



# DEFINIÇÃO DE TECNOLOGIA DE TRATAMENTO PARA EFLUENTE - ÁGUA OLEOSA, EM ESTAÇÃO DE COMPRESSÃO (ECOMP) DE GÁS NATURAL.

**Julio Cesar de Abreu (UFF)**

[jcabreu@tbg.com.br](mailto:jcabreu@tbg.com.br)

**Sergio Ricardo da Silveira Barros (UFF)**

[sergiobarros@vm.uff.br](mailto:sergiobarros@vm.uff.br)

*Resultado de análises físico-químicas de efluente líquido água oleosa - AO, provenientes de Separador Água Óleo - SAO, em estações de compressão (ECOMP) de gás natural, apresentaram nos resultados níveis de óleo acima dos parâmetros estabelecidos no CONAMA 357/05 (que limita a presença de traços de óleo no efluente em até 20mg/L, para o lançamento em corpos hídricos).*

*A partir desse resultado, identificou-se a necessidade de se reter e estocar o efluente, para se pesquisar as causas da anomalia, realizar correção adequada e garantir o atendimento a legislação ambiental.*

*Palavras-chaves: Água-oleosa; Emulsão e Solução Oleosas;  
Tratamento Biológico; Wetlands Construídas;*

## **SITUAÇÃO PROBLEMA**

Resultado de análises físico-químicas de efluente líquido água oleosa – AO, provenientes de Separador Água Óleo - SAO, em estações de compressão (ECOMP) de gás natural, apresentaram nos resultados níveis de óleo acima dos parâmetros estabelecidos no CONAMA 357/05 (que limita a presença de traços de óleo no efluente em até 20mg/L, para o lançamento em corpos hídricos).

A partir desse resultado, identificou-se a necessidade de se reter e estocar o efluente, para se pesquisar as causas da anomalia, realizar correção adequada e garantir o atendimento a legislação ambiental.

## **OBJETIVO**

Definição de um modelo eficiente para tratamento de efluente líquido tipo AO, que possa ser apresentado como solução para implantação em ECOMPs de gás natural.

## **MÉTODO**

No método proposto para o estudo de caso, destacam-se dois modelos: o método observacional e o método comparativo.

Pretende-se recorrer a estudos existentes em outras áreas para, através de comparações e análises, efetuar-se os ajustes necessários aos instrumentos utilizados.

Entre as técnicas a serem utilizadas destacam-se: pesquisa bibliográfica, documentação direta (pesquisa de campo), observação direta intensiva (entrevistas e formulários), e métodos de análise estatística.

As entrevistas serão direcionadas a profissionais que vivenciam ou já vivenciaram problemas do dia a dia em ECOMPs de Gás Natural da empresa estudada, onde tenham sido identificadas a presença de traços de óleo no efluente final dos SAOs superiores à 20mg/L, após a AO trazida pelos afluentes, ter percorrido os diversos estágios de um SAO.

## **RESULTADO**

Da pesquisa bibliográfica obtiveram-se os resultados a seguir: AO é a abreviatura de um termo genérico, usado para descrever todas as águas que apresentam quantidades variáveis de óleos, graxas e lubrificantes, e uma variedade de outros materiais em suspensão, que podem incluir ainda areia, terra, argila e outros materiais, além de uma gama de substâncias coloidais e dissolvidas, tais como detergentes, sais, metais pesados, etc.

Óleos e graxas podem estar presentes na água em três formas distintas: livre, emulsificados ou dissolvidos.

A forma livre é facilmente percebida e identificável. Óleo e graxa não se misturam à água e podem ser vistos sobrenadando a superfície do líquido na forma de gotículas, partículas ou macro-moléculas.

Já o óleo emulsificado ou dissolvido, por ser resultado da quebra de moléculas de óleo, por processo físico ou químico, quase sempre se misturam ao líquido, dificultando a flotação ou deposição.

Faz-se necessário também, conhecer quimicamente o tipo de óleo presente na mistura AO que se pretende tratar, por apresentarem diferentes formas e comportamentos em cada combinação, no efluente que se deseja tratar.

