

# Fluídos Automotivos

Prof. Eng<sup>o</sup> Marcos A. Gasparin dos Santos

Email: [m.gasparin@globo.com](mailto:m.gasparin@globo.com)

Departamento de Mecânica/Mecatrônica

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula  
Souza – ETEC JORGE STREET

Revisão: 00 de 03/02/2016

# Fluídos Automotivos

| ÍTEMS | BASES TECNOLÓGICAS   |
|-------|--|
| 1     | Petróleo: Obtenção e Refino; aplicação, propriedades e características do GLP, gasolina, querosene, nafta e óleo diesel  |
| 2     | Gás Natural Veicular: Obtenção, propriedades, características e aplicação.   |
| 3     | Etanol: Obtenção, propriedades, características e aplicação.   |
| 4     | Lubrificantes Automobilísticos: óleos minerais, sintéticos e semissintéticos : Obtenção, propriedades, características e aplicação; classificação API, SAE e reciclagem de Óleo. |
| 5     | Aditivos: importância da aditivação, tipos, testes de qualidade do Álcool e da Gasolina.   |
| 6     | Fluido de Freio: características, aplicação, teste de umidade e normas técnicas (DOT).   |
| 7     | Aditivos para Sistemas de Aferrecimento: características e aplicações.   |

# Fluídos Automotivos

| CRONOGRAMAS DE AULAS |  |
|----------------------|--|
| Dia/Mês              | TEMA   |
| 18/02/2016           | Apresentação da Disciplina, metodologia de ensino, bibliografia. |
| 25/02/2016           | Tipos de Refino: Processo de Separação                           |
| 03/03/2016           | Tipos de Refino: Processo de Conversação                         |
| 10/03/2016           | Tipos de Refino: Processo de                                     |
| 17/03/2016           |  |
| 24/03/2016           |  |
| 31/03/2016           |  |
| 07/04/2016           |  |
| 14/04/2016           |  |
| 21/04/2016           | Feriado  |



# Fluídos Automotivos

## Metodologia de Aula

- Aulas serão expositivas através de projetor;
- Material será disponibilizado para os alunos através sala virtual.
- Teremos 2 (duas) Provas, serão questões dissertativas;
- Todo material terá um questionário que deverá ser entregue ao Professor na aula seguinte, atividade Individual, exercício de avaliação;
- As questões das Provas saíram do questionário.

# Fluídos Automotivos

- Bibliografia:
  - 1) Processos de Refino – Curso de Formação de Operadores de Refinaria – Petrobras – UNICENP;
  - 2) Processamento Primário do Petróleo – Universidade Petrobras – 2007 – Rosana Kunert

# Fluídos Automotivos

## 1.a) Destilação:

- É um processo de **separação dos componentes de uma mistura de líquidos miscíveis**, baseado na **diferença das temperaturas de ebulição** de seus componentes individuais.
- Muito importante para uma refinaria, utiliza-se destilação quase que na totalidade dos processos de refino do petróleo e derivados.

# Fluídos Automotivos

- As primeiras refinarias eram, na realidade, destilarias, porque as diferentes propriedades do petróleo não eram conhecidas.
- O processo era descontínuo, feito em bateladas e toda a carga era aquecida, sendo dividida em parte vaporizada (topo) e parte líquida (fundo) independente das composições intermediárias ou absorvidas na separação.



# Fluídos Automotivos

- Extremamente versátil, é usada em larga escala no refino.
- Outros processos de **separação, conversão e tratamento** utilizam-na como etapa **intermediária** ou final de suas operações.
- A destilação pode ser feita em várias etapas e em diferentes níveis de pressão, conforme o objetivo que se deseje.

# Fluídos Automotivos

- Assim, quando se trata de uma unidade de destilação de petróleo bruto, pode-se ter a destilação a vácuo, o pré-fracionamento e a debutanização.
- Nesse caso, o objetivo é o seu desmembramento nas frações básicas do refino, a saber: gás combustível, gás liqüefeito, nafta, querosene, gasóleo atmosférico (óleo diesel), gasóleo de vácuo e resíduo de vácuo.
- Seus rendimentos são variáveis, em função do óleo processado.

