

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-093 - ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA AO SEREM LANÇADOS EM UMA LAGOA COSTEIRA

Leila Rose Benevides Moura⁽¹⁾

Engenheira Química – UFRN, Mestranda em Engenharia Química na área de Engenharia Ambiental, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFRN e do Programa de Engenharia de Processo em Plantas de Petróleo e Gás Natural da ANP- PRH14.

Henio Normando de Souza Melo

Engenheiro Químico, Mestre em Química Ambiental, Doutor em Engenharia Ambiental pelo Institut National Des Sciences Appliquées, Toulouse/França, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Coordenador do PROSAB-RN – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico FINEP/CNPq/CAIXA.

Anita Maria de Lima

Técnica em Edificações pela Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte. Engenheira Química, UFRN. Mestranda em Engenharia Química pelo PPGEQ/ANP.

Andréa Karla Martins Gomes

Aluna de Engenharia Química da UFRN, do sétimo período.

Endereço⁽¹⁾: Rua Maria Quitéria, 3537, Candelária, Natal – RN, CEP: 59064-680leilabmoura@eq.ufrn.br

RESUMO

Este trabalho se dispõe a realizar o estudo do comportamento de alguns parâmetros físico-químicos presentes em um efluente petrolífero quando lançado em um corpo d'água natural. Os parâmetros em questão constituem-se na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Suspensos Totais (SST), Fixos (SSF) e Voláteis (SSV). Os efluentes têm sua origem no Pólo Industrial de Guamaré. Este Pólo localiza-se no município de Guamaré, a 166 Km a noroeste de Natal – RN, na proximidade dos campos de Ubarana e Agulha (campos de petróleo), de onde provém o volume principal de gás natural processado nas suas instalações. As principais fontes de efluentes são: a Unidade de Processamento de 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 lançados na lagoa onde sofrem o que se poderia denominar de pós-tratamento ou tratamento complementar através de decantação e degradação biológica. A extravasão dessa lagoa dirige-se naturalmente para outras lagoas da região e, finalmente, em tempos de precipitação elevada, vão desaguar nos riachos que formam os mangues de Guamaré. A Lagoa de Guamaré que recebe parte dos 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 [Moreira & Knoppers, 1990].

PALAVRAS-CHAVE: Atenuação Natural, Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Sólidos Suspensos, Efluentes Petroquímicos.

INTRODUÇÃO

A formação de grandes aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, faz com que hoje, a quase totalidade das atividades humanas sejam dependentes da disponibilidade das águas continentais. A dependência do homem moderno dos ecossistemas aquáticos é ainda mais evidente nas regiões altamente industrializadas, nas quais a demanda de água "per capita" tem-se tornado cada vez maior. Além disto, nestas regiões, grande parte dos efluentes domésticos e industriais são lançados diretamente nos corpos d'água, reduzindo ainda mais a possibilidade de utilização dos recursos hídricos. [Esteves, 1988].

Uma nova estratégia para remover ou conter contaminantes presentes em água, principalmente de derivados de petróleo, denomina-se remediação natural. Esta remediação, conhecida também como atenuação natural, consiste em processos físicos, químicos e biológicos que poderão atuar de duas maneiras distintas. A atenuação dos contaminantes poderá ser destrutiva ou não destrutiva. No primeiro caso, as substâncias nocivas ao ambiente são biodegradadas por microorganismos já existentes, ou adicionados ao local que se quer tratar, transformando-se em substâncias inócuas como, por exemplo, dióxido de carbono e água. No segundo caso, não há destruição ou transformação dos poluentes, mas a redução da concentração dos mesmos a níveis não danosos, através de processos como diluição, dispersão, adsorção e volatilização.

Este trabalho se dispõe a realizar o estudo do comportamento de alguns parâmetros físico-químicos presentes em um efluente petrolífero quando lançado em um corpo d'água natural.

Os parâmetros em questão constituem-se na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Suspensos Totais (SST), Fixos (SSF) e Voláteis (SSV).

