

Análise do aparelhamento das ETDI pelas refinarias para o fortalecimento de suas práticas voltadas para a preservação do meio ambiente

Sabe-se que a produção de petróleo representa um tipo de atividade com fortes potenciais de causar danos ao meio ambiente, embora haja um grande esforço por parte das refinarias em modernizar cada vez mais seu modo de produção a fim de evitar qualquer tipo de contaminação do meio ambiente, em particular o aquático. Salienta-se ainda que mesmo havendo consciência dos benefícios trazidos pelos derivados do petróleo à sociedade, de um modo geral, é compressível também que há efeitos nocivos do desfrute da comodidade trazida por este tipo de fósil, em alguns momentos preferindo abrir mão da mesma em defesa de um meio ambiente limpo e equilibrado. Ao longo da pesquisa, o contato com documentos produzidos pelas refinarias pesquisadas, percebeu-se que as mesmas também têm procurado ampliar seu leque de compromisso com a proteção ao meio ambiente, buscando meios para corresponderem às expectativas da sociedade e dos organismos de controle, levando-as a assumir um modelo de gestão comprometida com a defesa dos recursos naturais. Nota-se no trabalho que uma das principais preocupações das refinarias é com a água de produção, cuja representação chega a praticamente 99% nas atividades realizadas por elas, que precisam ser tratadas antes de despejadas novamente ao meio ambiente, assim como os efluentes que passam por um rigoroso processo de tratamento. Diante do contexto destaca-se que a busca por novos padrões tecnológicos é algo fundamental para manter o meio ambiente protegido dos efluentes contaminadores. Com isso, considera-se que o objetivo de analisar os potenciais impactos ambientais gerados pela produção de petróleo, em particular pelos efluentes das refinarias, foi alcançado. Para tanto a metodologia de buscar dados na literatura e em lócus foi fundamental para chegar aos resultados apresentados na pesquisa.

Palavras-chave: Efluentes de petróleo; Refinarias; Contaminação meio ambiente; Gestão Ambiental.

Analysis of the refining of ETDI by refineries to strengthen their practices aimed at preserving the environment

It is known that oil production represents a type of activity with strong potential to cause harm to the environment, although there is a great effort on the part of the refineries to modernize their production mode more and more in order to avoid any contamination of the environment, in particular the aquatic environment. It should also be noted that even though there is an awareness of the benefits derived from petroleum products to society, it is also generally understandable that there are harmful effects of enjoying the convenience of this type of fossil, at times preferring to give it up in the defense of a clean and balanced environment. Throughout the research, the contact with documents produced by the refineries researched, it was noticed that they have also sought to broaden their range of commitment to protect the environment, seeking ways to respond to the expectations of society and control organisms, leading - to assume a management model committed to the defense of natural resources. It is noted in the work that one of the main concerns of the refineries is with the production water, whose representation reaches almost 99% in the activities carried out by them, that need to be treated before being returned to the environment, as well as the effluents that pass by a rigorous treatment process. In view of the context, it is important to note that the search for new technological standards is fundamental to keep the environment protected from contaminating effluents. Thus, the objective of analyzing the potential environmental impacts generated by oil production, in particular by refinery effluents, has been reached. In order to do so, the methodology of searching data in the literature and at the locus was fundamental to reach the results presented in the research.


Keywords: Petroleum effluents; Refineries; Environmental contamination; Environmental management.

Topic: **Responsabilidade Socioambiental Corporativa**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **10/06/2018**

Approved: **24/07/2018**

Erivaldo Ferreira da Silva 
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5881636300837149>
<http://orcid.org/0000-0002-4424-2365>
ericoferreiradasilva75@gmail.com

Regina Celi Sarkis Muller
Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6549414943861479>
sarkis@ufpa.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0031

Referencing this:

SILVA, E. F.; MULLER, R. C. S.. Análise do aparelhamento das ETDI pelas refinarias para o fortalecimento de suas práticas voltadas para a preservação do meio ambiente. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.5, p.352-366, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0031>

INTRODUÇÃO

Não há sombra de dúvidas de que o petróleo ainda tem sua importância em nossa sociedade, sendo um produto vital para a sobrevivência do ser humano e sua locomoção. Ele continua a representar não apenas uma importante fonte de energia intensamente utilizada pela população mais também é um grande fornecedor de matéria-prima para a produção de diversos bens de consumo, ocupando, assim, parte relevante na vida do ser humano.

Na concepção de Afonso et al. (2003), embora não seja, na atualidade, impossível pensar um mundo sem as comodidades e benefícios produzidos pelo petróleo a sociedade, tais alterações implicariam em profundas mudanças no comportamento da sociedade, tendo que alterar seus hábitos e mentalidades com a finalidade de se adaptar ao novo modelo de vivência social com os produtos de consumo.

Considerando o contexto em que o petróleo continua sendo de grande importância para a produção de boa parte dos bens de consumo, a etapa do refino, conforme aponta Abadie (2003), é a grande responsável em promover e ampliar a indústria do petróleo, uma vez que se não houvesse a separação do óleo in natura em variados componentes, ele sozinho não teria nenhum valor econômico e nem prático.

Os autores deixam claro que a importância do refino dentro das cadeias de tratamento do petróleo não se dá apenas por uma questão estratégica, pois em se tratando do aspecto ambiental, elas são grandes produtoras de poluentes, bem como, grandes consumidoras de água e energia. Gerando assim, quantidades imensas de despejos líquidos, além de soltar na atmosfera inúmeros gases nocivos. As mesmas também são produtoras de resíduos sólidos cujos tratamentos, em diversas circunstâncias, não são eficazes.

