

TRATAMENTO E CONTROLE DE EFLUENTES LÍQUIDOS ASSOCIADOS AO PETRÓLEO E DERIVADOS, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

Gerônimo Barbosa Alexandre¹; Thalys de Freitas Fernandes²; José Nilton Silva³

^{2,3} *Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química*
E-mails: thalys.fernandes@yahoo.com.br; nilton@deq.ufcg.edu.br

¹ *Instituto Federal do Maranhão, Coordenação do Eixo de Controle e Processos Industriais*
E-mail: geronimo.alexandre@ifma.edu.br

RESUMO

A cadeia produtiva do petróleo é a mais complexa cadeia de atividades, produtos e serviços do mercado econômico financeiro, sendo a principal fonte de energia utilizada pela sociedade moderna. As atividades de exploração, refino, transporte e distribuição geram impactos ambientais direta ou indiretamente, as quais demandam um estudo de impacto ambiental para o licenciamento destas atividades, bem como o monitoramento dos índices permissíveis em normas ou regulamentos. O presente trabalho objetiva estudar os impactos ambientais e as medidas remediadoras associadas aos efluentes líquidos da cadeia produtiva do petróleo e derivados, gás natural e biocombustíveis, de maneira uniforme e clara, citando alguns exemplos ocorridos nesta atividade.

Palavras-chave: Petróleo, Impactos ambientais, Tratamento e controle de efluentes.

ABSTRACT

The oil supply chain is more complex chain of products, activities and services of economic and financial market, being the main source energy used by modern society. Environmental impacts are generated directly or indirectly in the exploration, refining, transportation and distribution of oil and derivatives, which require an environmental impact study for the licensing of these activities, as well monitoring indices allowable standards or regulations. This work aims study the environmental impacts and remedial measures associated with wastewater production chain of oil and derivatives, natural gas and biofuels; evenly and clearly, quoting some examples occurred in this activity.

Keywords: Oil, Environmental impacts, Treatment and control of effluents.

1. INTRODUÇÃO

A indústria do petróleo é atualmente (2016) uma das mais complexas indústrias do mundo, responsável por uma variedade de matérias primas utilizada no nosso cotidiano: plásticos, borrachas sintéticas, fibras, tintas, ceras, solventes, artigos de limpeza, graxas lubrificantes, inseticidas, lubrificantes,

fertilizantes, constituinte de produtos farmacêuticos dentre outros produtos.

Até os pontos de vendas dos derivados do petróleo, o petróleo passa por uma série de etapas, que geram resíduos industriais e consequências ambientais. O processamento primário, a separação dos produtos do óleo e o refino geram, cada um rejeitos

característicos. Alguns com valor comercial sendo recuperados outros representam um verdadeiro problema (como é o caso da água utilizada nos diversos processos).

A Agência Nacional do Petróleo e derivados, gás natural e biocombustíveis-ANP, instituída em 1997 é uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia-MME apoiada na Política Energética Nacional - PNE é responsável pela fiscalização, regulação e o monitoramento das atividades econômicas da indústria petrolífera brasileira. Sendo uma de suas funções atuar como órgão colaborador junto ao CONAMA/IBAMA na proteção do meio ambiente, quer seja na fiscalização ambiental ou instituindo normas quanto ao descarte de resíduos e no tratamento e controle de efluentes líquidos. Tomando as ações cabíveis aos setores econômicos que não se adequem aos regulamentos instituídos, chegando até o pagamento de multas de valor elevado.

De acordo com os artigos 23 e 225 da Constituição Federal da República é de competência da união, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas e todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao poder público e a coletividade o dever de

defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Nestes artigos do texto constitucional diz claramente que o dever de proteger o meio ambiente não é apenas do estado, mas sim dele e de todo cidadão.