# Fluídos Automotivos

- A unidade de destilação de petróleo existe sempre, independente de qual seja o esquema de refino.
- É o principal processo, a partir do qual os demais são alimentados.

# Fluídos Automotivos

## 1.b) Desasfaltação a Propano:

- Este processo tem por objetivo extrair, por ação de um **solvente** (**propano líquido em alta pressão**), um **gasóleo**, que seria impossível obter por meio da destilação.
- Como subproduto de extração, obtém-se o resíduo asfáltico, que, conforme o tipo de resíduo de vácuo processado e a severidade operacional, pode ser enquadrado como asfalto ou como óleo combustível ultra-viscoso.

# Fluídos Automotivos

- O **óleo desasfaltado**, principal produto do processo, pode ter dois destinos, de acordo com o objetivo do esquema de refino.
- Caso este seja a obtenção de combustíveis, o óleo desasfaltado deverá incorporar-se ao gasóleo pesado (GOP) e ambos seguirão para a unidade de craqueamento catalítico, para sua conversão em **nafta** e **GLP**.

# Fluídos Automotivos

- Se o objetivo for a produção de lubrificantes, então o óleo desasfaltado irá gerar, em função de sua viscosidade, o óleo básico Brightstock ou o óleo de cilindro.
- Em ambos os casos, estes lubrificantes inacabados irão passar por outros processos para melhoria de qualidade.

# Fluídos Automotivos

## 1.c) Desaromatização a Furfural:

- Processo típico da produção de lubrificantes, a desaromatização a furfural, como o próprio nome sugere, **consiste na extração de compostos aromáticos polinucleados de altas massas molares por meio de um solvente específico, no caso o furfural(1).**

# Fluídos Automotivos

- (1)Furfural - Nome Químico: Furfural  
Fórmula:  $C_5H_4O_2$   
É um líquido transparente cuja coloração poder ser do amarelo claro ao âmbar e possui odor de amêndoas amargas.
- Gradualmente sua cor vai escurecendo até marrom escuro quando armazenado.
- É produzido a partir de resíduos de processos agrícolas e que contenham pentosana, complexo de carboidratos presentes na celulose de contida nos tecidos de muitas plantas.
- Teoricamente, quase todos os tipos de pentosana contêm o material ou a combinação de materiais necessários à produção de Furfural.



# Fluídos Automotivos

- Usos do furfural: Pode ser utilizado em fábricas de óleos lubrificantes, na produção de álcool furfurílico por hidrogenação, na produção de vários produtos químicos orgânicos, como pesticidas.
- Também é muito utilizado como solvente nas indústrias de petróleo.

# Fluídos Automotivos

- Um óleo lubrificante pode trabalhar em condições de alta e baixa temperatura, esperando-se dele um comportamento o mais uniforme possível em relação à viscosidade.
- Sabe-se que os compostos causadores das maiores flutuações de viscosidade são justamente os aromáticos.

# Fluídos Automotivos

- Assim sendo, quando os aromáticos são retirados de um corte lubrificante, assegura-se uma menor variação da viscosidade com a temperatura.
- A propriedade que mede o inverso da variação da viscosidade com a variação da temperatura é chamada de índice de viscosidade (IV).
- Quanto maior o IV, menor a variação da viscosidade com a temperatura.

# Fluídos Automotivos

- A desaromatização a furfural tem, então, por objetivo **aumentar o índice de viscosidade de óleos lubrificantes**.
- O **subproduto** desse processo **é o extrato aromático**, um óleo pesado e viscoso, que pode ser utilizado como óleo extensor de borracha sintética, ou pode ser adicionado ao “pool” de óleo combustível da refinaria.

# Fluídos Automotivos

- O produto principal, o **óleo desaromatizado**, é estocado para seu posterior processamento, na unidade de desparafinação a Metil-Isobutil-Cetona (MIBC).
- A desaromatização de lubrificantes era realizada, no passado, usando-se o fenol como solvente.

# Fluídos Automotivos

- Com o advento da utilização do furfural, o processo que usava fenol entrou em obsolescência.
- Apesar disto, a RLAM, por ter um conjunto de lubrificantes antigo, possui uma unidade que usa esse solvente.
- O investimento inicial para a construção de uma unidade de **desaromatização** é bastante próximo ao valor estimado para a de **desasfaltação**, sendo ligeiramente superior devido ao sistema de purificação do solvente.

