

# ANÁLISE AMBIENTAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA ZONA PORTUÁRIA DA CIDADE BELÉM-PARÁ-BRASIL

**Dra. Hebe Morganne Campos Ribeiro**

Professora Dra. Adjunto IV do Departamento de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará.

**Afonso Gomes de Sousa**

Professor da rede pública de ensino

**Tuani Souza Ladeira**

Aluna do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará.

**Ailson Renan Santos Picanço**

Aluno do Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará – UEPA

**Leandro Dela Flora Cruz**

Aluno do Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará – UEPA.

**Ewerton Henrique De Oliveira Falcão**

Aluno do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará – UEPA.

**Endereço: Travessa Enéas Pinheiro, 2626** - Marco – Belém – PA - CEP: 66000-000 - Brasil - Tel: (91) 3276-9863.

## 1. ABSTRACT

*In the metropolitan region of Belém, since its founding, Guajará Bay has been consolidated as an important economic, social and industrial hub. Therefore, it has an history of occupation and use of various ways, such as fishing, tourism, cargo and people transportation, such as many others socio economic activities. The unbridled use of this water resource raises concern about the environmental quality of this water, and its possible risks to the health of the population that uses it. This study aimed to characterize the Guajará Bay's water, through the Water Quality Index (WQI), created by National Sanitation Foundation (NSF). This index converts the concentration data for nine analytes into one of five water quality classes, ranging from "very bad" to "excellent". Based on the WQI values, water quality typically was in the good range. Wich means. However, it's important to make an deeper study in the area.*

**2. PALAVRAS-CHAVE:** water quality. WQI. ports.

## 3. INTRODUÇÃO

A baía do Guajará tem um histórico de degradação ambiental desde os primórdios da fundação da cidade de Belém do Pará. A capital do estado do Pará, assim como sua região metropolitana, localiza-se nas margens desta baía, e possui uma população de cerca de 2,04 milhões de pessoas (IBGE, 2010). Sendo esta uma região portuária, há intenso tráfego de embarcações dos mais variados portes, transportando passageiros e cargas (p.ex. automóveis, madeira, alimentos, mercadorias) para diversas localidades de Belém, região metropolitana e outras cidades do estado.

As atividades da área portuária são extremamente importantes para o desenvolvimento econômico local e para o escoamento da produção. Todavia, não se pode deixar de lado as questões ambientais. As atividades portuárias oferecem riscos, que devem ser previstos e precavidos, mostrando-se aí a importância de se seguir as regras determinadas pelas políticas ambientais, já que a atividade é considerada potencialmente poluidora.

A operação de manuseio, transporte e armazenagem de carga, a manutenção da infra-estrutura, o abastecimento e reparo de embarcações, máquinas, equipamentos e veículos em geral podem, quando feitos de forma inadequada gerar resíduos sólidos e líquidos, lançar efluentes em corpos d'água, poluir o ar,

a água, o solo e o subsolo, além de produzir perturbações diversas por trânsito de veículos pesados, alterações da paisagem, entre outros (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2010).

Este é um ambiente altamente utilizado pela população belenense, que muitas vezes entra em contato com esta água, chegando a utilizar a mesma para banho e atividades em suas residências. É, portanto, essencial a realização de um estudo que faça um levantamento da qualidade ambiental destas águas.