Os efluentes têm sua origem no Pólo Industrial de Guamaré. Este Pólo localiza-se no município de Guamaré, a 166 Km a noroeste de Natal – RN, na proximidade dos campos de Ubarana e Agulha (campos de petróleo), de onde provém o volume principal de gás natural processado nas suas instalações.

As principais fontes de efluentes são: a Unidade de Processamento de 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 lançados na lagoa onde sofrem o que se poderia denominar de pós-tratamento ou tratamento complementar através de decantação e degradação biológica. A extravasão dessa lagoa dirige-se naturalmente para outras lagoas da região e, finalmente, em tempos de precipitação elevada, vão desaguar nos riachos que formam os mangues de Guamaré.

A Lagoa de Guamaré que recebe parte dos 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 [Moreira & Knoppers, 1990].

OBJETIVO

Verificar qual o grau de atenuação natural, sofrido pelos parâmetros DBO, DQO, SST, SSF E SSV presentes em efluentes da indústria do petróleo (água de produção), quando os mesmos são lançados em uma lagoa natural do tipo costeira.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada consiste em fazer coletas mensais concentradas na corrente afluyente, proveniente da ETE, e na corrente efluente da lagoa, a fim de se possibilitar o cálculo das remoções dos parâmetros estudados, bem como seus teores em comparação com as concentrações presentes na água de produção.

Os métodos de análise a serem utilizados são os preconizados pelo "*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*" (1995).

A DBO será realizada através do método Respirométrico com o auxílio de equipamentos OXITOP. A DQO será feita através de digestão em microrefluxo fechado e os Sólidos Suspensos através do método Gravimétrico. Estes métodos encontram-se explicitados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.

PARÂMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
DQO	Standard Methods, Refluxo Fechado/Titulométrico.	mg/L
DBO	Standard Methods, Respirométrico.	mg/L
SST	Standard Methods, Gravimétrico.	mg/L
SSV	Standard Methods, Gravimétrico.	mg/L
SSF	Standard Methods, Gravimétrico.	mg/L

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos correspondem a duas fases distintas. Nas tabelas 2, 3 e 4 estão resultados da fase em que estava havendo rotineiramente, o lançamento dos efluentes do Pólo Industrial na lagoa. Na tabela 1 estão apresentados os valores médios obtidos para os parâmetros presentes no referido efluente da ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) lançado na lagoa nos meses de abril, maio e junho de 2002, na qual pode ser observada uma variabilidade para os valores da DQO.

Tabela 2: Concentrações dos parâmetros no efluente lançado na lagoa.

PARÂMETROS mg/L	SAÍDA DA ETE		
	ABRIL/2002	MAIO/2002	JUNHO/2002
DQO	219,57	55,64	188,21
DBO	31,71	21,62	27,46
Sólidos Totais	1898,00	1834,00	2654,00
Sol. Fixos	1532,00	1538,00	2228,00
Sol. Voláteis	366,00	296,00	426,00

Na tabela 3, constam os valores médios dos parâmetros em estudo, das amostras tomadas diretamente na saída da lagoa, antes de sua vazão para demais corpos d'água. Observa-se redução nos resultados de DQO e DBO. Entretanto, observa-se um incremento aos parâmetros relacionados com os sólidos, em se tratando dos meses de abril e maio de 2002.

Tabela 3: Concentrações dos parâmetros na saída da lagoa.

PARÂMETROS Mg/L	SAÍDA DA LAGOA		
	ABRIL/2002	MAIO/2002	JUNHO/2002
DQO	74,30	52,58	89,66
DBO	16,27	2,84	4,87
Sólidos Totais	2111,00	1921,00	1946,00
Sol. Fixos	1685,00	1557,00	1592,00
Sol. Voláteis	426,00	364,00	351,00

Os dados apresentados na tabela 4 reforçam a constatação das remoções de DQO e DBO e também do acúmulo dos sólidos suspensos nos dois primeiros meses.

Tabela 4: Remoções com base nas tabelas 2 e 3.

PARÂMETROS mg/L	REMOÇÕES (%)		
	ABRIL/2002	MAIO/2002	JUNHO/2002
DQO	66,16	5,49	52,36
DBO	48,70	86,86	82,27
Sólidos Totais	-11,22	-4,74	26,68
Sol. Fixos	-9,99	-1,24	28,55
Sol. Voláteis	-16,39	-22,97	17,61

Após o mês de julho de 2002, o aporte de efluente na lagoa foi interrompido, iniciando dessa forma uma nova fase, cuja avaliação contempla o comportamento dos parâmetros DQO e DBO na superfície e fundo da lagoa nos pontos próximo ao antigo descarte (aporte de efluente da ETE) e saída da lagoa. Os resultados desta avaliação estão apresentados nas tabelas seguintes (tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10), onde estão resultados de coletas realizadas no ano de 2003 e janeiro de 2004. Nessas tabelas, observa-se que os resultados da DQO são superiores à fase em que era lançado na lagoa o efluente da ETE, com exceção apenas das coletas em superfície, estação denominada Entrada Superfície, a qual os valores não excedem a DQO encontrada na saída da ETE (Tabela 2). Entretanto, a DBO apresenta concentrações menores ou equivalentes aos valores obtidos na época de descarte de efluente na lagoa.

Este comportamento deve-se à redução do volume de água da lagoa, ocorrida após a interrupção do lançamento de efluentes na mesma. Este fato faz com que a matéria orgânica presente na lagoa fique menos dispersa, resultando em valores maiores de sua concentração. Em contrapartida, não ocorre o mesmo com a DBO, pelo fato desta representar a porção carbonácea do efluente, quer seja, matéria orgânica passível de biodegradação pelos microorganismos presentes na lagoa, ao contrário da DQO, que sofre acréscimo, por trata-se da parcela de material recalcitrante ou não degradável biologicamente. A sensível diferença existente entre os valores de DQO e DBO, pode ser visto numericamente através das tabelas 5 e 8, onde a DBO representa apenas 1.56 % da DQO na entrada da lagoa e 3.48 % na saída. Fica assim constatado que há, neste corpo d'água, poluentes classificados como material não biologicamente degradável, mas quimiodegradável.

Tabela 5: Concentrações de DQO nas áreas correspondentes ao lançamento de efluentes na lagoa (Entrada) e ao seu local de deságüe (Saída); resultados de três coletas.

DQO	Entrada	Entrada	Saída	Saída	Saída
(mg/L)	Fundo	Superfície	Fundo	Intermediária	Superfície
05.12.03	665,35	150,84	379,33	156,91	145,41
19.12.03	2745,55	132,33	430,37	185,34	142,15
07.01.04	1531,20	140,40	404,80	142,40	92,00
Média	1647,37	141,19	404,83	161,55	126,52

Além de coletas realizadas em porções ao longo da profundidade da lagoa, foram também realizadas coletas com o auxílio de um coletor em coluna, que permite retirada de uma porção única de amostra, ao longo de uma extensão vertical do ponto de amostragem, coletando inclusive o material sedimentado no leito da lagoa. Na tabela 6 estão os resultados da DQO, na entrada e saída da lagoa, para as amostras coletadas em coluna. Pode-se observar como estes valores são superiores aos mostrados na tabela 5. Este fato se deve, exatamente, à porção de DQO presente na forma de sedimentos decantados no fundo da lagoa.

Tabela 6: Concentrações de DQO na Entrada e Saída da lagoa. Coletas em Coluna.

DQO (mg/L)	Entrada Coluna	Saída Coluna
05.12.03	3977,10	1915,85
19.12.03	4985,34	3653,40
07.01.04	7257,60	5568,00
Média	5406,68	3712,42

Na tabela 7 estão as remoções de DQO calculadas com base nas tabelas 5 e 6. Estas remoções são para o fundo e superfície da lagoa, bem como para a lagoa como um todo, comparando-se entrada e saída em toda sua extensão vertical, através das coletas em coluna.

Tabela 7: Remoções calculadas com os dados das tabelas 5 e 6.

REMOÇÕES (%)	Fundo	Superfície	Coletas em Coluna
DQO	Lagoa	Lagoa	Remoção da Lagoa
05.12.03	42.99	3.60	51.83
19.12.03	84.32	-7.42	26.72
07.01.04	73.56	34.47	23.28
Média	66.96	10.22	33.94

Nas tabelas 8 e 9 estão os resultados de DBO, SST, SSF e SSV. Estes resultados são valores médios de cinco coletas realizadas no período de junho a outubro de 2003.

Tabela 8: Valores médios de DBO e Sólidos Suspensos na entrada e saída da lagoa.

Parâmetros	Entrada	Entrada	Saída	Saída	Saída
(mg/L)	Fundo	Superfície	Fundo	Intermediária	Superfície
DBO	21,38	6,50	7,75	11,00	5,33
SST	311,45	51,29	81,38	59,92	46,71
SSF	210,71	30,80	34,96	47,57	28,18
SSV	100,74	20,49	24,96	33,82	18,52

Os resultados apresentados nas tabelas 8 e 9 mostram que os valores dos sólidos suspensos, assim como os de DBO, são inferiores àqueles de quando a lagoa recebia os efluentes da ETE, exceto para os resultados dos sólidos suspensos na estação denominada Entrada Coluna. Esta comparação pode ser feita através da observação dos resultados presentes nas tabelas 2 e 3 e 8 e 9. A explicação deste fato assemelha-se àquela já relatada para a DBO, sendo que para o caso dos sólidos suspensos, influenciam também os seguintes fatores: a decantação da matéria orgânica no leito da lagoa e a variação da correnteza da mesma, a qual faz variar a concentração destes parâmetros de acordo com o movimento dos ventos.

Tabela 9: Valores médios de DBO e Sólidos Suspensos na entrada e saída da lagoa. Coletas em coluna.

Parâmetros (mg/L)	Entrada Coluna	Saída Coluna
DBO	85.00	25.42
SST	5470.44	1870.38
SSF	4523,73	1484,46
SSV	946,71	385,92

A tabela 10 apresenta as remoções dos parâmetros DBO e Sólidos Suspensos no fundo e superfície da lagoa e em amostras coletadas em coluna.

Tabela 10: Remoções de DBO e Sólidos Suspensos calculadas com base nos dados das tabelas 8 e 9.

	Fundo	Superfície	Coletas em Coluna
REMOÇÕES (%)	Lagoa	Lagoa	Remoção da Lagoa
DBO	63.75	18.00	70.09
SST	73.87	8.93	65.81
SSF	83.41	8.51	67.19
SSV	75.22	9.61	59.24

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento evidenciam que existe uma tendência de que, mesmo cessando o aporte de efluentes do Pólo Petroquímico, que eram descartados na lagoa, não houve diminuição da DQO. Este fato provavelmente se deve à concentração da matéria orgânica causada pela diminuição do volume de água da lagoa e de ser este parâmetro indicador de matéria recalcitrante, de difícil decomposição. O mesmo comportamento não ocorreu com a DBO e com os Sólidos Suspensos, haja vista que seus valores se mostraram mais baixos ou próximos dos valores da fase 1, quando a lagoa recebia os efluentes da ETE. Este fato é decorrente de ser a DBO indicadora de matéria mais facilmente degradável. Quanto aos Sólidos Suspensos, além de conterem também, assim como a DBO, matéria orgânica mais facilmente biodegradável, sofrem a influência dos ventos na correnteza da lagoa e da decantação no leito da mesma. Estas considerações com relação aos resultados que foram até então obtidos, permitem concluir-se que a lagoa apresenta uma boa capacidade de atenuação natural dos parâmetros DBO, SST, SSF e SSV, entretanto, o mesmo desempenho não foi evidenciado para o caso da DQO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ESTEVES, Francisco de Assis, Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, 1950: Interciência: FINEP, 1988.
2. 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.
3. WETZEL, Robert G., Limnologia. Fundação Calouste Gulbenkian.