



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

ÍNDICE DE QUALIDADE DE UM CORPO LÊNICO RECEPTOR DE EFLUENTES TRATADOS DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

Anita Maria de Lima¹(Msc.PRH-ANP14), Manoel Reginaldo Fernandes¹(IC.PRH-ANP14),
Henio Normando de Sousa Melo¹(DEQ/UFRN), Josette Lourdes de Souza Melo¹(DEQ/UFRN)

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, *Departamento de Engenharia*
Química - DEQ / Centro de Tecnologia – CT, Av. Sen. Salgado Filho – Campus
Universitário, CEP 59.072-970 - Natal/RN - Brasil– RN, henio@eq.ufrn.br

A poluição ambiental tornou-se assunto de interesse público em todo o mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais; também as nações em desenvolvimento começam a sofrer os graves impactos da poluição. Dentro deste contexto é necessária a obtenção de dados simplificados para viabilizar ações no gerenciamento dos recursos hídricos pelas autoridades. Esses dados são obtidos através dos Índices de Qualidade de Água (IQA) nos quais estão inseridos parâmetros específicos. O objetivo deste trabalho é realizar um diagnóstico das condições ambientais da Lagoa de Baixo em Guamaré/RN, onde se localiza a unidade de produção RN/CE da PETROBRAS, contemplando os Índices de Qualidade de Água Aditivo e Multiplicativo, com vistas à caracterização ambiental. O IQA permite uma comparação espaço-temporal de pontos distribuídos num mesmo corpo aquático ou entre distintas coleções hídricas. Os valores médios obtidos para os IQA's aditivo e multiplicativo foram de 69,16 e 63,63 respectivamente, estando dentro da qualificação “boa”.

Palavras-Chave: Poluição; Índice de Qualidade; Água; Ambiental.

Abstract -Environmental pollution became a subject of public over all the world. Not just the developed countries have been affected by the environmental problems; also the developing nations start to suffer the serious pollution impacts. In this context, it is necessary the determination of simplified data to make possible actions in the hydric resources management by the authorities. These data are obtained through Water Quality Index (WQI) in which are inserted specified parameters. The goal of this work is to accomplish a diagnostic of the environmental conditions of a pond, i.e., “Lagoa de Baixo in Guamaré/RN”, where is located the production unit RN/CE of PETROBRAS, with purpose to the environmental recovery. The WQI allows a space-temporal comparison of the distributed points in the same aquatic middle or between distinct hydric collections. The average values obtained for WQI additive and multiplicative are 69,16 and 63,63, respectively, being classified as “good” quality.

Keywords: Pollution; Quality Index; Water; Environmental.

1. Introdução

A água doce representa apenas 3% do total da água existente na natureza. Os restantes 97% encontram-se nos oceanos e mares salgados. A maior parte da água doce, aproximadamente 2,3% dos 3% existentes, está congelada nas calotas polares e geleiras, ou em lençóis subterrâneos muito profundos. A evaporação e a precipitação reciclam um volume considerável de água anualmente, mas apenas uma parte desse total cai sobre os continentes. Na verdade, apenas 0,5% do volume total de água do planeta encontra-se imediatamente disponível para o homem. A água, como os demais recursos naturais da biosfera, é escassa e seu uso racional inclui a preservação de sua qualidade. A degradação desse recurso por problemas de poluição vem agravando as dificuldades para seu aproveitamento e intensificando sua escassez. (Branco et al., 1991)

A poluição do meio ambiente tornou-se assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais; também as nações em desenvolvimento começam a sofrer os graves impactos da poluição. Isso decorre de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recursos naturais até então intocáveis. Ao lado dos crescentes problemas provocados pela contaminação do meio ambiente, estão os processos de produção utilizados para extrair matérias-primas e para transformá-las numa multiplicidade de produtos para fins de consumo em escala internacional (Braile, 1979).

Dentro deste contexto é necessária a obtenção de dados simplificados para viabilizar a tomada de decisão quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos por parte dos órgãos ambientais. Esses dados podem ser conseguidos através dos Índices de Qualidade de Água nos quais estão inseridos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. O tratamento e análise dos dados para cada parâmetro resultam em árduo e demorado trabalho de avaliação de um determinado corpo d'água quanto a sua classificação para uso, sob este aspecto os índices de qualidade constituem uma ferramenta que viabiliza uma rápida avaliação das características da água em relação as suas fontes de poluição.

