: endocardite; infecção pélvica, intra-abdominal e urinária.

A **Figura 2.85** apresenta a quantidade de unidades formadoras de colônia de enterococos por 100 mililitros nas Estações de Amostragem AL6 e P1 que foram caracterizadas como de água salobra. Cabe salientar que este parâmetro de qualidade de água não foi aplicado às amostras da campanha 1 de 2011.

- Campanhas 1 e 2 - 2010

A partir dos resultados para enterococos (AL6:1 UFC/100 mL; e P1:17 UFC/100 mL) na Campanha 1 de 2010, estas estações podem ser classificadas como própria para balneabilidade (recreação de contato primário), pois de acordo com a Resolução Conama 357/05 estão enquadradas na categoria Excelente (máximo de 25 Enterococos por 100 mililitros). Enterococos são indicadores de qualidade de água utilizados apenas para águas salobras e salgadas de acordo com a Resolução Conama 274/00. O resultado apresentado pela Estação P1 indica a possível influência de esgoto não tratado nas águas amostradas.



**Figura 2.85 - Enterococos nas Águas Período Seco de 2010- Qualidade das Águas - Porto Sul**

## 2.27 PARÂMETROS ORGÂNICOS E HIDROCARBONETOS TOTAIS DE PETRÓLEO (TPH)

Como descrito na metodologia, por solicitação expressa do IBAMA, foram analisados de forma complementar no ano de 2012 todos os parâmetros orgânicos contidos na Resolução Conama 357/05 para água doce Classe 2 nas mesmas estações de amostragem realizadas na Campanha 2 de 2011. Deste modo, no **Quadro 2.7** estão listados os parâmetros orgânicos (52 de um total de 54 analisados) nos quais foram obtidos resultados abaixo do limite de quantificação do método, conseqüentemente, abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

A fotoxidação, adsorção em sedimentos ou em frações sólidas e baixa solubilidade em água no ambiente são as condições que provavelmente levaram a não possibilidade de quantificação dos parâmetros orgânicos apresentados no **Quadro 2.7**. A baixa probabilidade destes parâmetros serem quantificados graças a estes fatores na região de estudo foi um dos principais motivos para não análise nas campanhas anteriores.

**Quadro 2.7 - Parâmetros Orgânicos com Resultados Abaixo do Limite de Quantificação do Método - Qualidade das Águas - Porto Sul - Campanha Complementar 2012**

Acrilamida	2-Clorofenol	Endossulfan (alfa+Beta+sulfato)	Metolacoloro	2,4,5-TP
Alacoloro	Criseno	Endrin	Metoxicloro	Tributilestanho
Aldrin+Deldrin	2,4-D	Estireno	Paration	1,2,3 Triclorobenzeno
Atrazina	Dementon (Dementon-O + Dementon-S)	Etilbenzeno	PCBs - Bifenilas policloradas	1,2,4 Triclorobenzeno
Benzeno	Dibenzo (a,h)antraceno	Glifosato	Pentaclorofenol	Tricloroeteno
Benzidina	1,2-Dicloroetano	Gution	Simazina	2,4,6-Triclorofenol
Benzo(a)antraceno	1,1-Dicloroeteno	Heptacloro epóxido + Heptacloro	2,4,5-T	Trifluralina
Benzo(a)pireno	2,4-Diclorofenol	Hexaclorobenzeno	Tetracloro de carbono	Xileno
Benzo(b)fluoranteno	Diclorometano	Ideno (1,2,3-cd) pireno	Tetracloroeteno	
Carbaril	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE+p,p'DDD)	Lindano (γ-HCH)	Tolueno	
Clordano (cis+trans)	Dodecacloro pentaciclodecano	Malation	Toxafeno	

Fonte: Hydros, 2012

Apesar de terem sido obtidos evidências do uso de herbicidas (Round Up<sup>®</sup>) na plantação de Açaí na Estação extra C2R, o resultado obtido para Glifosato foi abaixo do limite de quantificação no corpo d'água amostrado situado à 1m de saco plástico exposto ao solo do referido agrotóxico.

O únicos resultados obtidos foram para detergente (substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno) na Estação C02 e Fenóis totais na Estação C06. Contudo, ambos resultados muito foram muito próximos ao limite de quantificação do método e ainda abaixo do limite máximo permitido pela Resolução Conama 357/05. Os resultados estão apresentados abaixo:

-Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno: 0,2 mg/L (LQ=<0,1 mg/L e Limite Res. Conama 357/05 Água Doce Classe 2=0,5 mg/L)

-Fenóis Totais: 0,001 mg/L (LQ=<0,001 mg/L e Limite Res. Conama 357/05 Água Doce Classe 2=0,003 mg/L).

Em relação às análises realizadas de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, com limites mínimos ou máximos não estabelecidos pela Resolução Conama 357/05, foram obtidos resultados quantificáveis nas estações C02, C03 e C07. Dentre estes, deve ser notado os dados para faixa gasolina (0,11 mg/L), faixa querosene (0,12 mg/L) e faixa óleo lubrificante (0,12 mg/L) apresentados na Estação C02. A influência destes compostos (bem como detergentes) neste trecho mais a montante amostrado do rio Itariri pode ter origem da rodovia Ilhéus-Uruçuca onde o referido rio faz travessia, de algum despejo de efluente doméstico ou de águas servidas, ou até mesmo de alguma influência desconhecida do rio do Porto neste trecho amostrado. A presença do lixão em região mais a montante da Estação C02 também pode representar influência nestes resultados, provavelmente devido à circulação de caminhões de lixo.

Os resultados das Estações C03 e C07 (0,6 e 0,5 mg/L, respectivamente) foram para a faixa de óleos lubrificantes, contudo, com valores próximos ao LQ (<0,5 mg/L). Os valores para a estação C03 podem estar relacionados a influência da Vila de Urucutuca e a estação C07 a ocupação de construções consolidadas no litoral.

Deve-se deixar evidente que TPH torna-se um parâmetro importante para as futuras amostragens por causa ao aumento da circulação de veículos na área estudada devido à instalação e operação do empreendimento Terminal Portuário - Porto Sul.

#### - Análises Estatísticas

Foram realizados dois procedimentos estatísticos para avaliar os resultados encontrados nas estações de amostragem relacionadas ao Empreendimento Porto Sul, de forma a subsidiar a compreensão do funcionamento dos ecossistemas aquáticos estudados da ADA, AII e AID: Análise dos componentes principais (*Principal Component Analysis - PCA*) e análise de agrupamentos (clusters). Os resultados das campanhas de 2010 e 2011 foram analisados separadamente, primeiramente apresentando apenas os resultados das campanhas 1 e 2 de 2010, em seguida apenas os resultados das campanhas 1 e 2 de 2011. Posteriormente, foram unidas as campanhas de 2010 e 2011.

- Campanhas 1 e 2 - 2010

#### - Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais corresponde a uma análise fatorial, que compreende em uma técnica que identifica ordenamento de casos através de variáveis correlacionadas entre si.

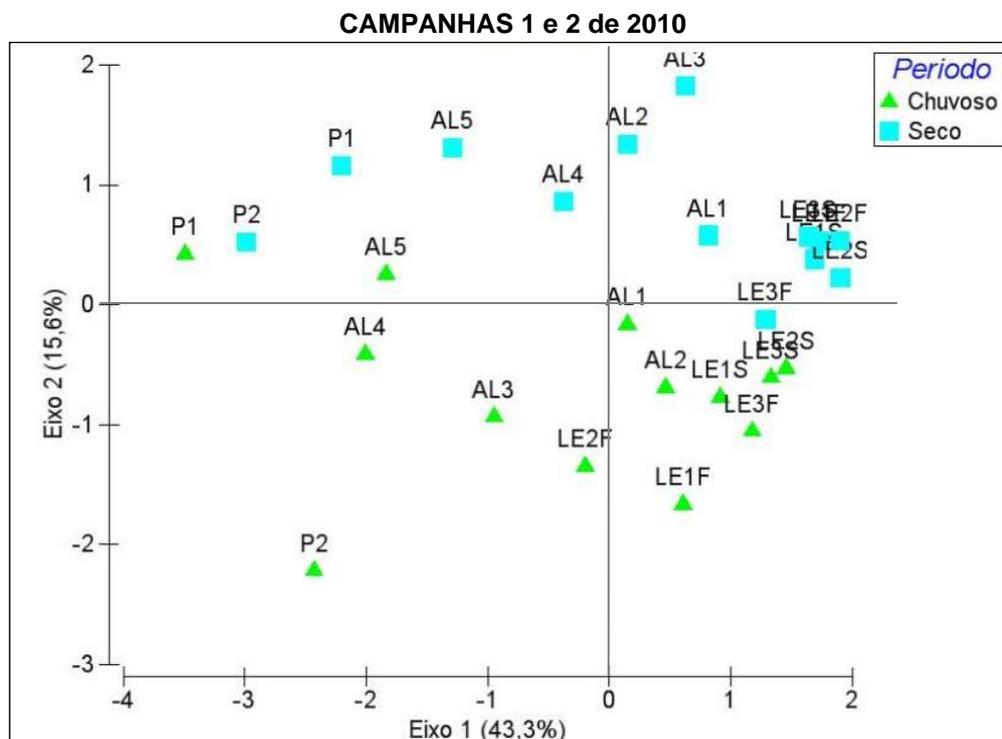
Com isso pode-se calcular um conjunto de fatores latentes, que são coeficientes representativos de cada grupo. A partir do conhecimento do objetivo do estudo, pode também ser realizada a interpretação destes coeficientes, observando o que as variáveis de cada ordenação representada possam ter em comum. A análise de componentes principais reduz o número de variáveis representando cada eixo (*bi-plot* ou *tri-plot*) uma porcentagem de todas as variáveis originais usadas.

A **Figura 2.86** mostra a representação gráfica de Análise de Componentes Principais (PCA), no qual foram utilizados 31 parâmetros de qualidade de água das Estações de Amostragem (exceto AL6) do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as duas campanhas de amostragem do ano de 2010.

Zinco total, mercúrio total e cádmio total foram removidos da PCA porque apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao Limite de Quantificação do Método - LQM ou do Limite de Detecção - LDM.

Salinidade e concentração de oxigênio dissolvido também não foram incluídas na análise visto que têm resultados equivalentes e expressam comportamento semelhante à condutividade e saturação de oxigênio, respectivamente. Por não ter sido feito a análise laboratorial em todas as Estações de Amostragem (apenas realizada em P1 e AL6) para o parâmetro de qualidade de água Enterococos, bem como os demais explicitados anteriormente, não foi utilizado para a PCA.

A Estação AL6 apresenta características muito distintas em relação aos resultados de qualidade de água, principalmente aos íons como exemplo cloreto e condutividade. Este fato foi percebido através de testes preliminares com o PCA, no qual na ordenação (não apresentada no presente texto) isolou a AL6 e aproximou as demais estações.



**Figura 2.86 - Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010**

A partir destas observações e a fim de haver maior clareza nos padrões apresentados no PCA, se decidiu retirar a estação AL6 da referida análise. Ao executar esta ação, os gradientes de ordenação das Estações de Amostragem tornaram-se evidentes, como apresentado na **Figura 2.86**. Para a PCA, todos os dados foram transformados através de Log (X+1) durante a análise a fim de evitar que os valores mais elevados de alguns parâmetros ditam a ordenação das estações em detrimento dos demais. Apesar disto, a inclusão do parâmetro de qualidade de água Coliformes Termotolerantes em teste preliminar (não apresentada no presente texto) na análise de componentes principais tendenciou a formação do ordenamento por apresentarem justamente valores elevados. Por este motivo, o referido parâmetro foi retirado para o PCA exposto.

Os dois componentes principais (dois eixos do gráfico) formados representam 58,9% de todas as variáveis de Qualidade de Água Analisadas para as Campanhas 1 e 2 de 2010. Dentre estas, DBO e magnésio são a que mais representam o Eixo 1 e Eixo 2, respectivamente. O Eixo 2 representou apenas 15,6%.

Ao analisar a saída gráfica do PCA para ambas as campanhas de amostragem um padrão claro e distinto foi notado entre as características das águas coletadas dos dois períodos (chuvoso e seco) onde se destacam na **Figura 2.86** o gradiente ao longo do Eixo 2.

Ao longo do Eixo 1, os valores de DBO, Sólidos Dissolvidos e condutividade principalmente aumentam nas Estações ordenadas em gradientes negativos e a saturação de oxigênio em gradiente positivo. Deste modo, as Estações P1 e P2 em ambas as campanhas apresentaram os maiores valores de DBO, o que justifica características parecidas entre P1 (período chuvoso) e P2 (Seco).

Nesta análise, as estações da Lagoa Encantada possuíram características semelhantes em cada período, onde para o Período Seco só a LE3 Fundo não faz parte do mesmo quadrante (Quadrante 2) das demais. Igualmente para as semelhanças no Período Chuvoso, apenas a LE2 Fundo ordenou-se em no quadrante 3, enquanto as demais permaneceram no quadrante 4.

O **Quadro 2.8** apresenta as correlações existentes de cada variável de qualidade de água analisada para cada eixo (componente principal). Os valores detalhados em amarelo permitem informar as principais correlações.

**Quadro 2.8 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco de 2010**

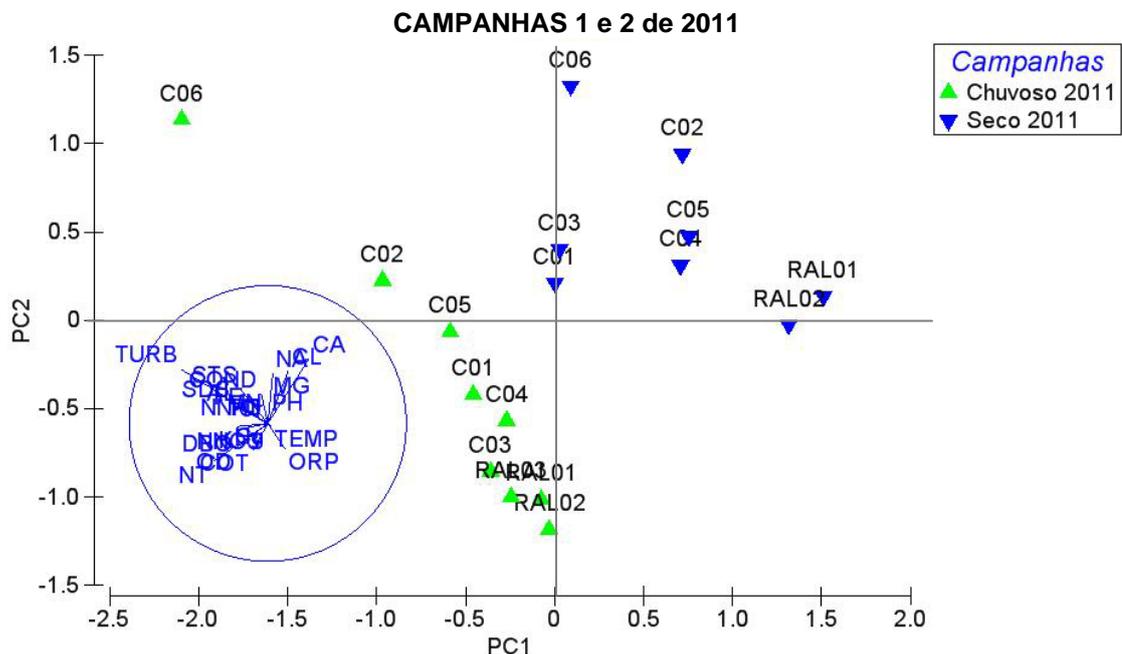
Variáveis de Qualidade de Água	Código	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	TEMP	0,02	-0,004
Oxidation Reductio Potential (ORP)	ORP	0,165	0,215
pH	PH	0,011	-0,012
Condutividade	COND	-0,331	0,058
Carbono Orgânico Dissolvido	COD	-0,178	0,128
Carbono Orgânico Particulado	COP	-0,134	-0,279
Carbono Orgânico Total	COT	-0,182	-0,021
Saturação de Oxigênio	OD	0,338	-0,016
Turbidez	TURB	-0,178	-0,263
Sólidos Totais em Suspensão	STS	-0,06	0,409
Sólidos Dissolvidos	SDS	-0,331	0,112
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	-0,448	-0,113
Clorofila <i>a</i>	CHLA	0	0
Feofitina <i>a</i>	FEOA	-0,001	0
Cloreto	CL	-0,231	0,208
Cálcio	CA	-0,432	0,021
Magnésio	MG	-0,086	0,496
Potássio	K	-0,136	-0,149
Sódio	NA	-0,192	0,151
Ferro	FE	-0,074	0,005
Manganês	MN	-0,008	-0,006
Alumínio	AL	-0,001	0,003
Cobre	Cu	-0,002	-0,001
Cromo	Cr	-0,002	-0,003
Cianeto	CN	0	-0,001
Fósforo total	PT	-0,085	-0,381
Ortofosfato	ORTOP	-0,041	-0,305
Nitrogênio total	NT	-0,042	0,04
Nitrato	NNO3	-0,037	-0,003
Amônia	NNH3	0,005	0,14

Fonte: Hydros, 2012

- Campanhas 1 e 2 - 2011
- Análise de Componentes Principais

A **Figura 2.87** demonstra a representação gráfica de Análise de Componentes Principais (PCA), no qual foram utilizados 24 parâmetros de qualidade de água das Estações de Amostragem (exceto C07) do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as duas campanhas de amostragem do ano de 2010.

O eixo 1 (PC1) representou 74,1% e o eixo 2 (PC2) apenas 7,3%, contudo ao total a análise de componentes principais representou 81,4% da variação dos dados. Cloreto é a variável que explica principalmente as variações ao longo no eixo 1 (PC1), onde valores mais negativos no gráfico (**Figura 2.87**) representam tendências mais elevadas nos valores absolutos de cloreto. O mesmo gradiente no eixo 1 é representado pelas variáveis: Sólidos Totais em Suspensão, Sólidos Dissolvidos, Magnésio e Sódio. Já sobre o eixo 2 (PC2) o cálcio é o principal componente, onde também valores negativos na representação gráfica indicam concentrações mais altas (além de turbidez). Deste modo, fica bastante evidente que estas variáveis ambientais citadas são importantes na influência sobre a qualidade da água, tanto que fazem a distinção entre o período chuvoso e seco de 2011. Ou seja, todas as variáveis citadas tem valores mais elevados no período chuvoso (Campanha 1 de 2011) do que no período seco (Campanha 2 de 2011).