No Brasil a questão ambiental esta legitimada pela lei 6.938/1981 a lei da política nacional do meio ambiente, a qual estabelece o conjunto de metas e mecanismos que visam reduzir os impactos negativos da ação antrópica sobre o meio ambiente. Como toda política, possui justificativas para sua existência, fundamentação teórica, metas e instrumentos e prevê penalidades para aqueles que não cumprem as normas estabelecidas. Dentre os seus instrumentos pode-se citar o licenciamento ambiental. Licenciamento este necessário para algumas atividades da cadeia produtiva do petróleo vale ressaltar neste contexto o EIA-RIMA como uma parte necessária para o licenciamento ambiental da atividade industrial.

Neste contexto o objetivo do trabalho é o estudo dos impactos ambientais associados aos efluentes líquidos decorrentes das atividades do petróleo e derivados, gás natural e biocombustíveis. Avaliando o tratamento e controle utilizado na remediação ou na ocorrência do impacto ambiental.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. Na Seção 1 é feita caracterização da

problemática em estudo, as metas traçadas e as contribuições do trabalho. Na Seção 2 é apresentada a metodologia utilizada para consecução dos objetivos propostos. A Seção 3 é apresentada os resultados da revisão da literatura. Finalmente na Seção 5 apresentam-se as conclusões e eventuais trabalhos futuros.

2. METODOLOGIA

A metodologia usada na simulação do sistema de monitoramento de falhas em sensores e atuadores consiste na sequência de passos:

- 1) Definição do problema;
- 2) Revisão da literatura;
- 3) Visitas técnicas e aplicações de *web* questionários
- 4) Confecção de relatórios e publicações técnico-científicas

A pesquisa foi realizada de janeiro a março de 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Impactos Ambientais Causados por Efluentes nas Atividades de Exploração, Desenvolvimento e Produção do Petróleo

Na extensa cadeia do petróleo e do gás natural, começamos nossa análise com os impactos ambientais gerados pelas atividades

de exploração e produção do petróleo e gás (E&P). Com base em alguns estudos ambientais internacionais pode-se organizar em uma Tabela (Quadro 01) uma lista de atividades que geram prejuízos ao meio ambiente, desde a sísmica de reflexões, passando pela perfuração de poços ao abandono de poços por selagem (tampões).

Quadro 01. Problemas ambientais no *upstream*.

Atividades	Problemas	Impactos
Levantamento sísmico	1. Presença física; 2. Emissão acústica; 3. Derramamentos acidentais.	1. Efeitos na Visibilidade; 2. Vibração do solo; 3. Poluição das águas e dos solos.
Exploração e avaliação	1. Presença física; 2. Descargas de perfuração (estacas); 3. Emissões atmosféricas; 4. Derramamentos acidentais (<i>Blowout</i>) 5. Eliminação de resíduos sólidos; 6. Ruído.	1. Visibilidade, interferência na agricultura, na pesca e no transporte; 2. Poluição de solos e águas; Efeitos sobre as plantas e solos; 3. Poluição marinha e do solo; 4. Contaminação dos solos e das águas; 6. Incômodo para moradores e estresse em animais.
Desenvolvimento e produção	1. Presença física; 2. Descargas de operação; 3. Emissões atmosféricas; 4. Derramamentos acidentais; 5. Eliminação de resíduos líquidos e sólidos; 6. Ruído; 7. Colisão de Transportes; 8. Comunidade; 9. Questões éticas; 10. Descarte ao mar dos efluentes; 11. Descarte ao mar de água produzida; 12. Descarte no mar de fluido de preenchimento; 13. Geração de resíduos sólidos e oleosos.	1. Interferência na visibilidade; 2. Poluição de solos e águas; 3. Poluição atmosférica; 4. Poluição de solos e águas; 5. Contaminação do solo e da água; 6. Incômodo para moradores e animais; 7. Vários riscos ambientais e de segurança; 8. Efeitos de cultura, social e biológica; 9. Direitos humanos e dos povos indígenas. 10. Alteração dos níveis de nutrientes e de turbidez na coluna d'água; Alteração da biota marinha; 11. Alteração da qualidade da água; Alteração da biota marinha; 12. Alteração da qualidade da água; Alteração da biota marinha; 13. Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos sólidos e oleosos.
Abandono	1. Fechamento físico (remoção); 2. eliminação de resíduos;	1. Segurança humana; 2. Poluição da costa; 3. Perigo algumas atividades humanas como a pesca e a