Compreendido esse contexto, entende-se que para a continuidade de uma atividade, que embora seja a grande responsável pela agregação de valor ao petróleo, é preciso pensar sua continuidade a partir da agregação às suas práticas a variável ambiental na hora de se elaborar o planejamento de operacionalidade da refinaria. Não se defende, com isso, que medidas sejam tomadas para que as refinarias deixem de operar, ou que diminuam sua produção, pois, isso, representaria um caminho inviável considerando que o consumo exacerbado de derivados do petróleo tem crescido constantemente.

Sobre o assunto Abrano (2008) afirma que a questão que envolve as poluições, e não apenas as restritas às refinarias de petróleo, mas as produzidas pelas indústrias em geral, não representam apenas um problema, mas um grande desafio as gerências indústrias de tomar medidas que possam, sem afetar a produção, retraindo a emissão de poluentes ao meio ambiente, e para que isso aconteça é necessário que as mesmas assumam a existência de tal realidade, não a trate como se existisse apenas no limbo.

A produção deste trabalho teve como objetivo realizar uma análise sobre os potenciais impactos ambientais gerados pela produção de petróleo, em particular pelos efluentes gerados pelas refinarias Henrique Lage (REVAP), Presidente Bernardes (RPBC), Gabriel Passos (REGAP), e Issac Sabba – Reman. O trabalho foi desenvolvido com ajuda da literatura específica da área e dados fornecidos por pesquisadores que publicaram trabalhos sobre as refinarias Presidente Bernardes, na cidade de Cubatão, Estado de São Paulo, Gabriel Passos, em Contagem, Minas Gerais e a Henrique Lages, localizada em São José dos Campos,

Estado de São Paulo, sendo que as informações sobre a Refinaria Isaac Sabbá – REMAN, na cidade de Manaus, Amazonas, foram obtidas diretamente pelo pesquisador na própria Refinaria.

REVISÃO TEÓRICA

Cenário internacional e nacional sobre o petróleo

Na literatura, encontram-se relatos de que o petróleo é uma substância descoberta desde o começo da civilização, sendo utilizado inclusive por Nabucodonosor como substância de liga no processo de pavimentação de estradas e na criação de seus jardins suspensos. Era utilizado pelos povos egípcios em seu rito de embalsamento das pessoas que morriam e também utilizaram o produto na construção das famosas pirâmides. Gregos e romanos faziam uso como elemento essencial para a fabricação de armamentos bélicos. Seu uso comercial só aconteceu a partir do século XVIII, quando a indústria farmacêutica e de iluminação pública começaram a investir em seu uso.

Segundo Quelhas et al. (2011), foi em 1919 que houve um grande avanço na engenharia mecânica, porque se conseguiu melhorar os motores à diesel a ponto de os mesmos serem utilizados em veículo automotores. Esse feito contribuiu para que este tipo de combustível começasse a ser valorizado nos Estados Unidos. Entre os anos de 1929 e 1939 já havia combustível disponível para todos os veículos automotores.

A alta procura pelo petróleo fez com que os poços se multiplicassem, assim como novas formas de explorar o combustível fóssil foram inventadas e aprimoradas, como é o caso da exploração via percussão. Com a descoberta do novo método rotativo de perfuração tornou-se possível, então, perfurar poços mais profundos, chegando a 354 metros de profundidade. O tempo entre a descoberta da perfuração por percussão e a rotativa foi bem curto, razão pela qual passou-se a investir muito em novos projetos de pesquisas voltados para o desenvolvimento de novas técnicas de perfuração. Os investimentos obtiveram resultados, pois conseguiram descobrir técnicas com capacidade de fazer perfurações de até dez mil metros de profundidade (TRIGGIA et al., 2004).

Com Getúlio Vargas no poder, o Estado, então, resolveu insistir na exploração de petróleo no Brasil, então foi criado um órgão exclusivo para cuidar desse processo, o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, cuja finalidade era concentrar estudos para qualificar a exploração do combustível fóssil, e o Conselho Nacional do Petróleo - CNP. insistindo na exploração no litoral baiano, iniciou novas perfurações na região de Lobato, onde se encontrou uma pequena vazão de petróleo, sendo, assim, o responsável pela abertura do caminho para a exploração industrial no Brasil (SILVA et al., 2008).

No ano de 2003 houve as descobertas de novas bacias petrolíferas que deram ao país uma capacidade de produção quase equivalente ao de consumo, o correspondente a 90%. Em 2006 o volume de produção do petróleo supera, pela primeira vez, o quantitativo de consumo, tonando-se, dessa forma, autossuficiente na produção do petróleo e seus derivados. Já em 2007 o Governo Federal tornou pública a informação de que a Petrobras havia feito uma importante descoberta, a existência de petróleo na camada chamada de pré-sal, que fica a uma profundidade que chega aos sete mil metros.

Principais impactos causados pelo refino de petróleo ao meio ambiente

O uso do termo 'impacto ambiental' logo remota a duas outras palavras, 'poluição' e 'degradação', que gera uma conotação negativa do termo, embora haja o entendimento de que impacto ambiental não está exclusivamente ligado a algo negativo, uma vez que os resultados podem ser também positivos. Conforme interpretação da Norma Brasileira – NBR ISO 14001, o impacto ambiente faz referência a qualquer tipo de ação antrópica, seja ela positiva ou negativa, que venha alterar os aspectos organizacionais do meio ambiente (ABNT, 2004).

No entendimento do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, se considera como impacto ambiental, presente em sua resolução 001 de 1986, qualquer tipo de modificação presente nas propriedades químicas, físicas e biológicas do ecossistema, causadas por ações humanas que venham provocar algum tipo de alteração na segurança e bem-estar da fauna, da flora e da sociedade, que possa influenciar o aspecto econômico e social, assim como afetar as condições paisagistas e sanitárias do meio ambiente, colocando em risco os recursos naturais disponíveis (CONAMA, 1986).

Segundo Sánchez (2006), reforçando o entendimento acima, de que o impacto ambiental é configurado por qualquer tipo de alteração que venha influenciar a qualidade do meio ambiente, modificando seu processo natural é resultado da ação antrópica. Embora se tenha noção de que as modificações no meio ambiente também podem ocorrer de forma natural, a clareza é que esse processo é benéfico para si porque contribui positivamente para que o sistema se fortaleça ainda mais, ao contrário da ação antrópica, onde o ser humano faz uso do meio ambiente para benefício próprio. Nesse sentido, o entendimento nessa pesquisa é que o impacto ambiental é toda e qualquer interferência do ser humano na natureza, ocasionando efeitos positivos ou negativos na estrutura biológica, química ou física da fauna e da flora.

A partir deste entendimento a exploração de petróleo é uma atividade econômica diretamente associada ao meio ambiente que, ao longo de sua história, tem provocado impacto mais negativo que positivos, uma vez que sua produção pela indústria petrolífera, que vai desde a perfuração dos poços até o refino do produto para retirada de seus derivados, passando pelo transporte fluvial de barcas, navios, rodoviário e dutos, tem deixado marcas irreversíveis no sistema natural devido a vários acidentes registrados durante o tempo resultando não apenas na contaminação do solo e da água, mas também da fauna e flora.

A respeito do meio físico, Matos (2010) aponta que o mesmo é identificado a partir do solo, do relevo, da água, do ar, da litologia, que são considerados elementos que são alvos diretos das degradações provocadas pela exploração do petróleo. Da exploração até o refino há a constatação de uma série de componentes do óleo natural que causam sérios danos ao meio ambiente.

Os danos mais comuns causados pelo refino do petróleo ao aspecto físico do meio ambiente estão diretamente ligados as variações da qualidade da água, do ar e do solo. A variação da água ocorre no momento em que a petrolífera descarta seus rejeitos na água, como as águas de drenagem, os líquidos utilizados para limpeza, restos alimentares e os efluentes sanitários. Os efluentes contaminados

quimicamente ao terem contato com a água provocam alterações de imediato, alterando as características física e química da mesma, atingindo, em particular, os seres bióticos que vivem na área que abrange as atividades (MATOS, 2010).

Sobre a exploração do petróleo, segundo aponta Silva et al. (2009), as variações sobre a qualidade do solo acontecem por conta das remoções feitas a cobertura vegetal para que seja possível se fazer as perfurações, constituindo os poços de exploração. Com a remoção deste tipo de defesa natural o solo fica desprotegido, frágil para erosões, sem contar o impacto causado pelo depósito de cascalhos contaminado ao redor do poço em perfuração, embora, o nível de contaminação do solo seja considerado moderado, assim como, o raio de contaminação da vegetação tenha seu alcance dentro da área identificada antes do início das atividades.

Outras fontes de contaminação por emissão, apontadas por Perisse (2006), são as oriundas dos catalisadores de processo, quando estes passam periodicamente por um processo de regeneração, que durante sua execução é geradora de correntes gasosas com a presença de hidrocarbonetos voláteis e o monóxido de carbono. Por essa razão, antes que sejam liberadas para a atmosfera essas correntes precisam passar por um tratamento por meio da caldeira de CO, que é responsável de queimar não só o monóxido de carbono, transformando-o em dióxido, mas também todo e qualquer hidrocarboneto que passar por ela. Depois disso, precisam passar pelos equipamentos precipitadores eletrostático ou ciclones, para que sejam removidos o particulado que acompanha o gás.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com ajuda da literatura específica da área e dados fornecidos por pesquisadores que publicaram trabalhos sobre as refinarias Presidente Bernardes, na cidade de Cubatão, Estado de São Paulo, Gabriel Passos, em Contagem, Minas Gerais e a Henrique Lages, localizada em São José dos Campos, Estado de São Paulo, sendo que as informações sobre a Refinaria Isaac Sabbá – REMAN, na cidade de Manaus, Amazonas, foram obtidas diretamente pelo pesquisador na própria Refinaria, uma vez que este é o espaço que o mesmo atua profissionalmente.

A Refinaria Henrique Lage (REVAP) encontra-se localizada na Rodovia Presidente Dutra, no município de São José dos Campos, na região do Vale do Paraíba. A extensão geográfica ocupada pela Refinaria é de 10.000.000 m². Começou a operar em março de 1980 e nos dias atuais sua produção é responsável pelo abastecimento do Mercado do Estado de São Paulo e dos estados da região Centro-Oeste. O seu corpo hídrico pertence ao rio Paraíba do Sul, que segundo as classificações hidrográficas fica como classe II na região do Vale do Paraíba. Neste sentido, a ETDI desta indústria foi dimensionada para realizar o tratamento de uma vazão correspondente a no máximo 705 m³/h dos efluentes produzidos, de maneira a corresponder a capacidade classificatória do rio.

Refinaria Presidente Bernardes, fica no município de Cubatão, razão pela qual é representado pela sigla RPBC. A Refinaria é um empreendimento com grande capacidade para conversão, responsável pela produção de diversos derivados de petróleo com valor de mercado no padrão exportação. Fica localizada na

antiga estrada que ligava São Paulo a Santos, especificamente no Sopé da Serra do Mar, município de Cubatão. Foi ela a responsável em abrir caminho para que fosse criado mais tarde o polo petroquímico de Cubatão. Sua interligação é com o Terminal Aquaviário de Santos, o Terminal Terrestre de Cubatão, de responsabilidade da Transpetro e o Terminal de Cubatão, administrado pela Petrobras Distribuidora.

A Refinaria Gabriel Passos, REGAP, fica no Estado de Minas Gerais, mais precisamente na divisa dos municípios de Betim e Ibituripe. Ela também é uma das mais antigas, inaugurada em 1968, recebendo em 1982 seu primeiro investimento de ampliação, cujo aumento de sua estrutura para processamento mais que duplicou.

A Refinaria Isaac Sabbá – Reman está localizada geograficamente à margem esquerda do Rio Negro, no espaço do município de Manaus – AM. Ela foi fundada em 1956 com o nome Companhia de Petróleo da Amazônia - Copam, mas só começou a funcionar oficialmente em 1957, e contou com a presença do então presidente da época, Juscelino Kubitschek. Seu fundador foi Isaac Benayon Sabbá, empresário da região. Dezesete anos depois, em 1974, foi incorporada ao Sistema da Petrobras com o nome de Refinaria de Manaus – Reman, mas, em 1996, como forma de homenagear o seu fundador, mudou de nome novamente, passando a se chamar Refinaria Isaac Sabbá. Para que se cumprisse satisfatoriamente o objetivo descrito no item anterior analisaram-se, separadamente, cada um dos problemas associados ao meio ambiente decorrentes das operações nas refinarias citadas acima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atuação das refinarias para contenção de prejuízos ao meio ambiente

O Parque de Refino Nacional é formado por treze refinarias, das quais duas são pertencentes a empresas privadas, que são as refinarias Manguinhos e Ipiranga, a primeira localizada no Estado do Rio de Janeiro, e a segunda no Estado do Rio Grande do Sul. As demais, totalizando onze refinarias, pertencem à Petrobras. As refinarias foram instaladas em locais considerados estratégicos, como as bacias estressadas dos rios Paraíba do Sul, Guandu, Cubatão e Amazonas, onde está a Refinaria de Manaus, uma das que possui elevados custos direcionados ao tratamento de seus resíduos.

Com a aprovação e promulgação da Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que versa sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, cuja finalidade é a de definir quais são as prioridades de uso da água para fins potáveis, que não inclui o uso industrial da mesma, o que obrigou as refinarias a se adequarem às novas exigências, aprimorando seu gerenciamento de água já na planta industrial por meio da elaboração de programas voltados para a racionalização do uso da água (ALMEIDA, 2003).

No tocante as indústrias do petróleo, que são as refinarias, elas possuem um complexo sistema voltado tanto para a captação, armazenamento, tratamento, como para o transporte da água e dos efluentes. Comparados a outros seguimentos, como petroquímicas, indústrias farmacêuticas, siderúrgicas, indústrias de alimentos e eletrônicos, as refinarias se despontam como sendo o setor com maior diversidade de tipos de água, mantendo água bruta, ainda em tratamento, potável, industrial e desmineralizada (BRASIL, 2006).

Refinaria Henrique Lage- REVAP

No tocante ao tema, a Refinaria Henrique Lage (REVAP), localizada na Rodovia Presidente Dutra, no município de São José dos Campos, na região do Vale do Paraíba, investiu na construção de uma ETDI com dimensão para realizar o tratamento de uma vazão correspondente a 705 m³/h dos efluentes produzidos. Segundo Vanelli (2004), esta ETDI é bastante flexível quanto a absorção das variações produzidas de sua carga sem que haja comprometimento da qualidade final de seus efluentes a serem descartados. Tais resultados motivaram a Refinaria a investir na ampliação das instalações de seu parque de refino, o que implicou no aumento do consumo de água e produção de efluentes líquidos. Neste sentido, o autor ressalta a necessidade de serem reavaliados os impactos causados por tais modificações no desempenho da ETDI, assim como de outros elementos que venham influenciar negativamente na qualidade do efluente final a ser descartado no rio ou igarapé.



Figura 1: Refinaria Henrique Lages – RAVAP. **Fonte:** PETROBRAS (2014).

O projeto da ETDI da REVAP foi elaborado considerando a possível geração de seis tipos de efluentes líquidos, no caso, o oleoso, que é composto a partir de água contaminada durante o processo de produção e precipitação na área industrial; o contaminado, que é fruto da água de drenagem, das lavagens feitas nos tanques e drenagens da água que fica acumulada nas bacias de contenção; o cáustico, que tem origem no descarte feito pelo seu sistema de tratamento; o sanitário, que surge a partir do sistema de esgoto sanitário que vem dos prédios da administração, dos laboratórios, refeitórios e casas de controle operacional; tem ainda os efluentes provenientes da Estação de Tratamento (ETA) das águas de origem da retrolavagem dos filtros e da espuma do clarifloculadores; e, por fim, os efluentes pluviais, que são coletados e conduzidos, via canais abertos, à ETDI.

Refinaria Presidente Bernardes

A Refinaria Presidente Bernardes é um empreendimento com grande capacidade para conversão, responsável pela produção de diversos derivados do petróleo com valor de mercado no padrão exportação. Fica localizada na antiga estrada que ligava São Paulo a Santos, especificamente no Sopé da Serra do Mar, município de Cubatão. Foi ela a responsável em abrir caminho para que fosse criado mais tarde o polo petroquímico de Cubatão.



Figura 2: da Refinaria Presidente Bernardes – RPBC. **Fonte:** PETROBRAS (2014).

A RPBC possui uma grande estação de tratamento de efluentes, dada a própria capacidade dela de processamento por dia de barris de petróleo. Em razão de sua capacidade de processamento o tamanho da estação é justificado, uma vez que ela recebe os mais variados tipos de efluentes, o que implica em uma variação na composição dos dejetos oriundos deste processo. Como é esperado, todo e qualquer tipo de despejo industrial precisa passar pelas estações de tratamento antes de serem lançados ao seu destino final, que no caso é o Rio Cubatão.

Os despejos industriais precisam passar por tratamentos antes mesmo de chegarem até as lagoas, sendo necessário que os efluentes passem por tipos de tratamentos físicos antes, é onde entra em ação, por exemplo, as unidades de Separação Água/Óleo, que no trabalho o autor abrevia como “S.A.O.”. O processamento executado por esta unidade já foi descrito no segundo capítulo da dissertação do autor, porém, não considera-se prejuízo repetir aqui novamente como o mesmo acontece na Refinaria em discussão. Este processo de separação parcial ocorre através da flotação, seguindo dois momentos em estado líquido, no caso água e efluentes orgânicos, finalizado com a sedimentação das partículas sólidas.

Sintetizando o processo, o esquema utilizado que permite o trânsito dos efluentes pelas lagoas leva em consideração o tratamento primário dos efluentes hídricos no S.A.O., cujo tratamento é feito por flotação a ar dissolvido. Posteriormente ele segue para a lagoa de equalização, que tem a finalidade de reduzir às variações presente no sistema no tocante a questão de temperatura, vazão e concentração do efluente. O próximo passo é ir para a lagoa de estabilização aerada, movimentada por agitação mecânica na superfície, cujo objetivo é produzir oxigênio para a massa líquida e homogeneizar o efluente.

Ao sair da LEA é conduzido, via gravidade, para duas lagoas onde é feita a mistura completa, que são a LMC1 e LMC2, onde há concentração de aeradores responsáveis pelo fornecimento do oxigênio necessário para o processo de biodegradação dos sólidos que se encontram em estado de suspensão. Depois que passa pelas duas lagoas o destino dos efluentes é a LFA, que tem por finalidade realizar e decantar a biomassa gerada com o processo de tratamento biológico dos efluentes, assim como fazer a remoção dos eventuais

contaminantes que possam se fazer presente nos efluentes. Depois deste processo o material está apto a ser lançado no corpo receptor, que é o rio Cubatão.

Refinaria Gabriel Passos

A REGAP, como é conhecida a Refinaria, pertence à Petrobras, portanto, uma indústria estatal, que fica no Estado de Minas Gerais, mais precisamente na divisa dos municípios de Betim e Ibirité. Ela também é uma das mais antigas, inaugurada em 1968, recebendo em 1982 seu primeiro investimento de ampliação, cujo aumento de sua estrutura para processamento mais que duplicou. Em 1994 resolveu fazer outro investimento, na instalação de uma unidade de coque, se tornando a segunda refinaria estatal a fazer isso. Além da produção de coque, a REGAP também produz gasolina, óleo diesel, GLP, asfalto, enxofre e aguarrás. Sua estrutura física ocupa uma área de 12,5 km², cuja capacidade de instalação é de 115mbb/d, com isso, sua produção representa 8% da produção de refino realizado no país.



Figura 3: Refinaria Gabriel Passos – REGAP. **Fonte:** PETROBRAS (2014).

A preocupação com a retirada do nitrogênio dos efluentes descartados é para evitar danos ao meio ambiente, de modo que não ocasione danos aos peixes e outros organismos aquáticos, como a morte dos mesmos por asfixia. Também tem a finalidade de eliminar qualquer possibilidade de intoxicar o corpo receptor em razão do aparecimento e crescimento desordenado de algas, uma vez que há entre elas algumas que soltam toxinas a partir de suas rotas metabólicas.

O processo de nitrificação é considerado o limitante desta etapa, uma vez que ocorre de forma coletiva com a junção de dois tipos de bactérias, as do gênero nitrosomonas, nitrosococcus, nitrosospira, nitrosolobus e nitrosolibrio, que são responsáveis pela transformação da amônia em nitrito. O segundo tipo pertence ao gênero são as nitrobacter, nitrococcus, nitrospira e nitrospina, responsáveis em transformar o nitrito em nitrato.

Refinaria Isaac Sabbá – Reman

A Refinaria está localizada geograficamente à margem esquerda do Rio Negro um dos mais importantes da bacia amazônica, no espaço do município de Manaus – AM. Ela foi fundada em 1956 com o nome Companhia de Petróleo da Amazônia - Copam, mas só começou a funcionar oficialmente em 1957, e

contou com a presença do então presidente na época, Juscelino Kubitschek. Seu fundador foi Isaac Sabbá, empresário da região. Dezesete anos depois, em 1974, foi incorporada ao Sistema da Petrobras com o nome de Refinaria de Manaus – Reman, mas, em 1996, como forma de homenagear o seu fundador, mudou de nome novamente, passando a se chamar Refinaria Isaac Sabbá.



Figura 4: Refinaria ISAAC SABBÁ – REMAN. **Fonte:** PETROBRAS (2014).

A UN-REMAN está instalada no distrito industrial da cidade de Manaus, estado do Amazonas, tendo em sua vizinhança limites com empresas de envase de GLP, indústria de eletro-eletrônicos, químicas e distribuidoras de combustíveis, bem como no seu raio de abrangência a localização de pontos públicos de convivência, a saber: motel, posto de combustível e paradas de ônibus. Além da influência urbana, ainda se destaca que a unidade encontra-se as margens do rio Negro, tendo um corredor verde de mata nativa, tanto em sua propriedade, quanto na vizinhança.

Segundo o IBGE (2005) o solo da região onde se encontra a UN-REMAN é caracterizado como 'latossolo amarelo'. A topografia da refinaria é bastante acidentada, com variações de quotas em diversos pontos da área de sua propriedade. Estando o local a ser instalada a unidade de tratamento de águas ácidas, em uma quota superior a maioria da área de drenagem de águas de tanques e no mesmo nível da unidade de processo.

O tipo de atmosfera que circunda a UN-REMAN segue influência, basicamente, Industrial. Os principais contaminantes se constituem em partículas em suspensão e dióxidos de enxofre. Para as partículas em suspensão tem-se uma concentração média geométrica anual de $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e concentração máxima diária de $14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em termos de dióxido de enxofre tem-se uma concentração média aritmética anual de $23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e uma concentração máxima diária de $100,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tendo-se esses parâmetros o atendimento, com cerca de 10 vezes inferior aos limites máximos, frente aos padrões primários e secundários estabelecidos no artigo 3 da resolução do CONAMA de número 003 de 28 de junho de 1990.

As características técnicas da refinaria levam em consideração sua capacidade de processar, por dia, sete milhões e trezentos mil litros de petróleo, representando os quarenta e seis mil barris. Ela possui uma central termoelétrica com capacidade de produção e distribuição de 5,8 megawatts, o que lhe permite ser autossuficiente em energia, uma vez que tal produção pode atender uma cidade com até trinta e cinco mil habitantes. Os principais produtos gerados pela refinaria são o Gás Liquefeito de Petróleo – GLP, a nafta

petroquímica, gasolina, querosene de avião, diesel, óleo para turbina elétrica, geração de energia e fabricação de asfalto. Estes produtos atendem toda a demanda dos estados da Região Norte, no caso, Roraima, Amazonas, Rondônia, Acre, Amapá e Pará.

A REMAN possui sistema de captação de água bruta instalado, diretamente do Rio Negro, na vazão média típica atual de 270 m³/h para as suas necessidades industriais. Este sistema de captação/adução é composto por 4 bombas elétricas para captação de água do Rio Negro. Sendo duas com vazão de 250 m³/h e duas de 125 m³/h, um tanque de segurança de armazenamento de água bruta, com um volume de 11.000 m³ onde, 70% do volume do tanque são destinados ao sistema de combate a incêndio e 30% para o abastecimento, por gravidade, da unidade de processo e ETA.

A água captada é bombeada para o sistema de água bruta, de onde uma parte vai para o abastecimento do tanque de água de segurança e a outra parte vai para as Unidades de Processo e para a Estação de Tratamento de Água – ETA. Os efluentes da refinaria serão formados por dois sistemas independentes: **Sistema contaminado e Sistema oleoso.**

Sistema contaminado É o sistema onde eventualmente possa haver a existência de óleo emulsionado, dissolvido e/ou arrastado na corrente aquosa, e é formado pelas contribuições das drenagens de preparo de tanques de petróleo e produtos, áreas segregadas da Unidade de Destilação Atmosférica, das tubovias, e a purga das torres de resfriamento, totalizando uma vazão em tempo seco de 75 m³/h.

As águas contaminadas passarão pelo gradeamento PE-532001 e pelo desarenador DA-532001 A/B, e em seguida para a caixa de partição contaminada CX-532003. Em tempo seco, as águas contaminadas escoarão por uma tubulação com orifício para restrição do fluxo a uma vazão máxima de 75m³/h, juntando-se a corrente de águas oleosas que escoará para a caixa de chegada do SAO CX-533202. Na ocorrência de chuvas fortes, a vazão média que chegará a caixa de partição contaminada CX-532003, poderá atingir 430m³/h e o 355m³/h excedente verterão para a bacia de acumulação de águas contaminadas TQ-532004, com um volume de 180m³. Caso a precipitação pluvial seja mais prolongada, acima de trinta minutos, a capacidade do TQ-532004 estará esgotada e a corrente de águas contaminada, já agora podendo ser considerada limpa, transbordará para a Barragem I, através do septo selado, para evitar eventual arraste de óleo. Depois de amainadas as chuvas, a TQ-532004 será esgotada para a caixa de chegada do SAO CX-533002, com uma vazão máxima de 110m³/h.

Sistema oleoso: É o sistema onde a presença de óleo é constante, e será formado pelas contribuições das drenagens contínuas dos equipamentos das unidades de processo, da área de carregamento de asfalto e do sistema de tocha, totalizando uma vazão em tempos secos de 110 m³/h.

As águas oleosas irão para a caixa de partição CX-532005 e em seguida para o separador de água e óleo SAO-533201 A/B/C/D, através de tubulação com orifício para restringir o fluxo a uma vazão máxima de 110m³/h. Na ocorrência de chuva forte, a vazão média que chegará a caixa de partição poderá atingir 358 m³/h, os 248 m³/h excedentes verterão para a bacia de acúmulo de águas oleosas TQ-532002, com um volume de 620m³.

Em caso extremo, esgotada a capacidade do TQ-532002, haverá um extravasamento de emergência para a bacia de acumulação de águas contaminadas TQ-532004, com um volume de acúmulo de 180m³, que por sua vez extravasará pelo septo selado da caixa de partição para a Barragem I. Passada as chuvas, o TQ-532002 será esgotado para o SAO em uma vazão máxima e controlada de 110m³/h.

Os efluentes **oleosos** e **contaminados** reunidos com cerca de 185 m³/h de vazão, irão para a caixa de entrada CX-533002, onde se juntarão com o óleo proveniente do poço de acúmulo de escumas do flotorador CX-532004. O óleo livre presente no efluente será retirado através do tambor coletor de óleo TO-533201 e encaminhado para o poço de óleo recuperado CX-533203.

Da caixa de chegada, o efluente na vazão normal de 213 m³/h vai para o SAO-533201 A/B/C/D onde, devido à baixa velocidade em cada canal e a diferença de densidade entre o óleo e a água ocorrerá a separação de fases com o abaixamento do teor de óleos e graxas > 500 mg/l para < 260 mg/l. Após coletado, este óleo e o proveniente da caixa de chegada CX-533202, serão encaminhados para o poço de óleo recuperado CX-533203 com capacidade para 30 m³, e daí para os tanques de armazenamento de slop.

O efluente do SAO, com uma vazão normal de 213,1 m³/h, se juntará ao efluente do **SAO da Área Norte**, de 50 m³/h, por gravidade, formando a corrente de alimentação da bacia de equalização TQ-532001 A/B, com um volume de 1536 m³. O objetivo desta é minimizar os choques de cargas, qualitativos e quantitativos, para a unidade de flotação. A retirada eventual do óleo sobrenadante se fará pela flauta coletora e será encaminhado para o poço de óleo recuperado CX-533203.