**Figura 2.87 - Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

O **Quadro 2.9** apresenta as correlações existentes de cada variável de qualidade de água analisada para cada eixo (componente principal). Os valores detalhados em amarelo permitem informar as principais correlações.

**Quadro 2.9 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco de 2011**

Variáveis de Qualidade de Água	Código	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	TEMP	-0.003	0.052
pH	PH	-0.006	0.024
Condutividade	COND	-0.386	-0.061
Carbono Orgânico Total	COT	-0.112	-0.317
Saturação de Oxigênio	OD	-0.017	0.344
Turbidez	TURB	-0.006	-0.420
Sólidos Totais em Suspensão	STS	-0.385	0.323
Sólidos Dissolvidos	SDS	-0.382	-0.192
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	-0.066	-0.320
Cloreto	CL	-0.451	0.143
Cálcio	CA	-0.147	-0.508
Magnésio	MG	-0.311	0.167
Potássio	K	-0.282	-0.065
Sódio	NA	-0.372	0.002
Ferro	FE	0.018	-0.119
Manganês	MN	-0.001	-0.016
Alumínio	AL	0.002	-0.036
Cobre	Cu	0.001	-0.001
Cromo	Cr	0.000	-0.003
Fósforo Total	PT	0.008	-0.098
Nitrogênio Total	NT	0.009	-0.089
N-Nitrito	NNO3	-0.014	-0.015
N-Amoniacal	NNH3	0.021	0.101
Mercurio	Hg	0.000	0.000

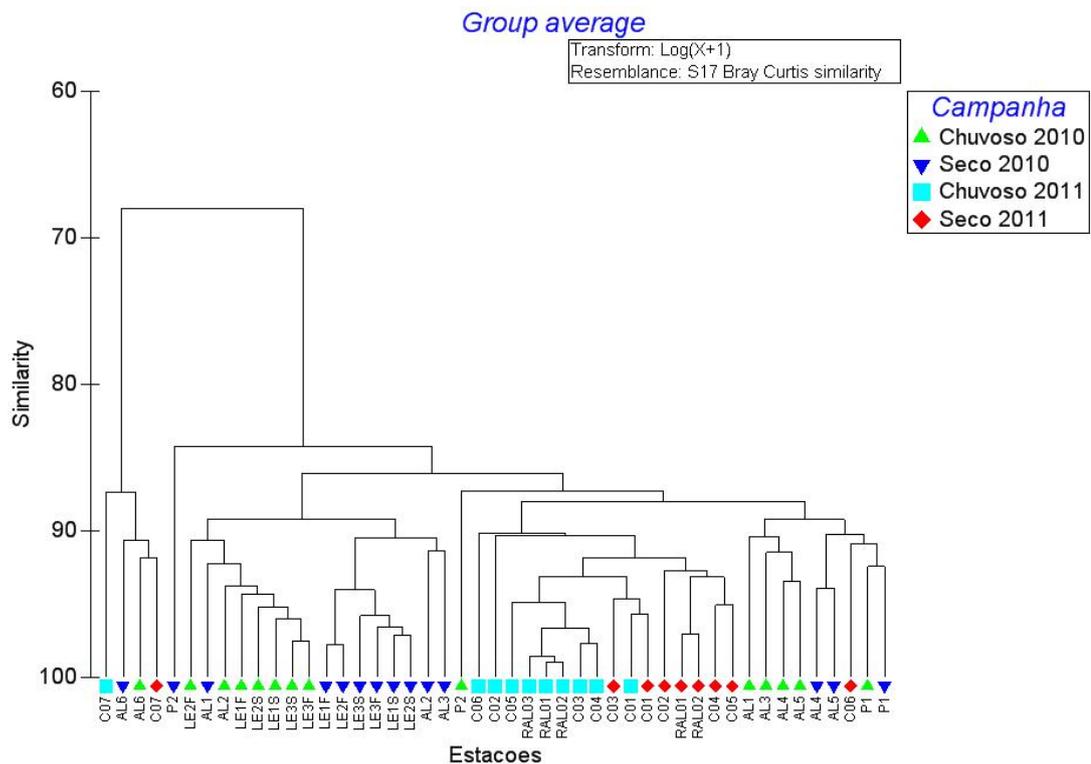
Fonte: Hydros, 2012

- Campanhas 1 e 2 - 2010 e Campanhas 1 e 2 - 2011

a) Análise de Agrupamento

A análise hierárquica de agrupamento (ou *cluster*) através do dendrograma formado (**Figura 2.88**) apresentou grupos de Estações de Amostragem já esperados. Diferentemente do PCA, foram incluídas as Estações AL6 e C07 para o *cluster*.

No dendrograma, as Estações C07, AL6 e P02 logo se separam das demais estações, provavelmente devido às condições mais estuarinas destes ambientes. Este foi um dos motivos para não utilizá-los na PCA, a seguir. A análise de agrupamento, em geral, marca uma notória similaridade entre os períodos secos e chuvosos dentro de cada ano estudo. Assim, havendo um maior distanciamento entre os anos. Um forte padrão foi observado claramente nas estações da Lagoa Encantada, onde período chuvoso e seco de 2010 foram bem demarcados.



**Figura 2.88 - Dendrograma Representando Análise de Agrupamento - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

#### b) Análise de Componentes Principais

Com a finalidade de verificar algum padrão sazonal dos resultados de qualidade de água entre os anos de 2010 e 2011 foi realizado um ordenamento PCA. A **Figura 2.89** apresenta a representação gráfica de Análise de Componentes Principais (PCA), no qual foram utilizados 25 parâmetros de qualidade de água das estações de amostragem (exceto AL6 e C07) do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as quatro campanhas de amostragem já realizadas (Campanha 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 e 2 de 2011).

Os parâmetros de qualidade de água tais como Enterococos, COP e COD foram removidos do PCA porque estas análises só foram realizadas no ano de 2010. Já a Clorofila *a*, Feofitina *a*, Cianeto Livre, Ortofosfatos não foram inseridos devido à diferença dos Limites de Quantificação e Detecção nas Campanhas de 2010 e 2011. Já os parâmetros de qualidade de água Zinco total e Cádmio total foram removidos da PCA porque apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao Limite de Quantificação do Método (LQM) ou do Limite de Detecção (LDM).

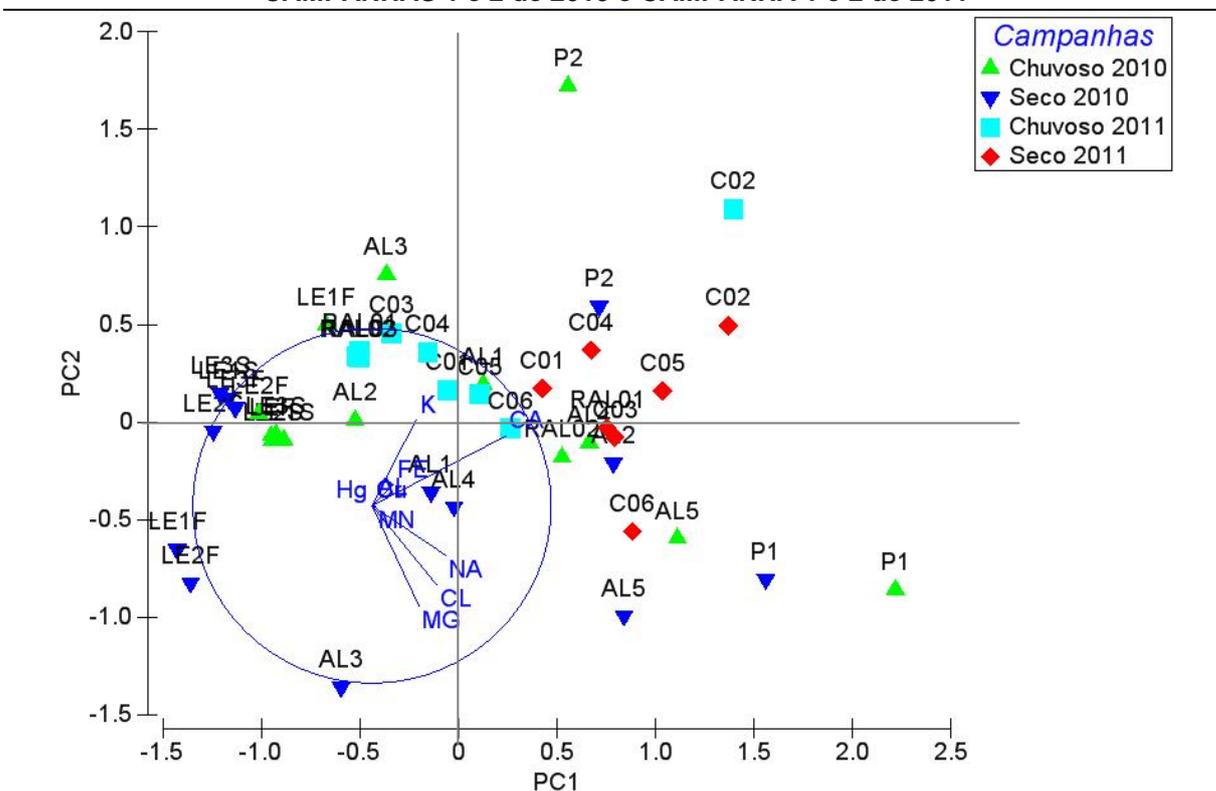
O **Quadro 2.10** apresenta as correlações existentes de cada variável de qualidade de água analisada para cada eixo (componente principal). Os valores detalhados em amarelo permitem informar as principais correlações.