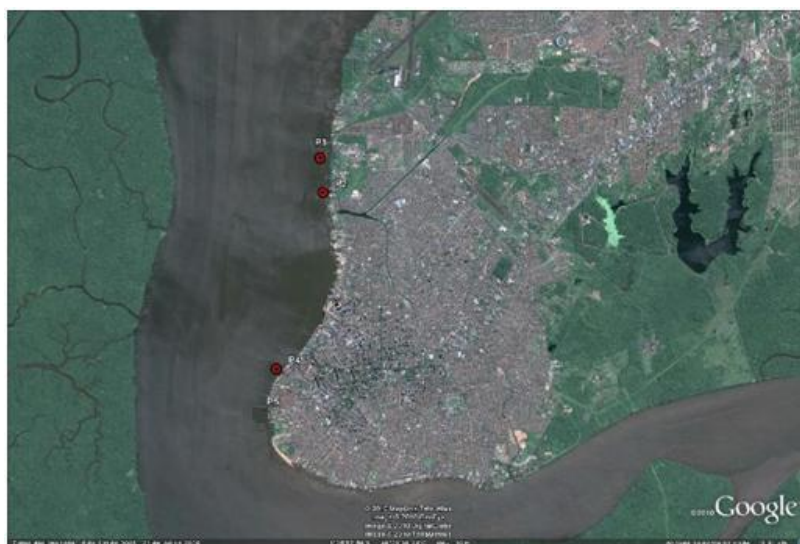
Contendo diversos componentes que podem ser oriundos do ambiente natural ou da ação antrópica, a água pode ser caracterizada lançando-se mão de uma série de variáveis indicativas de aspectos físicos, químicos e biológicos, chamados de Parâmetros de Qualidade de Água, que possuem limites estabelecidos para determinados usos. A partir do produtório ponderado de nove parâmetros determinados pela NSF como os mais significativos, obtêm-se o Índice de Qualidade das Águas.

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* (NSF). A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. A importância deste índice está centrada no fácil entendimento do resultado da qualidade ambiental da água pela comunidade leiga, visto que seu resultado coloca a água estudada em um patamar que varia de péssima a ótima, segundo o resultado obtido no produtório ponderado.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Área de estudo

O Porto de Belém está localizado à margem direita da Baía do Guajará, formada pelos rios Moju, Acará e Pará, distando aproximadamente 120km do oceano atlântico, com profundidade para acostagem de 7,95m. É responsabilidade da Companhia Docas do Pará a exploração e administração do porto supracitado. Foram escolhidos três pontos que pudessem apresentar características relevantes ao estudo da qualidade da água no ambiente estudado. Os pontos foram georreferenciados utilizando-se um GPS 72 – Garmin.



**Figura 1 – Imagem de satélite mostrando a localização dos pontos de coleta das amostras. Imagem: Google Earth, 2010.**

A figura acima mostra os pontos de coleta estabelecidos para a análise deste trabalho, na área concernente a Baía do Guajará, da zona portuária de Belém. Na tabela abaixo são apresentados os pontos georreferenciados.

Ponto	Data	Hora	Localização Geográfica
P1	01/12/2010	09:37	Lat 01°24'22,57" Long 48°29'45,68"
P2	01/12/2010	09:44	Lat 01°24'49,52" Long 48°29'43,26"
P3	01/12/2010	10:04	Lat 01°27'07,49" Long 48°30'19,72"

**Tabela 01 - Localização geográfica dos pontos**

#### 4.2. Caracterização do problema

Os efluentes e resíduos gerados na atividade portuária possuem características perigosas ou potencialmente perigosas ao meio ambiente, e são listados por (FERREIRA, 2004) como:

- Óleo lubrificante usado;
- Resíduos de combustível;
- Borra de óleo
- Água de esgoto de praça de máquinas;
- Água de lastro suja;
- Água de lavagem de tanques;
- Esgoto sanitário proveniente de navios.

Tais componentes podem ser lançados de forma inadequada e sem tratamento na água componente da Baía do Guajará, alterando suas características físico-químicas e causando, portanto, um decaimento na qualidade das águas no entorno do porto de Belém.

#### 4.3. IQA

Para o público geral, a informação dos valores de concentração dos poluentes nos corpos d'água tem pouco significado, devido às técnicas envolvidas na interpretação dos resultados. Por esse motivo, podem-se adotar, na divulgação para o público, o *Índice de Qualidade da Água (IQA)*, que retratam, através de um índice único global, a qualidade das águas em um determinado ponto (ou pontos) de monitoramento. (SPERLING, 2007)

O IQA é composto por nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, variação de temperatura, turbidez e sólidos totais), com seus respectivos pesos (w), indicados na tabela 2. Estes pesos foram determinados pelo painel de especialistas que desenvolveu o IQA-NSF, e retratam a importância relativa de cada parâmetro.

