



ESTUDO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA VISANDO À REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Josevania Rodrigues Jovelino¹, Felipe Augusto Rodrigues Marques², Tuana Maria de Medeiros Costa³, Raquel Santos Silva⁴, Kepler Borges França⁵.

¹Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – vannya.rodrigues@hotmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – felipeaugusto_qi@hotmail.com

³Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – tuanamari@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – raquel.ssb@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – kepler123@gmail.com

RESUMO

As atividades de uma indústria petroquímica produzem muitos tipos de efluentes e os métodos de tratamento empregados exigem uma seletividade de técnicas especiais. O lançamento indevido desses efluentes ocasiona modificações nas características do solo e da água, podendo poluir ou contaminar o meio ambiente. Antes da instalação de uma estação de tratamento é necessário que haja um controle dentro da própria indústria geradora de efluente que inclua a recuperação de substâncias que não reagiram, recuperação de subprodutos, recirculação de água, redução de vazamentos e respingos e mudança nos métodos de processamento. A priori pode-se imaginar serem simples os procedimentos e atividades de controle de cada tipo de efluente na indústria. No entanto, as diferentes composições físicas, químicas e biológicas, o grau de toxicidade e os diversos pontos de geração na mesma unidade de processamento recomendam que os efluentes sejam caracterizados, quantificados e tratados e/ou acondicionados, adequadamente, antes da disposição final no meio ambiente. O objetivo do presente artigo consiste em realizar um estudo sobre as principais metodologias alternativas que podem ser utilizadas para o tratamento de efluentes da indústria petroquímica, reduzindo desta forma os impactos ocasionados quando estes efluentes são lançados ao meio ambiente sem o tratamento adequado. Após realizar este estudo pode-se descobrir a eficácia destes métodos, fazendo-se uma relação custo/benefício a partir das vantagens e desvantagens dos principais métodos alternativos utilizados para o tratamento de efluentes encontrados na literatura.

Palavras-chave: Seletividade, estação de tratamento, meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A petroquímica é a área da química relacionada aos derivados de petróleo e sua utilização na indústria. É uma área muito importante, já que trata de

combustíveis, cuja demanda cresce diariamente.

O petróleo deve passar por processos para que o seu aproveitamento energético seja possível, a saber: separação, conversão e tratamento.



A indústria petroquímica objetiva a transformação do petróleo na maior diversidade de produtos possíveis, com o menor custo e a maior qualidade.

Os processos petroquímicos consistem na obtenção de derivados químicos a partir de combustíveis fósseis (gás natural e petróleo). Estes derivados incluem combustíveis fósseis purificados como o metano, propano, butano, gasolina, querosene, combustíveis da aviação, assim como pesticidas, herbicidas, fertilizantes e outros artigos como plásticos, borracha, asfalto e fibras sintéticas, muitos dos quais substituem as matérias-primas tradicionais, sendo esse o principal fator do crescimento da indústria petroquímica [Maia, 2006]

A indústria petroquímica usa grandes quantidades de água. A produção de águas residuárias depende fortemente da configuração do processo. Para uma refinaria com reciclo de água para resfriamento, uma produção de 3,5 a 5 m³ por tonelada do petróleo bruto pode ser considerada.

A descarga descontrolada de efluentes de uma refinaria não é possível em grandes quantidades. Além disso, a indústria está bem ciente de sua responsabilidade com o meio ambiente. Por causa disso a indústria tem feito esforços com diversas medidas que reduzem o consumo de água, a descarga de águas residuárias e outras emissões [INECE, 2007].

A seguir, são detalhados os principais poluentes presentes nas emissões gasosas, resíduos sólidos e efluentes líquidos provenientes da indústria petroquímica.

1.1. Efluentes Gasosos

Na indústria petroquímica as emissões gasosas têm origem nas emissões de fugas de gases das bombas, válvulas, tanques de armazenamento,

operações de carga e descarga, e tratamento de efluentes industriais, são de peculiar importância devido a grande maioria dos compostos desprendidos no ar serem tóxicos ou cancerígenos.

Emissões de etileno ou propileno são de especial interesse devido à capacidade de gerar óxidos extremamente tóxicos.

Outros compostos de cuidado especial por serem considerados cancerígenos que podem estar presentes nas emissões gasosas são o benzeno, o butadieno, o 1,2-dicloroetano e o cloreto de vinil.

Equipamentos como caldeiras, queimadores, processos de troca de calor e outros equipamentos de processos como regeneradores catalíticos, por exemplo, liberam emissões de material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e de enxofre.

Os compostos orgânicos voláteis (COVs) são mais fugazes no ambiente e sua liberação depende dos processos de produção na planta petroquímica, da matéria-prima utilizada nos processos, do procedimento de manutenção dos equipamentos e tratamento de efluentes e das condições climáticas.

Geralmente os compostos liberados são acetaldeído, acetona, benzeno, tolueno, tricloroetileno, triclorotolueno e xileno.

A Tabela 1 apresenta as emissões de COVs para alguns processos petroquímicos.

Tabela 1: Emissões de COVs para diferentes processos petroquímicos (Fonte: World Bank Group, 1998).

Planta petroquímica	Faixa de COVs (Kg/ton)
Craqueamento de Nafta	0,06 – 10
Cloreto de Vinil	0,02 – 2,5
SBR	310
Etil Benzeno	0,1 – 2



1.2. Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos consistem em águas de resfriamento, águas 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.

Águas residuárias representam uma fonte básica de emissões na indústria petroquímica. De acordo com Lennetch [2007] a geração de efluentes líquidos nas unidades petroquímicas geralmente pode ser categorizada da seguinte forma: Águas residuárias contendo a matéria-prima principal ou produto; Águas residuárias contendo subprodutos produzidos durante as reações; Provenientes de derrames, fugas por gotejamentos e outros, lavagem de reatores ou pontos de transbordamento; Provenientes de torres de resfriamento, da condensação de vapor, de água de lavagem geral; Provenientes de águas pluviais.

Muitas refinarias liberam, não intencionalmente, hidrocarbonetos líquidos no solo ou mesmo em águas superficiais. Em algumas refinarias, a contaminação do solo migra, escoando para águas superficiais próximas. Tal problema, dependendo dos volumes liberados, é grave e representa um substancial risco para o meio ambiente e para a saúde humana.

1.3. Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são gerados em muitos dos processos de refino e em operações de manuseio do petróleo, assim como na etapa do tratamento de efluentes.

As plantas petroquímicas geram resíduos sólidos e lodo, alguns dos quais podem ser considerados perigosos por causa da presença de compostos orgânicos tóxicos e de metais pesados. Rejeitos cáusticos e outros resíduos perigosos podem ser gerados em quantidades significativas. Como exemplo, temos os resíduos de destilação associados com as unidades que produzem o acetaldeído, a acetona, o cloreto de benzila, o tetracloreto do carbono, o nitrobenzeno, o tricloroetano, o tricloroetileno, a anilina, os clorobenzenos, o dimetil hidrazina, o dibrometo de etileno, o toluenodiamina, o cloreto de etil, o 3,3 dicloroeto de etileno e o cloreto de vinil [World Bank Group, 1998].

O tratamento desses resíduos inclui incineração, neutralização, fixação química e disposição em aterros sanitários, que podem estar situados dentro ou fora das refinarias.

2. METODOLOGIA

O artigo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica e informações atuais que permitiram caracterizar as tecnologias utilizadas como fontes alternativas no tratamento de efluentes da indústria petroquímica.

Diversos métodos são utilizados na remoção de poluentes dos efluentes de origem industrial.

Entretanto, quando se objetiva a degradação de compostos orgânicos tóxicos, principalmente os recalcitrantes, os tratamentos convencionais, para uma grande maioria dos casos, não possuem o desempenho desejado na eliminação ou diminuição do impacto do despejo no meio ambiente, o que leva à pesquisa de métodos alternativos que visam a melhoria da eficiência dos sistemas de tratamento conjuntamente empregados ou isoladamente.



Carvão ativado

A metodologia do carvão ativado encontra-se em uso crescente como um processo eficiente e econômico na purificação de despejos líquidos.



Figura 1: Carvão ativado granulado.

O carvão ativado é uma substância muito utilizada para tratamento de efluentes. Possui uma elevada área superficial porosa, com a grande vantagem de possibilidade de poder se regenerar, ou seja, é possível descontaminar o carvão e adquirir novamente seu poder de adsorção. Além de remover as substâncias que produzem gosto, odor e matéria orgânica dissolvida, remove também cor (característica física, devida à existência de matéria dissolvida), fenóis, etc..

Atualmente o carvão ativado tem como um dos seus principais usos o combate da poluição, seja ela gasosa ou líquida, sendo muito eficaz e um dos fatores preponderantes é seu custo inferior ao de outros tratamentos similares.

O carvão ativado pode ser reutilizado após o processo de regeneração no qual os materiais previamente adsorvidos são removidos da estrutura dos poros do carvão, deixando-o novamente pronto para sua utilização.

Os métodos utilizados para a regeneração são: térmico, vapor, extração

por solventes, tratamento com ácidos ou bases e oxidação química.

Radiação Ionizante

A utilização da radiação ionizante tem como finalidade também a remoção de compostos orgânicos em efluentes provenientes de indústrias cujo processo produtivo libera carga tóxica elevada.

A utilização da radiação ionizante, principalmente a proveniente de feixe de elétrons de alta energia gerado em aceleradores, tem demonstrado ser um processo eficiente para o tratamento de efluentes líquidos e lodos por apresentar as seguintes características: produção de espécies altamente reativas, não requer a adição de reagentes químicos, permite a decomposição de compostos orgânicos, operação segura, processo facilmente controlado e limpo sem a formação de substâncias poluidoras e radioativas.

A radiação ionizante atua na degradação dos compostos orgânicos originando substâncias de estrutura molecular mais simples que podem ser biodegradadas no ambiente, além do que para muitos desses compostos, não há alternativas convencionais de tratamento.

Processo da troca iônica

Processo de remoção praticamente total dos íons presentes na água através de resinas catiônicas e aniônicas. Como a desmineralização da água consiste na remoção dos íons nela presentes, o processo é também chamado de deionização.

Consegue-se a desmineralização de uma água ao passá-la por colunas de resinas catiônicas na forma H^+ e aniônicas na forma OH^- , separadamente, ou então em uma só coluna que contenha estes dois tipos de resinas (leito misto). No primeiro caso deve-se passar a água primeiramente pelas resinas catiônicas,



pois estas são mais resistentes que as aniônicas, tanto química quanto fisicamente.



Figura 2: Resina mista.

Deste modo as resinas catiônicas podem proteger as aniônicas, funcionando como um filtro aparando certos constituintes danosos às resinas aniônicas. A operação de um sistema de troca iônica é extremamente simples, constituindo o controle e a regeneração da resina.

A troca iônica seletiva produz um efluente com alto nível de remoção de nitrogênio amoniacal, sendo, portanto, indicada em aplicações de reuso onde se desejam baixas concentrações desses contaminantes e de sólidos dissolvidos totais.

Processo de separação por membranas

O uso de membranas é relativamente recente no campo da purificação de água.

A observação de tecidos de vegetais e animais inspirou a engenharia de sua fabricação.

Quando uma membrana é usada para separação de soluções em água, esse solvente passa através de seus poros em decorrência de uma força, aqui designada força motriz, que comanda o processo, separando parte de suas

impurezas originais na forma de um concentrado.

O tipo de membrana utilizada, o método de aplicação dessa força e as características da água determinam o tipo de impureza a ser removida e a eficiência de remoção.



Figura 3: Membrana cerâmica.

A separação por membranas pode ser entendida como uma operação em que o fluxo de alimentação é dividido em dois: o permeado, contendo o material que passou através da membrana, e o concentrado que contém o material que não passou através da membrana.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as crescentes tendências universais de preservação do ecossistema, desenvolvimento de novas tecnologias de remediação ambiental e aprimoramento das já existentes, o processo eletrolítico tem sido reavaliado como uma alternativa promissora no tratamento de efluentes.

A seguir são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens dos principais métodos alternativos utilizados para o tratamento de efluentes da indústria petroquímica.



Carvão ativado

Vantagens:

- Alta possibilidade de se restaurar;
- Redução significativa na as substâncias que produzem gosto, odor e matéria orgânica dissolvida, remove também cor;
- Um dos seus principais usos no combate da poluição seja ela gasosa ou líquida.
- Menor custo do que os outros métodos.

Desvantagens:

- Polui o ar com CO₂;
- Produz muita fuligem preta e deixa muitas cinzas que vão poluir os rios;
- Fonte esgotável;
- Descarte de resíduos e poluição térmica.

Radiação Ionizante

Vantagens:

- Redução de espécies altamente reativas independentemente do pH na faixa de 3 a 11.
- Não há necessidade de adição de reagentes químicos;
- Decomposição de compostos orgânicos, não sendo seletiva a sua degradação;
- Reações em baixa temperatura;
- Segurança na operação dos aceleradores industriais de elétrons;
- Processo facilmente controlado e limpo sem a formação de substâncias poluidoras e radioativas;
- Não há geração de lodo orgânico no processo.

Desvantagens:

- Tecnologia ainda em estado de testes na maioria dos países;
- Necessita de um alto investimento;
- Necessidade de pessoal qualificado;
- Conhecimentos escassos sobre os assuntos desta área.

Troca iônica

Vantagens:

- Permite a determinação de espécies iônicas orgânicas e inorgânicas;
- Sensibilidade a baixas concentrações;
- Tempo de análise curto (15 min.);
- Pequenas amostras (1 mL).
- Sensibilidade a baixas concentrações.

Desvantagens:

- Custos elevados com equipamentos, treinamento e produtos químicos;
- Necessidade de mão de obra especializada e qualificada para operar o equipamento e analisar resultados.

Processo de separação por membranas

Vantagens:

- Eficiente no tratamento de águas e efluentes industriais;
- Alta vida útil;
- Operam em intervalos largos de pH e temperatura.



Desvantagens:

- Elevado custo;
- Pouca flexibilidade por serem materiais duros e quebradiços;
- Baixa resistência ao impacto.

4. CONCLUSÕES

Um dos problemas mais graves da atualidade relacionados à poluição ambiental é a contaminação do meio ambiente pelo lançamento de efluentes sem o tratamento adequado, o que pode causar danos à saúde dos seres vivos. Diante disto, é de grande importância à utilização de processos que reduzam o teor de poluentes presentes nesses efluentes, minimizando estes danos.

Os métodos convencionais nem sempre apresentam alta eficiência no que diz respeito à redução dos impactos ambientais, o que tem gerado uma grande busca por métodos alternativos, que aparecem como uma boa opção por serem tecnicamente e economicamente mais viáveis que os métodos convencionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INECE – The International Network for environmental Compliance and Enforcement. Disponível em: <<http://www.inece.org>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

LENNTECH, Water purification and air treatment. Indústria petroquímica. Disponível em: < <http://www.lennotech.com> >. Acesso em: 12 dez. 2014.

MAIA, M. G. S. F. ***Integração universidade/empresa como fator de desenvolvimento regional: um estudo da região metropolitana de Salvador.*** 2006. Dissertação de Mestrado, Universidade de Barcelona, Espanha.

Departamento de Geografia Física e
Análise Geográfica Regional.

WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook, Cap: Petrochemicals manufacturing, 1998. Disponível em: <
http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corp_ext_content/ifc_external_corporate_site/home>. Acesso em: 12 dez. 2014.