**Quadro 2.10 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso**

Variáveis de Qualidade de Água	Código	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	TEMP	0,021	-0,017
Oxidation Reductio Potential (ORP)	ORP	0,125	-0,184
pH	PH	0,001	0,041
Condutividade	COND	-0,046	0,212
Carbono Orgânico Total	COT	-0,103	-0,190
Saturação de Oxigênio	OD	-0,235	-0,180
Turbidez	TURB	-0,625	0,393
Sólidos Totais em Suspensão	STS	-0,190	0,242
Sólidos Dissolvidos	SDS	-0,246	0,138
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	-0,226	-0,047
Cloreto	CL	0,148	0,380
Cálcio	CA	0,295	0,466
Magnésio	MG	0,017	0,165
Potássio	K	-0,221	-0,022
Sódio	NA	0,035	0,361
Ferro	FE	-0,147	0,083
Manganês	MN	-0,011	0,040
Alumínio	AL	-0,205	0,110
Cobre	Cu	-0,001	-0,001
Cromo	Cr	-0,004	0,001
Fósforo total	PT	-0,021	0,008
Nitrogênio total	NT	-0,391	-0,275
Nitrato	NNO3	-0,026	-0,030
Amônia	NNH3	-0,019	0,009
Mercurio	Hg	0,000	0,000

Fonte: Hydros, 2012

**CAMPANHAS 1 e 2 de 2010 e CAMPANHA 1 e 2 de 2011**



**Figura 2.89 - Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011**

Os dois componentes principais (dois eixos do gráfico) formados representam 50,2% de toda a variabilidade dos resultados de qualidade de água analisadas para as Campanhas 1 e 2 de 2010. O Eixo 1 representou 28,2% e o Eixo 2: 22%. Para o Eixo 1 a representação (negativa) se deu principalmente por Turbidez e Nitrogênio Total. Já correlacionado positivamente ao Eixo 2 estão o Cálcio, Cloreto e Sódio.

Os períodos amostrados de cada ano (2010 e 2011) distribuídos na PCA, assim como representado na análise de *Cluster* indicaram distinção da qualidade de água sob influência da precipitação, contudo, mantendo a característica de cada ambiente, como por exemplo a Lagoa Encantada (onde houve agrupamento do dados).

## 2.28 APLICAÇÕES DE ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Neste item está apresentado o Índice de Qualidade de Água (IQA) das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental para o empreendimento Porto Sul - Campanhas 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 e 2 de 2011.

- Índices de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade da Água - IQA é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de água:

- 1) Temperatura da amostra;
- 2) pH;
- 3) Oxigênio dissolvido;
- 4) Demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C);
- 5) Coliformes termotolerantes;
- 6) Nitrogênio total;
- 7) Fósforo total;
- 8) Sólidos totais; e,
- 9) Turbidez.

A metodologia do cálculo do IQA (**Anexo 1**), conforme utilização pela CETESB (2010), possui a classificação da qualidade de água determinada pelas categorias descritas a seguir:

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

O **Quadro 2.11** apresenta os resultados do IQA obtidos para o rio Almada, Lagoa Encantada e demais ecossistemas aquáticos de todas as Campanhas de Amostragem realizadas. O IQA foi calculado para as amostras superficiais e de fundo (lagoa Encantada) de água e estão mostrados na **Figura 2.90**.

Faz-se a seguinte ressalva: para os resultados abaixo do limite de detecção do método foram considerados os próprios limites como o teor encontrado, logo o IQA pode estar superestimado. Essa opção se fez a partir da adoção de critérios conservativos.

**Quadro 2.11 - Valor de IQA - Classificação da Qualidade da Água - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2011**

Estações de Amostragens	Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)	Período Seco (Campanha 2 - 2010)	Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)	Período Seco (Campanha 2 - 2011)
LE1 Superf.	85	90	-	
LE1 Fundo	79*	90	-	
LE2 Superf.	80	91	-	
LE2 Fundo	76*	92	-	
LE3 Superf.	83	86	-	
LE3 Fundo	82*	92	-	
AL1	60	94	-	
AL2	58	66	-	
AL3	74	81	-	
AL4	42	62	-	
RAL01	-	-	68	71
AL5/RAL02	70	56	65	69
RAL03	-	-	62	
AL6	49	50	-	
P1	50	58	-	
P2	49	58	-	
C01	-	-	63	66
C02	-	-	62	73
C03	-	-	65	68
C04	-	-	63	68
C05	-	-	62	66
C06	-	-	62	73
C07	-	-	64	63

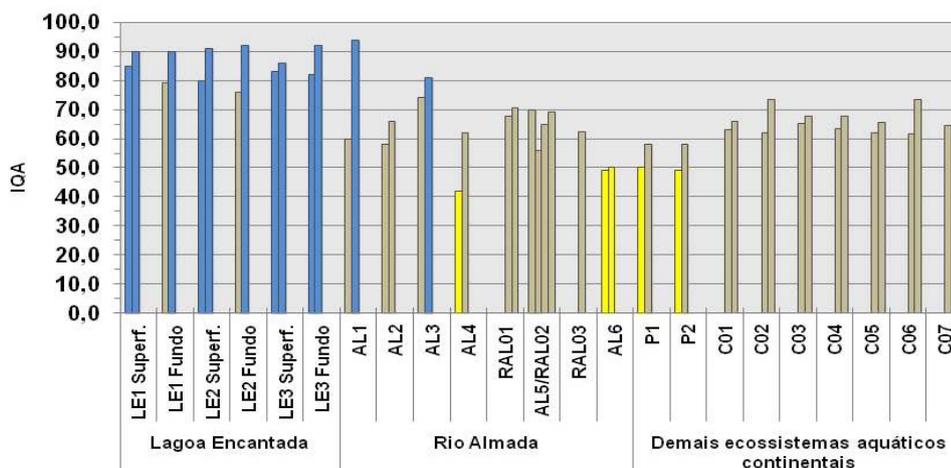
Fonte: Hydros, 2012

\* Coliformes Termotolerantes não avaliado, porém para cálculo do IQA apresentado foram considerados ausentes com base no resultado das águas superficiais das respectivas Estações.

**LEGENDA:**

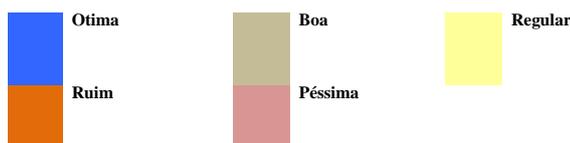
	Ótima		Boa		Regular
	Ruim		Péssima		

### Índice de Qualidade de Água



**Figura 2.90 - Representação Gráfica do Índice de Qualidade de Água Conforme Metodologia CETESB (2010) - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2011**

#### LEGENDA:



De acordo com o índice calculado sobre a campanha 1 de 2010, apenas a estação AL6 mostrou-se com a qualidade regular em ambas as campanhas de amostragem. Este resultado pode corroborar com a teoria sobre a influência antrópica neste trecho do rio Almada devido ao adensamento urbano da periferia de Ilhéus em suas margens. Contudo, a estação AL4, apenas no período chuvoso apresentou IQA na categoria regular. Esta depreciação da qualidade de água pode ter sido influenciada pela localização a montante de Sambaituba.

Os Índices de Qualidade de Água calculados para a Lagoa Encantada foram tidos como Ótimo, com exceção da Estação LE1 Fundo e LE2 Fundo, no período chuvoso (Campanha 1 de 2010). Com relação ao obtido nos demais ecossistemas aquáticos continentais, ambas as Estações entraram na categoria Regular, no período chuvoso e na categoria Boa, no período seco de 2010.

Ao longo das Campanhas 1 e 2 de 2011, as águas amostradas tanto no rio Almada quanto nos demais ecossistemas aquáticos tiveram a classificação Boa através do cálculo do IQA (CETESB, 2011). Deve-se destacar que no item clorofila *a* foi acrescentado o subitem Índice de Estado Trófico (CETESB, 2011).

- Índices de Estado Trófico (IET)

O Índice do Estado Trófico (CETESB, 2011) apresentado a seguir é composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila *a* – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

- Rios:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

onde:

**PT:** concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

**CL:** concentração de clorofila a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

**ln:** logaritmo natural.

Nas Campanhas 1 e 2 de 2011, onde os dados foram disponíveis em ambas variáveis (resultados iguais ao limite de quantificação foram considerados), o resultado apresentado nas tabelas do IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a equação:

$$\text{IET} = [ \text{IET (PT)} + \text{IET (CL)} ] / 2$$

Na interpretação dos resultados, as estações foram classificadas conforme os resultados obtidos para o IET de cada campanha e também o anual. Assim, para cada estação foram utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila, da Campanha 1 e 2 de 2011, para cálculo do IET(PT) e IET(CL) anual.

As classificações do IET para rios e reservatórios, de acordo com o método, são apresentadas no **Quadro 2.12**.

**Quadro 2.12 - Classificação do Estado Trófico para Rios Segundo Carlson Modificado**

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P ( $\text{mg.m}^{-3}$ )	Clorofila a ( $\text{mg.m}^{-3}$ )
Ultraoligotrófico	IET = 47		P = 13	CL = 0,74
Oligotrófico	47 < IET = 52		13 < P = 35	0,74 < CL = 1,31
Mesotrófico	52 < IET = 59		35 < P = 137	1,31 < CL = 2,96
Eutrófico	59 < IET = 63		137 < P = 296	2,96 < CL = 4,70
Supereutrófico	63 < IET = 67		296 < P = 640	4,70 < CL = 7,46
Hipereutrófico	IET > 67		640 < P	7,46 < CL

Fonte: CETESB, 2011

O **Quadro 2.13** apresenta os resultados obtidos de IET. A classificação (representada pela respectiva cor) está de acordo com o **Quadro 2.12**.

**Quadro 2.13 - Valor de IET Para as Estações de Amostragem de Água Superficiais – Campanha 1 e 2**

Estações de Amostragem	IET Campanha 1 de 2011	IET Campanha 2 de 2011	IET Anual (Campanha 1 e 2)
RAL01	61	62	62
RAL02	59	61	60
C01	57	57	57
C02	62	60	61
C03	59	63	61
C04	58	57	57
C05	57	60	58
C06	59	60	59
C07	62	64	63

Fonte: Hydros, 2012

De acordo com o índice de estado trófico (IET) referente aos resultados obtidos para a Campanha 1 e 2 de 2011 as estações RAL01, RAL02, C02, C03 e C07 foram classificadas como estado eutrófico e para as estações C01, C04, C05 e C06 foram classificadas como estado mesotrófico.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE QUALIDADE DAS ÁGUAS CONTINENTAIS

O presente estudo contemplou a estratégia de amostragens nos ecossistemas aquáticos continentais na área sobre influência direta e indireta do empreendimento Porto Sul durante dois períodos distintos do ano de 2010, na Campanha 1 tida como período chuvoso e na Campanha 2 como período seco. O esforço amostral realizado principalmente na ADA (próxima à Vila de Aritaguá) e AII foi executado nas Campanhas 1e 2 de 2011. No ano de 2012 foi realizada campanha complementar para análise de parâmetros orgânicos, onde também foram analisados os metais e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo.

Os fatores fundamentais que norteiam considerações a seguir são baseados na necessidade de gerar informações sobre a área que o empreendimento abrangerá. Assim foi gerado conhecimento do nível de base (ou *background*) dos parâmetros selecionados de qualidade de água e sedimento para subsidiar o processo de licenciamento do Empreendimento Porto Sul. Através disto, sendo possível analisar os parâmetros de qualidade de água e sedimento necessários para a compreensão da dinâmica dos diferentes ecossistemas aquáticos estudados em questão.

O conhecimento dos níveis atuais (anos 2010, 2011 e 2012) de metais nos ecossistemas aquáticos continentais foi importante devido aos prováveis impactos que decorrerão da atividade do empreendimento denominado Porto Sul, como transporte, armazenamento e escoamento de minérios de ferro e outros produtos com demandas de exportação. Como expostas ao longo deste estudo, as considerações finais serão discorridas a seguir de acordo com os ecossistemas aquáticos estudados e áreas de influência.

#### 3.1 LAGOA ENCANTADA

Em relação à dinâmica dos ecossistemas estudados pode-se concluir que a Lagoa Encantada possui diferentes comportamentos de estratificação vertical das massas d'águas no mesmo período em locais distintos da própria lagoa. A polimixia apresentada pode estar ligada a fatores ligados à sazonalidade, estratificação por convecção e circulação devido à influência dos ventos. Associado a isto, ainda foram observadas interações Lagoa Encantada-rio Almada e pequenos tributários da lagoa.

O índice de qualidade de água (IQA) denotou condição “Ótima” para as águas da lagoa em ambos os períodos de amostragem, com exceção das amostras de águas profundas da LE1 e LE2 no período chuvoso. As oscilações dos parâmetros de qualidade de água como apresentado indicam que os fatores ambientais que estão associados aos processos de disponibilização de nutrientes para a coluna d'água e de produtividade primária estão intimamente ligados à fonte alóctone carreada pela precipitação pluviométrica. Deste modo, torna-se importante salientar que o uso do solo da bacia do rio Almada (exemplo retirada da cobertura vegetal) pode influenciar na dinâmica e processos biogeoquímicos dos corpos d'água existentes.

Apesar do uso intenso da lagoa pela população da Vila de Areias, com atividades de lavagem de roupa, recreação de contato primário e até consumo, dentre todos os corpos d'água estudados, a lagoa Encantada apresentou maior integridade no que diz respeito à qualidade de suas águas.

### 3.2 RIO ALMADA

No presente estudo observou-se a influência das contribuições da bacia hidrográfica no próprio rio Almada. Esta influência foi acentuada durante o período chuvoso. Neste período foram obtidos os valores mais elevados de nutrientes na água como fósforo total, além de aumento da turbidez, por exemplo. O escoamento e carreamento de solos, sedimentos e outros materiais alóctones da bacia para o rio teoricamente deve ter ocorrido com uma maior precipitação e elevada turbulência ocasionada pelo fluxo laminar, dentre outros fatores.

Diferenças marcantes entre os períodos de 2010 também foram anotadas para o índice de qualidade de água, onde para algumas Estações (AL1 e AL3) houve mudança da condição “Boa” para “Ótima” e pra AL4 de “Regular” para “Boa”.

Deve-se evidenciar nesta consideração final que a origem de alguns parâmetros de qualidade de água, como o fósforo total, não pôde ser precisada, pois as fontes ao longo do rio são difusas. Além disto, há a ressalva já constatada sobre este parâmetro em relação à qualidade das análises laboratoriais realizadas em 2010. Contudo, a condição da qualidade da água depreciada tem padrão notório quando analisado o parâmetro oxigênio dissolvido, onde principalmente as Estações AL3 e AL4 mantêm concentrações muito baixas e o quanto a DBO aumenta a partir da Estação AL3 até AL6.

Ao longo do seu curso longitudinal puderam ser notados gradientes crescentes de salinidade e condutividade, influência da entrada da cunha salina. Como o rio Almada sofre influência da sua foz, manguezal e adensamento urbano em sua porção mais a jusante, a Estação AL6 apresenta valores discrepantes em muitos parâmetros de qualidade água (exemplo: condutividade, sólidos totais em suspensão, carbono orgânico total) em relação às demais Estações do rio Almada.

Foram identificadas concentrações acima do limite de detecção do método aplicado para cianeto livre em duas estações no período seco. Dentre os metais avaliados no rio Almada, o ferro dissolvido apresentou-se acima do estabelecido pela Resolução Conama 357/05 em todos os períodos, com exceção da AL6, período seco. Já o cobre dissolvido apenas mostrou-se acima da citada resolução em todas as amostras do período chuvoso. Abaixo do limites dos métodos aplicados estiveram os parâmetros: níquel total, cádmio total, mercúrio total e zinco total.

As águas coletadas das estações RAL01 (ADA), RAL02 (AID) e RAL03 (AID) apresentaram uniformidade e semelhantes resultados principalmente quanto as variáveis Ptotal, N-nitrato, níquel total, alumínio dissolvido, manganês total, sódio, potássio, magnésio. Este fato observado e corroborado pela Análise de Componentes Principais conotou um padrão quase que uniforme da água neste trecho do rio Almada no período chuvoso de 2011. Padrão este muito provavelmente provocado pelo aumento do fluxo laminar do rio, com origem das águas das chuvas e da bacia hidrográfica e de drenagem. O IQA destas três Estações foi indicado na categoria “Boa” na Campanha 1 de 2011 e também para RAL01 e RAL02 amostrados na Campanha 2 de 2011.

Este padrão quase uniforme das águas em três locais distintos espacialmente e temporalmente na amostragem do rio Almada (RAL01, RAL02 e RAL03 durante período chuvoso de 2011) poderá auxiliar na interpretação de possíveis mudanças da dinâmica do trecho em questão, sejam estas mudanças influenciadas de forma antropogênica ou natural. Isto deve ser considerado, pois o trecho do rio Almada que é representado principalmente pelas Estações

RAL01 e RAL02 após a implantação do empreendimento Terminal Portuário Porto Sul estará sujeito à influência da dinâmica de operação da mesma.

### 3.3 DEMAIS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS

Os ecossistemas considerados possuem estações de amostragem em estratégica localização, tanto para AII, tanto para a ADA.

Para os ecossistemas estudados na AII, padrão de melhora da qualidade de água para o período seco foi definido através dos índices aplicados. Para os dois sistemas aquáticos situados na AII esta tendência não foi diferente com IQA modificando de “Regular” para “Boa”. Apesar deste padrão identificado, as habitações presentes próximas à Estação P01 podem indicar despejo contínuo de águas servidas e esgotos não tratadas para o rio.

Para os ecossistemas aquáticos estudados, atenção deve ser dada aos resultados da Estação C01, que provavelmente sofre influência do “lixão” de Ilhéus. Índícios sobre esta influência foram observados através dos valores apresentados mais elevados de N-amoniaco e N-nitrito (Campanha 1 de 2011) e N-nitrito e N-nitrato (Campanha 2 de 2011). Contudo, o IQA apresentado para todas as Estações situadas nos demais ecossistemas aquáticos continentais da ADA foi qualidade “Boa” (Campanhas 1 e 2 de 2010). Apesar da Estação C01 situar-se mais próxima a uma fonte potencial de poluição foi observado principalmente na Campanha 2 de 2011, que a Estação C02 apresentou valores mais elevados de Alumínio, Ferro, Cobre dissolvido e Ortofosfatos. A interpretação mais plausível coube a influência do lixão. Ainda em relação à Estação C02, a quantificação de faixas de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo na Campanha Complementar de 2012 podem estar também relacionada ao lixão .

A Estação C07, que representa o ecossistema aquático continental onde se instalará a porção em região mais costeira do Terminal Portuário Porto Sul, apresentou ao longo do estudo em 2011 comportamentos evidentemente distintos em sua dinâmica. No período considerado seco esta Estação amostrada apresentou características redutoras em suas águas, com uma alta concentração de clorofila *a* e densidade de fitoplâncton, junto a valores de saturação de oxigênio bem elevados (indicando possível eutrofização). Contudo, o mesmo não foi observado para o período chuvoso. O importante a ser destacado desta estação é que sua dinâmica e processos parecem responder intensamente às variações ambientais (como nos períodos secos e chuvosos), até mesmo porque é um ambiente que tem manguezal e deve sofrer oscilações na qualidade da água dependendo da maré e das águas dos seus mananciais a montante, além da provável influência antrópica já instalada na região.

As Estações C03, C04, C05, C06 e C07 quando da implantação e operação do Terminal Portuário deverão ter atenção especial em relação à futuro monitoramento de qualidade de água. Primeiramente, deve ser destacada a Estação C03, foz do rio Itariri (Tiriri ou Tariri), onde é sugerido a manutenção do mesmo por se tratar de afluente do rio Almada e ser levado em consideração que as principais intervenções na ADA poderão conduzir a drenagem do empreendimento neste sentido. A Estação C04, provavelmente, estará próxima à vias de acessos e a Estação C07 poderá receber influência mais direta do transporte de minérios.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA, 2010. **Estação: PROVISÃO II Código: 53091000 Em Operação no Rio Almada.** Disponível em:  
<http://www.ana.gov.br/portalsnirh/Esta%C3%A7%C3%B5esdaANA/tabid/359/Default.aspx>

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil** - Fontes não-renováveis, energia nuclear. Parte III, Cap. 8. Disponível em:  
[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par3\\_cap8.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par3_cap8.pdf)

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Trifluralina. Acesso em 03 de fevereiro de 2012. Disponível em  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Assuntos+de+Interesse/Monografias+de+Agrotoxicos>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Acesso em 01 de fevereiro de 2012.  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/4de3260047457ce4895fdd3fbc4c6735/Consulta+P%C3%BAblica+n%C2%BA+67,+de+6+de+outubro+de+2009..pdf?MOD=AJPERES>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Acrilamida.** Acesso em 01 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/index.asp?Secao=Usuario&usersecoes=28&userassunto=173>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Alacloro.** Acesso em 01 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7126dd004745886f9218d63fbc4c6735/a06.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Atrazina.** Acesso em 01 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f0c5a38047458891922dd63fbc4c6735/a14.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Carbaril.** Acesso em 01 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0f12e900474575dd83edd73fbc4c6735/C03++Carbaril.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **2,4-D.** Acesso em 01 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/bdea3b804745780e857bd53fbc4c6735/D27++2>

4-D.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Glifosato**. Acesso em 04 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/6e400500474594899c26dc3fbc4c6735/G01.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Gution Heptacloro epóxido + Heptacloro, Hexaclorobenzeno, Ideno (1,2,3-cd)pireno, Lindano (y-HCH)**. Acesso em 07 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
[http://www.anvisa.gov.br/reblas/bio/anali/analitico\\_063.htm](http://www.anvisa.gov.br/reblas/bio/anali/analitico_063.htm)

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Malation, Metolacloro** Acessado em 08 de fevereiro de 2012. Disponível em :  
<http://portal.anvisa.gov.br/>

Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR, 2001. Toxicological profile for Benzidine Division of Toxicology/Toxicology Information Branch Atlanta, Georgia Acesso em 03 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp62.pdf>

Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR, 2002. **Metoxicloro**. Acesso em 15 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp62.pdf>

ALLOWAY, B. J., AYRES, D. C. **Chemical principles of environmental pollution**. Londres: Blackie A & P, 1994. 304 p.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B.; SILVA, R. A. A. **Um estudo observacional da relação da temperatura com o vento junto à superfície na bacia do oceano Atlântico Tropical**. *Revista Atmosfera e Água*, n.4, v.2, p.4-10, 1998.

ALVES, T.C. A. - **Caracterização geoquímica do substrato lamoso de zonas de manguezal da Baía de Aratu**, Bahia, 213f. Diss. Mestrado Geoquímica e Meio Ambiente, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2002.

APHA 1995. **Standard Methods for the Examination of Waste and Wastewater**. American Public Health Association. Washington, D.C. 874p.

AVILA-CAMPOS, M. J., 2010. **Cromo**. Disponível em:  
<http://www.icb.usp.br/~mariojac/links/cromo.html>

AWWA/APHA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington DC. 1998.

BAHIA MINERAÇÃO - BAMIN, 2009 Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Portuário Ponta da Tulha: Recursos Hídricos- Diagnostico Área Continental. 107-143 pp.

BAHIA MINERAÇÃO, Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental do Terminal Portuário da Ponta da Tulha. Elaborado pela empresa Biodinâmica Engenharia Ambiental, 1679p. il, 2009.

BAIRD, C. 2002. **Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman 622p.

BECKLEY, Lynnath E. **An experimental study on iron accumulation in the clam *Macra lilacea***. Marine Pollution Bulletin. Volume 12, Issue 4, Pages 138-139, April 1981.

BERTOLACCINI, M. A.; GUCCI, P. M. B. The Science of The Total Environment. Iron, manganese, lead, vanadium and cadmium in suspended particulate. **Atmospheric pollution in the Venice area II**. Volume 57, Pages 7-17, December 1986.

BLUMENTHAL, M. Effects of west African air humidity on Atlantic sea surface temperature. Greenhouse Effect, Sea Level, and Drought, P. Paepe, R. Fairbridge, and S. Jergersma, Eds., Kluwer, 21- 40. 1990.

BONEY, A. D. *Phytoplankton, The Institute of Biology's studies in Biology*, No.52, Edward Arnold (Publs.) Ltd., England, p. 116, 1975.

BRITO, J. M. & RANGEL, M. do C. R. Processos Avançados de Oxidação de Compostos Fenólicos em Efluentes Industriais. *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 1, 114-122, 2008.

BUCHMAN, M.F. 2008 **NOAA Screening Quick Reference Tables**, NOAA HAZMAT Report 99-1, Seattle WA, Coastal Protection and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 12p.

CARMOUZE, J. P. O metabolismo dos ecossistemas aquáticos - *Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*: Editora FAPESP. 1994. 253 p.

CARUSO, M. S. F.; ALABURDA, J. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - benzo(a)pireno: uma revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*, São Paulo, v. 67, n. 1, abr. 2008. Disponível em  
<[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-)

98552008000100001&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 jun. 2012.  
CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS DO ESTADO DA BAHIA, Programa de Monitoramento das Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia, 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **IET - Índice do Estado Trófico**. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iva\\_iet.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iet.asp) acessado em julho de 2010.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Variáveis de qualidade de Água. Acessado em 26 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#fenois>

CIOTTI A.M.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, E.; ANDRADE, L.; PARANHOS, R.; CARVALHO, W.F. Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. In: VALENTIM, J.L. (Ed.) *Características hidrobiológicas da região central da zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)*. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. P. 61-72 (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central). 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#> acessado em junho de 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#> acesso em junho de 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/agua\\_sub/arquivos/Alteracao.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/agua_sub/arquivos/Alteracao.pdf) acesso em junho de 2011.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Ficha de Informação de Produto Químico**. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha\\_completa1.asp?consulta=NAFTALENO](http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=NAFTALENO) acesso em julho de 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. 1988.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **IET - Índice do Estado Trófico**. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iva\\_iet.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iet.asp) acessado em julho de 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **IQA - Índice de Qualidade de Água**. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iva\\_iqa.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iqa.asp) acessado em julho de 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2004**. Série Relatórios, Secretaria de Estado do Meio Ambiente/ CETESB, 2v.il., 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatório de qualidade de águas interiores no Estado de São Paulo 2005**. São Paulo: Série Relatórios, Secretaria de Estado do Meio Ambiente/ CETESB, 2v.il., 2006.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo - CETESB. Óleos e Graxas. Acesso em 18 de abril de 2012. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas->

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Conama). Resolução Conama nº274/00.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Conama). Resolução nº 357/05.