	3. Deixar <i>in situ</i> (parcial ou total); 4. A imersão no mar.	navegação; 4. Perigos na pesca e na navegação.
--	--	---

Outra questão pertinente refere-se à questão dos fluidos de perfuração usados durante as várias seções de perfuração do poço. Apesar de os fluidos serem essenciais para o sucesso da operação de perfuração de um poço petrolífero, eles também podem ser um de seus aspectos mais confusos. Os cortes que são transportados até a superfície do poço devem ser descartados, assim como qualquer fluido de perfuração impregnado neles. Apesar de a ocupação ambiental de um poço ser relativamente pequena, estando confinado às vizinhanças da operação de perfuração, o impacto ambiental próximo à plataforma pode ser significativo. O grau de impacto dos fluidos de perfuração no meio ambiente depende do tipo de lama utilizada e das condições ambientais presentes. Em alto-mar, lamas à base de água geralmente são as que causam menores danos em comparação às lamas à base de petróleo.

3.2. Tratamento e Controle de Efluentes Associados no Refino

Uma refinaria possui uma combinação de processo de destilação e de transformação. Assim, o óleo cru e estabilizado é primeiramente separado em suas frações constituintes através das destilações e, posteriormente, algumas faixas do corte na

destilação têm a necessidade de sofrer um processo de transformação, com o objetivo de se reduzir maiores quantidades de produtos mais leves e mais nobres.

Os processos em uma refinaria podem ser classificados em quatro grandes grupos: Processos de Separação; Processos de Conversão; Processos de Tratamento; Processos Auxiliares. Todos geram resíduos nocivos ao meio ambiente.

Os efluentes líquidos encontrados no processo de refino consistem em águas de resfriamento, água de processo, água dos esgotos sanitários e águas de chuva. Os efluentes são tratados em estações de tratamento de efluentes situadas nas próprias refinarias. Após o tratamento são então descarregados em estações de tratamento públicas ou em corpos receptores, desde que atendam à legislação ambiental concernente (Mariano, 2001).

Todas as operações do refino requerem grandes volumes de água de processo e de resfriamento. Os efluentes do refino são as águas ou vapores condensados que tenha entrado em contato com óleo, bem como as águas de chuvas drenadas na refinaria.

O sulfeto é o principal contaminante dos efluentes nas etapas de dessalinização, assim como no craqueamento, já o fenol aparece nos efluentes resultantes no craqueamento

catalítico, na produção de lubrificantes e solventes e nas águas de lavagem de gasolina.

Os compostos redutores contribuem para demanda de oxigênio total dos efluentes das refinarias. As fontes de tais compostos são: acumuladores das torres de destilação e de craqueamento, a água de refrigeração dos condensadores barométricos da destilação a vácuo, os agentes químicos oriundos do tratamento dos destilados, a manufatura de petroquímicas e águas de tanques de armazenamento de petróleo cru e derivados.

Os efluentes hídricos gerados em cada etapa do processo do refino do petróleo possuem características qualitativas e quantitativas variáveis com respeito a sua composição. Os tratamentos empregados são classificados em primários, secundários e terciários. O tratamento primário consiste no uso de separadores gravitacionais na separação água/óleo. Tratamento secundário agrega os processos de neutralização, coagulação química e na sequência a sedimentação e os processos de filtração e flotação. O tratamento terciário ou final pode ser de natureza química, física ou biológica (uso de lodos ativos, lagoas aeradas, filtros biológicos, lagoas de estabilização, torres de oxidação, filtração, adsorção em carvão ativo e osmose reversa).

3.3. Tratamento e Controle de Efluentes Associados ao Transporte e Distribuição do Petróleo e Derivados

Os acidentes ambientais com dutos de petróleo e derivados podem ser definidos como eventos inesperados que afetam direta ou indiretamente a segurança, a empresa e a saúde da população envolvida, causando impactos ao meio ambiente e gerando altos custos de operação. Os acidentes de origem tecnológica (corrosões, trincas, erro de escavação etc.) são, em sua grande maioria, previsíveis, razão pela qual há que se trabalhar principalmente na prevenção destas situações, sem esquecer, claro, da preparação e intervenção quando da sua eventual ocorrência.

O sistema de detecção e localização de vazamento ideal deve reagir (alarmar) ao vazamento o mais rápido possível, ou seja, em segundos. Deve, também, ter a capacidade de localizar o vazamento, seja num duto enterrado ou submarino, com a maior precisão possível, isto é, em metros. A quantificação do volume vazado também é de grande importância, dando aos responsáveis à correta dimensão do problema e uma informação precisa quanto às providências a serem tomadas para a retificação do problema.

Um problema que vem ganhando respaldo tanto da população como dos órgãos de

controle ambiental, a questão da contaminação de solos e águas subterrâneas por vazamentos em postos de combustíveis. Levando-se em consideração a vida útil dos tanques de combustíveis, aproximadamente 25 anos, supõe-se esteja próxima do final e, conseqüentemente, a idade avançada dos mesmos, potencializa as chances da ocorrência de vazamentos que acarretam contaminação do solo e águas subterrâneas.

No que se refere à contaminação de um aquífero por derivados de petróleo, notadamente a gasolina, podem ocorrer grandes transtornos à saúde pública. Mesmo sendo muito pouco solúvel em água, a gasolina derramada, contém mais de uma centena de componentes. Inicialmente ela estará presente no subsolo como líquido de fase não aquosa, e, em contato com a água subterrânea, será dissolvido parcialmente. Esses contaminantes são considerados substâncias perigosas por serem depressantes do sistema nervoso central e por causarem leucemia em exposições crônicas. Dentre os seus componentes, encontra-se o benzeno, considerado o mais tóxico (Sousa, 2011).

Uma grande variedade de processos físico-químicos e biológicos tem sido utilizado na remoção de hidrocarbonetos de petróleo puro e dissolvido na água subterrânea. Processos como extração de vapores do solo (SVE), recuperação de

produto livre, bioventilação, extração com solventes, incineração, torres de aeração, adsorção em carvão ativado, biorreatores, biorremediação no local, entre outros, têm sido aplicados no tratamento de águas subterrânea e solo subsuperficial. Estes processos podem ser implementados para controlar o movimento de plumas, tratar águas subterrâneas e/ou descontaminar solos.

Longos períodos de tempo e altos custos estão normalmente associados com a grande maioria dos processos utilizados na remediação de áreas contaminadas. Por outro lado, a biorremediação no local, processo economicamente mais viável, é muitas vezes limitada por dificuldades no transporte de nutrientes ou receptores de elétrons e no controle das condições de aclimatação e degradação de contaminantes (Corseuil, 1997).

Mesmo que todos os problemas operacionais dos processos de remediação sejam resolvidos, vários anos são necessários para que os padrões de potabilidade da água sejam atingidos. A melhor alternativa continua sendo, prevenir para não remediar.

Quanto à legislação atuante neste sentido, temos a resolução 237 do CONAMA, a qual dispõe sobre a instalação e operação de postos de combustíveis. Segundo o art.3º desta resolução, os equipamentos e sistemas destinados ao armazenamento e a distribuição

de combustíveis automotivos, assim como sua montagem e instalação, deverão ser avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação. Previamente à entrada em operação e com periodicidade não superior a cinco anos, os equipamentos e sistemas deverão ser testados e ensaiados para a comprovação da inexistência de falhas ou vazamentos, segundo procedimentos padronizados.

