

TÉCNICAS DE REFINO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO

Miguel Rogério Souza Strecht Júnior ¹

Fernanda Souza Silva²

RESUMO

Este artigo apresenta as principais técnicas utilizadas para o refino de petróleo com base em uma revisão bibliográfica que conta com alguns dos principais autores da área. Adentra no assunto com um breve histórico do uso do petróleo pela humanidade desde a antiguidade até o mundo contemporâneo globalizado. Traz o conceito de petróleo e de refino, com ênfase na importância que este tem para que aquele seja de fato aproveitado em prol da sociedade. Uma refinaria típica contém processos de refino que são classificados conforme o nível de interação molecular do petróleo que ocorre no decorrer de tal processo. A separação física age somente na própria parte física do óleo, não modificando a estrutura química da molécula do hidrocarboneto a ser separado. Já na conversão ocorre uma clara alteração química na estrutura molecular do gás ou óleo que está sendo convertido, sendo muitas vezes necessária, pois nem sempre a separação possui eficiência suficiente para obtenção dos produtos desejados. O refino conta ainda com processos de tratamento que visam adequar os hidrocarbonetos antes de serem finalmente transformados em seus derivados finais. Por fim, o artigo após apresentar as técnicas mais eficientes e atualizadas que a indústria de petróleo tem a sua disposição, conclui de forma dinâmica a importância de um profissional do ramo, principalmente com poder de tomada de decisão na gestão de um projeto, em conhecer todos esses processos no detalhe, tendo grande noção do impacto que refinar petróleo da melhor maneira pode ter não somente para a empresa em si, mas para toda a sociedade, uma vez que hoje em dia ainda a grande maioria dos produtos depende de petróleo, bem como continua sendo a principal fonte de energia no mundo todo.

Palavras-chave: Refino, petróleo e processos.

¹ Graduando em Engenharia de Petróleo e Gás pela Faculdade Multivix -Cachoeiro de Itapemirim

² Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense

ABSTRACT

This article presents the main techniques used for petroleum refining based on a bibliographic review that has some of the main authors of the area. He goes into the subject with a brief history of the use of oil by humanity from ancient times to the contemporary globalized world. It brings the concept of oil and refining, with emphasis on the importance that it has so that it is actually tapped for the benefit of society. A typical refinery contains refining processes that are classified according to the level of molecular interaction of petroleum that occurs in the course of such a process. Physical separation acts only on the physical part of the oil, not modifying the chemical structure of the hydrocarbon molecule to be separated. In the conversion, there is a clear chemical change in the molecular structure of the gas or oil being converted, which is often necessary, since the separation is not always efficient enough to obtain the desired products. Refining also has treatment processes that aim to tailor the hydrocarbons before they are finally transformed into their final derivatives. Finally, after presenting the most efficient and up-to-date techniques that the oil industry has at its disposal, the article concludes dynamically the importance of a professional in the industry, especially with decision-making power in the management of a project, to know All these processes in detail, having a great notion of the impact that refining oil in the best way can have not only for the company itself, but for the whole society, since nowadays still the great majority of products depends on oil as well As it continues to be the main source of energy worldwide.

Keywords: Refining, petroleum and processes.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios que o petróleo tem sido utilizado pela humanidade para realizar diversas atividades distintas. Os egípcios, por exemplo, utilizavam o petróleo no processo de preservação das múmias e edificação de pirâmides, enquanto os hebreus o usavam para acender fogueiras e oferecerem sacrifícios nos altares. Nos dias de hoje o petróleo está em toda parte. Desde combustíveis, lubrificantes, a até cosméticos, medicamentos e gomas de mascar.

Apesar de aplicação praticamente ilimitada no mundo contemporâneo, o petróleo para ser aproveitado deve passar pelo processo de refino. O tipo de aplicação que um derivado de petróleo pode ter depende diretamente da estrutura química que o mesmo possui em sua forma cru, entretanto o processo de refino é determinante na qualidade do derivado, cabendo o seguinte questionamento: é possível aumentar a eficiência energética de um combustível através do refino do petróleo?

Este artigo apresenta de forma concisa os principais processos e técnicas de refino na indústria de petróleo contemporânea, com o intuito maior de demonstrar técnicas que sejam capazes de elevar o potencial de energia que um derivado de petróleo como a gasolina e o diesel pode adquirir.

Uma vez que o petróleo não é um recurso renovável e que, muitos estudiosos acreditam que seu fim não passará de mais algumas décadas, faz-se necessário uma análise dos processos de refino dos hidrocarbonetos, visando aproveitar ao máximo possível este recurso, enquanto uma nova fonte de energia com alcance global, que seja capaz de substituir o ouro negro com viabilidade econômica e sustentável não é introduzida e fixada no mercado atual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceito e Caracterização do Petróleo

Para compreender o refino de petróleo, faz-se necessário primeiramente conhecer como ele é caracterizado e definido. Há petróleos pesados, leves, com elevados teores de nitrogênio, de enxofre, petróleos azedos, doces, ácidos, com predominância de cadeias naftênicas, aromáticas ou parafínicas, dentre diversas outras características. Em suma o petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos associada a uma quantidade de impurezas, sendo sempre uma substância menos densa que a água, oleosa, inflamável e com cor que varia do negro ao castanho claro (SZKLO, 2005).

De acordo com Gaveto (2011), o óleo cru extraído das jazidas possui vários contaminantes, daí a necessidade de ser refinado para que seja purificado e separado de tais impurezas. Existem variações das características do petróleo dependendo dos atributos geológicos de onde é retirado, afetando sua composição química, cor, viscosidade, teor de enxofre e qualidade em geral.

A Tabela 1 mostra a variação da composição química do óleo cru conforme destaca Szklo (2005):

Tabela 1 – Relação de peso médio dos componentes do petróleo.

Elemento	% em Peso
Hidrogênio	11-14
Carbono	83-87
Enxofre	0,06-8
Nitrogênio	0,11-1,7
Oxigênio	0,1-2
Metais	0-0,3

Fonte: (SZKLO, 2005)

Portanto, observa-se que carbono e hidrogênio compõem pelo menos 94% do petróleo.

Os hidrocarbonetos são classificados em parafínicos quando há predominância de alcanos (C_nH_{2n+2}) não ramificados, já os que possuem ramificações em átomos de carbono são denominados isoparafínicos (predomínio de isoalcanos). Quando os átomos de carbono estão em forma de anéis (ramificados ou não) são chamados de naftênicos. Por fim, tem-se os hidrocarbonetos aromáticos que são formados por ligações duplas e simples de forma alternada em anéis com 6 átomos de carbono. Essa classificação é fundamental para determinar para qual derivado o hidrocarboneto será refinado conforme a Tabela 2 (SZKLO, 2005):

Tabela 2 – Relação entre os tipos de hidrocarbonetos e seus derivados associados à respectiva densidade e resistência a oxidação.

	Parafina	Isoparafina	Naftênico	Aromático
Gasolina	Ruim	Boa	Média	Muito boa
Diesel	Bom	Médio	Médio	Ruim
Lubrificantes	Ótimo	Bom	Médio	Ruim
Densidade	Baixa	Baixa	Média	Alta
R. a Oxidação	Boa	Boa	Boa	Má

Fonte: (SZKLO, 2005)

2.2 Impurezas do Petróleo

Szklo (2005) divide as impurezas do petróleo em oleofílicas e oleofóbicas. Sendo as oleofílicas classificadas em:

- Compostos sulfurados: possuem enxofre em sua composição, provocam corrosão, são responsáveis pelo cheiro e pela cor dos derivados, afetam a qualidade ambiental dos produtos finais, contaminam catalisadores e aumentam a estabilidade das emulsões. Se o teor de enxofre for acima de 1% é considerado alto, do contrário é considerado baixo. Além disso, se o teor de enxofre for acima de 2,5% é considerado petróleo azedo, entre 1% e 2,5%, petróleo semi-doce ou semi-ácido, e abaixo de 1% é denominado petróleo doce.
- Compostos nitrogenados: possuem estabilidade térmica, aumentam a retenção de água do óleo, tornando os produtos do refino instáveis e envenenam os catalisadores.
- Compostos oxigenados: costumam estar nas frações pesadas do óleo, alterando o odor, a corrosividade e a acidez delas.
- Resinas e Asfaltenos: moléculas grandes, com presença de oxigênio, enxofre e nitrogênio e uma alta razão carbono/hidrogênio.
- Compostos organometálicos: aparecem em forma de sais orgânicos dissolvidos na água emulsionada ao óleo e também na forma de compostos

complexos que se concentram nas frações mais pesadas do óleo. Causam a contaminação de catalisadores.

Já as impurezas oleofóbicas são sedimentos, argilas, águas, areias e sais cuja principal fonte é a água de formação que acompanha o petróleo nas jazidas.

2.3 Os Processos de Refino

O refino de petróleo possui um papel fundamental para a vida humana, tendo em vista que grande parte dos meios de transportes é movida por derivados de hidrocarbonetos, como por exemplo o diesel, a gasolina e o querosene de aviação. Mesmo com a busca de produtos de combustível de fontes não fósseis, o petróleo continua sendo uma fonte de combustível de baixo custo, sem falar no aumento do custo de produção de combustíveis limpos pela legislação ambiental. Isso tem motivado a procura da produção de combustíveis limpos por técnicas não convencionais (FAHIM et al., 2012).

Inicialmente, havia poucos processos de refino que além disso eram de baixa complexidade, pois eram baseados principalmente nos distintos pontos de ebulição entre as frações dos hidrocarbonetos. No decorrer dos anos, foi necessário o aparecimento de novas tecnologias que fornecessem uma maior conversão das frações de petróleo e rendimento dos processos de refino em si, bem como otimização da qualidade dos derivados obtidos minimizando a produção de resíduos. Nos dias de hoje, a pesquisa pelo desenvolvimento dos processos de refino disponíveis, objetivando essencialmente vencer os obstáculos impostos pelo processamento de óleos tais como o Marlim, ou seja, não convencionais. Os processos de refino atuais geralmente são divididos em quatro tipos maiores: processos de separação; processos de conversão; processos de tratamento; e, processos Auxiliares (SANTOS, 2006).

Atualmente, os processos de refino são classificados em separação física ou conversão química, conforme Tabela 3 com os principais processos abaixo (FAHIM et al., 2012):

Tabela 3 – Tipos de processo de refino e seus principais exemplos.

Separação Física	Conversão Química	
	Catalítico	Térmico
Destilação	Reforma	Coqueamento Retardado
Desasfaltação por Solvente	Hidrotratamento	Flexicoqueamento
Extração por Solvente	Hidrocraqueamento	Viscorredução
Desparafinização por Solvente	Alquilação	
	Isomerização	

Fonte: (FAHIM et al., 2012)

2.3.1 Separação Física

São processos como o próprio nome sugere, de natureza física, pois a natureza das moléculas envolvidas não são modificadas durante esses processos. Eles funcionam através da ação de energia por alterações de temperatura e/ou pressão, ou na forma de relações de solubilidade a solventes causadas pela ação de massa sobre os hidrocarbonetos ou suas frações. Alguns exemplos destes processos que podem ser citados são a desaromatização a furfural, destilação atmosférica e a vácuo, extração de aromáticos, desparafinação a Metil-isobutil-cetona (MIBC), desoleificação a MIBC, e adsorção de n-parafinas (SANTOS, 2006).

2.3.1.1 Destilação de óleo cru

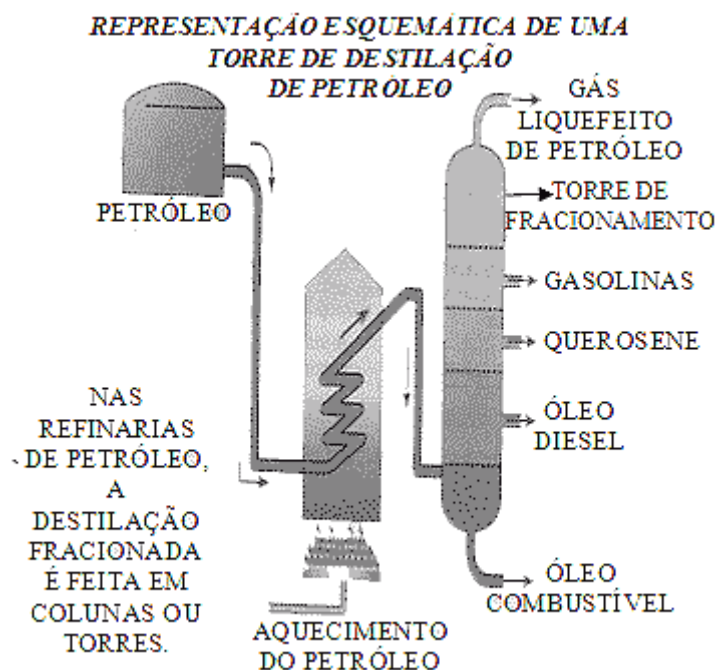
A princípio o óleo cru é dessalgado, para então ser introduzido em uma coluna de destilação atmosférica (Figura 1) em conjunto com uma corrente de vapor d'água de retificação. Por fim, o resíduo atmosférico é introduzido em uma torre de destilação à vácuo de onde se obtém os derivados de maior peso. A Tabela 4 relaciona os produtos mais comuns e seus respectivos pontos de ebulição (FAHIM et al., 2012):

Tabela 4 – Relação dos produtos do óleo cru e seus respectivos pontos de ebulição.

	Rendimento (%)	Temperatura do ponto de ebulição (°C)
Destilação atmosférica		
Gás combustível	0,1	-
Gás liquefeito de petróleo	0,69	-
Nafta leve	3,47	30-80
Nafta pesada	10,17	80-190
Querosene	15,32	190-270
Gasóleo leve	12,21	270-320
Gasóleo pesado	21,1	320-430
Destilação à vácuo		
Gasóleo de vácuo	16,8	430-570
Resíduo de vácuo	20,3	570 ou +

Fonte: (FAHIM et al., 2012):

Figura 1 – Esquema típico de destilação.



Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.1.2 Desasfaltação por solvente

A destilação a vácuo apesar de eficaz para separar frações conforme a volatilidade das mesmas, é inviável nos casos em que determinadas frações exigem uma temperatura superior a 570°C, pois a partir dessa temperatura reações de craqueamento acontecem muito rapidamente (MOURA, 2008).

No de Desasfaltação por solvente o propano líquido é utilizado para solubilizar todo o óleo, permitindo que o asfalteno precipite juntamente com grande parte do enxofre e dos metais presentes, sendo esse o único processo realizado nas frações pesadas do petróleo (FAHIM et al., 2012).

A DAS (desasfaltação a solvente) oferece uma extensão da técnica de destilação a vácuo, permitindo a temperaturas consideravelmente baixas um aproveitamento superior do óleo mais denso sem que haja degradação do mesmo nem reações de craqueamento. Seu princípio de funcionamento se dá através da separação das moléculas de hidrocarbonetos conforme sua solubilidade diferente, visando a extração das parafinas com massa molar menor de maneira que as que possuem massa molar maior continuem em estado sólido. Dentre as vantagens da desasfaltação, as que mais se destacam são seus baixos custos energéticos quando comparados aos de coqueamento retardado, uma vez que a DAS ocorre a baixas temperaturas, e também a ocorrência de equipamentos sofrendo corrosão é muito pouco frequente. Uma vez que o solvente é separado e evaporado, obtém-se o DAO, sigla utilizada para denominar o óleo desasfaltado, podendo ser usado para alimentar a unidade de craqueamento catalítico fluido, de hidrossulfurização e de hidrocraqueamento. Para que os catalisadores não sejam envenenados nas unidades para as quais as parafinas forem direcionadas, faz-se necessário a menor presença possível de impurezas e contaminantes. Ocasionalmente será preciso que essas parafinas sejam submetidas a princípio a processos de hidrodessulfurização, que acontece em um extrator que por sua vez é contatado pelo óleo a ser desasfaltado para que as frações asfálticas sejam precipitadas, utilizando hidrocarbonetos (como butano e propano) e gases liquefeitos como solventes na maioria das vezes (MOURA, 2008).

2.3.1.2.1 Desasfaltação na produção de lubrificantes

Destaca ainda Moura (2008) que os lubrificantes representam aproximadamente 2% do total de produtos de óleo cru manufaturados, e suas especificações requeridas, exigem métodos de produção bem elaborados desde as operações da matéria prima, até as de conclusão do produto final. Inicialmente são executadas a destilação atmosférica e a vácuo. Para então submeter o resíduo de vácuo a desasfaltação, onde um óleo de alta viscosidade é obtido, sem a presença de asfaltenos, para que por fim, desse resíduo sejam extraídas as moléculas aromáticas através de um processo chamado desaromatização, de alta relevância, uma vez que tais moléculas aromáticas são prejudiciais às propriedades dos óleos lubrificantes.

2.3.1.2.2 Desasfaltação para aumento da conversão

Na última década, a utilização da unidade de desasfaltação como unidade extra de conversão aumentou bastante. Os hidrocarbonetos desasfaltados podem ser utilizados em processos de hidrocraqueamento e craqueamento catalítico, uma vez que sejam misturados com produtos oriundos da destilação a vácuo. Quando o propano é utilizado como solvente, extraem-se frações lubrificantes de alto valor comercial e elevada viscosidade presentes no resíduo de vácuo através do propano em fase líquida submetido a uma alta pressão. Na destilação a vácuo seria inviável produzir esse gasóleo, é onde a desasfaltação com solvente adequado entra em cena viabilizando tal produção e isso graças às características inigualáveis do propano como solvente, tendo em vista que as parafinas são bastante solúveis em propano a baixas temperaturas, ao passo que em temperaturas mais elevadas todos os hidrocarbonetos possuem solubilidade praticamente nula em propano. A proporção de volume de propano em relação ao volume de carga que flui do topo da torre de extração líquido-líquido é de quatro a oito por um. Um escoamento no sentido contrário dentro da torre é estabelecido por causa da diferença de massa específica entre ambos os líquidos, o que permite assim que o solvente faça contato direto com o óleo. Assim, as resinas e asfaltenos por serem menos solúveis em propano, fluem para a base da torre onde são removidos, ao passo que o óleo é dissolvido fluindo para o topo por ser solúvel em propano. Finalmente recupera-se o

solvente de ambas as correntes por meio de retificadores de vapor precedidos de sistemas de flash de dois estágios, onde o propano é resfriado em alta pressão (primeiro estágio) para ser condensado e removido em baixa pressão (segundo estágio) (MOURA, 2008).

2.3.1.2.3 Tecnologias na Desasfaltação

De acordo com Moura (2008) a performance da extração líquido-líquido é um fator determinante na eficácia do processo de desasfaltação por solvente. Logo, para que se alcance um aproveitamento superior de petróleo desasfaltado, é essencial que os limites referentes à transferência de massa sejam superados, dada a alta viscosidade e peso do óleo. Alguns processos que a literatura traz são:

1. Extração de Fluidos Supercríticos: para aperfeiçoar a transferência de massa que ocorre entre a amostra e o solvente, utilizam-se fluidos supercríticos enquanto a extração é realizada, porque eles possuem características intermediárias entre o líquido e o gás, ou seja, sua densidade é semelhante à de um líquido, ao passo que sua compressibilidade é similar à de um gás. Para aumentar as chances de se obter uma extração completa, uma elevada permeabilidade do fluido na amostra é gerada graças ao alto poder de solvatação. A elevada densidade de um fluido supercrítico é uma de suas características de maior relevância, uma vez que está associada com seu poder de dissolver partículas com alta massa molar e que não são voláteis. Outra propriedade muito importante do fluido supercrítico é a sua elevada difusibilidade, pois ela permite extrações mais velozes. A possibilidade de ter sua massa específica ajustada com precisão com a simples variação de valores de pressão e temperatura é mais uma característica do fluido supercrítico que merece destaque, já que a massa específica de um líquido convencional para ser modificada requer aumentos bruscos de temperatura ou acréscimo de outros solventes. Esta propriedade é a causa da enorme seletividade dos fluidos supercríticos, sendo uma vantagem para matrizes complexas ambientais. Alguns exemplos conhecidos de aplicação já vistas são o pentano, dióxido de carbono, propano e etano como solventes nessas condições supercríticas durante a extração. Infelizmente quando se trata de nível

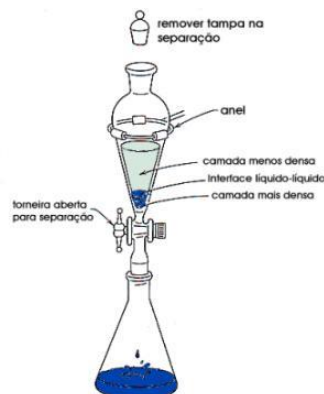
industrial, um grande obstáculo para que essa tecnologia seja utilizada ainda precisa ser vencido: incapacidade de se controlar a temperatura da extratora quando esta está superior à temperatura crítica do próprio solvente.

- Tipos de Solventes e Misturas de Solventes usados na Desasfaltação: No processo de desasfaltação misturas de solventes podem também ser utilizadas, ainda mais as de butano ou propano, tendo em vista que podem tratar óleos pesados e leves, fazendo com que a unidade tenha, portanto, maior flexibilidade. É possível adquirir a qualidade desejada do petróleo desasfaltado por meio do ajuste da temperatura da coluna de extração e da composição de solvente. A seletividade do solvente é inversamente proporcional à sua massa molar, que por sua vez ao aproveitamento do petróleo desasfaltado, ou seja, quanto mais pesado é o solvente usado na extração menos precipitado ele gera, e conseqüentemente maior volume de petróleo desasfaltado é formado. Os solventes mais adequados para a extração de cargas mais densas são, geralmente, os que possuem massa molar mais elevada, porque suas respectivas temperaturas críticas também são maiores, logo as condições de temperatura máximas para operações são maiores.

2.3.1.3 Extração por solvente

Nesse processo (Figura 2) trata-se o óleo lubrificante estocado com um solvente capaz de extrair os componentes aromáticos do restante do petróleo (FAHIM et al., 2012).

Figura 2 – Esquema típico de extração por solvente.



Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.1.4 Desparafinização por solvente

O resto do óleo após a retirada do extrato é denominado refinado e nesse processo é solubilizado em um solvente sendo em seguida resfriado gradativamente, onde é feita a cristalização da cera (parafina com alto peso molecular) e a filtragem do resto da solução (FAHIM et al., 2012).

2.3.2 Conversão química

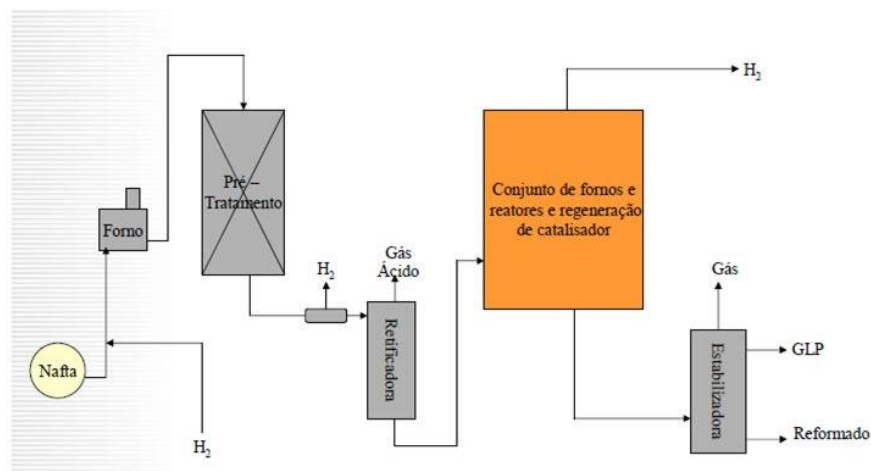
Como pode-se facilmente inferir pelo próprio nome, esses são processos de natureza química, que abrangem reações de quebra, reagrupamento e reestruturação das moléculas. As reações específicas de cada processo são obtidas através da ação conjunta de pressão e temperatura sobre os cortes, sendo que a presença de um catalisador, isto é, um agente promotor reacional, é extremamente frequente. A classificação desses processos é determinada justamente pela presença ou ausência de um catalisador, onde o processo é denominado catalítico quando no mesmo for utilizado esse agente promotor reacional. Em geral os processos de conversão possuem alta rentabilidade, por serem capazes de converter frações de valor comercial baixo, ou seja, as frações mais pesadas, em destilados leves e médios que obviamente possuem um valor comercial bem maior. Essa é a grande razão para que haja uma tendência concentrada no avanço tecnológico nesse sentido. Exemplos típicos de processos catalíticos deste tipo são o hidrocraqueamento catalítico (Hydrocatalytic Cracking em inglês), craqueamento catalítico fluido (Fluid Catalytic Cracking em inglês), a isomerização, a alquilação (ou alcoilação) e a reformação (também conhecida como reforma catalítica). Já os exemplos mais comuns de processos não-catalíticos são a viscorredução, o craqueamento térmico, e o coqueamento retardado (SANTOS, 2006).

2.3.2.1 Conversão química catalítica

2.3.2.1.1 Reforma catalítica

Nesse processo (Figura 3) utiliza-se um catalisador especial para recompor a fração de nafta em isoparafinas e aromáticos, com maior índice de octanagem, o que a torna ótima para produção de gasolina (FAHIM et al., 2012).

Figura 3 – Esquema típico de reforma catalítica.



MP: Nafta

Produtos: H₂ , gasolina(88%),GLP (2%), gás combustível (2%)

Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.2.1.2 Hidrotratamento (HDT)

Esse processo que visa limpar as frações de óleo através da remoção de impurezas utilizando um catalisador específico para o tipo de impureza e para o nível de Hidrotratamento desejado (FAHIM et al., 2012).

2.3.2.1.3 Hidrocraqueamento catalítico (HCC)

Esse processo nada mais é do que um craqueamento em presença de hidrogênio, essencial para adquirir derivados leves de frações pesadas (FAHIM et al., 2012).

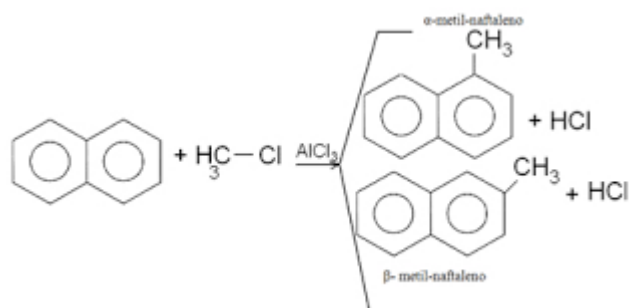
2.3.2.1.4 Craqueamento catalítico

É um processo realizado em leito fluidizado, sendo o processo principal para produzir gasolina, fazendo o uso de uma zeólita para craquear (FAHIM et al., 2012).

2.3.2.1.5 Alquilação

Nesse processo (Figura 4) o isobutano reage em estado líquido com as olefinas, gerando um alquilato da faixa de nafta, sendo que o catalisador usado é o ácido fluorídrico ou o ácido sulfúrico (FAHIM et al., 2012).

Figura 4 – Exemplo clássico de uma reação de alquilação.

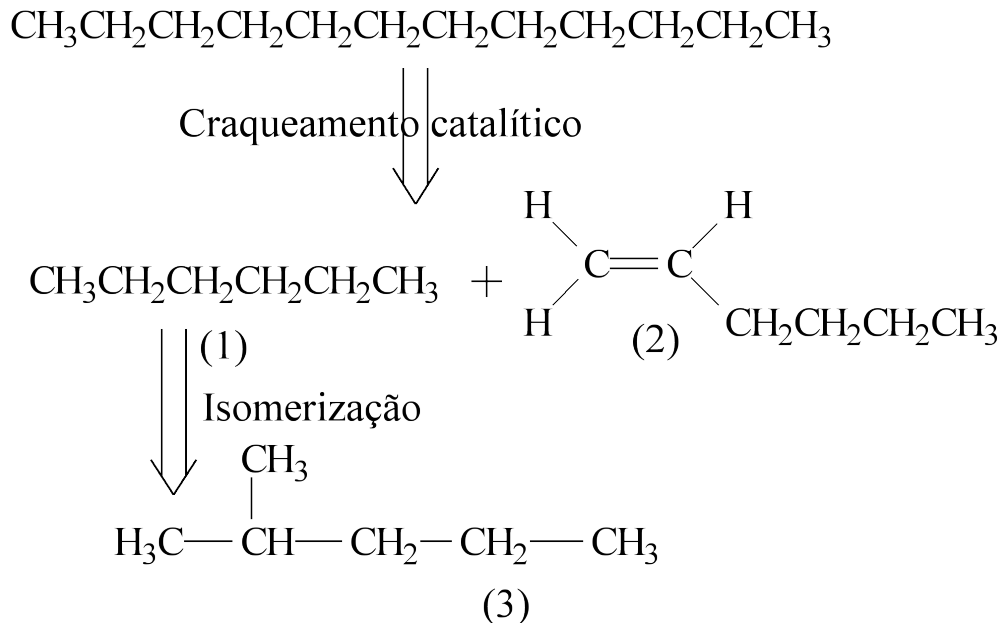


Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.2.1.6 Isomerização

É um processo (Figura 5) que transforma os hidrocarbonetos com menor índice de octanagem em produtos com a mesma quantidade de carbono porém com um alto índice de octanagem, além de evitar a formação de benzeno, tendo em vista que separa o hexano (C_6) antes de entrar no reformador (FAHIM et al., 2012).

Figura 5 – Exemplos de reações de craqueamento catalítico e isomerização.



Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.2.2 Conversão termoquímica

Fahim et al. (2012) destacam que os processos de conversão química são focados em melhorias para resíduo de vácuo.

O craqueamento térmico é o processo de conversão de grandes moléculas em pequenas moléculas por meio da aplicação de energia calorífica sobre a carga a ser transformada. Hoje em dia o craqueamento catalítico é utilizado no lugar do craqueamento térmico, graças à sua eficácia superior. O tipo de craqueamento térmico que ainda não foi trocado pelo catalítico é o craqueamento retardado (SOUZA & OLIVEIRA, 2011).

2.3.2.2.1 Coqueamento retardado

O Coqueamento retardado é um processo no qual é feita uma quebra de ligações carbono-carbono, onde o craqueamento térmico do resíduo de vácuo irá gerar produtos mais leves e coque (esponja, chumbinho ou agulha). O coque é colocado

nas paredes dos tambores, nos quais o resíduo de vácuo após ser aquecido, é lançado e os produtos mais leves são destilados (FAHIM et al., 2012).

Souza & Oliveira (2011) definem o coqueamento retardado como a versão mais severa de craqueamento térmico, na qual o rejeito de vácuo é convertido em produtos mais leves, apresentando já um interessante valor comercial. Na torre fracionadora entra-se direto com a alimentação, que em geral é feita por resíduo de destilação à vácuo. A partir disso, é realizado um aquecimento do produto de fundo em uma fornalha própria para isso, antes que os coking drums (tambores de coqueamento) sejam alimentados. Aquece-se então o forno até que atinja a temperatura de aproximadamente 755 kelvin, onde acontece o craqueamento leve e a vaporização parcial. A mistura líquido-vapor continua seguindo para os coking drums, onde é polimerizada e craqueada, tendo como produto final coque e vapor. Hidrocarbonetos leves na faixa de gás, gasolina, frações mais densas que não sofreram craqueamento e GLP são os produtos efluentes da torre.

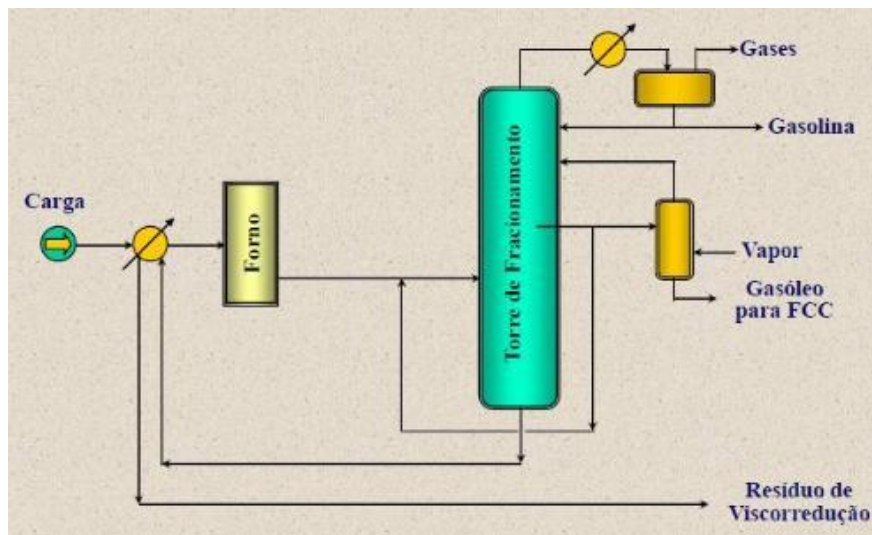
2.3.2.2.2 Flexicoqueamento

Neste processo, através do uso de vapor e ar, gaseifica-se grande parte do coque, fornecendo o calor necessário para o craqueamento térmico, produzindo gasóleos, gasolina e gases com quase nenhum coque (FAHIM et al., 2012).

2.3.2.2.3 Viscorredução

A viscorredução (Figura 6) é um processo em que se mergulha o resíduo em um reator por alguns minutos, ou craqueia-se no forno de serpentina. É um craqueamento térmico menos intenso, que tem por objetivo reduzir a viscosidade elevada do resíduo de vácuo, podendo produzir gasóleo, gasolina e gases (FAHIM et al., 2012).

Figura 6 – Esquema típico de viscorredução.



Fonte: (A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, 2017)

2.3.3 Processos de tratamento

Estes processos são denominados também como processos de acabamento, embora assim como os de conversão são de natureza química, os processos de tratamento visam, entretanto, o aperfeiçoamento da qualidade de cortes semiacabados, minimizando ou até mesmo eliminando as impurezas presentes em suas estruturas moleculares. Estes processos podem ser divididos em duas classes: hidroprocessamento e convencionais. Os convencionais são mais usados em frações leves, não exigindo grandes investimentos para serem implantados e nem condições operacionais severas. Os principais exemplos desta classe são o tratamento Bender, o tratamento com etanolaminas e o Merox (tratamento cáustico e regenerativo). Já o hidroprocessamento, em sua versão mais intensa, frequentemente envolve processos reativos com anéis aromáticos, que resultam na cisão do anel, liberando constituintes metálicos e nitrogênio dentre outros possíveis contaminantes. Enquanto que em sua versão mais suave por assim dizer, não resulta na quebra dos anéis, ocasionando acima de tudo, a saturação dos compostos. O agente responsável pela eliminação dos contaminantes e das impurezas no hidroprocessamento é o hidrogênio, que age juntamente com

condições operacionais adequadas e um catalisador. Alguns exemplos de Hidrotratamento são a hidrodessoxigenação hidrossulfurização, hidrodessmetalização e hidrodessnitrificação (SANTOS, 2006).

Graças ao grande aproveitamento de óleos não convencionais através de tecnologias de conversão com sistema catalítico sensível à presença de contaminantes, os processos de tratamento estão cada vez mais ganhando destaque na indústria petrolífera. Outro fator que contribui substancialmente para esse destaque é o aumento do rigor nos critérios e exigências da legislação ambiental e da qualidade do óleo negro (SANTOS, 2006).

2.3.4 Processos auxiliares

Os processos auxiliares são aqueles que objetivam garantir os insumos para a execução dos outros processos já mencionados ou ao tratamento dos resíduos destes mesmos processos. Estão inclusos neste grupo o fornecimento de hidrogênio para as unidades de hidroprocessamento, bem como água, ar comprimido, vapor, energia elétrica, tocha, tratamento de efluentes e a distribuição de óleo e gás combustível, além da recuperação de compostos sulfurados (queima de gás rico em ácido sulfídrico para produção de enxofre). Todos esses processos são essenciais para os processos de separação, conversão e tratamento (SANTOS, 2006).

3 CONCLUSÃO

O artigo concluiu com sucesso o objetivo ao qual se propôs: que foi apresentar de maneira objetiva e clara os processos de refino mais importantes na atualidade no mercado de petróleo. Foi apresentado neste trabalho a definição de petróleo, bem como as variações possíveis da sua constituição com base no que a literatura tem disponível até hoje.

O questionamento deixado em aberto sobre a possibilidade de elevar o potencial de energia de um combustível através da atividade de refino de sua matéria prima, o petróleo, foi claramente respondido, uma vez que foi demonstrado que determinados

processos classificados dentro da conversão química, não só são plenamente capazes de aperfeiçoar esse potencial, como também é um dos principais objetivos de tais processos, que fazem isso retirando as impurezas e contaminantes do petróleo e convertendo as frações mais pesadas do óleo em frações mais leves.

Foi dado um destaque especial para o processo de desasfaltação por solvente, devido ao seu grande desempenho com uso do propano, assim como também sua unanimidade quando o assunto é fração pesada de hidrocarbonetos. A desasfaltação por solvente é extremamente eficaz na remoção de compostos sulfurados, que como já citado, são totalmente indesejados, prejudiciais e responsáveis pela acidez do petróleo. Além disso, a desasfaltação se mostrou relevante na produção de lubrificantes e com diferencial especial para aumentar o poder de conversão.

Esse trabalho contribuiu significativamente para o enriquecimento acadêmico e teórico do autor, contudo deixa ainda muito espaço para serem exploradas novas técnicas de refino, bem como metodologias diferenciadas para o aperfeiçoamento inclusive das próprias técnicas já apresentadas. A ideia central é que surjam maneiras cada vez mais eficazes de se refinar petróleo, ao passo que sejam o mínimo possível nocivas ao meio ambiente, inclusive porque a própria legislação ambiental, como já foi dito, está muito rigorosa, principalmente com relação as atividades petrolíferas. A expectativa paralela é que os avanços tecnológicos levem a uma menor dependência da sociedade com relação ao petróleo como fonte energética, tendo em vista seus inevitáveis impactos ambientais.

4 REFERÊNCIAS

FAHIM, Mohammed A.; AL-SAHHAF, Taher A; ELKILANI, Amal S. **Introdução ao Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SZKLO, Alexandre Salem. **Fundamentos do Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

GAUTO, Marcelo Antunes. **Petróleo S.A. Exploração, produção, refino e derivados**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

SOUZA, Asafe Reis de; OLIVEIRA, Rogério Silva de. **Trabalho sobre a Produção de Petróleo e Derivados para a Disciplina de Química Geral II**. Jundiaí: Centro Universitário Padre Anchieta, 2011.

SANTOS, Patrícia Carneiro dos. **Desafios para a Implantação de uma Refinaria Petroquímica no Brasil**. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2006.

MOURA, Marcella Baratta Ribeiro. **Desasfaltação de Resíduo de Vácuo Oriundo de Petróleo Pesado Utilizando Blendas de Solventes**. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2008.

Autor Desconhecido. **A Indústria de Petróleo**. Disponível em <
<http://slideplayer.com.br/slide/76575/>> Acesso em 30 de Junho de 2017