CONSÓRCIO HYDROS CH2M HILL. Análise Preliminar de Risco à Saúde Humana Relatório Final. Complementação do Diagnóstico do Grau de Contaminação da Baía de Todos os Santos por Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo a partir da Análise Preliminar de Risco à Saúde Humana Associado ao Consumo de Pescado na Baía de Todos os Santos. Salvador: Governo do Estado da Bahia/ Centro de Recursos Ambientais, 2v., 2005.

CONSÓRCIO HYDROS CH2M HILL. Análise Preliminar de Risco à Saúde Humana Relatório Final. Complementação do Diagnóstico do Grau de Contaminação da Baía de Todos os Santos por Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo a partir da Análise Preliminar de Risco à Saúde Humana Associado ao Consumo de Pescado na Baía de Todos os Santos. Salvador: Governo do Estado da Bahia/ Centro de Recursos Ambientais, 2v. 2005.

CPTEC, 2011.< Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/noticias/noticia/18291>>. Acesso em 05/08/2011.

Da Silva, E. M. Espuma nas águas. Acesso em 18 de abril de 2012 Disponível em <http://www.atualizeweb.com.br/imagem/Caminhos%20do%20Di%C3%A1logo%20Maio%202006%20menor.pdf>

EBAH Capítulo 10. A química do cloro e do flúor nas águas de abastecimento público. Acesso em 27 de março de 2012. Disponível em

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE4uYAH/a-quimica-cloro-fluor-nas-aguas-abastecimento-publico#>

EÇA, G. F. 2009. Biogeoquímica de nutrientes e Clorofila-a na plataforma continental rasa entre Itacaré e Canavieiras - Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brazil. 57pp.

TECNOPRAGA. Acesso dia 4 de fevereiro de 2012. Agentes mais comuns. Disponível em: [http://www.engtrab.com.br/riscos\\_quimicos.htm](http://www.engtrab.com.br/riscos_quimicos.htm)

ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY - EPA, 2010. Disponível em: <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms58.cfm> acesso em novembro de 2010.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY US (EPA). **National Recommended Water Quality Criteria**. Office of Water/Office of Science and Technology, 2004. Disponível em: <http://www.epa.gov/ost/pc/revcom.pdf> acesso em junho de 2010

ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY - EPA, 2012. **2,4,5-T**. Disponível em: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/2-4-5-tp-silvex.cfm> acesso em março de 2012

ERASMUS, T.; STRYDOM; W.; TIPSHRAENY, O.; WATLING, R.J. Ore dust. **Marine Pollution Bulletin**. Volume 9, Issue 2, Pages 48-52, February 1978.

ESTEVES, F. 1988 **Fundamentos de Liminologia**. Ed. Guanabara.

ESTEVES, F. A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência:FINEP, 574 p. Guanabara Koogan. 906 p.

EXTOXNET, 2012. A Pesticide Information Project of Cooperative Extension Offices of Cornell University, Oregon State University, the University of Idaho, and the University of California at Davis and the Institute for Environmental Toxicology, Michigan State University. Acesso em 12 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/pips/tributyl.htm>

FALCÃO FILHO, C.A.T. Detecção da pluma sedimentar na Costa do Cacau, Bahia, Brasil em uma imagem de LANDSAT TM. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - BA, 2010.

Faust, R. A., 1992. Toxicity Summary for Silver. Oak Ridge Reservation Environmental Restoration Program. 8 p.

Fiúza, A.; Silva, A.; Cavalheiro, A. 2008. Tratamento De Um Aquífero Contaminado Com TCE Utilizando Oxidação In-Situ. Artigo em Livro de Actas de Conferência Internacional FORSTNER, U.; WITTMAN, G. **Metal Pollution in the aquatic environment**. Springer, Berlin, 1981, p. 486.

GADELHA, F. J.S.; DOMINGOS, M.S.C.; NOGUEIRA, M.F.L.; LIMA SILVA, M.L.; MACEDO, R.E.F.; SOUZA, G.C.; NESS, R.L.L. Verificação da presença de nitrito em águas de consumo humano da comunidade de várzea do cobra em Limoeiro do Norte-CE. A. Ciências Exatas e da Terra - 4. Química - 8. Química, *Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE - Julho/2005*.

GALLI, A. J. B. & MOTENZUMA, M. C., 2005. ALGUNS ASPECTOS DA UTILIZAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO NA AGRICULTURA. Editora ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005, pág 66.

GURZAU, Eugen S.; NEAGU, Corneliu; GURZAU, Anca Elena. Essential metals—case study on iron Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 56, Issue 1, Pages 190-200, September 2003.

HELLOU, J.; WARREN, W. G.; PAYNE, J. F.; BELKHODE, S.; LOBEL, P. Heavy metals and other elements in three tissues of cod, *Gadus morhua* from the Northwest Atlantic, **Marine Pollution Bulletin**, 24, 452±458, 1992.

HUEBERS, H. A. Iron Merian E. (Ed.). Ecotoxicologia do Ferro e Seus Compostos. Metals and their compounds in the environment - occurrence, analysis and biological relevance. **Weinheim: VCH**, Cap II 14p. p 745-995 *In: CRA*, 2001 112 p. , 1991.

HYDRUS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA, 2008. Monitoramento da Qualidade das Águas dos Reservatórios de Apertado, Bandeira de Melo, França, Pedras Altas, Pindobaçu, Ponto Novo e São José do Jacuípe: PR13 - Relatório Final de Monitoramento da Qualidade da Água 6 – Reservatório de Ponto Novo 181 p.

INFOAGUA - Acesso em 20 de abril de 2012. Disponível em <http://www.infoaguas.com.br/modulos/canais/descricao.php?cod=24&codcan=4>

JORDANOVA, A.; STREZOV, A.; AYRANOV, M.; PETKOV, N.; STOILOVA, T. Heavy metal assessment in algae, sediments and water from the Bulgarian Black Sea coast, **Water Science and Technology**, Vol 39, No 8, pp 207–212, 1999.

KOPCEWICZ, B. & KOPCEWICZ, M. 1998 Iron-containing atmospheric aerosols Hyperfine Interactions Volume 111, Numbers 1-4 (1998), 179-187, DOI: 10.1023/A:1012601616812

KUKI, Kacilda Naomi; OLIVA, Marco Antônio; PEREIRA, Eduardo Gusmão; COSTA, Alan Carlos; CAMBRAIA, José. Effects of simulated deposition of acid mist and iron ore particulate matter on photosynthesis and the generation of oxidative stress in Schinus terebinthifolius Raddi and Sophora tomentosa L. **Original Research Article Science of The Total Environment**, Volume 403, Issues 1-3, Pages 207-214, September 2008.

LABCONCQ.. *To Kjeldahl Nitrogen determination methods and apparatus*. Expotech USA, Houston, texas, USA, 2005. Disponível em:

<<http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/KJELDAHLguide>>.

LOURENÇO, S. de O. & MARQUES JUNIOR, A. N. 2002 **Produção Primária Marinha** in: Soares Gomes A.; Pereira R.C.. *Biologia Marinha*. Ed. Interciência Rio de Janeiro 382p.

MARIN, M. A. B.; da SILVA, R. C.; LEHMKUHL, A.; da Silva, J. B. B.; Ganzarolli, E. M.; de Queiroz, R. R. U. 2000. Sistema Automático para Determinação Sequencial de Cianeto Livre e Total Empregando Eletrodo Tubular Íon-Seleativo de Membrana Homogênea. *Química Nova* (23)1, 29p.

MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L. & FRANCO, G. B. Levantamento e Diagnóstico de Áreas Degradadas da Bacia Hidrográfica do rio Almada, Bahia. Viçosa, Minas Gerais – Brasil Outubro de 2008.

MARTIN J. H., COALE K. H., JOHNSON K. S., FITZWATER S. E., GORDON R. M., TANNER S. J., HUNTER C. N., ELROD V. A., NOWICKI J. L., COLEY T. L., BARBER R. T., LINDLEY S., WATSON A. J., VAN SCOY K., LAW C. S., LIDDICOAT M. I., LING R., STANTON T., STOCKEL J., COLLINS C., ANDERSON A., BIDIGARE R., ONDRUSEK M., LATASA M., MILLERO F. J., LEE K., YAO W., ZHANG J. Z., FRIEDERICH G., SAKAMOTO C., CHAVEZ F., BUCK K., KOLBER Z., GREENE R., FALKOWSKI P., CHISHOLM S. W., HOGE F., SWIFT R., YUNGEL J., TURNER S., NIGHTINGALE P., HATTON A., LISS P. & TINDALE N. W. **Testing the iron hypothesis in ecosystems of the equatorial Pacific Ocean**. 1994. *Nature* 371, 123-129.

MARTIN, J. H.; COALE, K. H.; JOHNSON, K. S.; FITZWATER, S.E.; GORDON, R. M.; TANNER, S. J.; HUNTER, C. N.; ELROD, V. A.; NOWICKI, J. L.; COLEY, T. L.; BARBER, R. T.; LINDLEY, S.; WATSON, A. J.; SCOY, VAN K.; LAW, C. S.; LIDDICOAT, M. I.; LING, R.; STANTON, T.; STOCKEL, J.; COLLINS, C.; ANDERSON, A.; BIDIGARE, R.; ONDRUSEK, M.; LATASA, M.; MILLERO, F. J.; LEE, K.; YAO, W.; ZHANG, J. Z.; FRIEDERICH, G.; SAKAMOTO, C.; CHAVEZ, F.; BUCK, K.; KOLBER, Z.; GREENE, R.; FALKOWSKI, P.; CHISHOLM, S. W.; HOGE, F.; SWIFT, R.; YUNGEL, J.; TURNER, S.; NIGHTINGALE, P.; HATTON, A.; LISS, P.; TINDALE, N. W. Testing the Iron Hypothesis in Ecosystems of the Equatorial Pacific Ocean. **Nature**. 371, 123 – 129, September 2002.

MARTIN, J. H.; GORDON, R. M. Northeast Pacific iron distributions in relation to phytoplankton productivity. **Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers**. Volume 35, Issue 2, Pages 177-196, February 1988.

MARTINS NETO, F. J. 2005. Estudo de Viabilidade Técnica da Implantação de Pomar de Cacau e Banana Consorciados no Município de Tucumã - PA. Boletim Técnico, Planaltina, DF, 33p.

MASSABNI, A. C. **Selênio: um elemento químico essencial à saúde**. 2002. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/16027/selenio-elemento-quimico-essencial-saude>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Convenção de Estocolmo. Acessado em 20 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/convencao-de-estocolmo>

NASSAR, C. A.G.; SALGADO, L. T.; VALENTIN, Yocie Yoneshigue; AMADO, Gilberto M. Filho. **The effect of iron-ore particles on the metal content of the brown alga *Padina gymnospora* Espírito Santo Bay, Brazil. Original Research Article Environmental Pollution**. Volume 123, Issue 2, Pages 301-305, May 2003.

NEVES, Natália Rust; OLIVA, Marco Antonio; CENTENO, Danilo da Cruz; COSTA, Alan Carlos; RIBAS, Rogério Ferreira; PEREIRA, Eduardo Gusmão. Photosynthesis and oxidative stress in the restinga plant species *Eugenia uniflora* L. exposed to simulated acid rain and iron ore dust deposition: Potential use in environmental risk assessment. ***Science of The Total Environment***, Volume 407, Issue 12, Pages 3740-3745, June 2009.

NUSH, E. A. 1980. ***Comparison of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment Determination***. Arch. Hydrobiol. Boih. Erfenb. Limnol., Stuttgart, n.14, p.37-45.

NYBAKKEN, J.W. *Marine Biology: an Ecological Approach*. 3rd Edition. 1993.462pp.

ODUM, E. P.1988. **Ecologia**. Editora Guanabara. 434p.PAOLIELLO & CHASIN, 2001

Organização Mundial da Saúde – OMS. Disponível em: <http://www.who.int/en/index.html>

PAOLIELLO, M. M. B. & CHASIN, A. A. M., 2001 Ecotoxicologia do Chumbo e seus Compostos (Cadernosde referência ambiental; v.3), 144p.

PEIXOTO, E. M. A. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Elemento Químico. N° 4, NOVEMBRO 1996.

PEREIRA, D. A. Solventes ototóxicos, efeitos do tolueno e estireno na perda auditiva. Disponível em

[http://www.ibneuro.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=51:solventes-ototoxicos-efeitos-do-tolueno-e-estireno-na-perda-auditiva&catid=3:artigos&Itemid=63](http://www.ibneuro.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=51:solventes-ototoxicos-efeitos-do-tolueno-e-estireno-na-perda-auditiva&catid=3:artigos&Itemid=63)

PETROBRAS 1994. Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil. In: Oceanografia Química. vol. III p. 254-282.

Pieniz, M.; Gobo, A. B.; Pedrollo, C.; Windmüller, C. C. Comparação da Persistência do Herbicida Trifluralina Em Lavoura de Soja Cultivada Pelos Sistemas de Plantio Convencional E Direto Acesso em março de 2012. Disponível em:

<http://www.s bq.org.br/ranteriores/23/resumos/0880-2/index.html>

PINTO-COELHO, R. M. 2000 **Fundamentos em Ecologia**. Artmed editora, 252 p.

RAVEN, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. 2001. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro:

SALGADO & MARONA, 2014. Informações Gerais e Ecotoxicológicas de Solventes Clorados Salvador: Centro de Recursos Ambientais – CRA , 2004 510 p.

REGO, N. A. C.; BARROS, S. R. & dos Santos, J. W. B., 2010. **Avaliação Espaço-Temporal da Concentração de Coliformes Termotolerantes na Lagoa Encantada, Ilhéus, Bahia, Brasil**. REDE - Revista Eletrônica do Prodema, Fortaleza, v. 4, n.1, p. 55-69, jan. ISSN 1982-5528.

SAKAI, H.; ICHIHASHI, H.; SUGANUMA, H.; TATSUKAWA, R. Heavy metal monitoring in sea turtles using eggs. **Marine Pollution Bulletin**, 30, 347±353, 1995.

SCHÄFER, A. 1984. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Porto Alegre. Ed. Da Universidade, UFRGS. 532p.

SECRETARIA ESPECIAL DE PORTOS - SEP 2010. Disponível em <http://www.portosdobrasil.gov.br/sistema-portuario-nacional>

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - SEMA & Instituto de Gestão das Águas e Clima - INGÁ (2008) **Relatório Anual do Programa Monitora - Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia**.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - SEMA & Instituto de Gestão das Águas e Clima - INGÁ (2009) **Relatório Anual do Programa Monitora - Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia**.

SHIMMA, E. M. I. **Nutrição - nosso corpo mineral**. Globo Ciência, v. 5, n. 52, p. 33-38, 1995.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Cádmio e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.6. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Chumbo e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.3. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Cobre e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.2. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Cromo e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.5. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Ferro e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.4. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do Manganês e seus Compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.7. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CRA/NEAMA, 100p., 2001. Souza (2006).

SILVA, F. L. do N.; dos Santos Jr., J. R.; Moita Neto, J. M.; da Silva, R. L. G. do N. P.; Flumignan, D. L.; de Oliveira, J. E. **Determinação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos em gasolina comercializada nos postos do estado do Piauí**. Quím. Nova, São Paulo, v. 32, n. 1, 2009. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422009000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000100011&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 12 de fevereiro de 2012.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000100011>.

SISINNO, C. L. S.; NETTO, A. D. P., do REGO, E. C. P.; LIMA G. dos S. V. Polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial solid waste: a preliminary evaluation of the potential risk of environmental and human contamination in waste disposal areas. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 19(2):671-676, mar-abr, 2003.

SOUZA C. M. de A. 2008 **Estudo da Variação da Salinidade no Curso Inferior do rio Almada, Sul da Bahia**. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em

Desenvolvimento e Meio Ambiente, subprograma Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente: UESC / PRODEMA, 106 p.

SZEFER, P.; ROKICKI, J.; FRELEK, K.; SKÓRA, K.; MALINGA, M. Bioaccumulation of selected trace elements the Baltic Sea. *The Science of The Total Environment*. Volume 220, Issue 1, Pages 19-24, September 1998.

TOLEDO JR, A.P. de; TALARICO, N.; CHINEZ, S.J & AGUDO, E.G. **Aplicação de Modelos Simplificadores para a Avaliação de Processo de Eutrofização em lagos e Reservatórios Tropicais**. 12 Cong. Brás. De Eng. San. e Amb, Anais...CETESB, p.1-34, 1983.

TUNDISI, J G. & TUNDISI T.M., 2008. **Limnologia**. Oficina de Textos, São Paulo, 631p. UNESP. Cobalto. Acesso em 27 de março de 2012 Disponível em: [http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ\\_tabela/027\\_cobalto.html](http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/027_cobalto.html)

VÁZQUEZ, G. F.; SANCHEZ, G. M.; VIRENDER, K. S. Trace metals in the oyster *Crassostrea virginica* of the Terminos lagoon, Campeche, Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 26(7): 398-399, 1993.

VIANA, J.C.C. A qualidade das águas superficiais e produtividade primária em ecossistemas aquáticos estuarino e costeiro na area de proteção ambiental Tinharé-Boipeba (Bahia-Brasil). Monografia - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2005.

VON SPERLING, M. 1996. Introdução à Qualidade das Águas e ao tratamento de Esgotos. DESA-UFMG.

WONG, M. H.; TAM, F. Y. Soil and vegetation contamination by iron-ore tailings, *Environmental Pollution* (1970). Volume 14, Issue 4, Pages 241-254, December 1977.

WURTS, W.A. & PERSCHBACHER, W. Effects of bicarbonate alkalinity and calcium on the acute toxicity of copper juvenile channel catfish (*Ictalurus punctatus* ). *Aquaculture*, v.125, p. 73-79, 1994.

ZARANYIKA, M.F.; NDAPWADZA, T. J. Uptake of Ni, Zn, Fe, Co, Cr, Pb, Cu and Cd by water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Mukuvisi and Manyame Rivers, Zimbabwe, *Environ. Sci.Health*, A30 (1): 157-169, 1995.