Parâmetros de Qualidade da Água	Peso (w)	Unidade
Oxigênio Dissolvido	0,17	% Saturação
Coliformes termotolerantes	0,15	NMP/100mL
pH	0,12	-

DBO5	0,1	mg/L
Nitrogênio Total	0,1	mgN/L
Fósforo Total	0,1	mgPO4/L
Variação de temperatura	0,1	°C
Turbidez	0,08	NTU
Sólidos totais	0,08	mg/L

Tabela 2: Peso dos parâmetros de qualidade de água.

O índice visa determinar a qualidade da água, o IQA (Índice de Qualidade de Água), que varia de 0 a 100 (sendo 100 uma água de excelente qualidade) e é calculado pelo produto ponderado das qualidades dos parâmetros, além do peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating", tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público. Estabeleceram-se curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro, como mostra a figura 2.

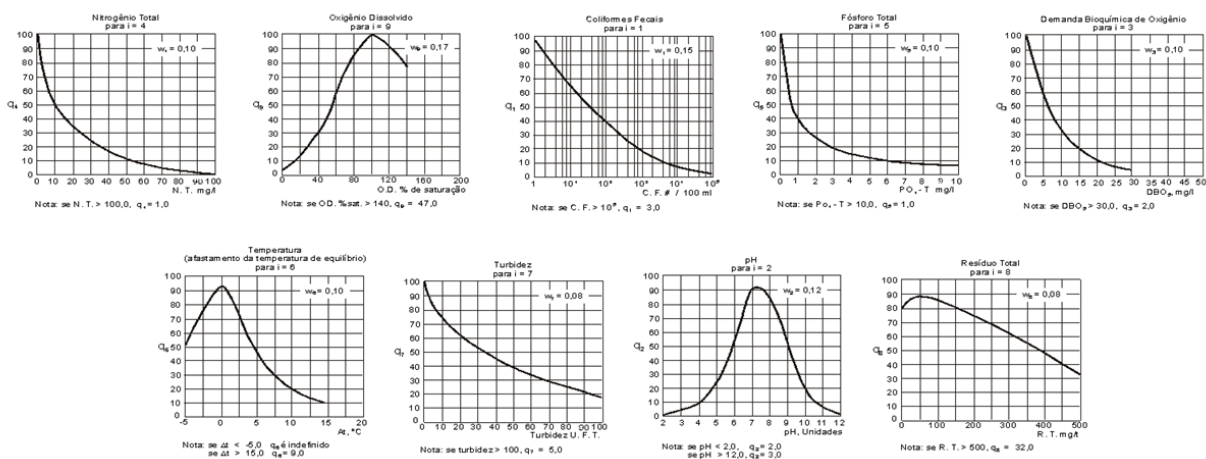


Figura 2: Curvas Médias de Variação de Qualidade de Águas – Fonte: CETESB

Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, que varia de 0 a 1, sendo o somatório dos nove pesos igual a 1.

#### 4.3.1. Cálculo do IQA

Após a quantificação dos nove parâmetros, o IQA será calculado de acordo com a fórmula abaixo, e o resultado interpretado de acordo com a adaptação feita pela CETESB do índice.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

**Figura 3: Equação do IQA (Von Sperling, 2007)**

IQA: Índice de Qualidade de Água que varia de 0 a 100;

$q_i$ : número de 0 a 100 obtido a partir da “curva média de variação de qualidade” de cada parâmetro, em função de sua quantificação;

$W_i$ : peso referente a cada parâmetro. Varia de 0 a 1, sendo o somatório dos nove pesos igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

**Figura 4: Somatório dos pesos (Von Sperling, 2007)**

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir.