O objetivo geral do presente trabalho é realizar um diagnóstico das condições ambientais da Lagoa de Baixo (corpo lântico utilizado como receptor para disposição final de parte dos efluentes tratados provenientes do pólo Industrial de Guararé), com ênfase nos Índices de Qualidade de Água Aditivo e Multiplicativo, no intuito de subsidiar possíveis medidas mitigadoras a serem adotadas com vistas à recuperação e preservação ambiental.

2. Caracterização do Problema

A Lagoa de Baixo que recebe os efluentes do Pólo Industrial de Guararé-RN caracteriza-se como lagoa costeira, que são áreas de transição entre o mar e o continente e geralmente atuam como áreas de retenção de matéria.

As características estéticas dos efluentes do referido Pólo Industrial são de água oleada. As principais fontes de efluentes são o Gás Natural (UPGN) e a Estação de Tratamento de Óleo (ETO).

Os efluentes são tratados na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e a seguir enviados ao mar através do emissário, o excedente destes efluentes são eventualmente descartados na Lagoa de Baixo, onde sofrem decantação e degradação biológica. A extravasão dessa lagoa dirige-se artificialmente para outras lagoas da região e, finalmente, em tempos de precipitação elevada, desaguam nos riachos que formam os mangues de Guararé.

O Pólo Industrial de Guararé localiza-se no município de Guararé, a 38 Km de Macau e a 166 Km a noroeste de Natal, com acesso rodoviário pelas BR-406 e RN-221, ambas asfaltadas.

O município de Guararé pertence à micro-região salineira Norte-Riograndense, situado a 5º 6' de latitude e a 36º 19' de longitude, com 3m de altitude. Sua área é de 286 km², que representa 0,54 % do território estadual.

A localização do Pólo, apresentada na Figura 1, se fundamenta na proximidade dos campos de Ubarana e Agulha (campos de petróleo), de onde provém o volume principal de gás natural processado nas suas instalações.



Figura 1. Localização do pólo industrial de Guararé

O Pólo de Guamaré pertence à região identificada como Bacias Secundárias do litoral Norte. Dentre as bacias hidrológicas que compõem tal região incluem-se: rio Camurupim, Catanduba, Tomás, Pisal Sal, e os riachos Tubibau, Cabelo e Baixa Branca. A região das Bacias Secundárias do Litoral Norte foi subdividida em duas sub-zonas com características diferentes quanto à pluviometria e drenagem, quais sejam, a sub-zona de Touros e a de João Câmara.

O índice pluviométrico anual na sub-zona de João Câmara é da ordem de 400 mm, bem inferior aos 1000 mm da sub-zona de Touros. A região de influência do Pólo industrial de Guamaré pertence a sub-zona de João Câmara.

Os rios e riachos da sub-zona de João Câmara são intermitentes e temporários, pois não chegam a atingir o mar. O período de descarga nula destes rios e riachos é maior que o período em que há escoamento. O pequeno volume de água superficial é perdido por evaporação ou por infiltração no leito arenoso.

Alguns destes cursos d'água formam lagoas na sua foz. Estima-se, segundo (FIDEC,1985), que em anos úmidos o potencial hídrico superficial de escoamento seja de $4,437 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, o que é bastante reduzido considerando-se a sua extensão.

3. Aspectos Teóricos

O Índice de Qualidade de Água (IQA), fornece uma indicação relativa da qualidade da água, permitindo uma comparação espaço-temporal de pontos distribuídos num mesmo corpo aquático ou entre distintas coleções hídricas (comparação inter e intra reservatórios). Foi desenvolvido inicialmente pela National Sanitation Foundation (NSF), da cidade Ann Arbor, Michigan, EUA, em 1970, através de uma pesquisa realizada com vários profissionais de distintas especialidades, que indicou os parâmetros mais significativos, bem como seu peso relativo na composição do índice final. A pesquisa foi baseada no método Delphi, da Rand Corporation e teve como resultado curvas que exprimem a variação dos sub-índices que compõem o índice, sendo a média da opinião dos consultores (BROWN & McLELAND, 1970).

Para o cálculo do IQA foram selecionados nove parâmetros considerados os mais importantes na qualificação da água, e para cada um deles definiu-se um peso significativo da sua importância na determinação do índice. A Tabela 1 abaixo apresenta os componentes do IQA, bem como seus pesos. Pode-se verificar que o somatório dos pesos é igual a 1,00.

Tabela 1. Pesos dos parâmetros utilizados no IQA

Nº	Parâmetro	Unidade	Peso (w)
01	Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
02	Coliformes Fecais	NMP/100ml	0,15
03	PH	-	0,12
04	DBO ₅	mg O ₂ /L	0,10
05	Nitrogênio Total	mg N/L	0,10
06	Fósforo Total	mg P/L	0,10
07	Turbidez	UNT	0,08
08	Sólidos Totais	mg/L	0,08
09	Temperatura de desvio	°C	0,10

Fonte: Cetesb (1979)

As equações 1 e 2, utilizadas para determinação do IQA, estão apresentadas a seguir, sendo contemplada duas variações para este cálculo, a possibilidade aditiva, que considera todos os efeitos dos nove parâmetros, e a multiplicativa que se apresenta mais restritiva em relação a primeira.

$$IQA_A = \sum_{i=1}^9 q_i * W_i \quad (1)$$

$$IQA_M = \prod_{i=1}^9 q_i^{W_i} \quad (2)$$

Onde:

IQA = Índice de qualidade da água, representado por um número em escala contínua de 0 a 100

q_{ue} = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do i-ésimo parâmetro, um valor entre 0 e 100.

W_i = peso unitário do i-ésimo parâmetro.

Tabela 2. Classificação de águas naturais, de acordo com o IQA

Índice (IQA)	Qualidade
80 – 100	Ótima
52 – 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria para consumo humano

Fonte: GUAZELLI & OTTA (1979)

4. Metodologia

A metodologia para coleta das amostras e análise dos parâmetros será a preconizada pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 19th Edition 1995, os métodos para determinação de cada parâmetro.

Foram realizadas dez campanhas mensais para tomada de amostras. As estações de coleta foram demarcadas com o auxílio de um aparelho que utiliza o Sistema de Posicionamento Global, denominado GPS da marca Garmim, modelo GPS II plus. A Lagoa de Baixo apresenta características alongadas, em função disso as estações de coleta estão distribuídas em toda a lagoa em linhas transversais denominadas *transects*, nos quais foram definidos três pontos amostrais, alocados nas margens esquerda e direita e no centro do corpo lântico, resultando em vinte pontos de coleta. A amostragem foi realizada a 0,50m da lâmina d'água em todos os pontos demarcados, e em profundidade que variaram entre 1,50 a 3,5m de acordo com cada estação.

5. Resultados

Os valores médios obtidos para os Índices de Qualidade de Água aditivo e multiplicativo, em cada campanha, estão apresentados na Figura 2 abaixo, onde observa-se um aumento no seu valor nos meses de maio e junho, coincidindo com a época chuvosa. A partir do mês de agosto, ocorreu a interrupção do aporte dos efluentes na lagoa, propiciando um discreto aumento nos índices estudados. O valor médio global encontrado para os IQA aditivo foi de 68,22, com ponto de mínimo ocorrido em fevereiro (63,73) e máximo em setembro (74,56), os quais resultam em uma amplitude de 10,83. A mesma avaliação foi realizada para o IQA multiplicativo, cujos pontos de mínimo (58,10) e máximo (69,93) ocorreram nos mesmos meses verificados para o índice mencionado anteriormente, cuja amplitude foi de 11,83. Este comportamento está claramente evidenciado na Figura 2, abaixo.

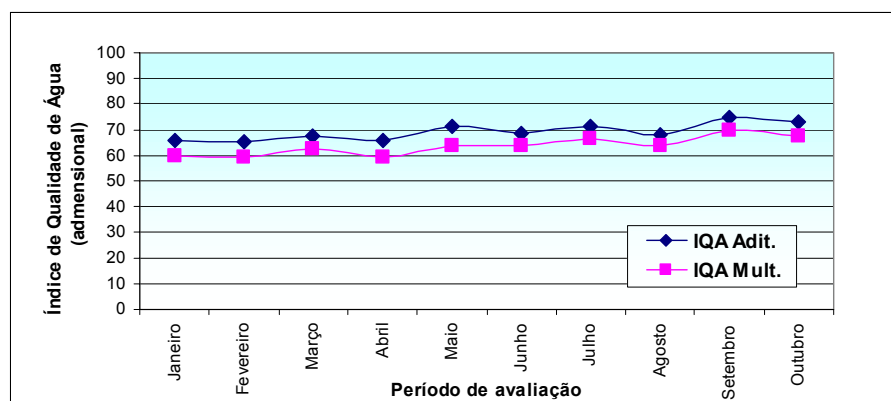


Figura 2. Avaliação dos Índices de Qualidade de Água aditivo e multiplicativo

Nas Figuras 3 e 4 estão plotadas as estações demarcadas (pontos azuis) e o comportamento dos IQA's aditivo e multiplicativo, através das isolinhas, para as amostras tomadas a 0,50m da lâmina d'água. Observar-se que há uma distribuição a partir das curvas de menor valor de IQA localizadas próximo ao ponto de descarte de efluentes. O comportamento das curvas de IQA, apresentado nas figuras citadas, indicam uma dispersão dos poluentes ao longo da lagoa, provavelmente em função dos efeitos de mistura propiciados pela ação dos ventos.

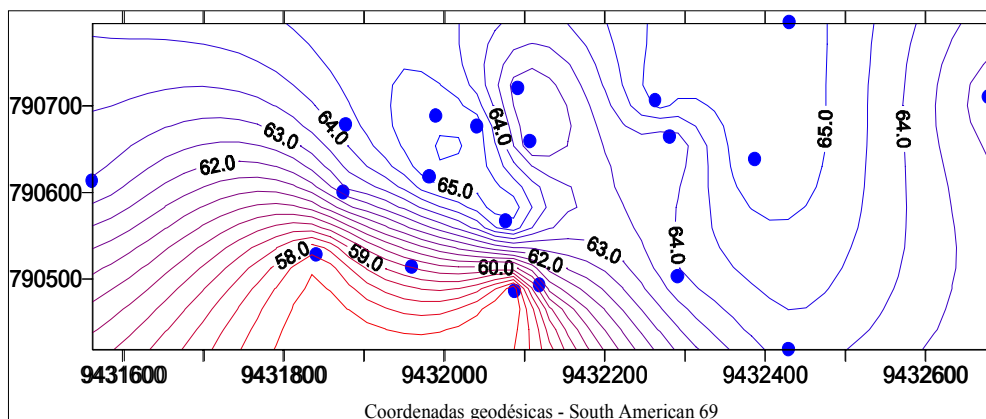


Figura 3. Distribuição das isolinhas de Índice de Qualidade de Água multiplicativo na Lagoa de Baixo

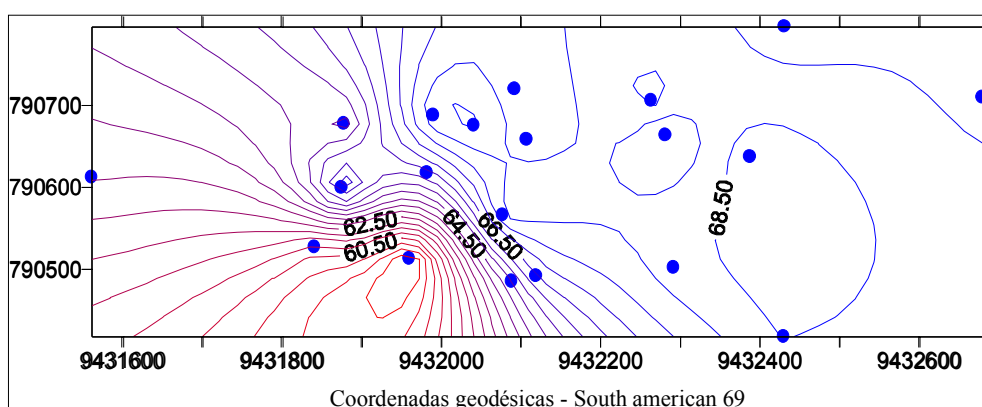


Figura 4. Distribuição das isolinhas do IQA aditivo na superfície da lagoa

As Figuras 5 e 6 apresentam a distribuição dos índices aditivo e multiplicativo, para as amostras tomadas em profundidade em oito estações localizadas na seção transversal da lagoa. Nestas figuras observa-se comportamento semelhante a distribuição dos índices calculados para as amostras tomadas em superfície (Figuras 3 e 4).

Outro aspecto que podemos identificar nas referidas figuras seria o comportamento do fundo da lagoa, onde observa-se isolinhas definidas nos pontos de maior profundidade, indicado nas regiões direita das Figuras 5 e 6. Tal comportamento nos leva a inferir que a qualidade da água melhora não só no plano superficial, como também nas regiões mais profundas da Lagoa indicando dessa maneira uma forte capacidade de depuração do corpo lântico em estudo.

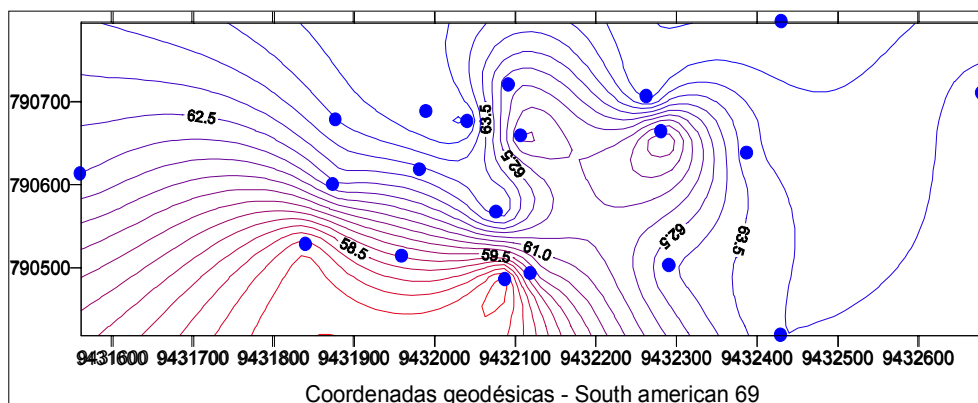


Figura 5. Distribuição das isolinhas do IQA multiplicativo no fundo da lagoa

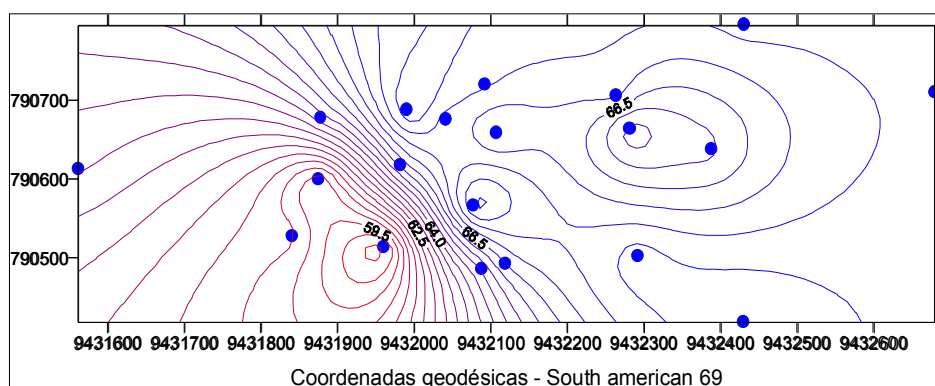


Figura 6. Distribuição das isolinhas do IQA aditivo no fundo da lagoa

6. Conclusões

Os valores médios encontrados para os Índices de Qualidade de Água, aditivo e multiplicativo foram de 69,16 e 63,63 respectivamente, estando dentro da qualificação “boa”, de acordo com a classificação em função do IQA.

O comportamento dos valores de IQA aditivo e multiplicativo em cada estação, apresentou uma dispersão, com seus valores aumentando gradativamente a partir do ponto de descarte de efluente. Contudo avaliação realizada neste estudo, indicou que o corpo lântico demonstrou um boa recuperação da qualidade das suas águas, em relação aos parâmetros analisados.

A utilização do IQA, como ferramenta para avaliação dos níveis de impacto ambiental, apresentou-se satisfatório neste estudo, indicando que este índice pode ser utilizado em conjunto com outros indicadores de poluição ambiental quando houver a necessidade de obtenção de dados mais complexos.

7. Agradecimentos

Gostaríamos de registrar nossos agradecimentos ao Laboratório de Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade, vinculado ao Departamento de Engenharia Química, pela disponibilização da estrutura que possibilitou a realização das análises e obtenção dos dados. Ao Programa de Recursos Humanos da ANP - PRH14, pela concessão de bolsa de pesquisa. Ao CTPETRO, pelo apoio financeiro, que viabilizou a compra de equipamentos necessários ao andamento da presente pesquisa e finalmente ao setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) da Unidade de Negócios e Exploração e Produção da PETROBRAS RNCE, pelo apoio logístico, disponibilizando barco e pessoal de apoio para realização das campanhas de amostragem.

8. Referências

- APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 19. ed. Washington: American Public Health Association, 1995
- BRAILE, P. M. (1979). *Manual de tratamento de águas residuárias*. São Paulo, CETESB, 1979.
- BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NOGUEIRA, V. P. Q.; PORTO, M. F. A. *Hidrologia ambiental*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991. V. 3.
- BROWN, R. M., McLELLAND, N.I., DENINGER, R. A., TAZER, R.G. A water quality index: do we dare?. National Symposium on Data and Instrumentation for Water Quality Management. Madison. Conference of Estate Sanitary Engineers. 1970.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Modelo matemático para cálculo do índice de qualidade da água (IQA)*. Relatório R.176. Contrato DAEE/CETESB, termo 49/79. CETESB, São Paulo. 96 p. 1979.
- GUAZELLI, M. R. OTTA, N. Rede de amostragem e indicadores de qualidade de água: critérios e conceituações. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 10, 1979. Anais ABES. Manaus-AM. 21 a 26/01/1979. <http://www.pologassal.rn.gov.br/localizacao.htm#1>