Óleos lubrificantes podem ter: origem animal ou vegetal (óleos graxos), serem derivados do petróleo (óleos minerais) ou produzidos em laboratório (óleos sintéticos), podendo também ser constituídos da mistura de dois ou mais tipos de óleos (óleos compostos).

Óleos minerais também podem ser encontrados com os nomes: parafina líquida, vaselina líquida, petrolato líquido pesado ou óleo branco, é produto secundário que provem da destilação do petróleo no processo para produção de gasolina. É transparente, incolor e quimicamente “quase inerte”. É produzido em grandes quantidades, sendo um produto de baixo custo.

O óleo vegetal é uma gordura extraída de plantas formada por triglicerídios, quase que exclusivamente encontrado em sementes. Motivo pelo qual, na prática, tem sua extração concentrada naquele produto.

Como todas as gorduras, os óleos vegetais são ésteres de glicerina e uma mistura de ácidos gordos que são insolúveis na água, mas solúveis em solventes orgânicos. Por este motivo, são conhecidos como geradores de impactos ambientais, quando descartados sem receberem o devido tratamento, para o meio-ambiente.

Nestes casos, estudos devem ser realizados para se conseguir a separação físico-química do óleo e da água, na mistura AO. Que poderá se apresentar nas formas de emulsão ou solução (substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou micro-granulares).

Ao se buscar o estado da arte, verificam-se diversas técnicas em uso, para tratar AO: Tratamentos Físicos Convencionais, Evaporação; Filtrações por areia, Carvão Ativado ou Membranas; Tratamentos Físico-Químicos; Tratamentos Biológicos; Fitorremediação e; Tratamentos por Áreas Alagadas Naturais (Wetlands) ou Áreas Alagadas Construídas (Constructed Wetlands).

Exemplos:

- Tratamentos Físicos Convencionais: Separador de Água e óleo – SAO, que propicia a retirada do óleo sobrenadante que aflora por diferença de densidade e o Sistema de Evaporação, Técnica em que se submete a mistura AO, a processo de evaporação natural. Esta técnica tornar-se-á mais eficiente se a quantidade produzida da mistura AO, for inferior ou igual à taxa de evaporação local;

- Filtro de Areia: Vaso de pressão de corpo cilíndrico vertical, fechado na parte superior e inferior por calotas, sendo a primeira dotada de uma pequena tampa para visita. Interiormente, consta de um leito filtrante de granulometria crescente no sentido descendente, e de um distribuidor superior e outro inferior, que objetivam um fluxo uniforme de água em toda a área de filtração. O leito filtrante é geralmente areia ou antracito e o subleito, de granulometria maior, é constituído por cascalho;

- Filtro de Carvão: Em geral possui a mesma estrutura do filtro acima descrito, sendo que em seu interior o elemento filtrante é o carvão ativado;

- Filtro de Membrana - Membrana estrutura ou material com textura fina, tipicamente plana, que separa dois ambientes. Uma vez que se dispõe entre ambientes ou fases e que tem um volume finito. As membranas controlam seletivamente o transporte de massa entre as fases ou ambientes;

-Tratamentos Físico-Químicos:

Tipo de tratamento utilizado para aglutinar as micelas de óleo diluídas na mistura aquosa. A partir daí, pode-se aplicar os processos de flotação e/ou decantação.

- Processo Biológico:

Também conhecido por oxidação biológica ou bioquímica, processo pelo qual bactérias aeróbias ou anaeróbias e outros microorganismos se alimentam de matéria orgânica e a decompõem, ocorrendo a mineralização do poluente, com sua transformação em gás carbônico, água e biomassa. Dependem desse princípio a autodepuração dos cursos d'água e os processos de tratamento por lodo ativado e por filtro biológico" (The World Bank, 1978).

- Fitorremediação:

Consiste no uso de plantas e seus associados (microbiota) para limpeza de ambientes poluídos. Nessa tecnologia são empregados processos naturais pelos quais as plantas e a flora microbiana presente na rizosfera degradam e seqüestram poluentes orgânicos e inorgânicos (RASKIN et al., 1994).

- Tratamentos por Áreas Alagadas Naturais (Wetlands) ou Áreas Alagadas Construídas (Constructed Wetlands):

Wetlands Naturais: Áreas alagadas naturalmente que constituem tipo de ecossistema que passam significativa parte, ou toda parte do tempo, cobertos por água a pouca profundidade (MITSCH & GOSSELINK, 1993).

Wetlands Construídas: São caracterizadas por ser uma forma de tratamento de baixa tecnologia em contraposição a outras formas de tratamento relativamente de alta tecnologia, tais como o processo de lodos ativados, tratamentos físico-químicos e outros, pois são construídas de forma estanque, com leito filtrante e plantas de pequeno porte que auxiliam na degradação dos poluentes que se deseja tratar.

Wetlands construídas são tipos de sistemas artificiais manejáveis, que tem despertado acentuado interesse mundial nestas últimas décadas. Estes sistemas têm sido matéria de muitas discussões, as quais apresentam um ponto positivo: o desenvolvimento de pesquisas e experimentos conduzindo para um maior conhecimento e experiências nessa linha de pesquisa (HARBEL, 1997).

Os componentes das wetlands mais importantes são:

- A vegetação predominantemente composta de macrófitas, que são tipicamente adaptadas às áreas alagadas e as condições do solo.
- Os solos que no geral possuem características associadas, que fornecem condições de retenção das águas e desenvolvimento de vegetação característica.
- Hidrologia, que propicia a existência de áreas inundadas permanentemente ou periodicamente, ou a saturação do solo na superfície.

Ao se aprofundar as pesquisas na literatura estudada, identificam-se tipos diferentes de tratamentos possíveis de serem introduzidos numa ECOMP. Tendo como objetivo principal a melhoria da gestão ambiental do efluente água oleosa, considerando-se as características intrínsecas das instalações que compõem a estação, aliadas as facilidades de operação, manutenção e baixo custo da implantação; premissas que se buscam atingir, conclui-se que o Sistema de Wetlands Construídas se não for o mais adequado, é o mais ecologicamente indicado. Pelos seguintes motivos:

Bactérias e fungos são os principais agentes de degradação, com as bactérias assumindo o papel dominante nos ecossistemas marinhos e os fungos tornando-se mais importante em ambientes de água doce e terrestres.

A degradação de hidrocarbonetos por comunidades microbianas depende da composição da comunidade, e sua adaptação/resposta à presença de hidrocarbonetos.

Comunidades adaptadas, ou seja, aquelas que têm sido previamente expostas a hidrocarbonetos, apresentam maiores taxas de biodegradação do que as comunidades sem história de contaminação por hidrocarbonetos.

A partir dos processos e entendimentos acima descritos, submeteu-se os profissionais responsáveis pelas ações na área ambiental, a pesquisa de opinião, buscando-se obter um resultado que, sendo escolhido pelos responsáveis em praticar a gestão ambiental nas ECOMPs, que a partir dos modelos apresentados, forneceu o resultado apresentado no quadro abaixo:

Tipos de Tratamento	Óleo Mineral	Óleo Vegetal	Lubrificante + Aditivos	Custo da Implantação	Custo da Operação	Tratamento Escolhido
Filtro de Areia + Carvão Ativado	2	2	1	1	2	8
Micro-Filtragem por Membranas	2	2	2	1	1	8
Processo Físico-Químico	3	3	2	1	1	10
Wetland Filtração Mecânica + Biológica + Fitorremediação	3	3	3	2	3	15

#### Legenda:

**Tratamento:** (1 = não); (2 = Limitado); (3 = sim)

**Custo Estimado:** (1 = alto); (2 = médio); (3 = Baixo)

## CONCLUSÕES

A quantidade do efluente AO proveniente de Sistema Separador Água Óleo (SAO), de Estação de Compressão (ECOMP) de Gás Natural, apresenta traços de óleo, e obriga a empresa a recolher, estocar e destinar de forma ambientalmente correta, porém dispendiosa essa mistura, que representa um volume gerado variando entre 100 e 150 litros/dia, que perfaz aproximadamente 3.750 litros/mês e 45.000 litros/ano.