# Fluídos Automotivos

## 1.d) Desaparafinação do MIBC:

- Um lubrificante colocado num equipamento, inicialmente opera em condições ambientais de temperatura, ou em alguns casos em baixas temperaturas, uma vez que a máquina, em geral, não é aquecida.
- O óleo deve ter, então, em tais condições, **possibilidades de escoamento adequado para que a lubrificação não fique comprometida**, necessitando, em função disto, apresentar baixo ponto de fluidez.

# Fluídos Automotivos

- Para que esta característica seja alcançada, deve-se remover as **cadeias parafínicas lineares**, uma vez que estas **são responsáveis pela baixa fluidez do óleo**.
- A remoção das **n-parafinas** é feita com o **auxílio de um solvente** que, em baixas temperaturas, solubiliza toda a fração oleosa, exceto as parafinas, que permanecem em fase sólida.



# Fluídos Automotivos

- Em face da baixa viscosidade reinante no meio, em função da grande quantidade de solvente presente, é possível fazer-se uma filtração, separando-se as **n-parafinas**.
- O **óleo desparafinado** é enviado à estocagem intermediária, de onde seguirá para o **processo de hidro-acabamento**, enquanto a parafina oleosa será também estocada, podendo ter dois destinos.

# Fluídos Automotivos

- Caso exista no conjunto de lubrificantes uma unidade de **desoleificação de parafinas**, ela deve ser aí processada, com o propósito de produzir-se **parafinas comerciais**.
- Se essa opção não existir, o destino será sua adição ao gasóleo, que será processado no craqueamento catalítico.
- O solvente utilizado, atualmente, é a Metil-Isobutil-Cetona (MIBC).

# Fluídos Automotivos

- Já foram usados, no passado, a mistura de Metil-Etil-Cetona (MEC) e tolueno, e, mais remotamente, o propano líquido.
- A MIBC apresenta vantagens significativas em relação aos demais solventes, sendo por isso empregada atualmente.
- A **desparafinação** é, certamente, a mais cara das unidades de conjunto de lubrificantes, em função, principalmente, do grande número de equipamentos existentes no processo.

# Fluídos Automotivos

## 1.e) Desoleificação a MIBC:

- A **desoleificação a MIBC** é um processo idêntico à **desparafinação**, apenas realizada em condições mais severas, **visando remover o óleo contido na parafina**, de forma a enquadrá-la como produto comercial, o que seria impossível sem essa unidade.
- A parafina oleosa, carga do processo, é desmembrada em duas correntes.

# Fluídos Automotivos

- A fração oleosa, removida pela ação do solvente e da filtração, é denominada **parafina mole**, e, por tratar-se de um gásóleo, normalmente é enviada ao craqueamento, depois de ter a MIBC removida.
- A **parafina mole** pode ser também aproveitada para a produção de **geléias, óleos, vaselinas e outros produtos farmacêuticos**, embora seu mercado seja bem restrito.

# Fluídos Automotivos

- O produto comercial, conhecido como **parafina dura**, depois desta operação, é estocado para posterior processamento na unidade de hidrotratamento onde finalmente é especificada.
- Devido à desoleificação ser quase sempre integrada à desparafinação e também por ter um porte menor, o capital investido nessa unidade é bem menor, situando-se na faixa de **US\$ 60–90.000.000,00**.

# Fluídos Automotivos

## 1.f) Extração de Aromáticos:

- A extração de aromáticos, também conhecida como **recuperação de aromáticos (URA)**, é uma unidade que tem um objetivo semelhante à **Desaromatização a Furfural**, embora carga, solvente, produtos e condições operacionais sejam bem distintas.
- Em ambas as unidades, o **objetivo é extrair os aromáticos da carga por meio de um solvente.**

# Fluídos Automotivos

- A carga é uma nafta proveniente de uma unidade de reforma catalítica, bastante rica em aromáticos leves, como benzeno, tolueno e xilenos (BTXs).
- Estes **hidrocarbonetos** têm um alto valor no mercado, uma vez que são importantes **matérias-primas** para a indústria petroquímica, podendo atingir preços duas a três vezes superiores à nafta.



# Fluídos Automotivos

- A extração é feita com um solvente, podendo ser o Tetra-Etileno-Glicol (TEG), a N-Metil- Pirrolidona (NMP) associada ao Mono-Etileno- Glicol (MEG), ou o Sulfolane.
- O uso de um deles é feito em função das condições do processo escolhido.
- Os aromáticos extraídos, depois da remoção do solvente, são fracionados e destinados à estocagem para futura comercialização, os não aromáticos, depois também da remoção do solvente, são enviados ao “pool” de gasolina.

# Fluídos Automotivos

- A **URA** é uma unidade que confere boa lucratividade ao parque de refino, devido à grande distância entre o preço de carga e dos aromáticos.
- O investimento necessário à sua implantação não é dos mais elevados, situando-se entre US\$ 40-55.000.000,00.

# Fluídos Automotivos

## 1.g) Adsorção de N-Parafinas:

- A unidade de adsorção de n-parafinas é própria para a remoção de cadeias parafínicas lineares contidas na fração querosene.
- Tais hidrocarbonetos, embora confirmam excelente qualidade ao querosene de iluminação, são extremamente prejudiciais em se tratando do querosene de aviação, por elevarem seu ponto de congelamento quando presentes em concentrações razoáveis.

# Fluídos Automotivos

- As **n-parafinas removidas**, por outro lado, são **valiosas matérias-primas para a indústria petroquímica**, especificamente para a produção de **detergentes sintéticos biodegradáveis**.
- Assim sendo, a adsorção de n-parafinas do querosene é um processo bastante interessante, porque, não só consegue especificar adequadamente o **querosene de aviação (QAV)**, como também produz n-parafinas.

# Fluídos Automotivos

- Isto é conseguido por meio de uma adsorção das cadeias lineares presentes no querosene, através de sua passagem em fase gasosa num leito de peneiras moleculares.
- O leito captura as n-parafinas, permitindo a passagem dos demais compostos presentes no querosene.
- Mais tarde, numa outra etapa, os hidrocarbonetos absorvidos são removidos do leito com auxílio de um diluente, separados deste, fracionados e estocados para o futuro envio à indústria petroquímica.

# Fluídos Automotivos

- A adsorção de n-parafinas, em face do grande número de equipamentos e da alta complexidade, é uma unidade de elevado investimento (US\$ 100-150.000.000,00) e longo tempo para retorno, não sendo de grande atratividade econômica.
- Apenas quando existem fábricas consumidoras das n-parafinas produzidas, colocadas a preços aceitáveis, tal unidade pode ser economicamente viável.

# Fluídos Automotivos

## 2) Processos de Conversão:

- Os processos de conversão são sempre de **natureza química** e visam transformar uma fração em outra(s), ou alterar profundamente **a constituição molecular de uma dada fração**, de forma a **melhorar sua qualidade**, valorizando-a.
- Isto pode ser conseguido através de **reações de quebra, reagrupamento ou reestruturação molecular**.

# Fluídos Automotivos

- As reações específicas de cada processo são conseguidas **por ação conjugada de temperatura e pressão sobre os cortes**, sendo bastante freqüente também a presença de um **agente promotor de reação**, denominado catalisador.
- Conforme a presença ou ausência deste agente, pode-se classificar os processos de conversão em dois subgrupos: **catalíticos** ou **não catalíticos**.
- É importante ressaltar que, devido às alterações químicas processadas, os produtos que saem desses processos, **se misturados, não reconstituem a carga original**.



# Fluídos Automotivos

- Processos de conversão são, em geral, de elevada rentabilidade, principalmente quando transformam frações de baixo valor comercial (gasóleos, resíduos) em outras de maiores valores (GLP, naftas, querosenes e diesel).
- De forma similar aos processos de separação, os de conversão apresentam, também como característica, elevado investimento para suas implantações, no entanto principalmente os processos de craqueamento térmico ou catalítico apresentam curto tempo de retorno do capital investido.

# Fluídos Automotivos

- Em alguns casos, o retorno do capital pode ocorrer em cerca de um ano apenas.
- Como exemplo destes processos, podem ser citados o Craqueamento Catalítico, o Hidrocraqueamento (Catalítico e Catalítico Brando), a Alcoilação, a Reformação e a Isomerização, todos catalíticos.
- Dentre os não catalíticos, podemos citar processos térmicos tais como: o Craqueamento Térmico, a Viscorredução, o Coqueamento Retardado ou Fluido.

# Fluídos Automotivos

- Cabe ressaltar que a **Alcoilação e a Reformação** são processos de síntese e rearranjo molecular, respectivamente, enquanto os outros exemplos aqui abordados são de craqueamento.
- Cada um dos processos anteriormente citados será abordado a seguir.

# Fluídos Automotivos

## 2.a) Craqueamento Catalítico:

- O craqueamento catalítico é um processo de **quebra molecular**.
- Sua carga é uma mistura de gasóleo de vácuo e óleo desasfaltado, que, submetida a condições bastante severas em presença do catalisador, é transformada em várias outras frações mais leves, produzindo gás combustível, gás liquefeito, nafta, gasóleo leve (diesel de craqueamento) e gasóleo pesado de craqueamento (óleo combustível).

# Fluídos Automotivos

- As reações produzem também **coque**, que se deposita no catalisador e é queimado quando na regeneração desse último, gerando gás de combustão, de alto conteúdo energético, usado na geração de vapor d'água de alta pressão.
- O processo surgiu um pouco antes da segunda guerra mundial, tomando um notável impulso com este conflito, em face à grande necessidade dos aliados em relação a suprimentos de gasolina e material petroquímico para suas tropas.

# Fluídos Automotivos

- Com o fim da guerra, o craqueamento catalítico firmou-se, devido, principalmente, à produção de **nafta**, em maior quantidade, de melhor qualidade e com custos de produção bem inferiores aos outros processos existentes na época.
- É um processo destinado, por excelência, à produção de **nafta de alta octanagem**, o derivado que aparece em maior quantidade, de 50 a 65% do volume em relação à carga processada.
- O segundo derivado em maior proporção é o **GLP**, de 25 a 40 % do volume em relação à carga.

# Fluídos Automotivos

- Em menores rendimentos, temos também o óleo diesel de craqueamento (LCO), o óleo combustível de craqueamento (óleo decantado/clarificado), o gás combustível e o gás ácido (H<sub>2</sub>S).
- O coque gerado é depositado no catalisador e queimado na regeneração.
- A grande necessidade nacional de produção de GLP e, principalmente, de gasolina até o final dos anos setenta, fez com que a PETROBRAS instalasse este processo em todas as suas refinarias.

# Fluídos Automotivos

- O craqueamento catalítico, também conhecido como FCC (“**Fluid catalytic cracking**”), é um processo de grande versatilidade e de elevada rentabilidade no quadro atual do refino, embora seja também uma unidade de alto investimento para sua implantação.



# Fluídos Automotivos

## QUESTIONÁRIO

- 1) O que é destilação? Explique.
- 2) A destilação pode ser feita em várias etapas e em diferentes níveis de pressão, conforme o objetivo que se deseje! Correta afirmação?
- 3) Qual o objetivo do processo de Desalfastação a Propano?
- 4) O que consiste o processo Desaromatização a Furural?
- 5) Qual significado da sigla MIBC?
- 6) A desaparafinação por MIBC visa retirar as n-parafinas dos gasóleos! Correta Afirmação?
- 7) Qual significado da sigla MEC?

# Fluídos Automotivos

- 8) A desparafinação é, certamente, a mais cara das unidades de conjunto de lubrificantes, em função, principalmente, do grande número de equipamentos existentes no processo!  
Correta afirmação?
- 9) Explique o processo desoleificação a MIBC?
- 10) A parafina mole pode ser também aproveitada para a produção de geléias, óleos, vaselinas e outros produtos farmacêuticos, embora seu mercado seja bem restrito. Correta afirmação?
- 11) Qual o objetivo da recuperação dos aromáticos?
- 12) Explique a adsorção de parafinas?

# Fluídos Automotivos

- 14) O que processo de conversão? Explique.
- 15) Quais são os processos não catalíticos e térmicos?
- 16) Explique o processo de craqueamento catalítico?

# Flúidos Automotivos

## 2.b) Hidrocraqueamento Catalítico: