

## 134 - AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE UM LAGOA COSTEIRA SUBMETIDA A APORTES SAZONAIS DE EFLUENTES TRATADOS DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Anita Maria de Lima<sup>1</sup>, Josette Lourdes de S. Melo<sup>2</sup>, Henio Normando de S. Melo<sup>2</sup>.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química/Agência Nacional de Petróleo.  
R. Maxaranguape, 910, CEP 59020-160, Natal/RN, [josette@eq.ufrn.br](mailto:josette@eq.ufrn.br).

**Palavras-Chave:** Lagoa costeira, DBO, OD.

**Introdução.** A utilização dos recursos naturais como base para o desenvolvimento e manutenção dos níveis de consumo atuais, tem reflexo direto nos meios bióticos. Entre os ecossistemas mais prejudicados destaca-se o meio aquático, sendo este o mais representativo quando se refere à poluição ambiental.

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)(1).

Embora se registrem progressos no setor das técnicas de controle da poluição, para vários desses campos da indústria de extração e de transformação, ainda não se chegou, é preciso reconhecer, a métodos que propiciem um controle absoluto. É inegável, porém, a urgência de se adotar outras medidas, a fim de assegurar a não ocorrência de prejuízos irreparáveis, sob o ponto de vista do meio ambiente, mesmo nas áreas menos desenvolvidas (Braile, 1979)(1).

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo das condições ambientais de uma lagoa costeira (Lagoa de Baixo) localizada no município de Guamaré/RN, que recebia de forma intermitente, efluentes tratados originados no processo de beneficiamento de petróleo. Os parâmetros avaliados, neste estudo, foram Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD), Temperatura, pH e Turbidez.

**Metodologia.** O estudo ocorreu na região produtora de petróleo e sal do estado do Rio Grande do Norte, apresentada na Figura 1, que se localiza no município de Guamaré, 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 pertence à micro-região salineira Norte-Riograndense, situado a 5<sup>o</sup>6' de latitude e a 36<sup>o</sup>19' de longitude, com 3m de altitude. Sua área é de 286 Km<sup>2</sup>, que representa 0,54 % do território estadual.



Figura 1. Campos produtores de petróleo no Rio Grande do Norte.

O Pólo de Guamaré pertence à região identificada como Bacia Hidrográfica localizada na Faixa Litorânea Norte de escoamento difuso. 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.

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 evapotranspiração ou por infiltração no leito arenoso.

A Lagoa de Baixo, que durante algum tempo, recebeu os efluentes tratados do Pólo Industrial de Guamaré-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 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) que, de acordo com Silva (2002)<sup>(2)</sup>, consiste de um tanque de decantação, onde boa parte do óleo fica flotado e sai por gravidade; a água ainda com hidrocarbonetos é levada a um tanque, onde é adicionado um polieletrólito, e a mistura passa por um separador eletrostático. Após este tratamento, o efluente é descartado no mar através de emissários. No entanto, o excedente deste efluente tratado era lançado na lagoa (esta lagoa, tipicamente de períodos úmidos, é anterior a PETROBRAS) onde era submetido aos processos naturais de decantação e degradação biológica.

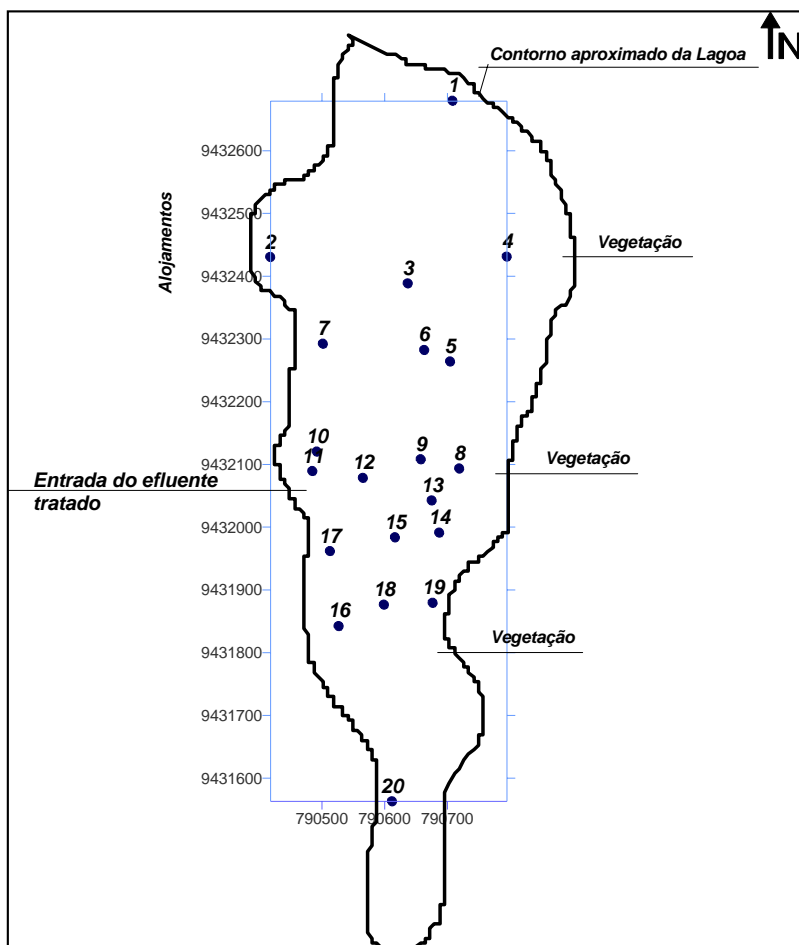
A Figura 2 é uma foto de satélite onde, pode-se visualizar a Lagoa de Baixo, o Pólo de Guamaré, o mangue e parte da região costeira do Rio Grande do Norte. Na indicação da referida figura, é possível observar as características alongadas da Lagoa.



**Figura 2.** Visualização da Lagoa de Baixo.

De acordo com Pereira (1993)<sup>(3)</sup>, quando se pretende monitorar qualidade de água, duas formas básicas de monitoramento se apresentam. Elas são conhecidas como Estações Fixas (*Fixed Stations*) e Campanhas Intensivas (*Intensive Surveys*). No presente estudo, o monitoramento foi realizado em estações fixas de coleta (Figura 3), cujas localizações foram demarcadas com o auxílio de um GPS, aparelho que utiliza o Sistema de Posicionamento Global, da marca Garmim, modelo II plus.

A existência de estações pré-fixadas com rotina de amostragem temporal caracteriza o sistema de Estações Fixas. A função deste sistema é criar uma série temporal de dados de qualidade de água, que devidamente tratada, propiciará informações para análises gerenciais tais como: tendências, impactos específicos, avaliações para projetos, caracterização de adequabilidade e enquadramento entre outras.



**Figura 3.** Visualização das estações de coleta.

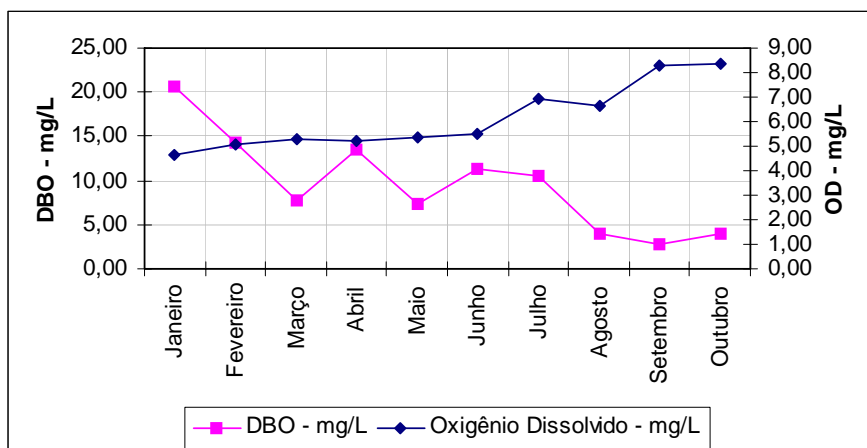
Os métodos utilizados na determinação da Temperatura, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), estão apresentados abaixo:

- A temperatura foi determinada com o auxílio de termômetro digital com haste.
- Na determinação do pH foi utilizado o método potenciométrico com o auxílio do pHmetro Digimed modelo DM2.
- A avaliação da turbidez foi efetuada com o turbidímetro HACH modelo 2100P cujo princípio de leitura baseia-se no método nefelométrico.
- Na determinação do OD foi utilizado o método de Winkler ou método modificado de azida, cujos valores de OD são obtidos mediante titulação do iodo com solução de tiosulfato de sódio, após fixação do OD na amostras com a solução alcalina de iodeto de azida, sulfato manganoso; este método está descrito no APHA *et al.* (1995)<sup>(4)</sup>.
- Nesta determinação da DBO foi utilizado o método descrito no APHA *et al.* (1995)<sup>(4)</sup>, cujo princípio consiste em medir, por titulação com tiosulfato de sódio, o OD inicial e o OD ao final de 05 dias de incubação à 20 C. A diferença entre as leituras define a DBO da amostra.
- A DQO foi determinada utilizando o método titulométrico, com refluxo fechado no processo de digestão da amostra, de acordo com o APHA *et al.* (1995)<sup>(4)</sup>.

**Resultados e Discussão.** Os resultados obtidos nas análises dos parâmetros deste estudo estão apresentados e discutidos, em pares, o que permite a avaliação temporal destes parâmetros, como também a comparação entre estes parâmetros.

Dessa maneira o primeiro par, a ser analisado, são as variações ocorridas na DBO e OD, que apresentam, obviamente, uma relação inversa. Estes parâmetros foram avaliados durante todo o período de estudo e o comportamento de seus valores médios, tomados em todas as estações nas dez campanhas realizadas, está apresentado na Figura 4. Para melhor compreensão dos dados plotados, optou-se por alocar no eixo da esquerda os valores da DBO e no eixo da direita os dados encontrados para o OD.

A DBO, que é uma indicação de degradação da matéria orgânica pelos microrganismos, apresentou, durante as dez campanhas, redução no seu valor, com valores médios iniciais de 20,6 mg/L chegando a 3,85 mg/L nas últimas amostragens.

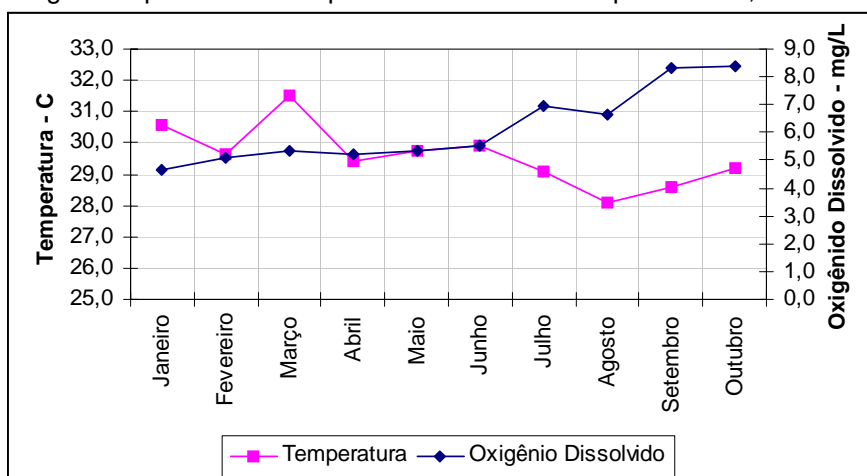


**Figura 4.** Distribuição temporal da DBO e OD.

De maneira inversa o OD, presente na Lagoa de Baixo, aumentou sendo observado valores médios nas campanhas iniciais de 4,7 mg/L, atingindo valores de 8,4 mg/L ao final do estudo. Alguns fatores podem ter influenciado essas alterações onde se pode destacar as chuvas ocorridas nos meses de março, abril e maio, o que propiciou uma diluição no corpo lântico. Outro fator que pode ser destacado é a interrupção do aporte de efluente no mês de agosto, refletindo positivamente na alteração destes parâmetros.

O segundo par de parâmetros a ser avaliado está relacionado com a Temperatura e o OD, esta relação é justificada pelo fato da Temperatura afetar diretamente a solubilidade dos gases no meio líquido. Assim sendo, a cada acréscimo na temperatura implicou na diminuição da solubilidade e, por conseguinte, na diminuição da concentração de OD.

A Figura 5 apresenta o comportamento destes dois parâmetros, durante o período de avaliação.



**Figura 5.** Distribuição temporal da Temperatura e do OD na Lagoa.

Os valores do OD permaneceram estáveis, na ordem de 5 mg/L, entre os meses de fevereiro a junho. Neste período as temperaturas das amostras oscilaram entre 31,5 °C a 29,9 °C, e a oscilação de 1,6 °C, aparentemente, não interferiu na concentração do OD. No entanto, a partir do mês de julho, foi observado aumento nos valores obtidos para o OD, coincidindo com uma discreta redução nos valores da temperatura. Os dados médios do OD, deste período, variaram entre 6,94 mg/L, em julho, a 8,36 mg/L, em outubro. Para a temperatura obteve-se valores médios na ordem de 29 °C, nos meses de julho e outubro, e de 28 °C, nos meses de agosto e setembro. Diante do que foi verificado pode-se afirmar que a redução da temperatura influenciou, de maneira positiva, na concentração do OD. Esta redução pode ser atribuída às condições climáticas da região, como também redução do aporte de efluente.

O terceiro conjunto de parâmetros relaciona a DQO e a DBO, parâmetros estes que estão indicando a capacidade de degradabilidade da matéria presente no meio aquático. Valores baixos de DBO podem, em muitos casos, levar o analista a pensar, de maneira errônea, quanto ao nível de impacto proporcionado por algumas cargas poluidoras, que podem apresentar baixo conteúdo orgânico biodegradável, mas altas concentrações de resíduos químicos de difícil degradação natural.

Na Figura 6 observa-se que, a DBO decresceu durante o período de avaliação. Por outro lado, a DQO não apresentou grandes oscilações até o mês de agosto (mês de interrupção do aporte de efluente), onde se observa aumento da DQO, apesar dos valores para DBO ser da ordem de 03 mg/L neste período (nos meses de setembro e outubro).

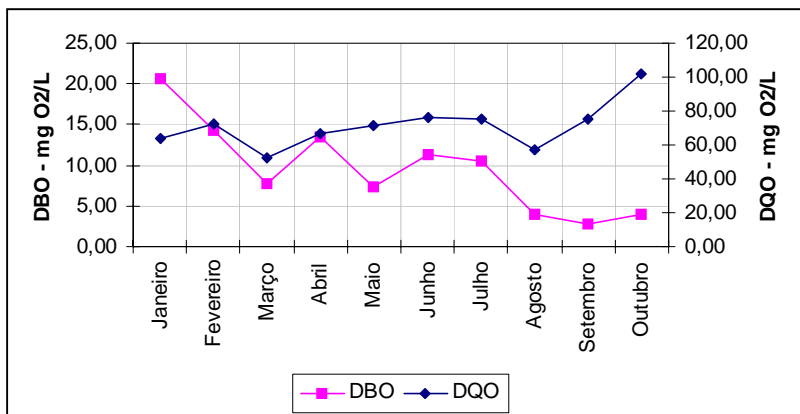


Figura 6. Distribuição temporal da DBO e da DQO na Lagoa de Baixo.

A Lagoa de Baixo, na época do monitoramento, não apresentou nenhum tributário natural, sendo este papel desempenhado pelo fluxo intermitente dos efluentes tratados do pólo de Guimarães. A interrupção deste volume de água, aliado ao período de estiagem, deu início ao processo de evaporação da lâmina d'água, propiciando, dessa forma, a concentração dos sais e das substâncias químicas presentes na coluna d'água e no sedimento. Isso implicou em um relativo aumento da DQO nos meses de setembro e outubro.

Na avaliação da turbidez no meio ambiente em estudo, optou-se por realizar comparação simultânea entre este parâmetro e a DBO e DQO. A Figura 7 apresenta a variação dos dados destes três parâmetros.

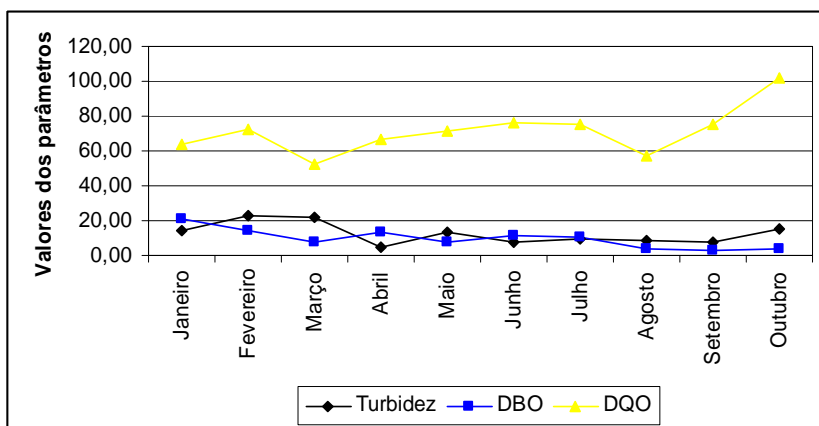


Figura 7. Distribuição temporal da Turbidez, DQO e DBO na Lagoa de Baixo.

A turbidez é a alteração da penetração da luz provocada, por exemplo, pelo plâncton, bactérias, argilas e silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino e outros, estando dessa forma relacionada com os valores de DBO e DQO. Neste estudo, foram encontrados valores médios de Turbidez de 12,46 NTU, com valores máximo e mínimo de 22,78 e 4,36 NTU. Ao se avaliar as séries temporais dos parâmetros, se observa que a turbidez apresentou maior relação com os valores da DBO, principalmente nas campanhas de abril a julho, período onde ocorria algum aporte de efluente na lagoa. Com a DQO a Turbidez apresentou pouca influência nos valores daquele parâmetro

**Conclusões.** O acompanhamento dos parâmetros demonstrou que a dinâmica de um ecossistema que sofreu algum aporte de carga poluidora tem a capacidade de suportar determinadas agressões, no entanto fatores climáticos, como escassez de chuvas que provocam redução da lâmina d'água, reduzem esta capacidade de recomposição.

Após a interrupção do aporte de efluentes, que funcionava como recarga artificial de água na lagoa, foi observada a redução considerável do seu volume. Nos primeiros meses se verificou mudança positiva quanto ao comportamento de alguns parâmetros como DBO e OD, mas a elevação das concentrações da

DQO, sinaliza que esta redução, na lâmina d'água, poderá ser prejudicial ao ecossistema apresentado anteriormente.

**Agradecimentos.** Registramos agradecimentos a UFRN pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ, a Agência Nacional de Petróleo, pela bolsa de pesquisa, ao CNPq/CTPETRO pelo apoio financeiro ao Laboratório de Engenharia Ambiental e Controle de Qualidade – LEACQ/UFRN, onde foram desenvolvidas as análises e a PETROBRAS RN/CE pelo apoio logístico na tomada de amostras.

**Bibliografia.** A palavra **Bibliografia** em Arial negrito 10, as referências em Arial normal 9.

1. BRAILE, P. M. (1979). *Manual de tratamento de águas residuárias*. São Paulo, CETESB, 1979.
2. SILVA, D.N. *Degradação fotoquímica de hidrocarbonetos de gasolina em efluentes aquosos*. 2002. Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Área de Concentração: Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias regionais, Sub área: Engenharia Ambiental, Natal/RN, Brasil.
3. PEREIRA, M. G. *Qualidade das águas dos mananciais de superfície utilizados no abastecimento da cidade do Natal: aplicação do IQA nos pontos de captação*. 1993. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
4. APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 19.ed. Washington: American Public Health Association, 1995.