



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

ALDENIRA SILVESTRE SANTANA NICACIO

CRAQUEAMENTO DO PETRÓLEO

Campina Grande

2014

ALDENIRA SILVESTRE SANTANA NICACIO

CRAQUEAMENTO DO PETRÓLEO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a Universidade Estadual da Paraíba como pré-requisito para a obtenção do grau de licenciatura em Química.

Orientador (a) : Prof^a Dr^a Maria Roberta de Oliveira Pinto

Campina Grande

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

N582c Nicacio, Aldenira Silvestre Santana.
Craqueamento do petróleo [manuscrito] / Aldenira Silvestre Santana Nicacio. - 2014.
70 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.
"Orientação: Profa. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto, Departamento de Química".
"Co-Orientação: Profa. Ma. Raquel de Negreiros Moreira, Departamento de Educação Física".

1. Petróleo. 2. Indústria petrolífera. 3. Combustíveis. 4. Química orgânica. I. Título.

21. ed. CDD 553.282

ALDENIRA SILVESTRE SANTANA NICACIO

CRAQUEAMENTO DO PETRÓLEO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a Universidade Estadual da Paraíba como pré-requisito para a obtenção do grau de licenciatura em Química.

Data de aprovação: 06/03/2014 Nota: 9,0 (nove e zero)

Membros da banca examinadora:

Maria Roberta de Oliveira Pinto

Profª Drª Maria Roberta de Oliveira Pinto (Orientadora)

Edilane Laranjeira

Profª Drª Edilane Laranjeira (Examinador)

Djane de Fátima Oliveira

Profª Drª Djane de Fátima Oliveira (Examinador)

Esperei com paciência no senhor, e ele se inclinou para mim e ouviu o meu clamor. Tirou-me de um lago horrível, de um charco de lodo: pôs os meus pés sobre uma rocha, firmou os meus passos; e pôs um novo cântico em minha boca, um hino ao nosso Deus; muitos o verão, e temerão, e confiarão no senhor. Bem aventurado o homem que põe no Senhor a sua confiança, e que não respeita os soberbos, nem os que se desviam para mentira.

Salmo 40:1-4

Ao meu pai Antônio Elias, que com tanto esforço, sacrifício e fé pôde me proporcionar à chance de alcançar mais um dos meus ideais. Sem a ajuda deste homem eu não teria chegado a posição em que me encontro. **Dedico.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, que com seu imenso amor e misericórdia me mostrou que tudo somos capazes, que segurou minha mão nos inúmeros momentos de angústia, Já que as dificuldades são possíveis a todo ser humano.

Ao meu pai Antônio Elias, sempre atencioso, carinhoso e companheiro que com grande dificuldade, me ajudou a trilhar este percurso tão árduo, mas prazeroso, que me ensinou que a educação é o único caminho para uma vida melhor.

A minha mãe, forte, carinhosa e amiga, que me incentivou a seguir adiante, com força e fé, e jamais desistir dos meus objetivos. A esta mulher maravilhosa que fez dos momentos difíceis serem suportáveis, para que eu pudesse seguir adiante.

Ao meu marido Gizeldo Nicacio um homem sincero, humilde, verdadeiro, paciente, companheiro e amigo, que suportou noites e dias sem me ver, devido à longa distância que havia entre nós. Que abriu mão da minha presença ao seu lado para que eu pudesse concretizar o meu objetivo.

Aos meus irmãos, Adriano, Alan e Andréia Kelly que dividiram comigo todos os momentos desta conquista.

Aos meus amigos Graciele, Palmira, Valdir, Manricky, Rutemberg e Bruna. Com eles eu sorri muito. Hoje eu vejo que fazem parte de uma fase boa da minha vida.

A minha professora e orientadora, Maria Roberta, paciente, educada e carinhosa com cada um de seus alunos, que me ajudou a fazer este trabalho difícil. Mas, eu sabia que com seu potencial de conhecimento, todo o processo de elaboração da monografia seria mais fácil de ser entendido.

Aos professores que fizeram parte dessa trajetória, em especial, Juraci, Roberta, Antônio, Cristina e Givanildo e a todos sem distinção. E todos do departamento que de forma direta ou indireta sempre me ajudaram. Enfim, a todos aqueles que de certa maneira contribuíram para que eu chegasse aqui.

RESUMO

A pesquisa foi realizada de Escola Estadual Médio Dr. Alfredo Pessoa de Lima, localizada no município de Solânea no Estado da Paraíba, onde o professor se fez presente quanto a aplicação dos questionários que contendo dez questões objetivas que tinha a finalidade de analisar o conhecimento dos alunos sobre craqueamento do petróleo e seus derivados. A presente pesquisa analisou vinte e nove alunos do 3º ano da rede pública de ensino. A química orgânica aborda diversos assuntos, e dentre estes, foi escolhido o petróleo por fazer parte do cotidiano dos alunos. Hoje em pleno século XXI é impossível se viver sem os derivados do petróleo, a indústria petrolífera utiliza esta matéria-prima e transforma em derivados essenciais a vida humana. O petróleo é um dos potenciais econômicos mundiais. As petroquímicas transformam essa riqueza em derivados através de um processo denominado de destilação, por meio de altas temperaturas. Um derivado mais consumido é a gasolina, como a demanda aumentou, foi preciso aumentar a produção, e com isso surgiu o processo de craqueamento do petróleo. Quanto maior a temperatura das cadeias longas e pesadas, maior é a produção de gasolina, um dos derivados mais importantes para vida contemporânea e para indústria automobilística. A presente pesquisa tem o objetivo de verificar o conhecimento adequado que o aluno obtém sobre o petróleo e o craqueamento de seus derivados. O resultado obtido eficiência para uns e influência para outros.

Palavras Chave: Petróleo, Craqueamento, Derivados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Petróleo.....	14
2.2 Origem do Petróleo	14
2.3 Jazida de Petróleo.....	15
2.4 Extração do Petróleo	15
2.5 Tipos de Petróleo	15
2.6 Refino do Petróleo	16
2.6.1 Processo de Refinação do Petróleo.....	16
2.7 Craqueamento do Petróleo	18
2.7.1 O Processo de Craqueamento.....	18
2.8 Aplicações dos Derivados do Petróleo	18
<input type="checkbox"/> Óleos combustíveis de alto (A) teor de enxofre	23
<input type="checkbox"/> Óleos combustíveis de baixo (B) teor de enxofre	23
<input type="checkbox"/> Óleos combustíveis convencionais.....	24
<input type="checkbox"/> Óleos combustíveis ultra-viscosos	24
2.9 Métodos Básicos de Conversão	26
2.9.1 Decomposição – Térmica, Catalítica e Elétrica.....	26
2.9.2 Oxidação Térmica ou Catalítica.....	27
2.9.3 Halogenação Térmica, Catalítica ou Fotolítica.....	27
2.9.4 Nitrogenação Térmica ou Fase Vapor.....	27
2.9.5 Sulfuração	27
2.9.6 Desulfuração Catalítica	27
2.9.7 Hidrogenação Termo-catalítica ou Catalítica	28
2.9.8 Desidrogenação Térmica ou Catalítica	28
2.9.9 Alquilação Térmica ou Catalítica.....	28
2.9.10 Polimerização Térmica ou Catalítica.....	28
2.9.11 Isomerização Térmica ou Catalítica	29
2.9.12 Aromatização ou Ciclização Térmica ou Catalítica.....	29
2.9.13 Síntese de Hidrocarbonetos	29
2.10 Aplicações	29
2.10.1 Gás Liqüefeito de Petróleo (GLP) e Gasolina Natural	29

2.10.2 Siderurgia	30
2.10.3 Petroquímicos	30
2.10.4 Combustíveis Sintéticos	33
2.11 As Variáveis Econômicas dos Derivados do Petróleo	33
2.12 A Oferta Mundial de Gás	35
2.13 A Demanda Crescente por Insumos Químicos e Carburantes Limpos	35
2.14 O Petróleo se Transforma em Outros Produtos	36
2.15 Aquecendo a Mistura	37
2.16 Gás e Plástico.....	37
2.17 A Importância do Plástico na Vida Moderna.....	38
2.18 Derivado Elástico	39
2.19 Combustível Limpo	39
2.20 Produto Robusto.....	39
2.21 Beijo Oleoso	40
2.22 Resíduos Raros.....	40
2.23 Barato e Sujo	40
2.24 Craqueamento Térmico	40
2.25 Seção de Fracionamento.....	42
2.26 Seção de Recuperação de Gases	44
2.27 Seção de Tratamentos	45
2.28 Produtos do Craqueamento	45
2.29 Riser	46
2.30 Reator.....	47
2.31 Regenerador	48
2.32 A Questão Ambiental	49
2.32 Impactos Ambientais Causados pela Indústria do Petróleo	51
2.33 Impactos ambientais causados na exploração e produção do Petróleo.....	51
2.34 Impactos Ambientais no Refino.....	54
2.35 Impactos Ambientais Causados no Transporte de Petróleo e Derivados.....	55
2.36 Geração da Poluição.....	56
2.36.1 Problemas Gerados pela Poluição	56

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXO	67

INTRODUÇÃO

Petróleo é um líquido oleoso, inflamável cuja cor varia segundo a origem, oscilando do negro ao âmbar, formado a partir da decomposição, durante milhões de anos, de matéria orgânica como plantas, animais marinhos e vegetação típica das regiões alagadiças e encontrado apenas no subsolo em terreno sedimentar. A base de sua composição é o hidrocarboneto, substância composta por carbono e hidrogênio, a qual podem se juntar átomos de oxigênio, nitrogênio e enxofre, além de íons metálicos, principalmente o níquel e vanádio. O petróleo também é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbicas e anaeróbicas por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é, mais tarde, transformado sob alta pressão e temperaturas que não excedem 150° C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros componentes inorgânicos. Durante esses processos, o petróleo, que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo (SPERRS e WITHEHEAD, 1969).

Gasolina de pirolise é uma mistura de vários hidrocarbonetos aromáticos, parafinas, olefinas, similar em composição e aplicações à gasolina (Figura 1), originária de processos de craqueamento térmico (um processo de pirólise) a partir de frações de petróleo de moléculas mais longas e complexas de menor consumo no mercado de solventes e combustíveis (Bookman, 2004).

Altas temperaturas causam a quebra homolítica de ligações. Quando os alcanos são aquecidos a altas temperaturas, as ligações C-H e C-C se rompem, num processo conhecido como pirólise. Na ausência de oxigênio, os radicais formados podem se combinar para formar alcanos de peso molecular maior ou menor. Os radicais também podem perder um hidrogênio de um átomo de carbono adjacente ao centro radicalar com formação de alquenos, um processo chamado de abstração de hidrogênio. O resultado é que, na pirólise se forma uma mistura complicada de alquenos e alcanos. Em condições especiais, no entanto, estas transformações podem ser controladas de modo a produzir grandes quantidades de hidrocarbonetos com o comprimento das cadeias

predefinido (Moacyr Cinelli, 2004). Segundo Mariano (2005) é um processo petroquímico no qual hidrocarbonetos saturados são divididos em hidrocarboneto menores. É o principal método industrial para produzir o mais leve alceno. No craqueamento a vapor uma alimentação de hidrocarbonetos gasosos ou líquidos como a nafta, GPL ou eteno é diluída com vapor e rapidamente aquecidos em um forno sem a presença de oxigênio. Normalmente a temperatura de reação é muito elevada, em torno de 850 °C. Em modernos fornos de craqueamento o tempo de resistência é ainda reduzido em milissegundo resultando em velocidade de gás mais velozes que a velocidade do som, para melhorar o rendimento.

As atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, têm o potencial de causar uma grande variedade de impactos sobre o meio ambiente. Entende-se impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização. Aspectos ambientais são os elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ABNT ISO 14001, 2004). Tais “impactos” dependem, basicamente, do estágio de desenvolvimento dos processos, do tamanho e da complexidade dos projetos, da natureza e da sensibilidade do ambiente, no qual serão desenvolvidas as atividades, e da eficácia do planejamento, assim como, das técnicas de prevenção, controle e mitigação da poluição e dos outros efeitos adversos sobre o meio ambiente (MARIANO, 2007).

Este trabalho consta de uma pesquisa elaborada para obtenção exclusiva do conhecimento do aluno em termo de petróleo e o seu craqueamento e a importância dos seus derivados no seu cotidiano. Este trabalho tem como objetivo avaliar o conhecimento do aluno em relação ao petróleo, seus derivados e o seu craqueamento, bem como sua conscientização sobre os possíveis impactos ambientais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Petróleo

Petróleo é um líquido oleoso, inflamável cuja cor varia segundo a origem, oscilando do negro ao âmbar, formado a partir da decomposição, durante milhões de anos, de matéria orgânica como plantas, animais marinhos e vegetação típica das regiões alagadiças e encontrado apenas no subsolo em terreno sedimentar. A base de sua composição é o hidrocarboneto, substância composta por carbono e hidrogênio, a qual podem se juntar átomos de oxigênio, nitrogênio e enxofre, além de íons metálicos, principalmente o níquel e vanádio. O petróleo também é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbicas e anaeróbicas por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é, mais tarde, transformado sob alta pressão e temperaturas que não excedem 150° C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros componentes inorgânicos. Durante esses processos, o petróleo, que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo (SPERRS e WITHEHEAD, 1969).

2.2 Origem do Petróleo

A teoria mais aceita entre os geólogos é de que seja oriundo de restos de matéria orgânica, bactérias, produtos nitrogenados e sulfurados no petróleo. Essa nitrogação e sulfuração indicam que o petróleo é o resultado de uma transformação da matéria orgânica acumulada no fundo dos oceanos e mares durante milhões de anos, sob pressão das camadas de sedimento que foram depositando e formando rochas sedimentares. O conjunto dos produtos provenientes desta degradação, é o hidrocarboneto e compostos voláteis misturados aos sedimentos e aos resíduos orgânicos que estão contidos na rocha-mãe; a partir daí o petróleo é expulso sob efeito da compactação provocada pela sedimentação, migrando para impregnar areias ou rochas mais porosas e mais permeáveis, tais como arenitos ou calcários. Uma camada

impermeável quando constitui uma “armadilha” permite a acumulação dos hidrocarbonetos, impedindo-os de escapar.

2.3 Jazida de Petróleo

O petróleo é encontrado na natureza não como uma espécie de rio subterrâneo ou camada líquida entre rochas sólidas. Ele ocorre sempre impregnando rochas sedimentares, como os arenitos. Como essas rochas são permeáveis, o óleo “migra” através dela pelo interior da crosta terrestre. Se for detido por rochas impermeáveis acumula-se formando então as jazidas. Portanto, para que se forme uma jazida petrolífera, são necessárias as seguintes condições: a existência de sedimentos, originalmente, ricos em matéria orgânica e de condições propícias às transformações químicas e bioquímicas dos compostos orgânicos, a ocorrência de processos migratórios e de rochas reservatórias com boa porosidade, a fim de que o petróleo possa escorrer livremente entre os interstícios, e também a existência de estruturas acumuladoras, para que este possa ser economicamente explorável (LEINZ e AMARAL, 1966).

2.4 Extração do Petróleo

O petróleo encontra-se comumente entre uma camada de água salgada e outra de gases, que o submetem a forte pressão. Quando o solo é perfurado e atinge-se o lençol de petróleo, este jorra para superfície devido a essa forte pressão. Com a saída dos gases a pressão diminui e, em consequência, cessa o jorro. Depois disso, o petróleo é retirado com o auxílio de bombas. Isso pode ser feito de forma mecânica ou por injeção de gás.

2.5 Tipos de Petróleo

Na composição de petróleo encontram-se hidrocarbonetos: as frações leves de hidrocarbonetos formam os gases, enquanto as frações pesadas formam o óleo cru. A proporção entre estes hidrocarbonetos é que define os vários tipos de petróleo. Assim, os diferentes tipos de petróleo podem ser classificados segundo a predominância de hidrocarboneto encontrado no óleo cru.

- Parafínicos: quando existe predominância de hidrocarbonetos parafínicos, possibilitando a produção de subprodutos como a gasolina de baixa octonagem, querosene de alta qualidade, óleo diesel com características combustíveis muito boas, óleo de lubrificação de alta viscosidade, grande estabilidade química.
- Naftínicos: quando predominam hidrocarbonetos naftínicos, que originam subprodutos como gasolina de alto índice de octonagem, óleos lubrificantes com baixos resíduos de carbono, resíduos asfálticos na refinação e cadeias em formas de anel.
- Mistos: quando existe misturas de hidrocarbonetos parafínicos e naftínicos, com propriedades intermediárias.

2.6 Refino do Petróleo

O petróleo extraído da natureza, ou seja, o petróleo bruto, tem que passar por uma refinação antes de ser consumido. A refinação consiste numa série de tratamentos físicos e químicos que visam à separação do petróleo bruto em numerosos componentes os chamados derivados.

2.6.1 Processo de Refinação do Petróleo

O petróleo bruto é inicialmente submetido à destilação fraccionada. Esta técnica de forma sumária consiste em aquecer o petróleo bruto e conduzido a parte inferior de uma torre, denominada de torre de fracionamento ou coluna de destilação. No seu interior, a torre dispõe de uma série de pratos ou vasos colocados em diferentes alturas. Quando o petróleo é aquecido até a sua temperatura de ebulição liberta vapores que sobem pela coluna através de tubos soldados aos pratos e cobertos por campânulas de maneira que os vapores são forçados a borbulhar através do líquido existente nos pratos. O nível de líquido de cada prato é denominado pela altura de tubo de retorno que conduz o excesso de líquido ao prato imediatamente inferior. Os componentes mais voláteis (substâncias mais leves) de baixo ponto de ebulição, ascendem continuamente pela coluna de fracionamento em direção ao topo da coluna, que é a parte mais fria até condensarem.

Os componentes de elevado ponto de ebulição condensam-se em diferentes alturas da coluna e refluem para baixo, desta maneira consegue-se que a uma determinada altura da coluna a temperatura seja sempre a mesma e que o líquido condensado em cada prato tenha sempre a mesma composição química. Esses produtos de composição química definida chamam-se frações e são formados, principalmente por gás metano, gasolina, petróleo e gásóleo. Na base da coluna de fracionamento onde a temperatura é mais elevada, fica um resíduo que ainda contém frações voláteis. Se para estas serem recuperadas, o resíduo for aquecido a temperaturas ainda mais elevadas, ela decompõe-se. Por isso, para que a destilação prossiga o resíduo é transportado por meio de bombas para outra coluna onde, sob uma pressão reduzida próxima do vácuo, diminuindo a temperatura mais baixa, não destrutiva e as frações vaporizam-se. Esta destilação adicional decompõe o resíduo em óleo diesel, óleo lubrificante, asfalto (piche) e cera parafínica (Quadro 1).

Quadro 1 - Frações constituintes do petróleo

Fração	Te/°C	Nº de átomos
Gás	<20	C1-C4
Éter de petróleo	20-100	C5-C7
Gasolina natural	40-205	C5-C10 e alcanos cíclicos
Querosene	175-325	C12-C18 e aromáticos
Óleo combustível	275-400	C12-C25
Óleo lubrificante	400-500	C25-C35
Asfalto	Sólidos	Compostos policíclicos

Fonte:

A porcentagem de cada uma das frações listadas no Quadro 1 varia em função da origem do petróleo. O de algumas regiões possui predominantemente alcanos e ramificados; em outros casos, os componentes principais são alcanos cíclicos. Compostos derivados do benzeno são também abundantes no petróleo.

Cada uma das frações obtidas da destilação fracionada do petróleo é ainda uma mistura complexa de hidrocarbonetos. A gasolina, por exemplo, chega a apresentar em sua constituição dezenas de componentes, na maioria hidrocarbonetos, mas possui também compostos sulfurados que causam

poluição ambiental devido á sua transformação em SO₂ durante sua combustão por automóveis.

2.7 Craqueamento do Petróleo

É a transformação por ruptura (cracking, quebra) de molécula grandes em moléculas menores, utilizados para transformar óleos pesados de pequeno valor em derivados de petróleo mais leves como GLP e nafta, produtos de maior valor. O craqueamento é importante no refino de petróleo para produção de gasolina e outros combustíveis líquidos.

2.7.1 O Processo de Craqueamento

O processo de craqueamento do petróleo é constituído fundamentalmente de uma reação de quebra (cracking) de moléculas de alto peso molecular e de baixo valor comercial, em moléculas de menor peso molecular e com alto valor comercial. O processo pode ser puramente térmico, ou pode ser realizado na presença de catalisador. Em razão de o processo exigir altas temperaturas, utiliza-se o processo catalítico que ainda assim exige temperaturas na faixa de 500° C a 550° C. A presença do catalisador também permite obtenção de maiores seletividades e, portanto, maior rendimento dos produtos desejados. Graças aos processos de craqueamento do petróleo bruto, são retirados certos produtos em muito maior proporção do que aquela fornecida pela própria natureza. Se tivéssemos que depender da quantidade de gasolina extraída do petróleo bruto, jamais obteríamos o rendimento do necessário precioso combustível para a movimentação dos nossos carros. O craqueamento soluciona o problema, permitindo a obtenção do produto em maior escala.

2.8 Aplicações dos Derivados do Petróleo

São muitas as aplicações dos derivados do petróleo. Alguns já saem da refinaria prontos para serem “consumidos”, sendo comercializados diretamente para distribuidores e consumidores, outros derivados servirão ainda como matérias-primas de várias indústrias, para a produção de outros artigos.

- Gasolina

Originalmente aproveitada como subproduto do petróleo, a gasolina tornou-se o combustível por excelência para automóveis devido ao seu elevado poder calorífico e a facilidade de misturar com o ar no carburador. Gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos líquidos voláteis, inflamáveis, derivados do petróleo usado como combustível para motores de combustão interna. Emprega-se também como solvente de óleos e gorduras. Consiste numa mistura complexa de centenas de diferentes hidrocarbonetos, a maior parte dos quais é de compostos saturados com 4 a 12 átomos de carbono na molécula. A gasolina para automóveis tem ponto de ebulição entre 30° C e 200° C produzida inicialmente por destilação fracionada, que consiste na separação das frações mais valiosas do petróleo cru, a gasolina passou a ser obtida por novos processos, criados para aumentar o rendimento da produção: craqueamento térmico ou quebra de moléculas grandes em moléculas menores e o craqueamento catalítico que emprega catalisadores, para facilitar as reações químicas e produzir mais gasolina.

- Gasolina de Pirólise

É uma mistura de vários hidrocarbonetos aromáticos, parafinas, olefinas, similar em composição e aplicações à gasolina (Figura 1), originária de processos de craqueamento térmico (um processo de pirólise) a partir de frações de petróleo de moléculas mais longas e complexas de menor consumo no mercado de solventes e combustíveis (Bookman, 2004). Altas temperaturas causam a quebra homolítica de ligações. Quando os alcanos são aquecidos a altas temperaturas, as ligações C-H e C-C se rompem, num processo conhecido como pirólise. Na ausência de oxigênio, os radicais formados podem se combinar para formar alcanos de peso molecular maior ou menor. Os radicais também podem perder um hidrogênio de um átomo de carbono adjacente ao centro radicalar com formação de alquenos, um processo chamado de abstração de hidrogênio.

O resultado é que, na pirólise se forma uma mistura complicada de alquenos e alcanos. Em condições especiais, no entanto, estas transformações podem ser controladas de modo a produzir grandes quantidades de hidrocarbonetos com o comprimento das cadeias predefinido (Moacyr Cinelli, 2004)

Figura 1 - O consumo de gasolina no mundo.



Fonte: gasolina.html

- Querosene

É um líquido fino e claro formado a partir de hidrocarboneto (Figura 2). Obtém-se querosene por meio da destilação fracionada do petróleo entre 150°C e 275°C, resultando em uma mistura de cadeias de carbono contendo em torno de 12 a 15 átomos de carbono. Sua utilização é indispensável em aeronaves de propulsão a jato, sendo também comumente utilizado como combustível de aquecimento.

O calor de combustão do querosene é semelhante ao do diesel: o seu valor de aquecimento mínimo gira em torno de 18.500 Btu/lb, ou 43,1 MJ/kg, enquanto que o seu valor de aquecimento máximo corresponde a 46. O elemento foi primeiramente descrito pelo físico, químico, alquimista e filósofo persa al-Razi (Rhazes) como destilado de petróleo, em Bagdá no século IX. Em seu “Kitab al-Asrar” (valor dos Segredos), ele descreveu dois métodos para a produção de querosene. Um método envolvia a utilização de argila como um absorvente, enquanto o outro método envolvia o uso de cloreto de amônio (sal amoníaco).

Em 1846, obtém-se o querosene refinado a partir de uma substância asfáltica que ocorre naturalmente, denominada “albertite”, pelo geólogo canadense Abraham Gesner, que, durante tal processo de descoberta torna-se fundador da moderna indústria do petróleo. Gesner passou a organizar sua Companhia, a “Querosene Gaslight” de modo a promover a utilização do querosene em todo o mundo, em 1850, principalmente como combustível utilizado nos postes de iluminação pública, inclusive retendo a patente da utilização do nome “querosene” em seus produtos. Em 1851, em Bathgate, o químico escocês James Young constrói a primeira fábrica comercial de petróleo de funcionamento prático em todo o mundo, usando óleo derivado de torbanite, xisto e carvão betuminoso extraídos das minas próximas. Em 1856, o químico polonês Ignacy Lukasiewicz descobriu um processo de refino de querosene por meio da turfa, de custo reconhecidamente menor. A disponibilidade generalizada de querosene mais barato foi o fator principal da decadência vertiginosa da indústria baleeira, em meados do século XIX, pois o óleo de baleia acabou por ser rapidamente substituído como o principal produto combustível dos postes de iluminação pública das cidades.

Figura 2: Querosene .



Fonte:Querosene.jpg

- **Asfalto**

Os primeiros registros são de 3000 A.C, quando ele era usado para conter vazamentos de águas em reservatórios, já passando pouco depois a pavimentar estradas no Oriente médio. Nesta época, ele não era extraído do petróleo, mas sim feito com piche retirado de lagos pastosos.

O asfalto é um betume espesso, de material aglutinante escuro e reluzente, de estrutura sólida, constituído de misturas complexas de hidrocarboneto não voláteis de elevada massa molecular, além de substâncias minerais, resíduo da destilação avácuo do petróleo bruto. Não é um material volátil, é solúvel em bissulfeto de carbono, amolece a temperaturas entre 150°C e 200°C, com propriedades isolantes e adesivas. Também denomina a superfície revestida por este betume. É muito usado na pavimentação de ruas, estradas e aeroportos.

- O CAP - Cimento Asfáltico de Petróleo (Ex. CAP-20, CAP-70);
- O ADP - Asfalto Diluído de Petróleo (Ex. CM-30, CR-250);
- *A Emulsão Asfáltica (Ex. RR-2C, RM-1C); entre outros.*

Dentro da engenharia rodoviária, cada tipo de asfalto se destina a um fim. Por exemplo: o ADP é utilizado para a imprimação (impermeabilização) da base dos pavimentos. Por outro lado, o CAP e as emulsões asfálticas são constituintes das camadas de rolamento das rodovias, de maneira que o CAP entra como constituinte dos revestimentos asfálticos de alto padrão como o CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente - ao passo que as emulsões asfálticas são constituintes dos revestimentos de médio e baixo padrão, como os pré-misturados a frio e a quente (PMF e PMQ) e os tratamentos superficiais, as lamas asfálticas e microasfalto.

- **Gás liquefeito de petróleo**

O gás de cozinha é combustível formado pela mistura de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono propano 50% e butano 50% extraídos do petróleo podendo apresentar-se misturas entre si com pequenas frações de outros hidrocarbonetos. Ele tem a característica de ficar sempre em estado líquido quando submetido a uma certa pressão, sendo por isto chamado de gás liquefeito de petróleo

(GLP) de fácil combustão, o GLP é inodoro, mas por motivos de segurança uma substância adicionada ainda nas refinarias. Ela produz o cheiro característico percebido quando há algum vazamento de gás, o GLP e não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico (Figura 3).

Figura 3: Armazenamento do gás natural.



Fonte: Petróleo e gás (2005)

- Óleo Combustível

Os óleos combustíveis são produzidos a partir de petróleos das mais diversas origens mundiais, apresentando variações consideráveis em suas características. Além dos requisitos especiais de qualidade, o consumidor deverá usar um óleo combustível que proporcione uma economia maior na fábrica e, portanto, mudando para tipos mais viscosos e mais baratos. A dimensão, arranjo e característica do processo da fábrica podem, todavia, restringir a viscosidade do combustível a ser queimado com eficiência porque os combustíveis mais viscosos necessitam de níveis de temperaturas superiores, maiores investimentos em equipamentos de aquecimento e apresentam maiores custos operacionais. Todos estes aspectos devem ser considerados, bem como os custos globais de utilização de cada óleo combustível, antes da tomada de decisão pelo uso de um determinado tipo.

Os tipos de óleos combustíveis são especificados pelo DNC (Resolução CNP N° 03/86), baseando-se em teores de enxofre e faixas de viscosidade.

- ✓ Óleos combustíveis de alto (A) teor de enxofre
São os óleos normalmente empregados em combustão contínua.
- ✓ Óleos combustíveis de baixo (B) teor de enxofre

São utilizados nas indústrias em que o teor de enxofre é muito importante na qualidade do produto fabricado, como por exemplo, certos tipos de cerâmicas, vidros finos, metalurgia de metais não ferrosos ou quando existem restrições governamentais de meio ambiente.

- Óleos combustíveis convencionais

São considerados assim os óleos tipos 1 A/B e 2 A/B. São utilizados para os fins industriais gerais.

- ✓ Óleos combustíveis ultra-viscosos

São considerados assim os óleos, a partir dos tipos 3 A/B até os tipos 9 A/B. São utilizados em grandes fornos e caldeiras, onde o consumo de combustível é bem elevado, onde são considerados cuidados adicionais à suas utilizações e são disponíveis equipamentos especiais para seus aquecimentos de armazenagem, transferência e nebulização.

- Óleos Lubrificantes

Os óleos lubrificantes, óleos de motor, ou óleos para motor, são substâncias utilizadas para reduzir o atrito, lubrificando e aumentando a vida útil dos componentes móveis dos motores. Os óleos lubrificantes podem ser de origem animal ou vegetal (óleos graxas), derivados de petróleo (óleos minerais) ou produzidos em laboratório (óleos sintéticos), podendo ainda ser constituído pela mistura de dois ou mais tipos (óleos compostos). A viscosidade mede a dificuldade com que o óleo escorre (escoa); quanto mais viscoso for um lubrificante (mais grosso), mais difícil de escorrer, portanto será maior a sua capacidade de manter-se entre duas peças móveis fazendo a lubrificação das mesmas. A viscosidade dos lubrificantes não é constante, ela varia com a temperatura. Quando esta aumenta a viscosidade diminui e o óleo escoa com mais facilidade. O Índice de Viscosidade (IV) mede a variação da viscosidade com a temperatura. Quanto maior o IV, menor será a variação de viscosidade do óleo lubrificante, quando submetido a diferentes valores de temperatura. A Densidade indica a massa de certo volume de óleo a certa temperatura, é importante para indicar se houve contaminação ou deterioração de um lubrificante (Figura 4).

Figura 4: A utilização do óleo lubrificante usado com frequência pelos consumidores.



Fonte: Enciclopédia livre, (2004)

- Gás Natural

O gás natural como matéria-prima ou insumo é utilizado em quatro conjuntos principais de processos: a alimentação direta (combustão e potência), a siderurgia, a produção de combustíveis sintéticos e a produção de gasoquímicos. O enfoque de valorização do insumo gás natural é diferenciado em cada uma destas vias principais.

A primeira via caracteriza o gás natural como um combustível para atendimento térmico direto residencial, comercial ou industrial, para geração de potência de acionamento em termelétricas ou processos industriais e como carburante para o transporte, proporcionando a menor valorização possível.

A segunda via, que exige menor investimento inicial, quando comparada às seguintes, e resulta em menor valorização do insumo é, por exemplo, a aplicação siderúrgica, onde o gás natural é usado como redutor siderúrgico no processamento de minérios.

A terceira via necessita de investimentos maiores e agrega mais valor ao insumo, utilizando o gás natural como matéria prima básica de processos de produção de combustíveis sintéticos como gasolina, nafta, querosene, gasóleo, óleos lubrificantes, óleo diesel, parafina e outros.

A quarta via, que requer investimentos de magnitude bastante elevada e valoriza o insumo gás natural de forma específica é a produção de gasoquímicos, que são à base da indústria moderna. Gasoquímica é a produção de petroquímicos a partir do gás natural que se diferencia da produção tradicional a partir de derivados do petróleo pelo insumo básico e por inúmeras vantagens, em particular a redução expressiva de impactos ambientais. Os produtos são os mesmos, eteno, propeno, buteno, polímeros (polietileno e polipropileno), matéria prima na fabricação de fibras sintéticas, borrachas sintéticas, plásticos, revestimentos, química automotiva, produtos nitrogenados, detergentes e outros.

2.9 Métodos Básicos de Conversão

Variados são os métodos de conversão aplicáveis ao gás natural para quebrar ou rearranjar as moléculas de seus principais componentes: metano, etano, propano e butano. Incluem-se entre estes métodos processos térmicos, elétricos, catalíticos e fotossintéticos com ou sem adição de elementos como o oxigênio, o cloro ou o nitrogênio, entre outros.

O metano (CH₄), principal componente do gás natural, tem um elevado equilíbrio molecular devido à sua distribuição e geometria e, portanto é o hidrocarboneto mais difícil de quebrar ou “craquear”.

Estão apresentados a seguir alguns processos básicos aplicados direta ou indiretamente na conversão do gás natural em matéria prima básica da indústria química.

2.9.1 Decomposição – Térmica, Catalítica e Elétrica

É a divisão da molécula do hidrocarboneto em partes menores ou em carbono e hidrogênios dissociados, através de aquecimento (pirólise), aquecimento com efeito adicional de catalisadores ou de descargas elétricas.

2.9.2 Oxidação Térmica ou Catalítica

É a reação da molécula do hidrocarboneto com oxigênio, ar atmosférico ou oxigênio aditivado, ativada por calor ou catálise, na qual o oxigênio é introduzido na molécula do hidrocarboneto ou a molécula é transformada em monóxido de carbono e hidrogênio, dióxido de carbono e hidrogênio ou dióxido de carbono e água.

2.9.3 Halogenação Térmica, Catalítica ou Fotolítica

É a reação da molécula do hidrocarboneto com um halogênio – flúor (F_2), cloro (Cl_2), bromo (Br_2) ou iodo (I_2), ativada por calor, catálise ou luz, onde um ou mais átomos do halogênio substituem um número equivalente de átomos de hidrogênio.

2.9.4 Nitrogenação Térmica ou Fase Vapor

É a reação da molécula do hidrocarboneto com ácido nítrico (HNO_3), acelerada por calor e pressão onde uma molécula de dióxido de nitrogênio (NO_2) substitui o átomo de hidrogênio.

2.9.5 Sulfuração

É a reação da molécula do hidrocarboneto com enxofre (S) ou sulfeto de hidrogênio (H_2S) para formar compostos sulfurados tais como sulfetos orgânicos, mercaptanas e disulfetos.

2.9.6 Desulfuração Catalítica

Remoção do átomo de enxofre de moléculas hidrogênio-carbono-enxofre para produzir moléculas livres de enxofre ativada através de catálise e fornecimento de calor.

2.9.7 Hidrogenação Termo-catalítica ou Catalítica

É a adição de átomos de hidrogênio (H_2) à molécula do hidrocarboneto, ativada por calor e catálise ou apenas catálise, para produzir uma ou mais moléculas saturadas (rica em hidrogênio). A hidrogenação é chamada destrutiva quando a molécula original do hidrocarboneto é quebrada para formar mais de uma molécula hidrogenada menor ou, não destrutiva quando a quebra da molécula original não ocorre e o hidrogênio é apenas adicionado.

2.9.8 Desidrogenação Térmica ou Catalítica

É uma forma de decomposição controlada onde átomos de hidrogênio são removidos da molécula original do hidrocarboneto para formar uma molécula menos saturada ou insaturada. A de-hidrogenação é chamada destrutiva quando a molécula original do hidrocarboneto é quebrada para formar mais de uma molécula menor ou, não destrutiva quando não ocorre quebra de ligação carbono-carbono.

2.9.9 Alquilação Térmica ou Catalítica

É a união química de um radical ALQUIL e uma molécula de hidrocarboneto, usada em particular para realizar a combinação de uma olefina e uma iso-parafina ou aromática em condições de elevada temperatura ou na presença de catalisadores.

2.9.10 Polimerização Térmica ou Catalítica

É a combinação de pequenas moléculas ou monômeros em cadeias moleculares ou polímeros de grande peso molecular. A polimerização é chamada seletiva quando agrupa as moléculas sem alterar sua composição inicial básica e não seletiva quando forma compostos cuja composição é diferente da original.

2.9.11 Isomerização Térmica ou Catalítica

É a transformação da estrutura molecular de um hidrocarboneto sem modificar sua composição empírica ou seu peso molecular.

2.9.12 Aromatização ou Ciclização Térmica ou Catalítica

É a conversão de moléculas de hidrocarbonetos parafínicos ou olefínicos em moléculas cíclicas ou aromáticas. É acompanhado por de-hidrogenação e polimerização prévia em alguns casos, quando a matéria prima é um hidrocarboneto gasoso.

2.9.13 Síntese de Hidrocarbonetos

Formação de hidrocarbonetos a partir de materiais orgânicos ou inorgânicos idênticos aos produzidos à partir do petróleo através de processos sintéticos.

2.10 Aplicações

2.10.1 Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e Gasolina Natural

Como se sabe, o gás natural proveniente de poços em alta pressão devem passar por separadores que efetuam a remoção de impurezas e hidrocarbonetos condensados. Muitos gases naturais contém quantidade suficiente de octano (C_8H_{18}), butano (C_4H_{10}) e propano (C_3H_8) que garantem a instalação de uma planta para produção de GLP e Gasolina Natural. Estes produtos oriundos do gás natural são de qualidade superior ao resultante dos processos de refino do petróleo.

Considerando que em uma refinaria só é possível extrair do petróleo, no máximo 8 % de GLP, a produção deste combustível a partir do gás natural pode atingir proporções significativas do mercado, sendo mais importante ressaltar a íntima relação entre o crescimento da produção de gás natural e a produção de GLP, demonstrando de forma definitiva que estes não são combustíveis concorrentes e que a economicidade da cadeia produtiva do gás natural é dependente da comercialização do GLP.

2.10.2 Siderurgia

O gás natural é aplicado na siderurgia principalmente como redutor na fabricação de ferro esponja. Este processo de produção de ferro esponja, matéria prima rica em ferro e carbono utilizada para a produção de aço, teve ampliação da aplicação devido ao aumento das fontes de gases redutores e às exigências de mercado por produtos de maior qualidade.

2.10.3 Petroquímicos

Dentro da perspectiva de valorização do gás natural superior à seu uso como combustível está o seu uso como matéria-prima de substituição na petroquímica e alcoolquímica.

Vários produtos químicos intermediários podem ser sintetizados, direta ou indiretamente, a partir das transformações do metano, chamada também de Química do C₁. De uma maneira geral é possível dividir estes produtos em três categorias:

- ✓ Derivados diretos do metano de ou primeira geração, principalmente os clorados e o ácido cianídrico;
- ✓ Derivados de segunda e terceira gerações, principalmente baseados nos gases de síntese (metanol e amônia), os álcoois oxo, acrilatos, fosfogeno, acetaldeído, ácido acético, etileno glicol e acetato de vinila;
- ✓ Derivados de gerações superiores, que têm como origem os produtos dos dois grupos citados.

2.10.3.1 Gases de Síntese

Os hidrocarbonetos do gás natural são colocados a reagir com vapor em presença de catalisadores e a altas temperaturas para produção de hidrogênio (H_2), carbono (C) e óxidos de carbono (CO_x). A utilização de outros catalisadores permite a conversão completa dos hidrocarbonetos em óxidos de carbono e hidrogênio. A altas temperaturas este processo pode ser realizado com oxigênio sem a adição de catalisadores.

As misturas de hidrogênio e óxidos de carbono são chamadas gases de síntese e se aplicam em diversos processos.

2.10.3.2 Misturas Hidrogênio e Monóxido de Carbono

O gás de síntese resultante da reação entre vapor e hidrocarbonetos do gás natural é uma mistura de hidrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e metano. A partir deste gás se produz uma mistura composta apenas por hidrogênio e monóxido de carbono com diferentes composições adequadas às várias operações de síntese como a produção de metanol, álcoois Oxo e aplicação no processo Fischer.

2.10.3.3 Hidrogênio

Há elevada demanda de hidrogênio para os processos de hidrogenação de produtos do petróleo, da petroquímica, da química e da indústria alimentícia. A produção de hidrogênio a partir do gás natural se realiza através de processos de oxidação parcial ou reforma por vapor que resultam em misturas de hidrogênio e óxidos de carbono. A partir deste gás de síntese os óxidos de carbono são removidos e o gás rico em hidrogênio é resfriado a baixas temperaturas e sua purificação realizada por fracionamento. O processo final de liquefação do hidrogênio ocorre a temperatura inferior a $230\text{ }^\circ\text{C}$.

A produção de hidrogênio de elevada pureza a partir do gás natural exige um circuito de produção com etapas de purificação e limpeza do gás, produção de hidrogênio, purificação do hidrogênio, reativação por aminas e a compressão e armazenagem do hidrogênio puro.

2.10.3.4 Amônia Sintética e seus Produtos

A produção de amônia sintética pode ser realizada utilizando-se gás natural como fonte de hidrogênio, uma vez que aquele possui uma percentagem relativamente grande deste, uma vantagem no processo da amônia.

Aproximadamente metade do gás natural utilizado se destina ao processo em si e como combustível de acionamento de compressores de refrigeração. O restante se destina à caldeira e como gás de reforma. O total consumido é de aproximadamente 900 Nm³ por tonelada de amônia produzida.

O gás natural é inicialmente transformado em gás de síntese e posteriormente, numa sequência de tratamentos térmicos, elevação de pressão, trocas químicas e catalíticas a mistura contém apenas hidrogênio, nitrogênio e traços de metano, argônio e outros inerte, sendo então processado e transformado em amônia (NH₃).

2.10.3.6 Eteno e Derivados Superiores

O eteno e o propeno ocupam o primeiro lugar em importância como matéria-prima da indústria química. Sua produção comercial é tradicionalmente obtida por recuperação dos gases de refinaria de petróleo, craqueamento térmico.

2.10.3.7 Acetileno

O princípio fundamental que orienta todos os processos de quebra de hidrocarbonetos para a produção de acetileno se baseia na rápida elevação da temperatura do gás até os valores de processo e na obtenção do produto após um curto período de reação.

As reações químicas de produção do acetileno (C₂H₂) a partir de hidrocarbonetos são endotérmicas e três métodos podem ser utilizados para fornecer o calor: arco elétrico ou centelha, calor de combustíveis auxiliares ou combustão parcial da mistura gás oxigênio de alimentação do processo.

2.10.3.8 Químicos Diversos

Uma variedade de outros produtos químicos podem ser produzidos tendo o gás natural como insumo, tais como carvão negro, químicos aromáticos como benzeno, tolueno e xileno, ácido clorídrico e disulfito de carbono.

2.10.4 Combustíveis Sintéticos

A principal referência para a importância dos combustíveis sintéticos hidrocarbonetos líquidos derivados do gás natural é a produção de combustíveis automotivos.

A qualidade superior em termos do desempenho e emissões da gasolina, diesel e querosene, entre outros combustíveis líquidos produzidos a partir do gás natural através do processo Fisher é o diferencial dos processos GTL (Gas to Liquid).

A transformação direta do metano e líquidos combustíveis (hidrocarbonetos pesados) é um processo muito difícil de realizar, complexo e oneroso, e por isso as tecnologias desenvolvidas efetuam o processo de forma indireta.

2.11 As Variáveis Econômicas dos Derivados do Petróleo

Hoje enormes volumes de capital estão disponíveis no mercado financeiro mundial à procura de projetos de investimento e no futuro próximo estes volumes tendem a ser tornar extraordinariamente maiores devido à redução das despesas em infraestrutura mundial e armamento bélico.

Embora disponível o capital os grandes grupos financeiros internacionais que o administram não financiam qualquer projeto, sendo critérios fundamentais de sua decisão, por ordem de relevância:

Volume Financeiro do Negócio: a massa de capital deve ser significativa se comparada aos volumes disponíveis. Pequenos projetos, em termos de volume financeiro, mesmo que com elevada rentabilidade não despertam interesse;

Rentabilidade: naturalmente a taxa interna de retorno do investimento e apresenta como o mais importante critério após a adequação do volume;

Tempo de Retorno: a preferência por projetos que retornem o investimento realizado com maior rapidez é natural;

Riscos: a aversão aos riscos ambientais, políticos e econômicos;

As unidades de conversão do gás natural em combustíveis líquidos e petroquímicos intermediários e finais apresentam características de investimentos convergentes à estes critério.

O petróleo é uma fonte de energia primária e importante para indústria petrolífera, apresentando seus derivados e demandas de curto e médio prazo pouco elásticas a variáveis nos preços (ou seja, variações percentuais nos preços implicam em variações comparativamente muito menores nas quantidades demandadas).

Devido a demanda por derivados de petróleo (e por conseguinte do próprio petróleo) tem que ser realizada no curto prazo para que não haja a redução do nível de atividade econômica deste espaço, quase que independentemente do nível corrente de preços do petróleo. Essas características e a amplitude do consumo de seus derivados (combustível automotivo, geração elétrica, calefação, etc.) fazem do petróleo uma fonte energética fundamental para a economia de todos os países.

Como indústria de energia, de características infraestruturas, a indústria de petróleo gera bens que são insumos de difícil substituição na matriz produtiva de qualquer país, sendo estes insumos bases do modo de produção e consumo e mesmo da cultura da sociedade moderna. Um exemplo claro desta importância são os derivados de petróleo utilizados como combustíveis para motores de combustão interna (gasolina e diesel) dos veículos utilizados em serviços de transporte, serviço de infraestrutura sem o qual nenhuma estrutura produtiva industrial moderna funcionaria. A disponibilidade de petróleo e seus derivados e seus níveis de preços têm grande importância para a determinação do nível de crescimento econômico e do nível de preços das economias nacionais, pois energia e transporte são insumos necessários para produção de quaisquer bens ou serviços.

2.12 A Oferta Mundial de Gás

É crescente a oferta mundial de gás natural e atualmente 108 Gm³ são queimados em flares por ano. Deve-se esperar um aproveitamento melhor do gás e a conversão direta no campo. Os produtores de gás natural encontram-se face a face com o problema de desenvolvimento de campos de produção distantes dos mercados consumidores de combustíveis.

O gás natural é tradicionalmente visto como uma fonte combustível fóssil abundante e limpa para a geração de energia térmica e elétrica. Atualmente 90 % do seu consumo global se destina ao uso combustível ou energético e apenas 10 % à produção de amônia ou metanol cujos mercados têm tamanho limitado e consumiriam apenas uma fração de todo gás natural disponível.

O uso direto como combustível ou para geração de energia elétrica exige uma infraestrutura local de distribuição até o consumidor final, seja em redes de gasodutos ou do transporte e revaporização de GNL.

A movimentação de gás natural por longas distâncias através de gasodutos de alta pressão ou na forma de GNL é consideravelmente cara e as margens de lucro do gás natural oriundo destes campos remotos é erodida por estes elevados custos de transporte.

Os processos de conversão do gás natural o transformam em químicas e combustíveis facilmente transportáveis em tanques, modificando o problema do transporte de gás em transporte de líquido e elevando o seu valor agregado. Isto remove as restrições de elevados custos de transporte e restrição de acesso aos mercados distantes, além de ser uma rota de elevação do valor agregado.

Assim, estes projetos não dependem de circunstâncias de mercado locais e podem ser baseadas em pequenas reservas de gás natural. Além disso, podem ser empregados para suplementar as taxas de produção de gás em mercados locais limitados ou para justificar um projeto de exploração onde não exista mercado próximo ou o GNL não seja viável.

2.13 A Demanda Crescente por Insumos Químicos e Carburantes Limpos

O crescimento da demanda mundial de eteno e propeno está estimada em 4 a 5 % ao ano no período dos próximos 5 anos enquanto a demanda por polietileno e polipropileno deve crescer no mínimo 7 % a.a. no mesmo período.

As margens potenciais de lucratividade da produção de olefinas e polímeros à partir do gás natural são atrativas, as taxas de crescimento do mercado deveram ser elevadas e uma quantidade razoável de campos já se encontra em condições econômicas de iniciar a aplicação das tecnologias de conversão.

A cada ano se elevação as restrições ambientais às emissões de veículos automotores, principalmente nos grandes centros urbanos, saturados de automóveis, ônibus e caminhões. Os índices permissíveis dos compostos nos escapamentos vai diminuindo, elevando as pesquisas por alternativas e ampliando o espaço para penetração dos combustíveis limpos.

2.14 O Petróleo se Transforma em Outros Produtos

O segredo é saber extrair do ouro negro tudo que ele já tem. Em seu estado natural, o petróleo é um líquido pastoso que traz uma mistura de gasolina, diesel, querosene e gases liquefeito. O que as refinarias fazem e separam dessa massa bruta como cada produto tem um ponto de ebulição diferente basta aquecer o petróleo para retirar seus derivados muitas vezes, entretanto é preciso ir mais longe até chegar ao produto final o próprio combustível. Só entre 20% e 30% da gasolina é obtida diretamente pela destilação, a maior parte surge com o processamento de outra parte menos valiosa do petróleo. Nessa hora entra o então chamado processo de quebra dos derivados, capaz de transformar resíduos da mistura em gasolina e gás, a estratégia é eliminar a diferença fundamental entre os derivados: o tamanho de suas cadeias ou agrupamentos de carbono. Há os leves como a própria gasolina que tem cadeias pequenas com cinco a doze átomos de carbono cada. Já os pesados como diesel e o óleo combustível têm até setenta átomos por meio de tratamento com produtos químicos e técnicos conseguem dividir as cadeias maiores de resíduos, formando várias cadeias pequena. Esta facilidade de recombinar os agrupamentos de carbono que faz com que o petróleo seja a base de tantos produtos.

2.15 Aquecendo a Mistura

O processo de separação de produtos começa em grandes caldeiras, onde o petróleo é aquecido até se transformar totalmente em vapor essa fumaça vai então para chamada torre de destilação, que tem capacidade para o processo até 40 milhões de litros de óleo por dia. O vapor é resfriado a temperaturas diferentes e vira líquido, no final um conjunto de tubulações retém cada um dos derivados.

2.16 Gás e Plástico

O derivado mais leve que justamente por isso é retirado da parte mais alta da torre é o GLP o gás liquefeito de petróleo. Esse produto de apenas três ou quatro átomos de carbono é usado como gás de cozinha e o propelene de aerossóis além de servir de base para fabricação de diversos tipos de plásticos. A matéria-prima dos plásticos é o petróleo, formado por uma complexa mistura de compostos. Pelo fato destes compostos possuírem diferentes temperaturas de ebulição, é possível separá-los através de um processo conhecido como destilação ou craqueamento. A fração nafta resultante do craqueamento é fornecida para as centrais petroquímicas, onde passa por uma série de processos, dando origem aos principais monômeros como, por exemplo, o eteno. É importante observar que apenas uma pequena parcela da produção mundial de petróleo é usada para a obtenção dos plásticos, em processos totalmente controlados que não afetam o meio ambiente e muito menos contribuem para o aquecimento global. Como é utilizado o petróleo - Mais de um terço de todo o petróleo extraído é usado em aquecimento de ambientes (particularmente no hemisfério norte), e quase outro tanto é usado na produção de combustíveis. Um quinto do total vai para a geração de energia elétrica. E somente 4% bastam para a produção dos plásticos.

2.17 A Importância do Plástico na Vida Moderna

O plástico é responsável por grandes avanços, e traz uma série de benefícios indiscutíveis na sociedade moderna. Uma indústria que gera milhões de empregos e divisas para o nosso país, e que está presente em quase todos os setores da economia. Mas não se podem negar os problemas ambientais que as embalagens plásticas têm trazido ao mundo moderno, e nem negar a discussão ambiental em torno do tema.

A maioria dos plásticos é reciclável e a sua reciclagem representa além de uma atividade ecologicamente correta um incremento na economia. O mercado de reciclagem vem crescendo em alguns setores mais até do que o próprio consumo de resinas plásticas. Os plásticos têm centenas de aplicações. Impermeáveis, maleáveis, duráveis e com uma excelente relação custo/benefício, contribuem para o desenvolvimento social, econômico e científico. E protegem o meio ambiente. Proteções de plástico auxiliam na produção, estocagem e distribuição de milhares de toneladas de alimentos. Evitam desperdícios e perdas por transporte ou por alterações do clima. Embalagens de plástico garantem que hortifrútis, carnes, laticínios e bebidas cheguem à mesa em perfeitas condições para seu consumo. Bolsas de sangue e de soro, caracteres, máquinas de circulação extracorpórea e embalagens para resíduos hospitalares são alguns exemplos de materiais plásticos que ajudam na cura e na prevenção de doenças. São os plásticos salvando vidas. Impedir a contaminação dos solos, evitar erosões, canalizar esgotos, preservar a água e gerar energia são importantes contribuições dos plásticos à preservação do meio ambiente. Com plástico reciclado fabrica-se uma infinidade de produtos como vestuário, componentes automotivos, conduítes, carpetes, bolsas, artigos de comunicação visual, solados, paletes e móveis, entre vários outros. A cadeia produtiva dos plásticos contribui decisivamente para o Desenvolvimento Sustentável, ajudando na conservação dos recursos naturais, melhorando a qualidade de vida das pessoas e contribuindo para o crescimento econômico.

A Gasolina propriamente dita é derivada das chamadas nafta pesadas, substancias com cadeias de cinco a 12 átomos de carbono obtidas a cerca de 100°C. Mas apenas 20% do combustível das postos tem essa origem. O resto é formado por naftas leves com cinco a nove átomos de carbono, destilada diretamente ou a partir de resíduos.

2.18 Derivado Elástico

Além de ser usado como solvente o benzeno é a principal matéria prima para o náilon. Sua estrutura de seis átomos de carbono forma um plástico que pode ser derretido e moldado com facilidade. E é a partir desse material que são construídas fibras elásticas que servem para roupas, bolsas e até cordas de violão.

2.19 Combustível Limpo

Entre todos os subprodutos do petróleo o querosene é um dos mais limpos. Afinal a queima de seus nove a 16 átomos de carbono gera pouquíssima fumaça e praticamente nenhuma fuligem como quase não tem resíduos, ele nem deixa rastros nem danifica motores ou turbinas. Por isso é o combustível preferido para impulsionar aviões a jato.

2.20 Produto Robusto

A 260°C e a 340°C saem respectivamente o diesel leve e o diesel pesado. Os dois são usados na fabricação do diesel comercial, que tem de 12 a 22 átomos de carbono. Perfeito para motores de caminhões, tratores e navios fortes o diesel é o combustível mais usado no país, só na refinaria da Petrobrás 35% do petróleo é transformado nesse óleo.

2.21 Beijo Oleoso

A partir de 360°C sobram no fundo da torre subprodutos com mais de 70 átomos de carbono. Por meio de processos físico-químicos, suas cadeias são quebradas e dão origem a substâncias mais valiosas, como as naftas leves recombinadas, que com seus cinco a nove átomos de carbono fornecem a textura plástica das películas de batom e de outros cosméticos.

2.22 Resíduos Raros

Outro derivado que aparece nos resíduos é o óleo lubrificante essencial para o funcionamento de qualquer tipo de motor. No Brasil entretanto esse produto que possui entre 20 átomos de carbono é bastante difícil de ser encontrado. Isso porque ele só aparece em tipos raros de petróleo presentes principalmente nas reservas de países do oriente médio.

2.23 Barato e Sujo

Também processado a partir de resíduos, o gasóleo pesado ou óleo combustível tem suas longas cadeias de 20 a 70 átomos de carbono quebradas para se transformarem em óleo diesel e em gasolina. Em estado bruto, é um combustível barato utilizado em máquinas industriais. A grande desvantagem é que sua combustão libera uma grande quantidade de fuligem. Tudo se aproveita derivados residuais menos nobres, com 70 átomos de carbono sobra em grande quantidade. Mesmo essas substâncias, são aproveitadas para fabricação de asfalto de ceras de combustíveis de queima lenta, como o coque, usado em aquecedores residenciais e industriais no hemisfério norte.

2.24 Craqueamento Térmico

É um processo no qual os hidrocarbonetos, como o petróleo, são submetidos ao calor elevado e a altas temperaturas com a finalidade de quebrar as ligações.

2.24.1 Processo do Craqueamento Térmico

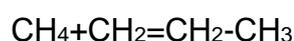
Este processo é usado para extrair componentes utilizáveis, conhecidos como frações, que são liberadas durante o processo de craqueamento. O método de onde produtos ricos em hidrogênio leves são formados a custa de moléculas mais pesadas que se condensam e são desenvolvidas de seu hidrogênio. A reação real é conhecida como fissão homolítica e produz alcenos, que são a base para a produção de polímeros economicamente importantes. Craqueamento térmico é um exemplo de uma reação cujas energias são dominadas por entropia na equação da energia de Gibbs. A energia de dissociação para uma ligação carbono-carbono simples é relativamente elevada cerca de 375 kJ/mol e o craqueamento é altamente endotérmico a grande variação positiva de entropia resultante da fragmentação de uma molécula grande em várias partes menores juntamente com a temperatura extremamente alta, faz o termo maior do que o termo da variação da entropia favorecendo a reação do craqueamento.

Exemplo de craqueamento:

✓ Butano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

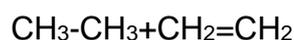
1ª possibilidade (48%): craqueamento é feito sobre a ligação $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 / \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Após certo número obteremos um alcano e um alqueno:



2ª possibilidade (38%): craqueamento é feito sobre a ligação $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{-CH}_2 / \text{CH}_2\text{CH}_3$

Após um certo número de passos obtém-se um alcano e um alqueno



3ª possibilidade (14%): quebra de uma ligação C-H

Após um certo número de passos, obtém-se um alceno: CH_2 isto é muito útil, pois o catalisador pode ser reciclado.

✓ Craqueamento a Vapor:

É um processo petroquímico no qual hidrocarbonetos saturados são divididos em hidrocarboneto menores. É o principal método industrial para produzir o mais leve alceno. No craqueamento a vapor uma alimentação de hidrocarbonetos gasosos ou líquidos como o nafta, GPL ou eteno é diluída com vapor e rapidamente aquecidos em um forno sem a presença de oxigênio. Normalmente a temperatura de reação é muito elevada, em torno de 850 °C. Em modernos fornos de craqueamento o tempo de resistência é ainda reduzido em milissegundo resultando em velocidade de gás mais velozes que a velocidade do som, para melhorar o rendimento.

2.25 Seção de Fracionamento

Os gases de craqueamento, efluente reator, são enviados a seção do fracionamento, onde os produtos são separados pelas suas faixas de ebulição, em uma torre de destilação.

O produto do topo contém as frações mais leves produzidas (nafta de craqueamento, GLP e gás combustível), que após serem resfriadas, são coletadas no tambor de acúmulo.

Neste tambor coexistem três fases: uma fase gasosa, constituída de hidrocarbonetos 1, 2, 3 e 4 carbonos e impurezas gasosas (H_2S , CH_3SH); uma fase líquida, composta de nafta contendo uma razoável quantidade de GLP dissolvido, conhecida como gasolina não estabilizada; a terceira fase é constituída de água, proveniente das injeções de vapor que são feitas no reator. As duas correntes de hidrocarbonetos são encaminhadas a seção de recuperação de gases para uma posterior separação.

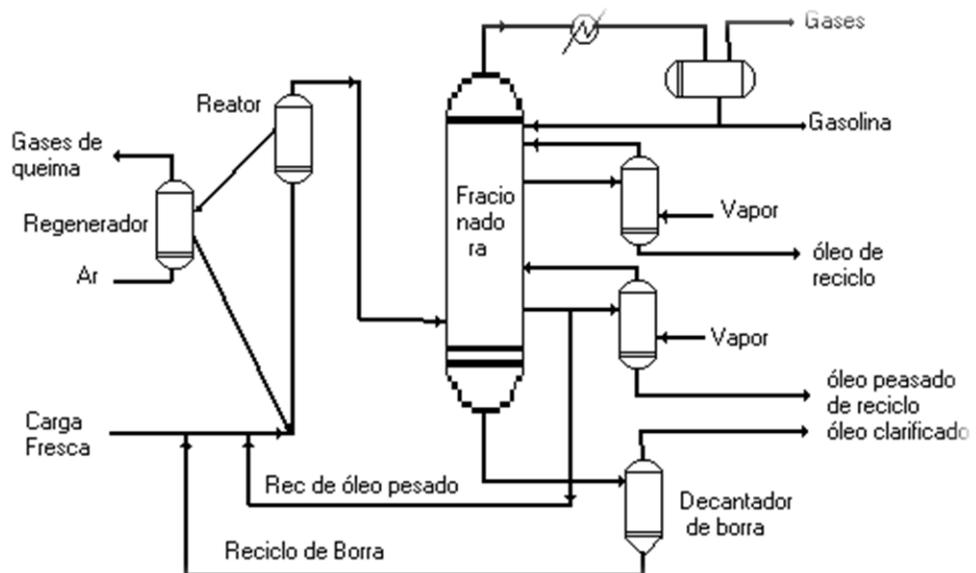
Como produtos laterais da fracionadora temos os óleos de reciclo (leve e pesado). Esses dois cortes são constituídos de moléculas médias e pesadas, que foram parcialmente craqueadas. Partes dessas correntes eram retiradas da unidade e o restante era reciclado ao encontro da carga, para que houvesse uma nova oportunidade das moléculas serem craqueadas. Atualmente, por razões econômicas, todo óleo pesado é reciclado, enquanto que para o óleo leve, isto só é feito eventualmente.

O produto de fundo da fracionadora é constituído de frações pesadas residuais de craqueamento e de partículas de catalisador que foram arrastadas pela corrente gasosa que deixou o reator. Este resíduo é enviado a um vaso de decantação, onde pelo topo sai o óleo decantado ou clarificado, isento de partículas sólidas.

No vaso decantador, além do óleo clarificado, obtém-se uma lama de óleo e catalisador, que é totalmente reciclado ao reator. Este reciclo oleoso, que contém os finos de catalisador que não foram retidos pelos ciclones, é conhecido como borra.

A mistura de gasóleo de vácuo (carga fresca) e reciclo (LCO, HCO e borra), que é a carga que efetivamente penetra no riser, é conhecida como carga combinada. A relação entre a carga combinada e a carga fresca é conhecida como razão de carga combinada (RCC). A Figura 5 ilustra a seção de fracionamento

Figura 5: Seção de Fracionamento



2.26 Seção de Recuperação de Gases

O gás proveniente do tambor de acúmulo da fracionadora é succionado por um compressor, e tem sua pressão bastante elevada. Em seguida passa por resfriadores e vai a um tambor de acúmulo de alta pressão. Devido à compressão e ao resfriamento, os hidrocarbonetos mais pesados da corrente gasosa (C_3 e C_4) se liquefazem, e os mais leves (C_1 e C_2) permanecem no gás. Essa corrente vai ter ao fundo da torre absorvedora primária, onde pelo topo é injetada gasolina não estabilizada. Caso haja na corrente gasosa algum C_3 ou C_4 , estes serão absorvidos pela gasolina.

O gás combustível do topo da absorvedora primária pode arrastar consigo um pouco de gasolina de absorção. Com o intuito de se recuperar algum hidrocarboneto arrastado (C_3 ou mais pesados), o gás combustível vai a absorvedora secundária. Nessa torre o fluido absorvedor é o refluxo circulante frio de óleo leve de reciclo, que após a absorção retorna à torre fracionadora. O gás combustível, depois desta operação, vai à seção de tratamento (DEA), onde o H_2S é retirado da mistura.

A gasolina não estabilizada que, deixou o fundo da absorvedora primária, se junta com a descarga do compressor, é resfriada e vai ao tambor de acúmulo de alta pressão. É possível que, no contato com os gases de compressor, algum hidrocarboneto leve (C_1 e C_2) seja também absorvido. Para que estes compostos sejam eliminados, a gasolina que deixa o fundo do tambor de alta pressão vai à torre retificadora, onde recebe um ligeiro aquecimento. Os gases leves (C_1 e C_2) são vaporizados, e, pelo fundo desta torre sai gasolina em condições de ser enviada a debutanização.

A operação de debutanização é semelhante à estabilização, porém em condições mais severas. A finalidade do processo é, não só especificar-se a pressão de vapor da gasolina, como também se enquadrar o intemperismo do GLP. Pelo fundo da debutanizadora sai gasolina estabilizada pronta para ser submetida aos tratamentos de redução do enxofre. No topo saem vapores de GLP, que após o resfriamento, são liquefeitos.

O GLP contém uma razoável concentração de compostos de enxofre, sendo por isso enviado à seção de tratamento, para eliminação dessas moléculas. Após o tratamento, dependendo do interesse da refinaria e do mercado local, o GLP pode ser decomposto, numa torre separadora, em duas correntes: C₃ (propano e propeno), como produto de topo e C₄ (Butanos e butenos), como produto de fundo. Normalmente esta operação é feita quando há petroquímicas próximas interessadas em uma das correntes.

2.27 Seção de Tratamentos

Na seção de tratamentos, compostos de enxofre, nitrogênio e alguns metais, que são componentes indesejáveis são eliminados através de tratamentos convencionais de DEA, Merox, lavagem caustica para o GLP, Merox ou lavagem cáustica para a gasolina e DEA ou lavagem caustica para o gás combustível, bem como denitrogenação e demetalização para todas as frações.

2.28 Produtos do Craqueamento

Os produtos do craqueamento são gás combustível, GLP, gasolina, gasóleo e coque. Os gasóleos são oriundos de moléculas não convertidas da carga original da unidade e são separados em três frações: LCO ou óleo leve de reciclo, HCO (óleo pesado de reciclo) e óleo clarificado.

O LCO possui faixa de destilação compatível com a do óleo diesel podendo ser a ele adicionado se o teor de enxofre assim o permitir ou ainda ser utilizado como óleo de corte. O HCO enquadra-se como óleo combustível de baixa viscosidade quanto à faixa de destilação. Atualmente tem sido totalmente reciclado ao conversor a fim de dar-se uma nova chance às suas moléculas de craquearem.

O óleo clarificado pode ser adicionado à corrente de óleo combustível ou ainda ser matéria prima para a obtenção de negro de fumo (produção de borracha) ou coque (produção de eletrodos). O coque é formado por cadeias poliméricas de altos pesos moleculares e elevados teores de carbono.

2.29 Riser

No FCC um gasóleo de vácuo ou resíduo de faixa de destilação variando de 320°C a 550°C ou mais, é injetado na base do reator tipo Riser, onde é misturado com catalisador quente vindo do regenerador, à alta temperatura ($\cong 650^\circ\text{C}$), levando a vaporização da carga e as reações de craqueamento do gasóleo, que proporcionam uma forte expansão volumétrica que arrasta o catalisador pelo Riser, fluidizando o catalisador, dando prosseguimento às reações de craqueamento catalítico.

O “RISER” é uma tubulação vertical de grande diâmetro, por onde sobe a mistura de catalisador e vapores de hidrocarbonetos. É onde ocorre a maior parte das reações de craqueamento.

O catalisador, na forma de um pó muito fino, é levado ao reator pela carga que imediatamente vaporiza em contato com o catalisador quente vindo do regenerador. Nas zonas de reação e regeneração, o catalisador é mantido em suspensão pela passagem de gases através da massa de catalisador.

Um gasóleo de vácuo ou resíduo de faixa de destilação variando de 320°C a 550°C ou mais, é injetado na base do reator tipo Riser, onde é misturado com catalisador quente vindo do regenerador, à alta temperatura ($\cong 650^\circ\text{C}$), levando a vaporização da carga e as reações de craqueamento do gasóleo, que proporcionam uma forte expansão volumétrica que arrasta o catalisador pelo Riser, fluidizando o catalisador, dando prosseguimento às reações de craqueamento catalítico.

O catalisador, na forma de um pó muito fino, é levado ao reator pela carga que imediatamente vaporiza em contato com o catalisador quente vindo do regenerador. Nas zonas de reação e regeneração, o catalisador é mantido em suspensão pela passagem de gases através da massa de catalisador.

No final do Riser, os produtos de reação são separados do catalisador, que é retificado com vapor para retirar hidrocarbonetos voláteis, e é encaminhado para o regenerador.

O tempo de residência do catalisador e do vapor de hidrocarbonetos no riser é tipicamente de 2 a 5 segundos. A temperatura máxima do riser está tipicamente entre 750 e 820K, e é usualmente controlado por regulação de fluxo do catalisador regenerado quente para o riser

2.30 Reator

No “Reator”, colocado imediatamente acima do Riser, completam-se as reações de craqueamento. Ele propicia um espaço para a separação inicial do catalisador, pois diminui a velocidade dos vapores em ascensão.

O reator é constituído de duas seções, uma de retificação e outra de separação, que possuem efeitos combinados em uma única seção, chamada seção de reação. A seção é modelada como um tanque contínuo perfeitamente misturado sem reação química. Isto pode ser considerado, pois se inicia a separação do catalisador e dos vapores de produtos de craqueamento produzidos no riser via ciclones, e com isto, raramente ocorrem reações de craqueamento nesta seção de reação.

O reator tende a completar as reações de craqueamento propiciando a separação inicial do catalisador por uma diminuição de velocidade dos vapores vindos do riser em ascensão. Associado a isto, na seção de retificação, é injetado vapor d’água, pois os vapores de óleo tendem a saturar o catalisador e precisam ser separados, para o catalisador seguir para seção de regeneração.

No riser uma porção de hidrocarbonetos fica retida nos poros do catalisador. Os hidrocarbonetos não removidos são purificados no regenerador e assim causa a perda de rendimento de produto e um aumento requerido no ar para regeneração deste catalisador. Alguns dos hidrocarbonetos podem ser removidos na seção de retificação por vapor de água que entra a uma taxa que depende da relação de catalisador / óleo.

A modelagem de uma unidade de FCC, a pressão deveria ser tratada como uma das variáveis mais importantes do processo porque a diferença de pressão entre o reator e o regenerador determina a taxa de circulação de catalisador e assim o grau de interação entre os dois equipamentos. A pressão na seção de reação é calculada da lei de gases ideais e a pressão no fundo do reator é calculada usando o fluxo na seção de retificação exercida pelas partículas de catalisador.

O reator e o regenerador de uma unidade de FCC normalmente é equipado com alguns ciclones de multi-fase para partículas de catalisador separadas da corrente de vapores de produtos. Todos os ciclones do reator são agrupados em uma unidade modelo, que é descrita como um tanque de mistura

contínua (CSTR). É assumido que todos os ciclones do reator têm as mesmas dimensões e que separação de catalisador em cada ciclone é igual. É assumido que a taxa de fluxo do catalisador que saí dos ciclones é apenas determinado pela separação deste catalisador nos ciclones. Porque nenhuma reação de craqueamento acontece no reator ciclones, os ciclones estão em equilíbrio térmico com a seção de retificação. Então, só o balanço de massa é necessário para calcular as seguintes variáveis de estado: velocidade de entrada no reator ciclone, a separação do catalisador nos ciclones do reator, e a taxa mássica de produtos que deixam o reator.

Partículas finas de catalisador que sobem junto com a corrente gasosa (vapores de hidrocarbonetos, gases inertes e vapor d'água) são retidas pelos "Ciclones" no topo do reator, e devolvidas ao leito de catalisador.

O efluente gasoso do reator, constituído de hidrocarbonetos craqueados e não craqueados, gases inertes e vapor d'água são enviados então à seção de fracionamento. Os vapores do óleo tendem a saturar os poros do catalisador e, portanto, ele deve ser retificado com vapor d'água antes de ir ao regenerador. Esta operação se passa no retificador.

Por perda de carga o catalisador entra no regenerador e o fluido reagido é ciclonado para uma outra unidade onde suas frações serão separadas. Além da gasolina e do GLP, também são formados no craqueamento, o gás combustível, LCO (*light cycle oil*) – um produto da faixa dos destilados médios, o óleo decantado e o coque que se deposita no catalisador levando a desativação do mesmo. No final do Riser, os produtos de reação são separados do catalisador, que é retificado com vapor para retirar hidrocarbonetos voláteis, e é encaminhado para o regenerador.

2.31 Regenerador

No regenerador, o coque depositado sobre o catalisador é queimado com ar a uma temperatura de cerca de 700 °C. A queima do coque serve não só para regenerar o catalisador, como também para fornecer a maior parte da energia necessária para a vaporização do gasóleo e para as reações de craqueamento. Exata energia é conduzida do regenerador para a base do Riser pelo catalisador circulante.

O ar para a combustão do coque é fornecido por um soprador de ar (“*Blower*”) e é injetado no regenerador através de um distribuidor (“*Pipe-Grid*”), localizado na base do regenerador.

O catalisador é fluidizado, no regenerador, pela corrente de ar e gases de combustão. Estes gases passam pelo leito de catalisador fluidizado (fase densa), e atinge uma zona onde ocorre à separação sólido-gás (fase diluída).

Os regeneradores da maioria das unidades de FCC são operados como um leito fluidizado que consiste em duas seções comumente chamadas de um leito denso e uma fase diluída. O leito denso é a região que contém a maior parte do catalisador no regenerador. Nesta região é iniciada a separação do coque formado na superfície do catalisador durante as reações de craqueamento.

2.32 A Questão Ambiental

O gás natural já ocupa o lugar de fonte energética abundante menos nociva ao meio ambiente da atualidade.

Se for considerado a demanda cada dia maior por carburantes ambientalmente menos poluentes, como a gasolina e o diesel sem enxofre, e os custos de transformação tecnológica das frotas ao GNL, hidrogênio, metanol, etanol e eletricidade e, por outro lado, as necessidades crescentes de insumos químicos para suportar o desenvolvimento da indústria mundial e as restrições ambientais aos processos tradicionais de produção compreendemos a importância e a potencialidade dos processos de conversão do gás em combustíveis líquidos e gasoquímicos.

Hoje e no futuro, muitos projetos cuja viabilidade econômica é frágil estão sendo implementados graças à internalização de custos e benefícios ambientais e sociais antes negligenciados.

Neste panorama, os processos de conversão do gás se apresentam como escolha natural, pois além de economicamente atrativos, são atividades industriais que não requerem insumos nem geram rejeitos agressivos ao meio ambiente.

Verifica-se assim que no século nascente o gás natural deverá desempenhar um papel fundamental na sociedade mundial, permitindo a estruturação de uma civilização tecnológica e economicamente desenvolvida,

ambiental e ecologicamente sustentável, atendendo à demanda energética industrial, comercial e residencial e à demanda de insumos da moderna indústria química e de materiais, base do progresso industrial do século XX.

A lógica da destruição do meio ambiente ou do aproveitamento sem limites dos bens naturais dos modelos de produção baseados exclusivamente na rentabilidade econômica e na otimização financeira está chegando a seu fim. O novo paradigma se apoia na tecnologia para encontrar soluções efetivamente globais e justas para o binômio Meio Ambiente – Desenvolvimento.

Este desenvolvimento sustentável tem passagem obrigatória pela transformação da matriz energética do mundo, que será bastante árdua e exigirá antes de mais nada a mobilização coordenada e a conscientização dos interessados.

Cada vez mais se fortalece a percepção de que o ótimo técnico-econômico de um processo industrial é quase independente dos fatores econômicos, principalmente a longo prazo. No que diz respeito à energia, sua participação relativa em um processo otimizado é constante, dependente basicamente das tecnologias utilizadas e também independente dos fatores econômicos.

Por outro lado, a participação da energia nos custos dos processos industriais não intensivos é marginal e a otimização do consumo energético dependem prioritariamente das tecnologias empregadas e não do preço da energia. Assim, as soluções industriais futuras deverão reduzir o consumo energético em 50% para os processos térmicos e em 80% para os processos de transporte de bens ou de informações.

O gás natural será uma energia mais eficiente se, e somente se, as tecnologias associadas forem divulgadas, tendo sua as aplicações um papel fundamental na educação industrial futura.

O gás natural hoje, depois o metano e, no futuro, o hidrogênio, não são energias alternativas nem substitutos ao petróleo ou à eletricidade. São, na verdade, vetores de desenvolvimento de tecnologias específicas e competitivas, ambientalmente adequadas e economicamente atrativas.

Ainda que não seja o estágio final ou definitivo, após algumas décadas de especulação sobre as fontes energéticas adequadas para o futuro, o gás natural surge como a melhor alternativa para realizar de forma ordenada e segura a transição da sociedade industrial atual para uma nova sociedade tecnológica e ecológica, baseada em insumos e processos ambiental e economicamente sustentáveis.

2.32 Impactos Ambientais Causados pela Indústria do Petróleo

Os impactos ambientais podem ser agudos, quando são pontuais com efeitos catastróficos, em um curto espaço de tempo, ou crônicos, quando impactam o meio ambiente, ao longo do tempo. Na cadeia produtiva de Petróleo existem diversas possibilidades de impactos crônicos relacionados a emissões atmosféricas, hídricas e geração de resíduos oleosos e produtos tóxicos, porém os impactos agudos relacionados a grande vazamentos de óleo são os que mais preocupam, exigindo um gerenciamento de risco constante. Em face da possibilidade de grandes vazamentos, é necessária a existência de Planos de Contingência, para minimizar os danos ambientais, caso tais acidentes ambientais aconteçam.

2.33 Impactos ambientais causados na exploração e produção do Petróleo

As atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, têm o potencial de causar uma grande variedade de impactos sobre o meio ambiente. Entende-se impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização. Aspectos ambientais são os elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ABNT ISO14001, 2004). Tais “impactos” dependem, basicamente, do estágio de desenvolvimento dos processos, do tamanho e da complexidade dos projetos, da natureza e da sensibilidade do ambiente, no qual serão desenvolvidas as atividades, e da eficácia do planejamento, assim como, das

técnicas de prevenção, controle e mitigação da poluição e dos outros efeitos adversos sobre o meio ambiente (MARIANO, 2007).

A Cadeia Produtiva da indústria de petróleo e gás natural pode ser dividida em quatro grandes etapas, segundo a definição na ANP (Lei 9.478/97):

- Exploração – consiste no conjunto de operações ou atividades destinadas a avaliar áreas, objetivando a descoberta e a identificação de jazidas de petróleo ou gás natural.
- Desenvolvimento – consiste no conjunto de operações e investimentos destinados a viabilizar as atividades de produção de um campo de petróleo ou gás natural (Lei 9.478/97).
- Produção – consiste no conjunto de operações coordenadas de extração de petróleo ou gás natural de uma jazida e de preparo para a sua movimentação (Lei 9.478/97).
- Abandono – consiste na série de operações destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis, podendo ser:
 - a) permanente, quando não houver interesse de retorno ao poço; ou
 - b) temporário, quando, por qualquer razão, houver interesse de retorno ao poço.

Com relação às atividades de perfuração, todos os tipos de perfuração são associados à geração de resíduos, tais como lamas e cascalhos de perfuração. Os cascalhos são separados das lamas e limpos em separadores especiais. A quantidade de óleo residual presente nos cascalhos é maior quando são utilizadas lamas à base de óleo. As lamas separadas e os fluidos de limpeza dos cascalhos são, parcialmente, reciclados para o sistema.

Os cascalhos e a lama restante podem ser descarregados no mar ou transportados para terra, para serem corretamente dispostos, a depender da situação e das exigências ambientais, sendo mais comum a primeira forma de descarte. Os cascalhos cobertos por óleo e, frequentemente, por fluidos de perfuração tóxicos são a maior fonte de poluição das operações de perfuração. Por outro lado, sabe-se hoje que a disposição dos cascalhos, próximo ao leito

marinho, ao invés de seu lançamento na superfície da água, pode limitar a dispersão dos poluentes suspensos e, conseqüentemente, reduzir a magnitude de seu impacto potencial sobre o meio ambiente. Muitos países e companhias de petróleo estão buscando formas efetivas de limpar e reduzir a toxicidade dos cascalhos de perfuração contaminados por óleo.

Recentemente, foi desenvolvida nos Estados Unidos uma tecnologia de remoção dos resíduos de perfuração, especialmente dos cascalhos, a partir de sua reinjeção na formação geológica. Esta técnica oferece uma possibilidade de se obter a descarga zero, para este tipo de resíduo. O perigo das lamas de perfuração, para o meio ambiente, está relacionado, particularmente, à presença de materiais lubrificantes na sua composição. Estas substâncias lubrificantes possuem, normalmente, uma base de hidrocarbonetos e são necessárias para assegurar a eficácia da perfuração, especialmente no caso de perfuração direcional ou de perfuração de rochas sólidas.

Os lubrificantes são adicionados nos fluidos de perfuração, desde o início como parte das formulações originais ou no decorrer do processo, quando as necessidades operacionais aparecem. Em ambos os casos, as lamas utilizadas e os cascalhos cobertos por esses fluidos contêm consideráveis quantidades de hidrocarbonetos estáveis e tóxicos, assim como de um grande espectro de muitas outras substâncias (MARIANO, 2007)

Outra fonte de poluição por óleo é a areia extraída junto com os hidrocarbonetos. A quantidade de areia produzida pode variar bastante, em função das regiões, e mesmo durante a produção numa mesma área. Em alguns casos, a areia constitui parte considerável do produto extraído. Mais frequentemente, a areia é limpa e despejada no mar, no mesmo local do poço.

Com relação às atividades de produção, praticamente todos os seus estágios e operações são acompanhados pela geração de efluentes líquidos e gasosos, assim como de resíduos sólidos indesejáveis. Especificamente, o comissionamento (partida) das instalações pode resultar em mudanças de desempenho temporárias dos processos, que podem originar emissões atmosféricas incomuns (tais como aquelas decorrentes de ventilação e queima de gás e da queima de combustíveis, para geração de energia), descarte de efluentes no mar, tais como o descarte de produtos químicos e geração de águas de produção de pior qualidade. Dentre os impactos ambientais, os grandes

vazamentos são os que causam maior dano ao meio ambiente, em um curto espaço de tempo, necessitando do acionamento dos Planos de Contingência, para mitigação de seus efeitos. Os grandes vazamentos podem ocorrer por falta de controle do poço tendo, como evento final, uma combinação de falhas humanas e de equipamentos que levem à ruptura de dutos ou mesmo ao afundamento de uma plataforma.

2.34 Impactos Ambientais no Refino

A atividade de refino de petróleo também tem, quando considerada toda a sua cadeia produtiva, o potencial de causar uma grande variedade de impactos sobre o meio ambiente. Dentre os impactos ambientais agudos, destacam-se os vazamentos de óleo causados por acidentes. Existem também os impactos ambientais crônicos causados pela geração de resíduos sólidos, emissões gasosas e geração de efluentes líquidos, que podem representar um impacto ambiental significativo, para o meio ambiente em longo prazo.

De fato, as refinarias de petróleo têm uma contribuição significativa para a economia local e global, tendo um papel crucial no fornecimento de energia. Por outro lado os impactos ambientais causados pelas refinarias é uma questão global. Na última década, ao redor do mundo, vem crescendo as pressões da sociedade para que as refinarias atendam os requisitos de segurança e meio ambiente.

As emissões atmosféricas no refino têm como origem as emissões fugitivas de produtos voláteis, emissões geradas pela queima de combustíveis em aquecedores e caldeiras, e as emissões das unidades de processos.

As emissões fugitivas ocorrem por vazamento em equipamentos como bombas, válvulas, tanques, e podem ser minimizadas quando são utilizados equipamentos mais robustos e através das manutenções e inspeções que geram ações de melhoria. De qualquer forma, apesar de pequenas quantidades, quando somadas todas as emissões desses equipamentos, em longo prazo, o impacto ambiental pode ser significativo (MARIANO, 2005).

As emissões causadas por aquecedores e caldeiras geram a liberação de produtos tóxicos (CO, NOx e SOx) e podem ser minimizadas com utilização de tecnologias mais limpas, como fornos com filtros, precipitadores eletrostáticos e utilização de gás de refinaria na queima. Ainda assim, as emissões, em longo prazo, podem causar impacto ambiental significativo.

O ambiente aquático é um dos ecossistemas que mais sofre impactos causados pela ação antrópica, uma vez que constitui o compartimento final de vários produtos gerados pela atividade humana. A poluição do meio aquático é proveniente de efluentes oleosos das refinarias, que contêm diferentes concentrações de amônia, enxofre, fenóis e hidrocarbonetos. Apesar de passar por tratamento, possuem hidrocarbonetos que contaminam o solo ou águas superficiais. O uso da água no refino é, na sua maior parte, para resfriamento de correntes de produtos de algumas Unidades produtivas, porém alguns efluentes químicos possuem contaminação com óleo pelo contato com o hidrocarboneto, como é o caso da água utilizada nas caldeiras, para geração de vapor.

Os resíduos sólidos são gerados nos processos de refino pelo manuseio do petróleo e atividades de manutenção e reposição de materiais, como catalisadores, além dos diversos tipos de resíduos gerados por atividades administrativas e alimentação. Os resíduos podem sofrer incineração, fixação química, neutralização ou disposição em aterros sanitários. Dentre todos os resíduos gerados, os químicos e oleosos são os que têm maior potencial de impacto, no meio ambiente, devendo ser identificados e descartados em uma área definida dentro ou fora da refinaria (MARIANO, 2005).

2.35 Impactos Ambientais Causados no Transporte de Petróleo e Derivados

O transporte de hidrocarbonetos no país vincula-se a três funções: o escoamento da produção dos campos de exploração para instalações de armazenamento e de processamento, a importação e exportação de petróleo bruto e derivado, e a distribuição dos produtos processados. Para que tais objetivos sejam atendidos, torna-se imprescindível a combinação de meios de transporte e instalações.

Tem-se, então, a integração de dutos, terminais e navios petroleiros e, de forma complementar, o transporte ferroviário e rodoviário (OLIVEIRA, 1993).

No Brasil, o transporte marítimo realizado pelos navios petroleiros constitui-se no principal modal, atuando tanto na navegação de longo curso, como na navegação de cabotagem, ao longo de toda a costa brasileira. A interligação com a terra é feita através dos terminais marítimos, peças-chave nesta cadeia logística, distribuídos ao longo de toda a costa brasileira (REIS DA SILVA, 2004)

2.36 Geração da Poluição

A poluição gerada nas cidades de hoje são resultado, principalmente, da queima combustíveis fósil como, por exemplo, carvão mineral e derivados do petróleo (gasolina e diesel). A queima destes produtos tem lançado uma grande quantidade de monóxido de carbono e dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera. Estes dois combustíveis são responsáveis pela geração de energia que alimenta os setores industrial, elétrico e de transportes de grande parte das economias do mundo. Por isso, deixá-los de lado atualmente é extremamente difícil.

2.36.1 Problemas Gerados pela Poluição

Esta poluição tem gerado diversos problemas nos grandes centros urbanos. A saúde do ser humano, por exemplo, é a mais afetada com a poluição doenças respiratória como a bronquite e asma levam milhares de pessoas aos hospitais todos os anos. Outros problemas de saúde são: irritação na pele, infecção nos olhos, ardência na mucosa da garganta e processos inflamatórios no sistema circulatório (quando os poluentes chegam à circulação).A poluição também tem prejudicado os ecossistemas e o patrimônio histórico e cultural em geral. Fruto desta poluição, a chuva ácida mata plantas, animais e vai corroendo, com o tempo os monumentos históricos. O clima também é afetado pela poluição do ar. O fenômeno do efeito estufa está aumentando a temperatura em nosso planeta. Ele ocorre da seguinte forma: os gases poluentes formam uma camada de poluição na atmosfera, bloqueando a dissipação do calor. Desta forma, o calor

fica concentrado na atmosfera, provocando mudanças climáticas. Futuramente, pesquisadores afirmam que poderemos ter a elevação do nível de água dos oceanos, provocando o alagamento de ilhas e cidades litorâneas. Muitas espécies animais poderão ser extintas e tufões e maremotos poderão ocorrer com mais frequência.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada na realização desta pesquisa, composta pelo um questionário de dez perguntas objetivas, em um colégio da rede estadual da Paraíba, localizado no município de Esperança, com 29 alunos da primeira série do ensino médio, tem por finalidade o conhecimento de cada aluno sobre o craqueamento do petróleo. Configura-se em uma pesquisa bibliográfica em periódicos especializados, bem como trabalhos acadêmicos como monográficos e teses, além de consultas virtuais em sites relacionados.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 6 ilustra a resposta da questão “O que vem a ser petróleo?”.

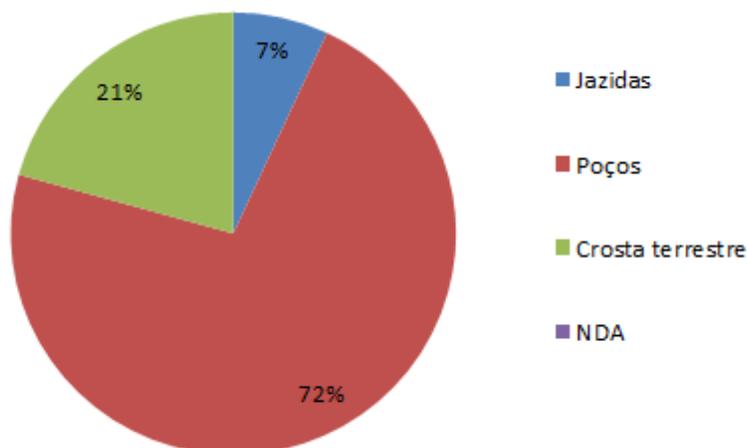
Figura 6 – O que vem a ser petróleo?



Observa-se através da Figura 6 que os alunos possuem um determinado grau de conhecimento sobre o assunto, ou seja sobre o petróleo. A resposta foi aceitável em termos percentuais, e foi bastante significativa, onde obteve-se 55% de acertos.

Em relação a questão “De onde o petróleo é extraído?” a resposta se encontra na Figura 7.

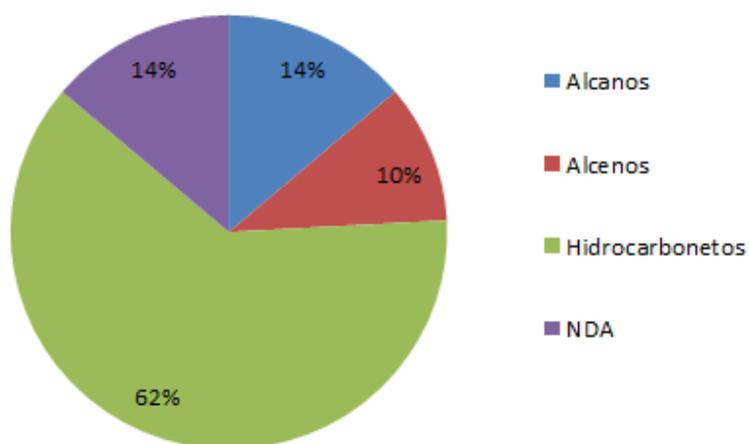
Figura 7 – De onde o petróleo é extraído?



Através da Figura 7 pode-se observar que o conhecimento do aluno sobre a extração do petróleo foi bastante significativo em termos percentuais. Que obtiveram 72% de acertos.

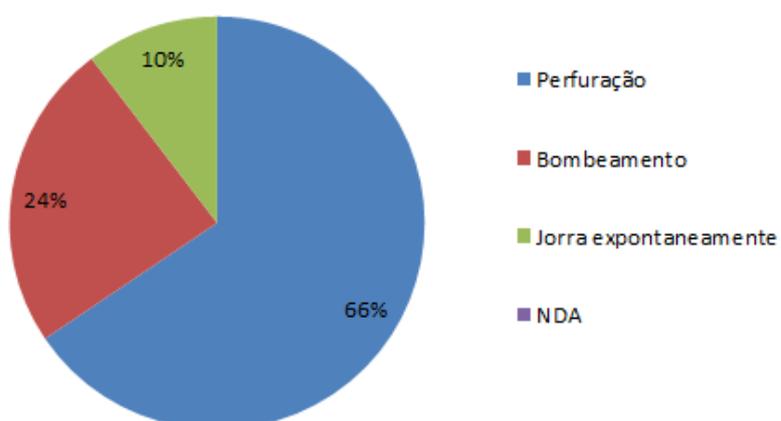
A partir da Figura 8 nota-se que os alunos tem o pleno conhecimento sobre a composição química do petróleo com o acerto de 62% que por sinal bem significativo.

Figura 8 – O petróleo é composto especialmente de:



A quarta questão questiona o método de extração mais viável do petróleo. A Figura 9 ilustra a resposta dos alunos.

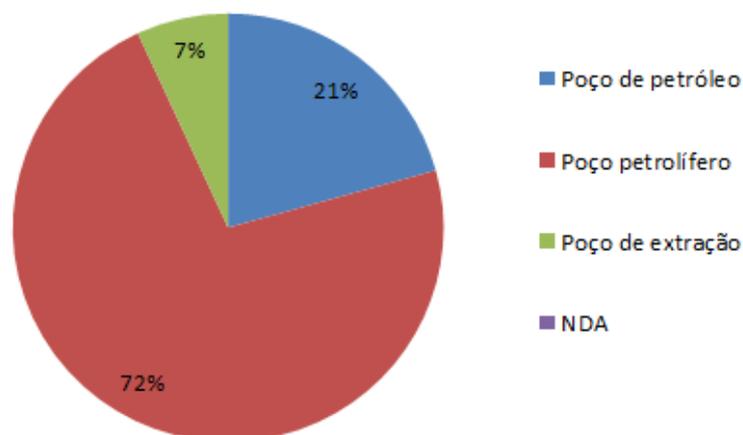
Figura 9 – Quais destas alternativas está relacionada com o método de extração mais viável do petróleo?



Na Figura 9 observa-se que o conhecimento dos alunos sobre o método de extração do petróleo foi bem significativo, com 66% de acertos.

A Figura 10 apresenta as respostas em relação a como é chamado o poço do qual é extraído o petróleo.

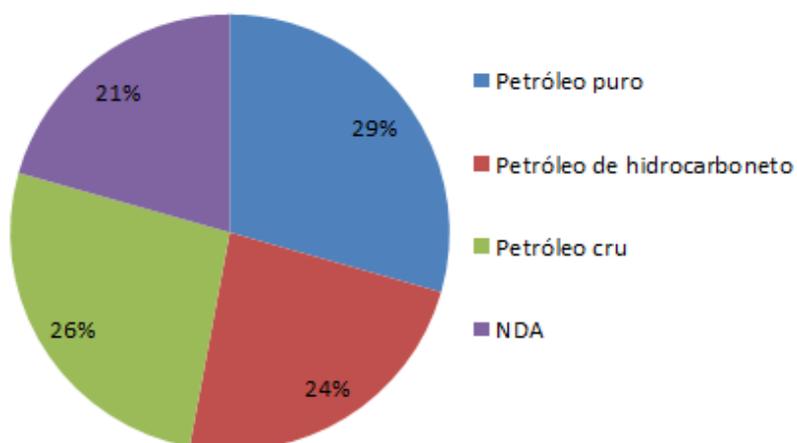
Figura 10 – O poço do qual é extraído o petróleo chama-se:



Através da Figura 10 nota-se um alto grau de conhecimento por parte dos alunos com 72 % de acertos.

A Figura 11 destaca como o petróleo é chamado após a extração.

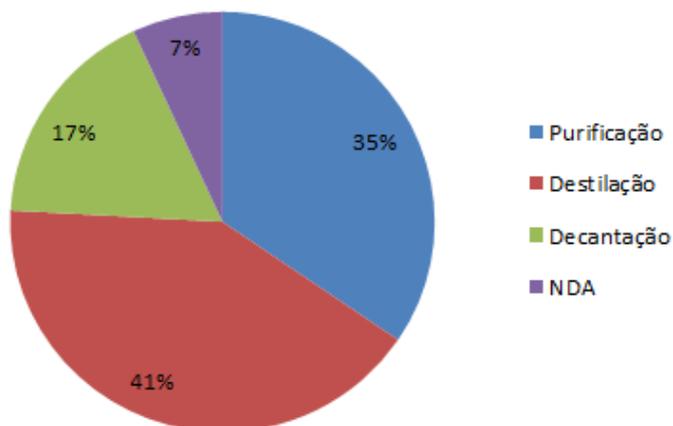
Figura 11 – Após a perfuração, o petróleo é chamado de:



Nota-se, através da Figura 11, que os alunos não obtiveram êxito em virtude da aproximação das percentagens. Apenas 26% dos alunos obtiveram êxito.

A Figura 12 se refere ao processo que o petróleo passa após a extração.

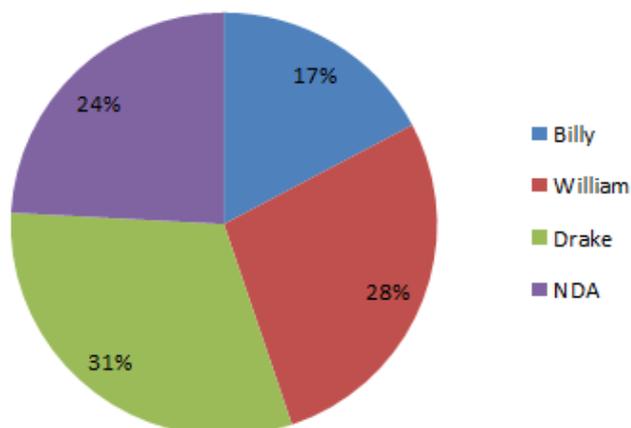
Figura 12 – Após a extração, o petróleo passa por um processo rigoroso. Que processo é esse?



A Figura 12 apresenta dois percentuais bem próximos. Esse resultado não foi significativo, com 6% de diferença de acerto.

A Figura 13 ilustra o resultado em relação ao homem que encontrou uma nova forma de energia.

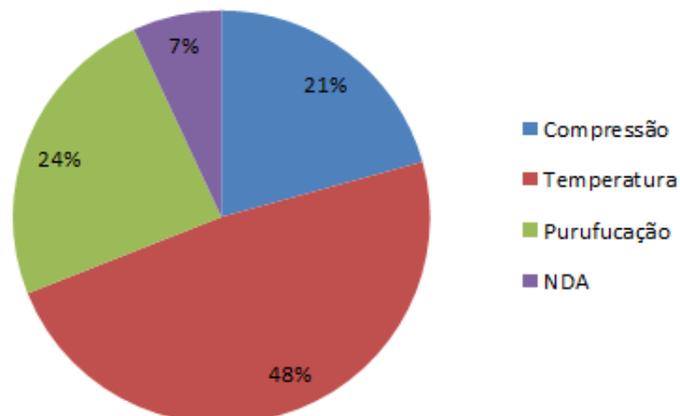
Figura 13 – Os primeiros poços de petróleo foram descobertos por um homem que encontrou uma nova forma de energia. Quem era esse homem?



Na Figura 13 observa-se quatro percentuais muito próximos. Isso significa que a maioria dos alunos ficaram em dúvida a pesar de ter obtido 31% de acerto.

Em relação ao principal fator que conduz o fracionamento de petróleo, a resposta se encontra na Figura 14.

Figura 14 – Qual o principal fator que conduz ao fracionamento do petróleo?

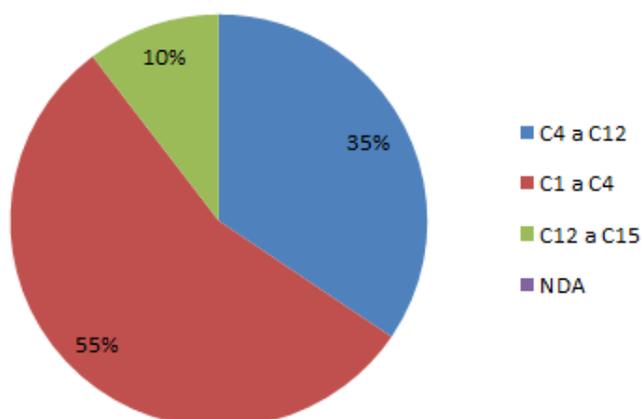


Observa-se na Figura 14 que houve um real conhecimento sobre o fator que conduz o fracionamento dos derivados do petróleo com 48% de acertos. resultado foi significativo.

A Figura 15 ilustra que 55% dos alunos tinham o pleno conhecimento sobre a função gasosa e em que etapa ela acontece e a sua cadeia carbônica, este resultado foi significativo.

Figura 15 – Qual o principal fator que conduz ao fracionamento do petróleo?

A fração gasosa acontece em:



5. CONCLUSÃO

O petróleo é uma substância orgânica de valor para o método de vida moderna para as pessoas e para as indústrias que transforma a matéria prima. A indústria petrolífera através de estudos e análises, descobriram uma nova maneira de produzir mais gasolina a partir da mesma fração que produziu a gasolina e como se fosse uma reciclagem através do craqueamento que resulta na quebra da cadeia de hidrocarboneto que se trata de uma cadeia longa, que se transforma em uma cadeia menor através da temperatura em determinada fração.

Ao longo do tempo o petróleo se tornou necessário a vida moderna, cada vez mais os seus derivados estão inseridos no cotidiano da vida das pessoas. Os resultados mostram um bom índice de percentual de acertos com resultados significativos. Com esses dados gráficos pode-se concluir que os alunos tiveram um bom desempenho em relação ao conhecimento do petróleo e seus derivados.

REFERÊNCIAS

ANP (Agencia Nacional do Petróleo). 2003 anuário estatístico brasileiro do petróleo e de gás natural, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental - Requisitos com Orientações para uso. 2.ed. Rio de Janeiro.

CARDOSO, ANELISE MENESES. Sistemas de informações para planejamento e resposta a incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados. Rio de Janeiro. 2007-COPPE/UFRJ.

CERVO AMADO LUIZ; BERVIAN, PEDRO ALCINO: metodologia científica. 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

CETESB - Companhia de Tecnologia de saneamento ambiental. Vazamento de óleo. página eletrônica disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/energia/acidentes/vazamento.asp> acesso em 24 julho 2012.

FIESER MARY; FIESER LOVIS F. Basic Organic chemistry, D.C Heath and company; Editora Reverté S.A. Rio de Janeiro R.J 1967.

James H. Gary and Glen Handwerk. Petroleum Refining :technology and economic. 4th ed. [s.i] CRC Press, 2001.

JAMES.G Speight. the chemistry and technology of petroleum. 4th. Ed [s.i]: crc press, 2006.

MARIANO, JAQUELINE BARBOSA. Impacto Ambiental do refino de petróleo. Rio de Janeiro, 2005 – editora – interciencia.

OZZEBON, PAULO MOACIR GODOY. Minima metodológica: elaboração de trabalho científicos - guia didático. Campinas: Alinea, 2004.

PETROBRAS - Relatório Técnico do acidente com o oleoduto OBAST PETROBRAS/TRANSPETRO GUAECA SÃO SEBASTIÃO, 101 pag-Rio de Janeiro, 30 de maio 2005.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A O Departamento de transporte. DETRAN/DIPLAN/SEPLO. (Rio de Janeiro) dezembro, 1991.

REIS DA SILVA Priscila. Transporte marítimo de petróleo e derivados: Estrutura e implicações. Rio de Janeiro 2004.

REZA Sadeghbeig. Fluid catalytic cracking handbook. 2th ed [s.i] Gulf publishing, 2000.

SERENZA; Área de atendimento de emergência da CETESBE complete 25 anos artigo disponível na página eletrônica: [http://www.ambiente,SP.gov](http://www.ambiente.SP.gov) destaque/emergência 25anos.html de 9 de janeiro de 2003. Acesso em 20/ 07/ 2012.

SOLOMONS, T.W.G FRYHLE, C.B. Química orgânica, vol.1, 2. 7ª edição, Livros Técnicos e científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, RJ,2001.

ANEXO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Disciplina: Química

Questionário: sobre o craqueamento do petróleo

1º) O que vem a ser petróleo?

- a) () O Petróleo é uma mistura de compostos orgânicos mais denso do que a água.
- b) () O Petróleo é um óleo de pedra extraído naturalmente .
- c) () O Petróleo e uma substância, menos densa que água de cor oscilando do negro ao âmbar.
- d) () N.D.A

2º) De onde o petróleo e extraído?

- a)() jazidas
- b) () poços
- c) () crosta terrestre
- d) () N.D.A

3º) O petróleo e composto pincipalmente de :

- a)() Alcano
- b) () Alcenos
- c) () hidrocarbonetos
- d) () N.D.A

4°)Quais destas alternativas está relacionada com o método de extração mais viável do petróleo.

- a) () Perfuração
- b) () bombeamento
- c) () jorra espontaneamente
- d) () N.D.A

5°) O poço do qual é extraído o petróleo chama- se:

- a) () poço de petróleo
- b) () poço petrolífero
- c) () poço de extração
- d) () N.D.A

6°) Após a perfuração, o petróleo é chamado de :

- a) () Petróleo puro
- b) () Petróleo de hidrocarboneto
- c) () petróleo cru
- d) () N.D.A

7°) Após a extração o Petróleo passa um processo rigoroso. Que processo e esse ?

- a)() purificação
- b)() Destilação
- c) () Decantação
- d) () N.D.A

8°) Os primeiros poços de petróleo foram descoberto por um homem que encontrou uma nova forma de energia. Quem era este homem?

- a) () Billy
- b) () William
- c) () Drake
- d) () N.D.A

9°) Qual o principal fator que conduz o fracionamento do petróleo?

- a) () Compressão
- b) () Temperatura
- c) () purificação
- d) () N.D.A

10°) A Fração gasosa acontece entre :

- a) () C4 aC12
- b) () C1 a C4
- c) () C12 a C15
- d) () N.D.A