<b>Categoria</b>	<b>Resultado</b>
Péssima	$IQA \leq 19$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Ótima	$79 < IQA \leq 100$

**Tabela 3: Categorias a partir do IQA.**

#### 4.3.2. Definição dos Pontos de Coleta

Foram escolhidos cinco pontos na extensão da Baía do Guajará a fim de se avaliar as influências da utilização antrópica e das pressões que o porto de Belém influi neste meio ambiente.

#### 4.3.3. Coletas e Técnicas Analíticas de Qualidade de Água

Para a coleta das amostras, realizada na superfície da água dos lagos, os procedimentos foram baseados nas recomendações e orientações da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) e do APHA/SMWW (Standard Methods For Examination of Water and Wastewater, 1998).

#### 4.3.4. Análise laboratorial das coletas

Os parâmetros investigados no estudo foram: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais.

**pH:** determinados no local, pelo método potenciométrico, utilizando-se pH-metro de campo da marca Orion, modelo 290 A<sup>+</sup>.

**Temperatura:** A medição foi realizada quando foi feita a leitura pelo eletrodo do pH-metro de campo da marca Orion, modelo 290 A<sup>+</sup>.

**Oxigênio dissolvido:** determinado pelo método potenciométrico, utilizando-se o Oxímetro da marca YSI, modelo 55.

**Turbidez:** determinada pelo método nefelométrico, utilizando-se um Turbidímetro da marca Hach, modelo 2100P.

**Coliformes termotolerantes:** foi utilizado o método da fermentação de tubos múltiplos para determinação de membros do grupo de coliformes.

**DBO:** determinado pelo método da incubação sem diluição, por 5 dias, a 20C, com determinação de O<sub>2</sub> dissolvido no primeiro e no quinto dia, pelo método de Winkler.

**Nitrogênio Total:** foi analisado em Nitrato pelo método do ácido fenol dissulfônico, com leitura em espectrofotômetro.

**Fósforo total:** Determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se o método espectrométrico.

**Sólidos totais:** Evaporou-se uma quantidade da amostra em uma cápsula previamente pesada e seca, o aumento de peso da cápsula corresponde aos resíduos totais.

## 5. DESCOBERTAS E DISCUSSÕES

A tabela quatro mostra os resultados obtidos no ponto um. O IQA obtido neste ponto, foi de 70,35, categoria considerada boa segundo a CETESB. Os resultados da análise da água para cada um dos nove parâmetros também está descrito em todas as tabelas abaixo.

Parâmetro	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi	Peso w	Nota elevada ao peso
Colif. Termotol.	NMP/mL	27	54,14	0,15	1,82
pH		6,8	87,72	0,12	1,71
DBO5	mg/L	0,04	95,15	0,1	1,58
Nitrogênio Total	mgN/L	1,286	90	0,1	1,57
Fósforo Total	mgN/L	0,35	71,84	0,1	1,53
Difer. Temperatura	°C	0	94	0,1	1,58
Turbidez	NTU	36,23	47,12	0,08	1,38
Sólidos totais	mg/L	755	32	0,08	1,32
OD	% satur	138,563	74,83	0,17	2,1

**Tabela 4: Resultados no ponto 1.**

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} = 70,35$$

**Classificação: Boa (IQA – CETESB)**

A tabela cinco apresenta os resultados obtidos para o ponto dois. O Índice de Qualidade da Água encontrado neste ponto foi 66,38. Água classificada como boa segundo a CETESB.

Parâmetro	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi	Peso w	Nota elevada ao peso
Colif. Termotol.	NMP/mL	79	42,4	0,15	1,75
pH		7	91,541	0,12	1,72
DBO <sub>5</sub>	mg/L	2,99	69,144	0,1	1,53
Nitrogênio Total	mgN/L	1,585	87,82	0,1	1,56
Fósforo Total	mgN/L	0,31	74,52	0,1	1,54
Difer. Temperatura	°C	0	94	0,1	1,58
Turbidez	NTU	31,66	50,74	0,08	1,37
Sólidos totais	mg/L	630	32	0,08	1,32
OD	% satur	71,521	77,143	0,17	2,1

**Tabela 5: Resultados no ponto 2.**

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} = 66,38$$

**Classificação: Boa (IQA – CETESB)**

A tabela seis apresenta os resultados obtidos para o ponto dois. O Índice de Qualidade da Água encontrado neste ponto foi 76,81. Água classificada como boa segundo a CETESB.

Parâmetro	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi	Peso w	Nota elevada ao peso
Colif. Termotol.	NMP/mL	34	49,46	0,15	1,8
pH		7,1	92,03	0,12	1,72
DBO <sub>5</sub>	mg/L	0,73	91,36	0,1	1,57
Nitrogênio Total	mgN/L	1,2919	90,5	0,1	1,57
Fósforo Total	mgN/L	0,18	83,95	0,1	1,56
Difer. Temperatura	°C	0	94	0,1	1,58
Turbidez	NTU	0,25	99,5	0,08	1,44
Sólidos totais	mg/L	365	50,87	0,08	1,37
OD	% satur	67,28	71,26	0,17	2,07

**Tabela 6: Resultado no ponto 3.**

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} = 76,81$$

**Classificação: Boa (IQA – CETESB)**

## 6. CONCLUSÃO

Segundo o cálculo do produtório dos resultados das análises laboratoriais dos pontos de amostragem, conclui-se que o IQA da zona portuária de Belém teve uma média aritmética simples de 71,18 dentre os pontos coletados, classificação considerada boa segundo a categorização feita pela CETESB.

É de suma importância a classificação da qualidade das águas segundo índices como o IQA, resultando em uma classificação que mostra de forma simplificada e didática o nível de poluição das águas. Apesar disso, deve-se tomar alguns cuidados com a representatividade dos resultados obtidos, uma vez que, segundo Sperling, devido ao seu caráter reducionista, em que vários parâmetros de qualidade são convertidos em uma nota ou avaliação única, os índices são bastante polêmicos, uma vez que mascaram a multiplicidade de condições que ocorrem em um curso d'água.

A boa classificação obtida das águas do entorno da zona portuária de Belém-Pa, não exige a área de um constante monitoração e de um aprofundamento das pesquisas acerca da temática exposta. Assim, é fundamental, a monitoração cíclica das águas de Belém, nos períodos de estiagem e chuvosos, para o desenvolvimento de um banco de dados com estes resultados, e para o desenvolvimento acurado de uma rede de controle de qualidade de água.

Portanto, a pesquisa desenvolvida neste artigo apresenta um caráter introdutório, para servir de base para aprofundamentos futuros. Este aprofundamento se faz necessário pelo fato das águas da baía do Guajará e Rio Guamá, abastecerem os mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belém. Além disso, há um agravante concernente ao desenvolvimento humano da cidade. Milhares de pessoas moram em condições precárias, utilizando as águas da baía para diversos fins. Logo, um controle da qualidade das águas do entorno da região metropolitana de Belém, mais do que um instrumento de controle ambiental, é uma questão de saúde pública.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Porto de Belém:** Origem. Disponível em: < [http://www.antaq.gov.br/Portal/MeioAmbiente\\_GA\\_Impactos.asp](http://www.antaq.gov.br/Portal/MeioAmbiente_GA_Impactos.asp) >. Acesso em: 15 setembro 2010.

CETESB. **Índice de qualidade das águas.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-%28iqa%29>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

FERREIRA, Elieth Miranda. **A problemática e os riscos dos resíduos de áreas portuárias.** 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Segurança do Trabalho, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2004.



IBGE. **Senso demográfico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>.

Acesso em: 8 set. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agência Nacional de Águas. **Indicadores De Qualidade -**

**Índice De Qualidade Das Águas**. Disponível em:

<<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexQA.aspx>>. Acesso em: 30 maio 2011.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte:

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

---