As atividades realizadas pelo ser humano geram poluição, e a remoção desses compostos

potencialmente tóxicos do ambiente torna-se complicada, devido ao grande número de classes e tipos de compostos produzidos. Métodos para recuperação de áreas contaminadas já existem e compreendem o tratamento de águas industriais, escavação, incineração e remoção física de poluentes, dentre outros.

No entanto, as tecnologias atuais não podem remover partículas pequenas de óleo em suspensão e outros elementos dissolvidos. Além disso, muitos tratamentos químicos, executados possuem custo elevado e produzem lamas perigosas.

Para instalações industriais, um pré-tratamento biológico de efluentes oleosos pode ser um método eficaz e ecologicamente correto.

Em países com recursos limitados, normalmente ocorre apenas o tratamento primário do poluente. O uso de tecnologias adequadas e com menor custo, ou seja, sistemas de tratamento com baixo consumo de energia e alto grau de eficiência tornou-se essencial.

Por estes motivos, os principais esforços de pesquisa no futuro poderia concentrar na otimização das tecnologias atuais e na utilização combinada de propriedades físico-químicas e/ou de tratamento biológico de água oleosa, a fim de atender à legislação, possibilitar o reuso e/ou enquadrar-se aos limites legais, para devolução ao ambiente. JMater Hazard (2009)

Neste contexto, a fitorremediação vem despertando o interesse mundial como alternativa para o tratamento de áreas poluídas a partir do uso de plantas. Seu custo atrativo, mais barato que os métodos convencionais de despoluição, atraem a atenção de órgãos governamentais e das indústrias.

Pelo exposto, optou-se por em indicar a utilização de Wetlands Construídas, pelo fato de reunirem os tipos de filtração mecânica (por areia) e biológica (por bactérias aeróbias ou anaeróbias e outros microorganismos) e o sistema de fitorremediação (plantas e seus associados - microbiota), que quando estudados, planejados e implementados, reconstituem ecossistemas capazes de degradar águas residuárias e/ou efluentes industriais. Em resumo, São formas de tratamento de baixa tecnologia em contraposição a outras, que possuem tratamento relativamente de alta tecnologia, tais como: processo de lodos ativados, tratamentos físico-químicos e outros, sendo construídas de forma estanque, com leito filtrante e plantas de pequeno porte que auxiliam na degradação dos poluentes que se deseja tratar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Darling, C. R.; Demonstration of the movements of semi-oily on a water surface - Proceedings of the Physical Society, Transactions 99, pp1993-2010 – 1911.
- Power, F.B., Browning, H. - CCLII. - The constituents of taraxacum root - Journal of the Chemical Society, Transactions 101, pp. 2411-2429 – 1912.
- Bancroft, W.D. - The theory of emulsification. III - Journal of Physical Chemistry 16 (6), pp. 475-512 – 1912.
- Fakhru'l-Razi, A., Pendashteh, A., Abdullah, L.C.; Biak, D.R.A., Madaeni, S.S., Abidin, Z.Z. - Review of technologies for oil and gas produced water treatment - Journal of Hazardous Materials 170 (2-3), pp. 530-551, 2009.
- Salahi, A., Abbasi, M., Mohammadi, T. - Permeate flux decline during UF of oily wastewater: Experimental and modeling - Desalination Article in Press – 2009.
- Cooper, R.L., Raterman, M., Schaub, C.J., Wood, J.R., Mackey, J.D., Seiger, S.A., Gallagher, J., (...), Gombas, R.D. - Heavy oil processing. Residual Oil Upgrading-Delayed Coking. Process - National Petrochemical and Refiners Association - Question and Answer Session on Refining and Petrochemical Technology, Transcripts 1990-1999 – 2000.



- Yang, H.-L., Yuan, Z.-J., Gao, W.-M. - The evolution process and analysis on eco-environmental effect of the Qilhai lagoon wetland - *Wetland Science* 7 (2), pp. 118-124 – 2009.
- Vaughan Jr., R.L. Reed, B.E., Malak, M.C., Masciola, D.A., Roark, G.W. - Operation of full-scale oily wastewater treatment system - *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management* 5 (2), pp. 98-110 – 2001.
- Johnson, K.D., Martin, C.D., Davis, T.G. - Treatment of wastewater effluent from a natural gas compressor station - *Water Science and Technology* 40 (3), pp. 51-56 – 1999.
- Dibble, J.T., Bartha, R. - Effect of environmental parameters on the biodegradation of oil sludge - *Applied and Environmental Microbiology* 37 (4), pp. 729-739 – 1979
- Salanitro, J.P., Dorn, P.B., Huesemann, M.H., Moore, K.O., Rhodes, I.A., Rice Jackson, L.M. Vipond, T.E., (...), Wisniewski, H.L. - Crude oil hydrocarbon bioremediation and soil ecotoxicity assessment - *Environmental Science and Technology* 31 (6), pp. 1769-1776 – 1997
- Jain, A.; Panwar, M.L. - Sharing patented technology on disposal of oily effluents - An ideation, innovation and implementation experience S Kapoor - *Society of Petroleum Engineers - 13th Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIPEC 2008*, v 3, p 1405-1407, 2008
- Florence, A.T., Whitehill, D. - Some features of breakdown in water-in-oil-in-water multiple emulsions - *Journal of Colloid And Interface Science* 79 (1), pp. 243-256 – 1981
- Knoblock, M.D., Sutton, P.M., Mishra, P.N., Gupta, K., Janson, A. - Membrane biological reactor system for treatment of oily wastewaters, *Water Environment Research* 66 (2), pp. 133-139 – 1994
- Watanabe, K. Yamanouchi, H.; Ueta, Y.; Nagata, O. - Present situation and problems related to marine oily-water separating techniques - *Water Science and Technology*, v 23, n 1-3, p 319-328, 1991
- Ma, Li-Qiang, Liu, Jiong-Tian; Yue, Guang-Ao; Chen, Qing-Ru; Experimental study of treatment of oily waste water by a cyclone-static micro-bubble flotation column - *Zhongguo Kuangye Daxue Xuebao/Journal of China University of Mining and Technology*, v 38, n 4, p 554-557, 2009
- Isaacson, A.D. - SHIPBOARD OILY WATER POLLUTION - A PRACTICAL GUIDE FOR THE OWNER AND DESIGNER. - *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference*, v, n 4, p 2183-2192, 1979
- Thompson, R.V.; Constantine, A.B. - OILY WATER SEPARATORS AND OIL CONTENT MONITORS - REVIEW OF CURRENT EQUIPMENT. - *Transactions - The Institute of Marine Engineers*, v 89 Ser A, n pt 1, p 1-19, 1977
- Cheryan, M., Rajagopalan, N. - Membrane processing of oily streams. Wastewater treatment and waste reduction - *Journal of Membrane Science* 151 (1), pp. 13-28 - 1998
- KADLEC, R. H. and KNIGHT, R.L. *Treatment Wetlands*. Boca Raton Lewis Publishes, 1996.
- LAUTENSCHLAGER, Sandro Rogério – *Modelagem do Desempenho de Wetlands Construídas*. São Paulo, 2001. 90p. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.
- VAN KAICK, Tâmara Simone, *Dissertação de Mestrado “ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR MEIO DE ZONAS DE RAÍZES: UMA PROPOSTA DE*

TECNOLOGIA APROPRIADA PARA SANEAMENTO BÁSICO NO LITORAL DO PARANÁ. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2002. Curitiba.

JOSEPH G. LEAHY AND RITA R. COLWELL - Department of Microbiology, University of Maryland, College Park, Maryland 20742

MICROBIOLOGICAL REVIEWS, Sept. 1990, p. 305-315 Vol. 54, No. 3 0146-0749/90/030305-11\$02.00/0 Copyright C 1990, American Society for Microbiology