Com a finalidade de evitar os riscos de ocorrerem erosão nas tubulações, assim como de eliminar partículas que ficam alojadas ao longo do trajeto, seja na tubulação ou lagoa de tratamento, a ação executada em seguida ao gradeado é a desarenação, que consiste na remoção, utilizando o processo de decantamento das partículas de sílica, que é a areia presente no efluente.

Assumindo a responsabilidade de remover os efluentes contaminados, quando o tempo está seco, utiliza-se a gravidade para fazer com que os efluentes saia da cx-532003, que é a de partição contaminada, e cheguem até a CX-533202, que é responsável pela separação entre água e óleo, cuja vazão passa por uma tubulação com restrição em seu orifício, chegando a uma capacidade de 75 m³/h. No período de muita chuva, quando exceder os efluentes da vazão normal de tempo seco, os mesmos são remetidos por gravidade para a bacia onde ficam acumuladas as águas contaminadas.

Este tipo de ação é de suma importância para que sejam bloqueadas as sobrecargas de águas pluviais dentro do Sistema de efluentes. Considerando o clima na região, o projeto da REMAN garante uma bacia que serve para acumulação das águas pluviais contaminadas em decorrência das chuvas, com capacidade de armazenamento de 180 m³.

Outro instrumento utilizado pela REMAN é a caixa de partição oleosa, por onde é encaminhado, por gravidade, o efluente oleoso no cotidiano da refinaria para ser separado da água por meio de uma tubulação limitada a uma vazão máxima de 110 m³/h. No período do inverno, em que o volume de água aumenta, fazendo com que os efluentes oleosos excedam, esta vazão é canalizada para a bacia de acumulação, que é o tq-532002. A construção deste espaço tem a finalidade de acumular a água proveniente da chuva que se

contamina ao ter contato com as áreas oleosas. Quando ocorre extravasamento a bacia de acumulação TQ-532004, entra em ação por meio de seu septo e vertedor, minimizando, assim, o arraste do líquido contaminado com óleo.

Para a realização do tratamento biológico a REMAN possui duas lagoas do tipo aeróbica, que são as responsáveis em fazer a degradação dos componentes orgânicos, assim como o polimento final pelo qual passa o efluente. Para a realização do processo faz-se uso de cepas específicas oriundas dos microrganismos, que são chamados de biodrum. As referidas lagoas funcionam por tempo de detenção em intervalos de horas, que se amplia a medida que o reciclo circulante exige, uma vez que parte do efluente que chega até ali é proveniente dos tambores rotativos a base de biofilms do biodrum. É por meio deste processo que é feito o lançamento do efluente na barragem do igarapé da guarita que está em volta da REMAN e que flui para o rio negro. A Figura a seguir representa todas as etapas para que os efluentes contaminados sejam retirados antes do descarte final no corpo receptor dentro de uma refinaria.

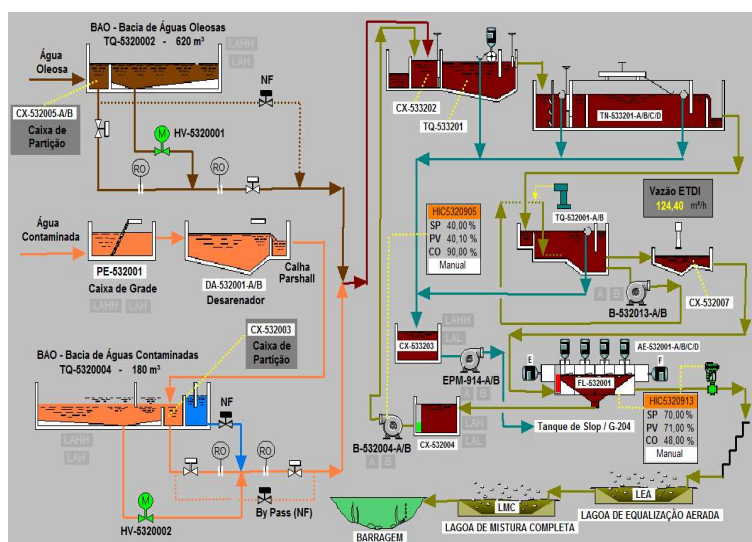


Figura 5: Diagrama de uma estação de despejos industriais em uma refinaria- ETDI. Fonte: REMAN (2017).

CONCLUSÕES

As reflexões feitas no corpo deste trabalho teve como objetivo analisar os potenciais impactos ao meio ambiente, gerados pela produção de petróleo em particular pelos efluentes produzidos por quatro refinarias, avaliando-se principalmente o consumo da água que contribui para a geração de uma quantidade excessiva de efluentes líquidos, envolvendo assim aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos. Sabe-se que a degradação ambiental é um fenômeno muito presente na sociedade moderna, que enxerga o desenvolvimento industrial como caminho para se manter sempre a frente e é o principal elemento que corrobora para a legitimação da urbanidade do ambiente.

O que pôde-se perceber no trabalho desenvolvido nas refinarias que fizeram parte desta pesquisa, é que há uma grande preocupação das mesmas com a questão da água em particular, não em razão da legislação que versa sobre as consequências que as mesmas precisam arcar, mas pela existência de uma consciência coletiva da responsabilidade ambiental.

Verificou-se que todas as refinarias investigadas, tiveram a preocupação de desenvolver tecnologias que contribuíssem, para a diminuição das contaminações aquáticas. Isto ocorreu porque a partir de um determinado tempo, chegou-se a uma maior conscientização de visão de mundo, em que todo sistema natural está interligado, o que significa que, se preservarmos o meio ambiente em um determinado ponto, ou seja, se cada um fizer a sua parte, conseqüentemente estaremos preservando o meio ambiente em geral.

Nesse sentido, as discussões levaram a entender que o lançamento dos efluentes líquidos contaminados nos rios, lagos e igarapés ocasionam uma série de problemas irreversíveis ao ecossistema aquático e terrestre. Sem o devido tratamento, estes efluentes passam a consumir muito oxigênio durante seu processo de decomposição, contribuindo para a mortalidade das espécies aquáticas, em particular dos peixes.

O excesso de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, geralmente presentes, contribuem para a proliferação de algas, o que ocasionam sérios danos ao equilíbrio natural do ecossistema. Assim, é compreensível o grande esforço das refinarias em descartar uma água que não represente ameaça ao ecossistema aquático da região investindo então, em tecnologias modernas que diminuam de maneira significativa os impactos dos efluentes descartados ao meio ambiente.

Essa intervenção ficou evidenciada nessa pesquisa, mais precisamente no último capítulo, no qual foi detalhado o trabalho realizado pelas refinarias para tratar os efluentes gerados com a produção dos derivados de petróleo. Os investimentos foram altos, mas o retorno tem sido cada vez mais positivo. Embora os efluentes não cheguem a um percentual nulo de contaminantes, se comparado como o percentual anterior, percebe-se avanços significativos no comprometimento destas refinarias em resolver essa problemática.

Outras precauções identificadas nas refinarias pesquisadas estão voltadas para a prevenção das emissões de efluentes líquidos e gasosos na atmosfera. Para evitar esse problema foram feitos investimentos na melhoria da combustão dos fornos, nos aquecedores das caldeiras, na utilização de combustíveis menos poluentes para a geração de calor e energia, assim como para operacionalizar e manter os equipamentos dentro dos padrões exigidos. Outro ponto importante que observou-se nas refinarias pesquisadas foi a modificação nos processos usados para processamento do petróleo, utilizando menos enxofre, sempre que possível. Em relação ao tratamento dos resíduos sólidos as refinarias utilizam elementos químicos para destruir os produtos considerados indesejados, além de contribuir para separar a massa dos resíduos e alterar a estrutura químicas de alguns produtos.

Esta atuação das refinarias corroboram com o que vem se afirmando ao longo deste trabalho, de que, embora para quem esteja de longe haja a percepção de a única preocupação dessas empresas seja com o lucro e não com os danos causados ao meio ambiente, as refinarias estão cada vez mais conscientes da importância de seu papel na promoção de políticas e ações preventivas focadas na proteção do meio ambiente. Há um engajamento muito grande por parte das mesmas, inclusive criando setores específicos para cuidar desse tipo de problema, uma vez que passam a entender que sem preservação fica cada vez mais difícil pensar em produção.

REFERÊNCIAS

- ABADIE, E.. **Apostila sobre processos de refinação**. Rio de Janeiro: Universidade Corporativa Petrobras/RH/UC/DTA, 2003.
- ABRANO, V.. Partida petroquímica. **TN Petróleo**. 59 ed. 2008.
- AFONSO, J. C.; AGUIAR, R. M.; SILVA, G. C.. O problema do descarte de catalisadores industriais de hidrotreatamento. **Bol. téc. Petrobras**, Rio de Janeiro, v.46, n.3-4, p.25-333, 2003.
- ALMEIDA, R. A.. O Uso Industrial da Água e a Gestão de Recursos Hídricos. In: SIMPÓSIO DA ABRH, 15. **Anais**. Curitiba, 2003.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A.. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: CETESB, 1999.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Balço Energético Nacional**. Ano de Ref. 2002. Brasília; 2003.
- BRASIL. **Manual de Estimativa de Custos do Abastecimento**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2006.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 001/1986**. Brasília, 1986.
- MARIANO, J. B.. **Impactos ambientais do refino de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- MATOS, A. T.. **Poluição ambiental: impactos no meio físico**. Viçosa: UFV, 2010.
- NOGUEIRA, D. M.. **Balço hídrico na refinaria de Paulínia e alternativas para reuso de água**: Construção de uma ferramenta auxiliar para o gerenciamento dos recursos hídricos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- PERISSE, J. B.. O impacto das unidades de coqueamento retardado no futuro esquema de refino da Petrobras. In: RIO OIL & GÁS EXPO AND CONFERENCE. **Anais**. 2006.
- QUELHAS, A. D.; PASSOS, C. N.; LAGE, D. F. S.; ABADIE, E.. **Processamento de petróleo e gás**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006.
- SCHIRMER, W. N.. **Amostragem, análise e proposta de tratamento de compostos orgânicos voláteis e odorantes na estação de tratamento de efluentes de uma refinaria de petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- SILVA, J. M. C.; BOZELLI, R. L.; SANTOS, L. F.; LOPES, A. F.. Impactos Ambientais da Exploração e Produção de Petróleo na Bacia de Campos, RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 9. **Anais**. 2008.
- SILVA, V. P.; PEGADO, É. A. C.. **Licenciamento ambiental on shore: limite e otimização**. Natal: IFRN, 2009.
- TOLMASQUIM, M.; SCHAEFFER, R.. **Liberação das Importações de Derivados de Petróleo no Brasil**. Rio de Janeiro: ENERGE, 2010.
- TRIGGIA, A. A.; CORREIA, C. A.; VEROTTI FILHO, C. V.; XAVIER, J. A. D.; MACHADO, J. C. V. M.; THOMAS, J. E.; SOUZA FILHO, J. E.; PAULA, J. L.; DE ROSSI, N. C. M.; PITOMBO, N. E. S.; GOUVEA, P. C. V. M.; CARVALHO, R. S.; BARRAGAN, R. V.. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- VANELLI, C. A.. **Conservação de água em refinaria de petróleo: o caso da REVAP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá, 2004.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenera Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.