3.4. Tratamento e Controle de Efluentes Associados à Cadeia Produtiva de Biocombustíveis

Biorrefinaria é uma instalação que integra processos de conversão de biomassa em biocombustíveis, insumos químicos, materiais, alimentos, rações e energia. O objetivo de uma biorrefinaria é otimizar o uso de recursos e minimizar os efluentes, maximizando os benefícios e o lucro. Os conceitos de biorrefinaria e da química verde enfocam o aproveitamento da biomassa de modo que se tenham cadeias de valor similares àquelas dos derivados do petróleo, mas com menor impacto no meio ambiente. A otimização do uso da biomassa busca a utilização de sistemas integrados (matérias-primas, processos, tecnologias, produtos e resíduos) sustentáveis, de acordo com parâmetros técnicos que levam em conta, entre outros aspectos, os balanços de massa e

de energia, o ciclo de vida, o desenvolvimento socioeconômico regional, a geração e o consumo dos produtos e serviços de forma distribuída e a mitigação da emissão de gases do efeito estufa (adaptado de Embrapa, 2011).

Os ideais e objetivos de uma Biorrefinaria são nobres, mas não implica que não irá causar degradação ao meio ambiente, que não irá gerar resíduos e efluentes já que utiliza-se de processos análogos aos utilizados por uma refinaria convencional.

Quanto a vazamento de biocombustíveis, é tão nocivo quanto o de combustíveis convencionais. O Brasil é um dos únicos países do mundo a ter um sistema de distribuição e consumo de biocombustíveis em pleno funcionamento, mas isto não impede a ocorrência de falhas e imprudências ao longo da malha de transporte, armazenamento e consumo.

4. CONCLUSÕES

As atividades petrolíferas são mais complexas do mundo industrial, em todas as etapas da cadeia produtiva do petróleo, há geração de impactos ambientais, alguns de pouca severidade já outros não.

Mesmo com todos os apelos internacionais com relação à questão ambiental, ao uso racional e eficiente dos recursos naturais, ao uso de fontes alternativas de geração de energia, o petróleo é a principal

fonte energética do mundo, e será por um bom tempo, tendo em vista que não só há os derivados diretos do petróleo, há uma infinidade de derivados indiretos utilizados diariamente por todas as pessoas do globo e que a substituição por outro material é tecnicamente inviável, outro fator para a alta do petróleo é a descoberta de grandes reservas de petróleo e gás (Pré-sal, Norte da África e Golfo do México).

Estudos apontam para maiores investimento no sentido de buscar tecnologias para uma exploração que agride menos o ambiente, que gere menos resíduos, efluentes, e ao mesmo tempo em que haja punições mais severas para aqueles que desrespeitarem as normas e regulamentos de proteção ao meio ambiente.

No presente trabalho identificamos alguns impactos ambientais associados a petróleo e derivados, gás natural e biocombustíveis no quesito efluentes hídricos, com também identificou-se as medidas de controle e tratamento de tais efluentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corseuil, H.X.; Marins, M.M. *Contaminação de águas subterrâneas por derramamento de gasolina: o problema é grave?* Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.2, n.2, p.50-54, 1997.

Embrapa Agroenergia. *Biorrefinarias*. Apresentação de exposição, Distrito Federal, Brasil, 2011.

Gao, Z. *Environmental Regulation of the Oil and Gas Industries*, The Centre for Energy, Petroleum and Mineral Law and Policy, 2000.

Giordano, G. *Tratamento e Controle de Efluentes Industriais*. Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

Mariano, J. B. *Impactos Ambientais do Refino do Petróleo*. Máster's Thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

Lei 6.938 de 31/08/1981 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNM.