



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



PETRÓLEO E COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS: MERCADO E APLICAÇÕES

Fernando dos Santos Gonçalves
Orientador: Prof. Luiz Elody Lima Sobreiro
Co-Orientador: Prof. Norberto Holtz

Porto Alegre dezembro de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS E QUADROS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iii
RESUMO.....	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. FONTES DE COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS	2
2.1. PETRÓLEO	2
2.1.1. HISTÓRIA DO PETRÓLEO E COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS.....	3
2.1.2. CADEIA DE VALOR DO PETRÓLEO	4
2.1.3. EXTRAÇÃO DO PETRÓLEO.....	5
2.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO PETRÓLEO.....	7
2.1.5. MERCADO DO PETRÓLEO.....	8
2.1.6. REFINO DO PETROLEO.....	10
2.1.7. PRINCIPAIS COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS DERIVADOS DE PETRÓLEO.....	11
2.2. FONTES VEGETAIS E FONTES DIVERSAS	13
2.2.1. GASES	13
2.2.2. SÓLIDOS.....	14
2.2.3. LÍQUIDOS.....	16
3. REFINARIAS E DISTRIBUIDORAS	18
3.1 REFINARIAS NO BRASIL.....	18
3.2 DISTRIBUIÇÃO.....	19
3.2.1. DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS E MALHAS DE ESCOAMENTO	20
3.2.2 DISTRIBUIDORAS DE GÁS NATURAL E REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	21
4. MERCADO DE COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS.....	23
4.1. COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DE PETROLEO	23
4.1.1 MERCADO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL	23
4.1.2 MERCADO DE GÁS NATURAL.....	25
4.2 MARKET SHARE.....	27
4.2.1 MARKET SHARE ÓLEOS COMBUSTÍVEIS.....	27
4.3. COMPARATIVOS DE CUSTOS E EFICIÊNCIA.....	28
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Cadeia de Produção e Distribuição de Petróleo e Combustíveis	5
Figura 2.2: Sistema de Produção Único Petrobrás	7
Figura 2.3: Metas de Produção de Óleo e Gás Natural (Mil Boe/dia) 2010-2020.....	10
Figura 2.4: Esquema simplificado de torre de fracionamento de petróleo.....	11
Figura 2.5: Densificados de madeira	15
Figura 2.6: Evolução da matriz energética celulose.....	16
Figura 3.1: Refinarias e Polos Petroquímicos no Brasil	18
Figura 3.2: Bases de distribuição de combustíveis líquidos	21
Figura 3.3: Cadeia de valor do Gás Natural.....	22
Figura 3.4: Mapa dos Gasodutos de Transporte no Brasil.....	22
Figura 4.1: Mapa de Concessão de Gás Natural no Brasil	25
Figura 4.2: Evolução da Oferta de Gás Natural no Brasil	26
Figura 4.3: Logomarca das distribuidoras de combustíveis líquidos	27
Figura 4.4: Participação das distribuidoras nas vendas de óleo combustível - 2009.....	27
Figura 4.5: Comparativo custo energético (US\$/MBtu) por produto (Agosto - 2009)	29

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 2.1: Especificação de Óleos Combustíveis	12
Tabela 3.1: Refinarias instaladas e capacidade de refino aproximada	19
Tabela 4.1: Vendas de óleo combustível (mil m ³) 2000-2009	24
Tabela 4.2: Clientes de gás por região, set/2010.....	26
Tabela 4.3: Densidades e Poderes Caloríficos - 2009	28
Tabela 4.4: Preços Correntes de Fontes de Energia (US\$)	28
Tabela 4.5: Preços Correntes de Fontes de Energia (US\$/bep)	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEAGAS: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás

Bep: Barril equivalente de petróleo

Boe: Barril de óleo equivalente

GNC: Gás Natural Comprimido

ICE: *Intercontinental Exchange*

MBtu: Milhão de Btu

NYMEX: *New York Mercantile Exchange*

Sindicom: Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis

TOCOM: *Tokyo Commodity Exchange*

RESUMO

Com a elevada volatilidade do mercado mundial de produção e exploração do petróleo, e a frequente oscilação nos preços dos combustíveis derivados de petróleo no mercado interno, o conhecimento da cadeia de valor do petróleo e seus derivados tem grande importância para o entendimento da dinâmica e variáveis pertencentes ao processo de produção que irá desencadear em combustíveis que geram energia térmica, elétrica e mecânica principalmente nos equipamentos industriais. Portanto, além do petróleo e seu derivados, serão discutidas outras opções de fontes diversificadas de combustíveis, salientando as principais utilizações, histórico e futuras tendências. Para entender a distribuição serão apontadas as principais refinarias, e as distribuidoras de líquidos e gases, bem como as malhas de escoamento existentes e tendências de crescimento. Quantificar os mercados consumidores de óleo combustível e gás natural, além de participação de mercado das distribuidoras, e finalizando com um comparativo de custos e eficiência de cada fonte discutida.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a matriz energética brasileira tem passado por mudanças com a pesquisa e desenvolvimento de diversas novas fontes combustíveis, e alteração (aumento/diminuição) da produção de outras fontes já consolidadas.

Para entender a variabilidade de oferta e preço de alguns combustíveis utilizados para fins industriais ao longo dos anos, principalmente produção de vapor em caldeiras, a análise da participação de mercado (*Market Share*) dos óleos combustíveis, a concessão de gás natural e os principais fornecedores se faz necessária.

Sabe-se que na indústria um fator determinante na escolha do combustível é o preço, no entanto, é necessário observar que existem implicações diretas e/ou indiretas em função da alteração da fonte combustível utilizada nos diversos equipamentos industriais.

Em vista disto, o presente trabalho teve por objetivo apontar as opções de combustíveis industriais disponíveis atualmente no mercado, seu processo de produção e distribuição, comparar preços e eficiência, e demonstrar os principais fatores que interferem na escolha do combustível.

Para tanto, serão apontadas variadas fontes de combustíveis de uso industrial que servem para geração de calor. E sendo o petróleo a principal fonte, inicialmente será apresentada uma abordagem de sua história, extração, classificação do petróleo, mercado mundial e nacional, tendências de produção, seus principais derivados. Além disso, serão abordadas outras fontes diversas que são utilizadas para geração de calor, quando possível comparando eficiência e custos.

Conhecendo as principais refinarias e distribuidoras é possível descrever como se dá a distribuição de óleo combustível desde as refinarias até o consumidor final, e apontar os principais pontos de oferta. Tendo em vista que a comercialização de gás natural se dá através de concessões por estado, seus principais pontos de oferta serão abordados com base na sua malha de distribuição.

Quantificar e analisar o mercado dos combustíveis industriais derivados de petróleo mostrando *Market Share*, importações, exportações, crescimento/queda de oferta por produto para avaliar tendências futuras.

2. FONTES DE COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS

Por combustíveis entende-se: material cuja queima é utilizada para produzir energia térmica, energia elétrica e energia mecânica. O seu uso na indústria pode ser para qualquer um destas finalidades.

Os combustíveis são classificados segundo o estado em que se apresenta (sólido, líquido ou gasoso) e seu poder calorífico é dado pelo número de calorias liberado com a queima do mesmo.

Entre os principais combustíveis utilizados pela indústria destacam-se:

GASES

GN (Gás Natural: 85% CH₄)

GLP (Gás Liquefeito de Petróleo: 50% Butano; 50% Propano)

Gases siderúrgicos (gás de coqueria e gás de alto forno)

LÍQUIDOS

Óleo combustível

Óleo diesel

Licor negro (resíduo de processo de celulose)

SÓLIDOS

Carvão mineral

Biomassa florestal (lenha e carvão vegetal)

Biomassa de agroindústria (bagaço de cana)

Mas dentre todos os combustíveis, os derivados de petróleo transformaram-se, ao longo do século XX, não só na principal fonte primária da matriz energética mundial, como também, em insumo para praticamente todos os setores industriais.

2.1. PETRÓLEO

O petróleo em estado líquido é uma substância oleosa, inflamável, menos densa que a água, com cheiro característico e de cor variando entre o negro e o castanho escuro (THOMAS, 2001).

Embora objeto de muitas discussões no passado, hoje se tem como certa a sua origem orgânica, sendo uma combinação de moléculas de carbono e hidrogênio.

A matéria orgânica em conjunto com sedimentos foi, ao longo de milhões de anos, se acumulando no fundo dos mares e dos lagos, sendo pressionados pelos movimentos da crosta terrestre e transformaram-se na substância oleosa que é o petróleo.

O petróleo não permanece na rocha que foi gerado, mas desloca-se até encontrar um terreno apropriado para se concentrar. Estes terrenos são denominados bacias sedimentares, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários. O petróleo aloja-se ali, ocupando os poros rochosos como forma "lagos". Ele acumula-se, formando jazidas. Ali são encontrados o gás natural, na parte mais alta, e petróleo e água nas mais baixas (THOMAS, 2001).

O petróleo após ser purificado e processado, é usado como combustível primário em máquinas de combustão interna, sendo de grande importância para o homem, e de todas as fontes combustíveis, o petróleo é atualmente o mais utilizado.

2.1.1. HISTÓRIA DO PETRÓLEO E COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

A palavra petróleo vem do latim, *petra* e *oleum*, correspondendo à expressão "pedra de óleo". Estudos arqueológicos mostram que a utilização do petróleo iniciou-se 4000 anos antes de Cristo, sob diferentes nomes, tais como betume, asfalto, alcatrão, lama, resina, azeite, nafta, óleo de São Quirino, nafta da Pérsia, entre outras. "O registro do petróleo na participação da vida do homem remonta a tempos bíblicos. Na antiga Babilônia, tijolos eram assentados com asfalto e o betume era largamente utilizado pelos fenícios na calefação de embarcações. Os egípcios usaram na pavimentação de estradas, para embalsamar os mortos e na construção de pirâmides, enquanto gregos e romanos dele lançaram mão para fins bélicos. No novo mundo o petróleo era conhecido pelos índios pré-colombianos, que o utilizavam para decorar e impermeabilizar seus potes de cerâmica. Os incas, os maias e outras civilizações também estavam familiarizados com o petróleo, dele se aproveitando para diversos fins" (THOMAS, 2001), além do uso como combustível para iluminação por vários povos.

A moderna era do petróleo, segundo Campos (1982), teve início em meados do século XIX, mais precisamente em 1859, quando utilizando uma máquina perfuratriz a vapor para a construção do poço, um norte-americano conhecido como Coronel Drake encontrou petróleo a cerca de 20 metros de profundidade no oeste da Pensilvânia. Nessa época os objetivos principais eram então a obtenção de querosene e lubrificantes, pois a gasolina resultante da destilação era lançada aos rios ou queimada, ou então misturada no querosene por ser um explosivo perigoso.

Entretanto, a grande revolução do petróleo ocorreu com a invenção dos motores de combustão interna e a produção de automóveis em grande escala, que deram à gasolina uma utilidade mais nobre, tornando-se juntamente com o diesel, os derivados mais importantes do petróleo.

Atualmente, o petróleo fornece grande parte da energia mundial utilizada no transporte e é a principal fonte de energia para muitas outras finalidades, além de ser fonte de milhares de produtos petroquímicos. Sendo que, até 1945, o maior produtor do mundo era os Estados Unidos.

Nas últimas décadas houve várias descobertas de novos poços e concentração da maioria das reservas no oriente médio, mas um novo momento histórico se desenha com as descobertas brasileiras, incluindo o pré-sal.

2.1.2. CADEIA DE VALOR DO PETRÓLEO

A distribuição e comercialização de derivados de petróleo fazem parte da cadeia de valor do petróleo, sendo os principais agentes destas atividades de distribuição e comercialização as distribuidoras, os postos de abastecimento e os Transportadores Revendedores Retalhistas (TRR's).

Conforme dados da ANP (2010), mesmo o Brasil sendo autossuficiente em petróleo, ainda importa aproximadamente 20% do petróleo efetivamente consumido e exporta o excedente (26,9% em 2009), principalmente em função da tecnologia utilizadas na maioria das refinarias, que não é adequada ao petróleo extraído atualmente no território nacional.

Segundo SOARES; LEAL; AZEVEDO(2003), a cadeia de produção e distribuição de petróleo e combustíveis se inicia com a extração ou importação do petróleo, posteriormente os derivados de petróleo são produzidos pelas unidades de refino ou importados, que então armazenam os derivados nas chamadas bases primárias. As distribuidoras são responsáveis pela logística de distribuição dos derivados para o mercado consumidor, elas retiram os produtos das bases primárias e transferem-nos para as bases próprias ou compartilhadas com terceiros, denominadas como bases secundárias. O transporte para o mercado é feito através de dutos, ferrovias, caminhões, hidrovias, ou por meio marítimo (figura 2.1).

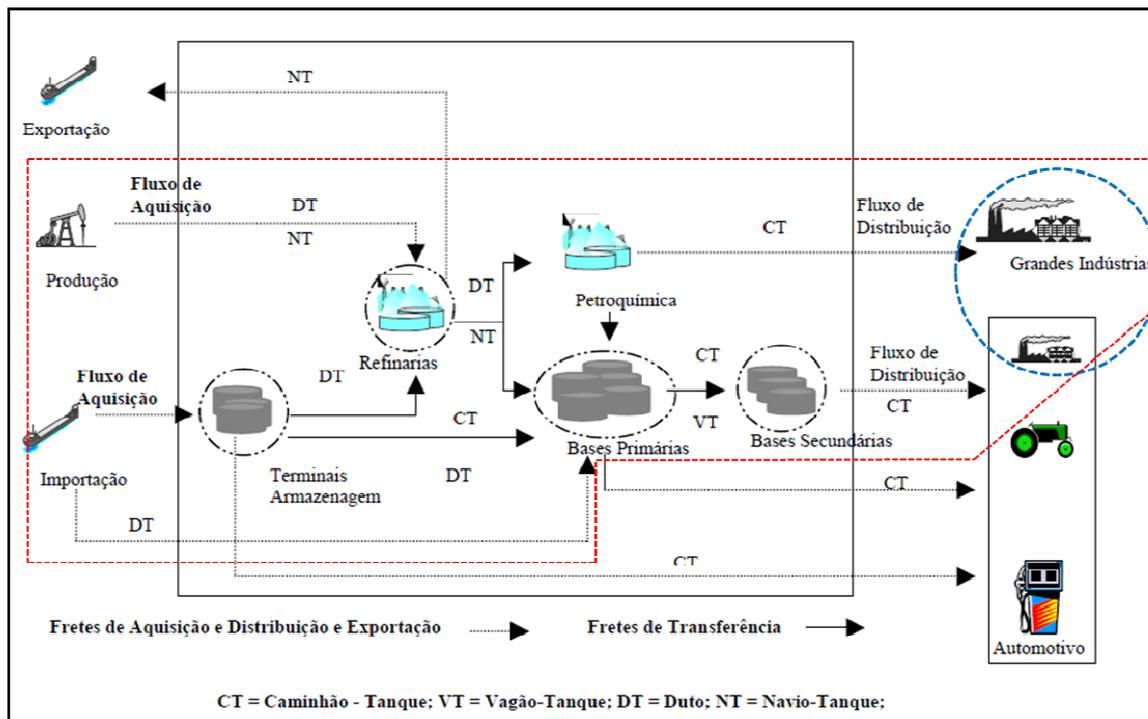


Figura 2.1: Cadeia de Produção e Distribuição de Petróleo e Combustíveis
 Fonte: SOARES; LEAL; AZEVEDO, 2003

2.1.3. EXTRAÇÃO DO PETRÓLEO

A extração do petróleo envolve uma gama de processos complexos, e diversas áreas de conhecimento, contando com a atuação de geólogos, paleontólogos e engenharias diversas.

Basicamente o processo se inicia com o estudo e descobrimento dos poços, que é chamado de Prospecção. Segundo Thomas (2001) um programa de prospecção visa fundamentalmente dois objetivos: (i) localizar dentro de uma bacia sedimentar as situações geológicas que tenham condições para a acumulação do petróleo; e (ii) verificar qual, dentre estas situações possui maior chance de haver petróleo. Apesar dos avanços tecnológicos dos métodos geofísicos e geológicos, somente após a perfuração, podem ser comprovados os prognósticos de o poço ser comercialmente viável.

A perfuração de um poço é realizada através de uma sonda rotativa, pela ação da rotação e peso aplicados a uma broca na extremidade da coluna de perfuração. Os fragmentos de rocha são removidos continuamente através de um fluido de perfuração ou lama. Ao atingir determinada profundidade, a coluna de perfuração é retirada do poço, e uma coluna de revestimento de aço é descida no poço, entre os tubos e a parede do poço há o preenchimento com cimento para isolar as rochas atravessadas, permitindo o avanço

da perfuração com segurança. Um poço é perfurado em diversas fases, caracterizadas pelos diferentes diâmetros de brocas.

Após a perfuração é realizada a completação, que é um conjunto de operações destinadas a equipar o poço para produzir óleo e gás (incluindo injetar fluidos nos reservatórios). Estas operações visam deixar o poço em condições de operar de forma segura e econômica, durante toda sua vida produtiva, e dependem diretamente das condições e localização do poço.

Quando a pressão em um reservatório é suficientemente elevada, os fluidos contidos nele alcançam livremente a superfície, dizendo que são produzidos por elevação natural. Quando a pressão é relativamente baixa, os métodos comumente utilizados na indústria do petróleo para o aumento do diferencial de pressão sobre o reservatório são: *gás-lift*, bombeio centrífugo, bombeio mecânico e bombeio por cavidades progressivas.

Um das etapas de interesse econômico da extração do petróleo é o processamento primário de fluidos, pois visa separar o óleo do gás e da água com as impurezas em suspensão. Dependendo do tipo de fluidos produzidos a planta de processamento primário pode ser simples ou complexa. Sendo que as mais simples apenas efetuam a separação gás/óleo/água, enquanto as mais complexas incluem o condicionamento e compressão do gás, tratamento e estabilização do óleo e tratamento da água para reinjeção e descarte.

Finalizado o processo de extração, o transporte do petróleo irá depender da origem, sendo que a produção de petróleo bruto no oceano é armazenada nas plataformas, havendo diversos tipos de armazenamento, para abastecer os petroleiros que conduzirão o petróleo às refinarias. Tem-se o exemplo utilizado pela Petrobrás que distribui a produção de poços diversos para fontes coletoras diversas (figura 2.2), ou também por meio de oleodutos submarinos, que conduzem o Petróleo para terra firme, quando reúnem a produção de várias plataformas. A produção em terra firme é armazenada em tanques de superfície, para depois ser enviada para a refinaria, por oleodutos, caminhão tanque ou navio tanque.

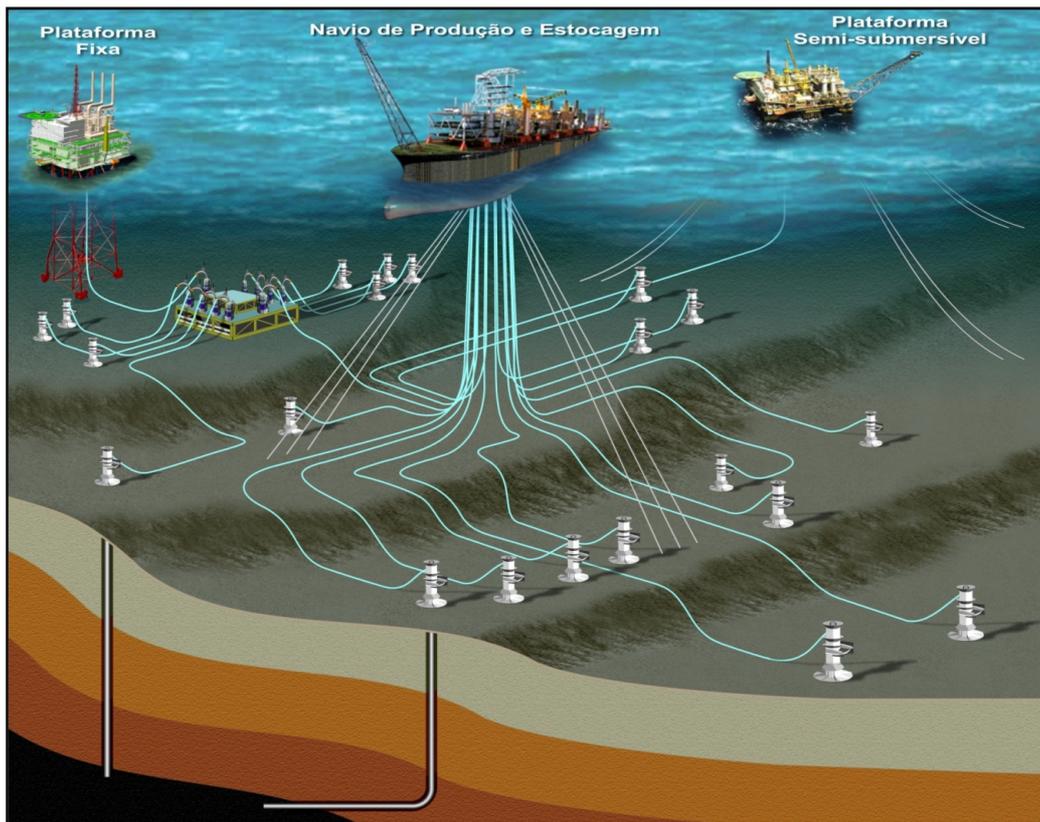


Figura 2.2: Sistema de Produção Único Petrobrás
 Fonte: Petrobrás 2010

2.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO PETRÓLEO

A classificação do petróleo pode ser feita de acordo com seus constituintes, que identifica as quantidades de diversas frações que podem ser obtidas no seu refino, assim como sua composição e características físicas (THOMAS, 2001), ou mesmo pela região do qual é extraído, que identifica sua qualidade, e dá o nome ao petróleo negociado em diversas bolsas de valores do mundo.

Classificação do petróleo de acordo com seus constituintes:

- **Classe Parafínica (>75% de parafinas):** Petróleo com grande concentração de hidrocarbonetos parafínicos, e são óleos leves, sendo que a maior parte do petróleo extraído na região nordeste do Brasil é parafínico.

- **Classe Parafínico-Naftênica (50-70% de parafinas, >20% de naftênicos):** Petróleo com baixo teor de enxofre e valores de densidade e viscosidade maiores que nos parafínicos. A maior parte do petróleo extraído na Bacia de Campos - RJ é deste tipo.

- **Classe Naftênico (>70% de naftênicos):** Petróleo com grande quantidade de hidrocarbonetos naftênicos, possuem baixo teor de enxofre e poucos óleos se enquadram nesta classificação.

- **Classe Aromática Intermediária (>50% de hidrocarbonetos aromáticos):** Compreende óleos frequentemente pesados com teor de enxofre >1%. É extraído no oriente médio, e em diversas partes do mundo.

- **Classe Aromático-Naftênica (>35% de naftênicos):** Compreende óleos que sofreram processo inicial de biodegradação, no qual foram removidas as parafinas, com teor de enxofre entre 0,4 e 1%. É extraído principalmente na África Ocidental.

- **Classe Aromático-Asfáltica (>35% de asfaltenos e resinas):** Compreende óleos que sofreram processo de biodegradação avançada, sendo oxidado. São óleos pesados e viscosos, com teor de enxofre entre 1 e 9%. É extraído no Canadá, França e Venezuela.

Classificação de mercado do petróleo:

- **Petróleo WTI:** WTI é a sigla de *West Texas Intermediate*. Esta sigla refere-se à região do Oeste do Texas que concentra a exploração de petróleo nos Estados Unidos. Este tipo de petróleo é negociado em Nova York (NYMEX) e serve de referência para os mercados de derivados americanos.

- **Petróleo Brent:** Petróleo produzido na região do Mar do Norte (Europa), provenientes dos sistemas de exploração petrolífera de Brent e Ninian. Este tipo de petróleo é negociado em Londres e serve de referência para os mercados de derivados europeus e asiáticos. Tecnicamente, é uma mistura de petróleos produzidos no mar do Norte, oriundos dos sistemas petrolíferos Brent e Ninian. Brent era o nome de uma antiga plataforma de petróleo (*Brent Spar*) da Shell no mar do Norte.

- **Petróleo Dubai:** Petróleo de referência na Ásia é um tipo pesado e sulfuroso. Usado como referência por outras variedades de petróleo, que o tomam como base para a determinação de prêmio ou desconto em seu preço. É negociado na *Singapore International Monetary Exchange* (Simex), no mercado de matérias-primas de Cingapura e no Nymex de Nova York.

- **Cesta da Opep:** A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) estabelece suas decisões de política petrolífera com base na chamada cesta da Opep, uma média aritmética de sete variedades de petróleo: *Saharan Blend* (Argélia), *Minas* (Indonésia), *Bonny Light* (Nigéria), *Arab Light* (Arábia Saudita), *Dubai* (Emirados Árabes Unidos), *Tia Juana Light* (Venezuela) e *Isthmus* (México).

2.1.5. MERCADO DO PETRÓLEO

O petróleo e seus derivados são as principais *commodities* negociadas mundialmente. As principais Bolsas de Mercadorias que negociam contratos de petróleo e seus derivados são a Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque (NYMEX), a Bolsa

Intercontinental (ICE) e a Bolsa de Mercadorias de Tóquio (TOCOM). Os principais contratos negociados no mercado mundial de petróleo referem-se ao petróleo do tipo Brent, ao petróleo do tipo WTI e, em menor escala, ao petróleo do tipo Dubai.

Por tratar-se de uma matéria-prima de origem não renovável e de elevado valor econômico, o petróleo tornou-se um elemento causador de grandes mudanças geopolíticas e socioeconômicas em todo o mundo. A existência da principal fonte de energia global em seus domínios territoriais é sinônimo de riqueza e poder para qualquer nação. Atualmente, os dez maiores produtores de petróleo do mundo são: Rússia, Estados Unidos da América, Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Venezuela, México e Inglaterra.

Entre 2002 e 2008, os preços médios do petróleo no mercado internacional seguiram uma tendência de alta: 25,8% de elevação média anual do petróleo Brent e 24,8% do *West Texas Intermediate* (WTI). Os acréscimos acumulados foram de 296% e 278%, respectivamente. Em 2009, grande parte em função da crise internacional, houve um crescimento contínuo dos preços médios mensais do barril ao longo do ano. Este panorama tende a ser igual para as próximas décadas, caso a matriz energética mundial não sofra alterações significativas, e as alternativas estudadas venham a se tornar comercialmente viáveis.

Conforme informações do anuário estatístico da ANP, foram produzidos no mundo em 2009 aproximadamente 80 milhões de barris/dia, ao analisar os últimos 10 anos muitos dos grandes produtores mundiais apresentam queda na sua produção, enquanto a produção brasileira de petróleo cresceu 6,9% em 2009 e 60,0% se considerarmos os últimos 10 anos, atingindo dois milhões de barris/dia. Com o acréscimo no volume de óleo produzido, o Brasil alcançou a 14^a posição entre os maiores produtores mundiais de petróleo em 2009. A Rússia passou a ser o maior produtor de petróleo do mundo, extraindo uma média de 10 milhões de barris/dia.

Porém, conforme as estimativas da Petrobrás, o petróleo encontrado na chamada camada pré-sal permitirá ao Brasil chegar à lista dos dez maiores produtores de petróleo e gás natural do mundo. As reservas de petróleo descobertas abaixo da camada de sal no litoral brasileiro estendem-se por cerca de 800 km, de Santa Catarina ao Espírito Santo, em uma área de 112 mil km quadrados. Para atingir as jazidas, entre 5.000 e 7.000 metros de profundidade, é preciso perfurar até 2.000 metros de sal.

Analisando o Plano de Negócios da Petrobrás de 2010 (figura 2.3), verificamos que a empresa impõem metas de produção de petróleo extremamente agressivas, alçando o Brasil a um dos principais produtores de petróleo do mundo. E com um crescimento de aproximadamente 150% em 10 anos na produção, teremos um rápido aumento da oferta

nacional de produtos derivados de petróleo, principalmente do Gás Natural, fato que deve influenciar diretamente na escolha do principal combustível industrial.

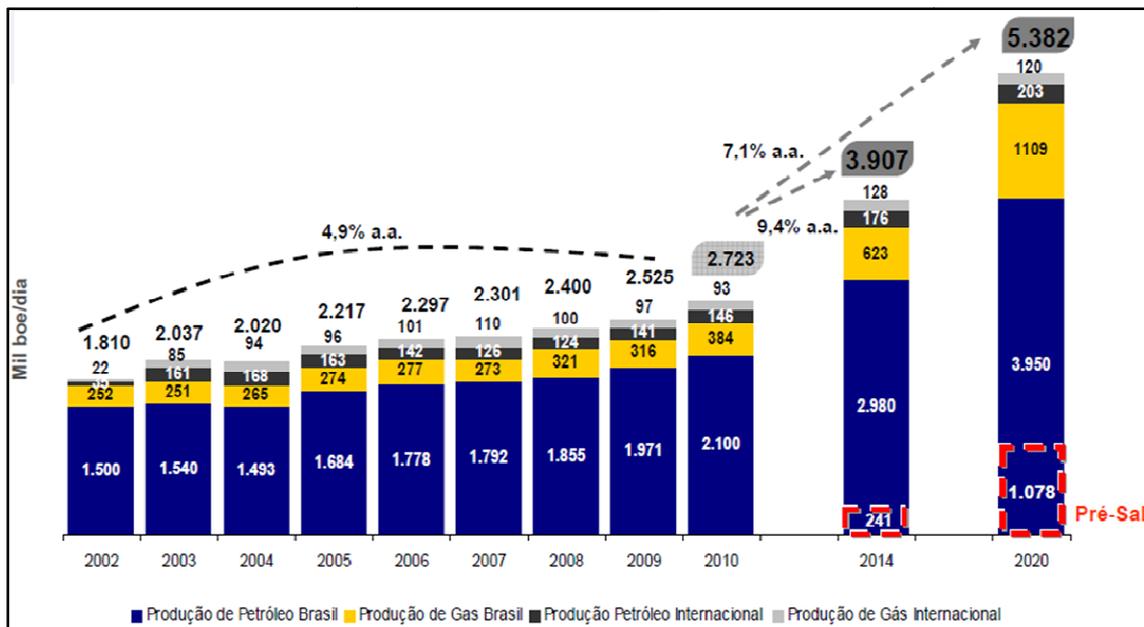


Figura 2.3: Metas de Produção de Óleo e Gás Natural (Mil Boe/dia) 2010-2020
Fonte: Petrobrás 2010

2.1.6. REFINO DO PETROLEO

O refino de petróleo (figura 2.4) é constituído por uma série de operações de beneficiamento às quais o petróleo bruto é submetido, visando separar as frações desejadas, processá-las e transformá-las para a obtenção de produtos específicos que possuam interesse comercial.

A primeira etapa do processo de refino é a destilação primária. Nela, são extraídas do Petróleo as principais frações, que dão origem à gasolina, óleo diesel, nafta, solventes e querosenes (de iluminação e de aviação), além de parte do GLP. Em seguida, o resíduo da destilação primária é processado na destilação a vácuo, na qual é extraída do Petróleo mais uma parcela de diesel, além de frações de um produto pesado chamado gasóleo, destinado à produção de lubrificantes ou a processos mais sofisticados, como o craqueamento catalítico, onde o gasóleo é transformado em GLP, gasolina e óleo diesel.

O resíduo da destilação a vácuo pode ser usado como asfalto ou na produção de óleo combustível. Uma série de outras unidades de processo transformam frações pesadas do petróleo em produtos mais leves e colocam as frações destiladas nas especificações para consumo.

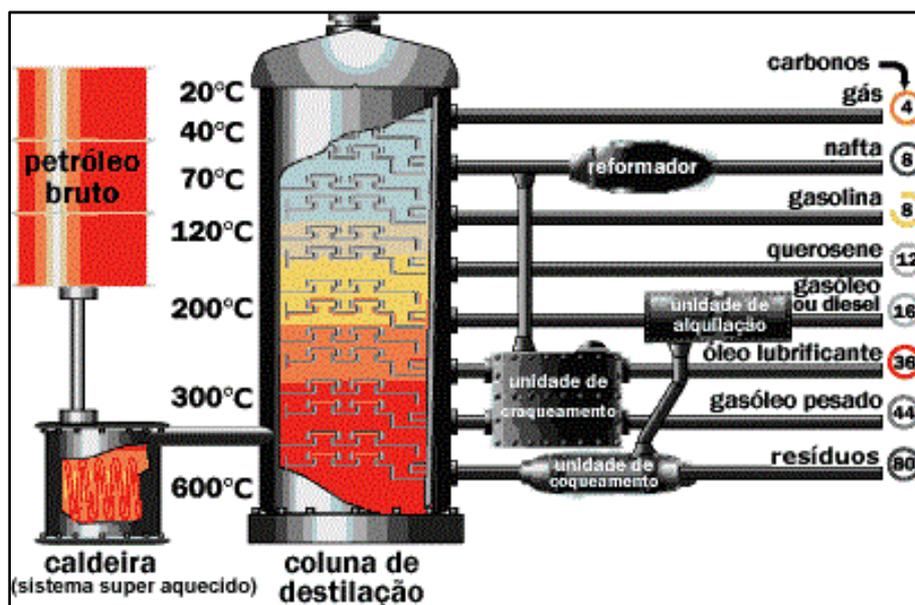


Figura 2.4: Esquema simplificado de torre de fracionamento de petróleo
 Fonte: Petrobrás 2010

O rendimento volumétrico de cada fração é variável, e está diretamente ligado ao tipo de petróleo utilizado, além de variáveis manipuladas do processo. Segundo a Petrobrás, em 2008 as refinarias brasileiras produziram uma média de 39% de diesel, 19% de gasolina, 14% de óleo combustível, 11% nafta + querosene de aviação e 17% de outros. Sendo que há diferenças muito grandes na fração de óleo combustível produzida de acordo com a refinaria e demanda de mercado regional.

2.1.7. PRINCIPAIS COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS DERIVADOS DE PETRÓLEO

Todos os combustíveis produzidos pela destilação do petróleo podem ser utilizados para geração de calor ou energia nas indústrias, mas existem utilizações mais nobres a que se destinam, então somente alguns possuem viabilidade comercial para a queima direta. Portanto dentro desta gama, serão apresentados detalhes e propriedades apenas dos mais utilizados atualmente em caldeiras:

GN (Gás Natural: 85% CH₄) - Gás natural é produzido da jazida onde é encontrado dissolvido no petróleo ou em contato com petróleo subjacente saturado de gás. É um combustível que forma com o ar uma mistura mais homogênea, assim a queima do gás natural é uniforme, exige menor quantidade de ar e elimina resíduos de combustão incompleta, resíduos metálicos e de óxidos de enxofre.

As características e propriedades do gás natural para consumo são reguladas, no Brasil, pela Portaria no. 16, de 17 de junho de 2008, da Agência Nacional de Petróleo (ANP) (tabela 2.1).

GLP (Gás liquefeito de petróleo: 50% Butano; 50% Propano) - Mistura de hidrocarbonetos líquidos obtidos através do processamento de gás natural, ou em processo convencional nas refinarias de petróleo. Conhecido como gás de cozinha, composto de propano e butano. Também usada em empilhadeiras, soldagem, esterilização industrial, teste de fogões, maçaricos e outras aplicações industriais. Atualmente perdeu seu espaço como fonte mais limpa para o gás natural, mas se mantém forte no mercado doméstico devido à baixa comercialização do gás natural neste segmento.

Óleo combustível – É também tratado como óleo combustível pesado ou ainda como óleo combustível residual, é a fração residual da destilação das frações mais leves de petróleo, obtidas em várias etapas e processos do refino. A sua composição bastante complexa depende não só do petróleo que o originou, como também dos processos e misturas (composições) que sofreram nas refinarias, de modo que se pode atender a várias exigências do mercado consumidor numa ampla faixa de viscosidades, adequada às suas aplicações (fornos, caldeiras, motores pesados, etc.). Porém as necessidades do mercado nacional não são muito amplas, pois dos 19 tipos existentes de óleo combustível, a Portaria ANP Nº 80/99 regulamenta apenas quatro variedades para fornecimento (quadro 2.1). A Portaria ANP Nº 80/99 não especifica o poder calorífico dos óleos combustíveis, mas segundo o IBP 2010, o seu valor é próximo de 9,7 kcal/kg.

Característica	Unidade	OCB1	OCA1	OCB2	OCA2
Viscosidade Cinemática a 60°C, máx.	mm ² /s (cSt)	620	620	960	960
Enxofre, máx.	% massa	1	2,5	1	2,5
Água e Sedimentos, máx. (2)	% volume	2	2	2	2
Ponto de Fulgor, mín.	°C	66	66	66	66

Tabela 2.1: Especificação de Óleos Combustíveis
Fonte: ANP 2010

Óleo Diesel – é um combustível derivado do petróleo formado principalmente por hidrocarbonetos (carbono e hidrogênio) e em baixas concentrações por enxofre, nitrogênio e oxigênio. Este combustível pode ser selecionado de acordo com as características de ignição e de escoamento. O diesel provém da destilação do petróleo e contém de 12 a 22 átomos de carbono, é utilizado para gerar energia e movimentar máquinas e motores de grande porte, em motores de combustão interna e ignição por compressão (motores do ciclo diesel), tais como: trator, caminhão, automóveis de passeio, furgões, ônibus, caminhões, pequenas embarcações marítimas, locomotivas, navios, etc.

Seu uso como combustível industrial não é muito comum, principalmente na queima direta, em função de seu custo frente a outras fontes. Geralmente é utilizado em pequenas centrais de energia para gerar economia financeira, já que a tarifa elétrica comercial e industrial é aproximadamente 55% mais elevada durante o horário de pico (CEEE, 2010), e a utilização de geradores a diesel pode representar uma economia de até 30% de acordo com o consumo elétrico.

2.2. FONTES VEGETAIS E FONTES DIVERSAS

Devido o gás natural, carvão mineral e petróleo serem fontes esgotáveis, e principalmente pelos danos ambientais que a queima dos derivados petróleo e carvão mineral causam, na última década foi iniciada uma “corrida” pelas pesquisas de fontes alternativas de combustíveis e energia. O Brasil tem se destacado mundialmente pelo desenvolvimento e utilização de biocombustíveis, principalmente o álcool e mais recentemente o biodiesel.

Mesmo que a grande maioria das fontes alternativas ainda não sejam comercialmente viáveis, estas pesquisas têm um papel fundamental, não só para reduzir os custos de produção dos combustíveis alternativos, mas também a realização de testes para ajustar os equipamentos atualmente utilizados às condições físicas e químicas destes, produzindo conhecimento que será essencial para as próximas gerações.

Muitas fontes alternativas de combustível são utilizadas unicamente nas unidades que as geram, como em usinas siderúrgicas e fabricas de celulose, em geral possuem baixo rendimento térmico e são resíduos ou gases industriais que anteriormente eram descartados. Então é importante conhecer as alternativas desenvolvidas por certos segmentos industriais, e fontes diversas utilizadas na geração de calor e energia.

2.2.1. GASES

Gases siderúrgicos - O carvão é transformado nas Coquerias e Altos Fornos produzindo seus derivados: Gás de Coqueria (COG – *Coke Oven Gas*), Gás de Alto Forno (BFG – *Blast Furnace Gas*) e Alcatrão. Nas Aciarias ocorre a transformação do gusa em aço e durante este processo, é produzido o gás de Aciaria (LDG – LD Gás). Estes subprodutos são utilizados principalmente como combustíveis em diversos fornos das usinas siderúrgicas.

Estes gases apresentam os seguintes Poderes Caloríficos: PCI (kcal/Nm³): COG – 4.362, BFG - 803 e LDG – 2.160. Devido ao fato do BFG possuir um poder calorífico muito

baixo é incomum utilizá-lo sozinho como gás combustível. Portanto, o restante do gás é misturado ao gás de coqueira para então poder ser utilizado como gás combustível nas Centrais Termoelétricas para geração de calor e eletricidade.

Por apresentarem baixa produção frente às necessidades energéticas e de geração de calor envolvidos no processo siderúrgico, normalmente há complementação da alimentação das caldeiras com gás natural, ou até mesmo óleo combustível.

2.2.2. SÓLIDOS

Carvão mineral - é um combustível fóssil natural extraído do subsolo por processos de mineração. É utilizado, especialmente, no aquecimento de fornos de siderúrgicas, indústria química (produção de corantes), na fabricação de explosivos, inseticidas, plásticos, medicamentos, fertilizantes e na produção de energia elétrica nas termoelétricas. O carvão mineral teve seu uso difundido bem antes do descobrimento do petróleo como fonte de energia. No século XVIII surgiram máquinas movidas a vapor, que permitiram a substituição da força animal pela mecânica.

No século XX o petróleo ocupou lugar de principal fonte de energia, superando o uso do carvão mineral, no entanto, sua importância é bastante representativa no mundo. Atualmente, do total de reservas de carvão existentes no mundo, 56,5% se encontra na Rússia; 19,5%, nos Estados Unidos; 9,5%, na China; 7,8%, no Canadá; 5,0%, na Europa; 1,3%, na África; e 0,4%, em outros países.

A abundância das reservas e o desenvolvimento de tecnologias de “limpeza” e combustão eficiente, conjugados à necessidade de expansão dos sistemas elétricos e restrições ao uso de outras fontes, indicam que o carvão mineral pode ser uma boa alternativa para geração de energia elétrica no Brasil.

O Brasil tem uma produção autossuficiente de carvão mineral, identificado como carvão vapor, sendo que em 2009 consumiu 4.750 mil t de carvão, e seu consumo é distribuído entre o segmento industrial (16,4%) e a geração elétrica (83,2). A utilização do carvão representa 1,3% da geração elétrica do Brasil, que possui sete termelétricas com 1.415 MW de capacidade instalada. Mas com alguns projetos em fase de implantação, como em Candiota - RS, que representará mais 350 MW de geração ainda em 2011.

Sua utilização industrial é distribuída, por ordem de representatividade, entre os ramos de química, alimentos/bebidas, papel/celulose, cimento, siderurgia e cerâmica. Sendo que o segmento cerâmico, praticamente abandonou este combustível nos últimos 10 anos.

Porém, além de impactos da mineração, a queima de carvão em indústrias e termelétricas causa impactos socioambientais, em face da emissão de material particulado e

de gases poluentes, dentre os quais se destacam o dióxido de enxofre (SO₂) e os óxidos de nitrogênio (NO_x). Além de prejudiciais à saúde humana, esses gases são os principais responsáveis pela formação da chamada chuva ácida. Portanto, estes fatores fazem com que seja necessária a substituição de equipamentos existentes nas termelétricas mais antigas, por outros com tecnologias mais limpas.

Biomassa Vegetal - essa categoria engloba a madeira nas formas de cavaco, lenha e carvão vegetal. O domínio da tecnologia de queima da madeira para produzir calor e luz marca o início do processo civilizatório (“era do fogo”). A madeira, porém é um combustível heterogêneo com umidade elevada, dimensões e composições irregulares e um poder calorífico muito baixo. Essas características não impediram o seu uso como principal combustível até o início do século XX e, até hoje, para usos domésticos e rurais. Sua aplicação para usos industriais modernos, no entanto, é limitada.

O processamento da madeira, no entanto, permite produzir biocombustíveis derivados mais homogêneos, com maior poder calorífico e apropriados às necessidades energéticas modernas. Em resumo, a biomassa da madeira sofre diretamente dois tipos de transformação: (i) Termo-transformação - em que a madeira é aquecida e tem modificadas suas características físico-químicas se transformando em combustíveis sólidos, líquidos e gasosos; (ii) Transformação mecânica - em que a madeira é seca e depois moída ou comprimida. A temperatura se eleva a acima de 200°C, e a biomassa se transforma em uma massa plástica que pode ser moldada com características físicas assemelhadas à biomassa lenhosa de variadas dimensões (fig. 2.5).

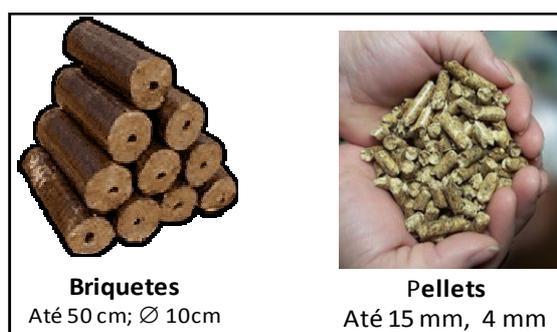


Figura 2.5: Densificados de madeira

Ambos os processos usam energia para secar e aquecer (calor) ou para processar mecanicamente a madeira (normalmente energia elétrica), mas os balanços energéticos são positivos (ou seja, compensa o processamento).

Esses biocombustíveis tanto podem ser usados diretamente quanto podem ser transformados em energia elétrica quanto em combustíveis líquidos assemelhados à gasolina e óleo diesel.

Finalmente, alguns subprodutos da cadeia também podem ter destinação não energética para produzir, por exemplo, fertilizantes e pesticidas. Assim como acontece com a cadeia do gás natural e do petróleo, estes usos não energéticos são importantes na economia da cadeia.

Bagaço de cana - A produção de energia elétrica através do bagaço de cana-de-açúcar é plenamente viável do ponto de vista econômico e atrativa a partir do processo de cogeração nas usinas de produção de etanol.

O processo de produção de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar é totalmente automatizado e inserido dentro da linha de produção das usinas. A principal vantagem é que esse processo pode se tornar uma terceira fonte de receita das usinas que a utilizam, pela venda da energia elétrica excedente, para as concessionárias. Entretanto, o principal diferencial do aproveitamento do bagaço da cana é a importância ser uma energia renovável que pode contribuir com a redução na emissão de gases que provocam o efeito estufa.

2.2.3. LÍQUIDOS

Licor Negro - é um subproduto do processo de obtenção da celulose, e na sua combustão na caldeira de recuperação química, obtém-se vapor de baixo custo para o processo de geração de energia elétrica, atualmente as caldeiras de recuperação estão sendo fabricadas para operar com pressões mais altas (85 kg/cm²) e capacidade de recuperação de sólidos secos (químicos) também maiores, tornando essas empresas autossuficientes em energia elétrica. E por isto o licor negro é utilizado atualmente em 66% das indústrias de celulose (BRACELPA 2009), ultrapassando a Biomassa, Gás Natural e Óleo Combustível como fontes energéticas.

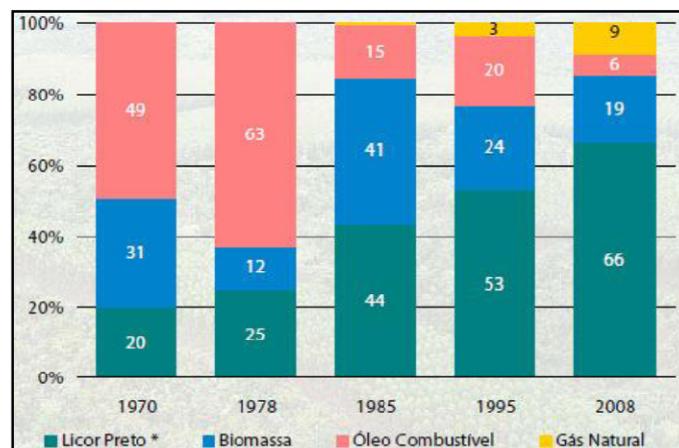


Figura 2.6: Evolução da matriz energética celulose
Fonte: Bracelpa 2010

Biocombustíveis – se enquadram nesta categoria todos os combustíveis de origem biológica não fóssil. Todo material orgânico gera energia, mas o biocombustível é fabricado em escala comercial a partir de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, mamona, soja, canola, babaçu, mandioca, milho, beterraba ou então de fontes de gordura animal. O mercado de biocombustíveis se iniciou no Brasil com a produção do etanol da cana-de-açúcar na década de 80, porém o salto em pesquisas na última década colocou no mercado aproximadamente um milhão de m³/ano deste combustível, projetando aumentar mais de 140% nos próximos quatro anos.

Porém seu uso atual está focado na substituição do Óleo Diesel na frota de caminhões, deixando seu uso industrial ainda somente na forma de pesquisas. Fato totalmente justificado quando se compara custo de produção deste insumo, que chega a ser 30% mais caro que o diesel, que também não é utilizado como fonte direta. Sua utilização futura depende de incentivos governamentais e forte desenvolvimento do processo produtivo.

3. REFINARIAS E DISTRIBUIDORAS

3.1 REFINARIAS NO BRASIL

O parque de refino brasileiro é constituído de 11 refinarias (figura 3.1) pertencentes à Petrobrás, além de duas refinarias particulares, a Refinaria de Manguinhos, localizada no estado do Rio de Janeiro e a Refinaria de Petróleo Riograndense antiga Refinaria Ipiranga, localizada em Rio Grande - RS. Porém a Refinaria de Manguinhos está com suas atividades de refino suspensa desde agosto de 2005 e atualmente trabalha apenas com a compra e venda de derivados de petróleo.

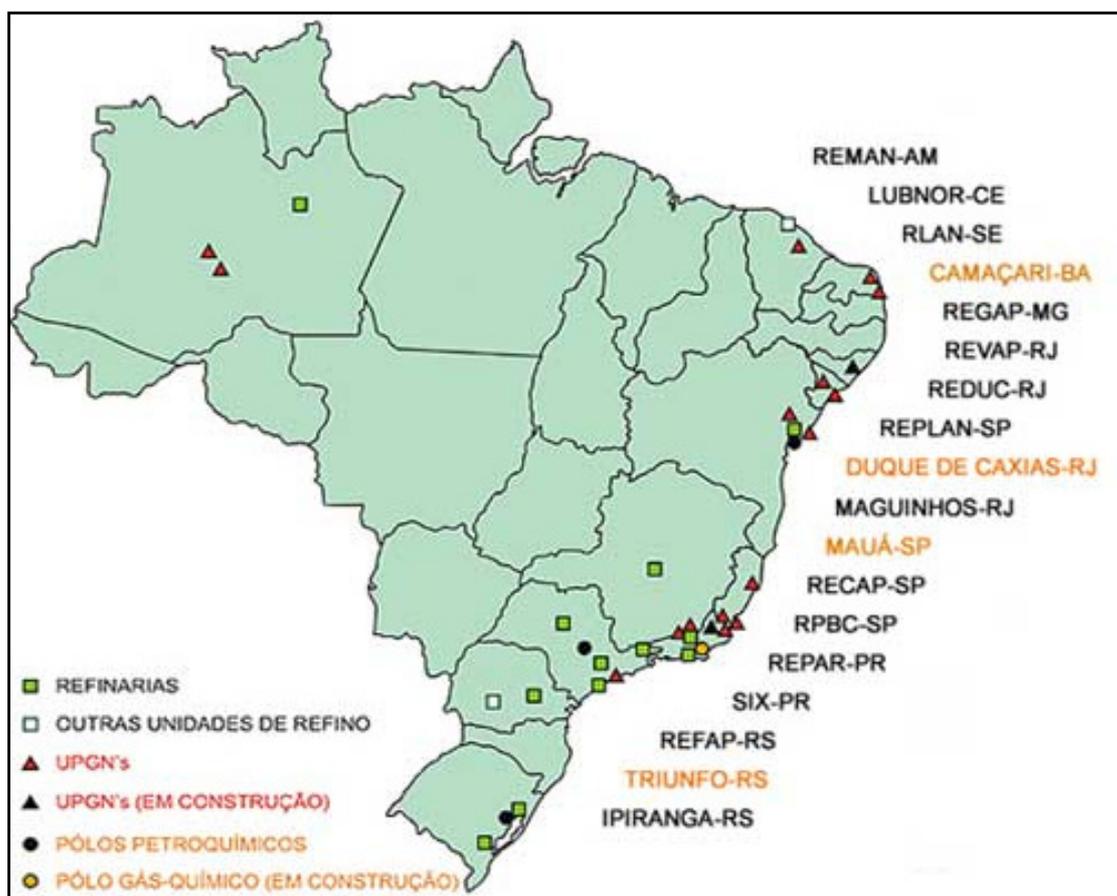


Figura 3.1: Refinarias e Polos Petroquímicos no Brasil
Fonte: Petrobrás 2010

Além das refinarias em operação, já estão em fase de construção outras duas refinarias de grande porte: RNEST - Ipojuca (PE) - 300.000 barris de petróleo (bpd), com previsão de início das atividades para 2011, e a COMPERJ - Itaboraí (RJ) – 300.000 bpd - com previsão de início das atividades para 2012. Conforme dados da Petrobrás existem também três Refinarias em estudo, a Refinaria Premium I - Bacabeira (MA) 600.000 bpd

com início das atividades previsto para 2013, e a Refinaria Premium II - Pecém (CE) – 300.000 bpd com início das atividades previsto para 2014, e ainda uma Refinaria para o petróleo dos Campos de Pré-Sal sem local e data definidos.

Com a entrada destas novas refinarias em operação teríamos a capacidade de refino aumentada em aproximadamente 50% (151.000 m³), dando destino ao petróleo proveniente das diversas novas jazidas encontradas, para a produção de derivados de petróleo que podem ser consumidos internamente e exportados.

Região	Refinaria	Município (UF)	m³/dia
Norte	REMAN	Manaus (AM)	7.300
Nordeste	RLAM	São Francisco do Conde (BA)	44.500
	RPCC	Guamaré (RN)	4.300
Sudeste	REGAP	Betim (MG)	24.000
	REPLAN	Paulínia (SP)	66.000
	REVAP	São José dos Campos (SP)	40.000
	RPBC	Cubatão (SP)	27.000
	RECAP	Mauá (SP)	8.500
	REDUC	Duque de Caxias (RJ)	35.500
	Manguinhos	Duque de Caxias (RJ)	2.200
Sul	REPAR	Araucária (PR)	35.000
	REFAP	Canoas (RS)	30.000
	Rio Grandense	Rio Grande (RS)	2.700
Brasil	Total		327.000

Tabela 3.1: Refinarias instaladas e capacidade de refino aproximada
Fonte: ANP 2010

3.2 DISTRIBUIÇÃO

Dentro da cadeia de valor do petróleo a parte mais importante para o consumidor final, é a distribuição dos combustíveis, pois os componentes deste segmento ditarão os preços finais dos produtos e oferta de acordo com interesses comerciais, visando à maximização do lucro com aumento da participação de mercado (*Market Share*).

Enquanto isso, a distribuição de gás natural é feita pelo sistema de concessões, onde as empresas concessionárias administram e ligam os gasodutos aos clientes consumidores através da construção de ramais, e adquirem o gás exclusivamente da Petrobrás.

3.2.1. DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS E MALHAS DE ESCOAMENTO

O mercado atendido pelas distribuidoras de combustíveis líquidos é composto pelos seguintes segmentos:

Revenda - composto essencialmente pelos postos de serviço onde são comercializados gasolina, álcool, diesel e GNV para a frota veicular em geral;

Consumo - composto pelos grandes consumidores de derivados de petróleo, que compram diretamente das distribuidoras, principalmente óleo diesel e óleo combustível para mover frota própria ou geração de calor e energia, sendo que podemos destacar neste grupo as empresas transportadoras de carga e passageiros, indústrias, órgãos públicos, agricultura, e outros;

Transportadores Revendedores Retalhistas (TRR`s) - são empresas que compram das distribuidoras e “retalham” os combustíveis, atendendo em geral pequenos consumidores em locais mais distantes e de difícil acesso. Por força de legislação podem somente comercializar óleo diesel e óleo combustível.

O transporte dos combustíveis líquidos para o mercado consumidor se inicia saindo das refinarias para as bases primárias das distribuidoras através de dutos, e destas é transferido por via ferroviária para as bases secundárias que atendem as regiões mais distantes dos grandes centros. No transporte das bases para os consumidores são utilizados as rodovias, e as hidrovias em alguns casos especiais, como no norte do Brasil, além do meio marítimo para produtos importados. A localização de uma base primária é normalmente ao lado de uma refinaria, mas, assim com as secundárias, pode ser localizada em cidades com um grande mercado regional e que não possuam refinarias (figura 3.2).

“O mercado de distribuição de líquidos sofre com problemas logísticos conhecidos como o uso incipiente de uma rede duto viária para escoamento da produção, além da excessiva quantidade de bases de distribuição e a não homogeneidade dos modais de transporte utilizados nos fluxos de distribuição também apontam perspectivas para estudos de otimização de maneira a reduzir os custos logísticos” (SOARES; LEAL; AZEVEDO, 2003).

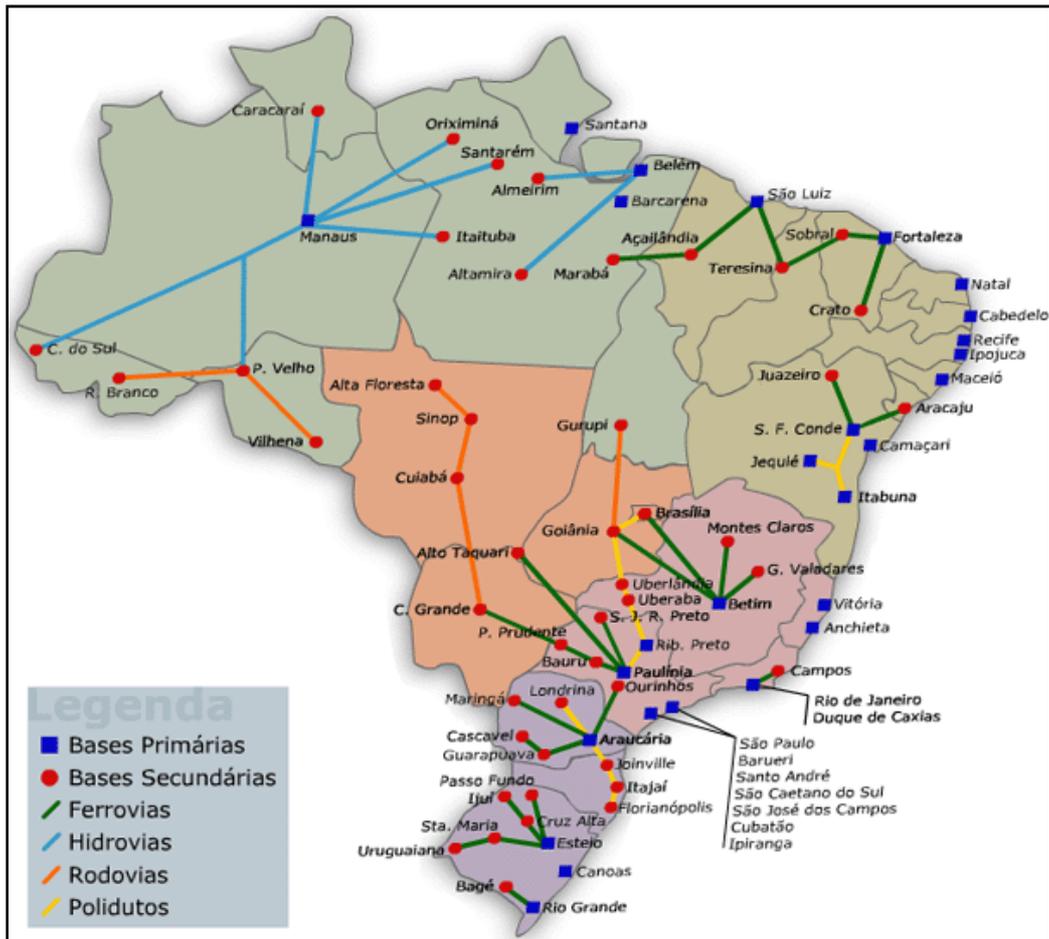


Figura 3.2: Bases de distribuição de combustíveis líquidos
 Fonte: Sindicom 2010

3.2.2 DISTRIBUIDORAS DE GÁS NATURAL E REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O mercado atendido pelas distribuidoras de gás natural é composto pelos seguintes segmentos: industrial, automotivo (postos), residencial, comercial, geração de eletricidade, Cogeração e outros (inclui GNC).

A rede de distribuição se inicia na exploração do petróleo, onde o gás tem de ser separado, descontaminado e transportado para o continente por tubulações de gás ou liquefeito e transportado por navio. Em terra ocorre a união das fontes, com a regaseificação, onde elas podem ser armazenadas ou diretamente distribuídas na rede de transporte de gás ou gasodutos para serem distribuídos aos clientes consumidores (fig. 3.3).

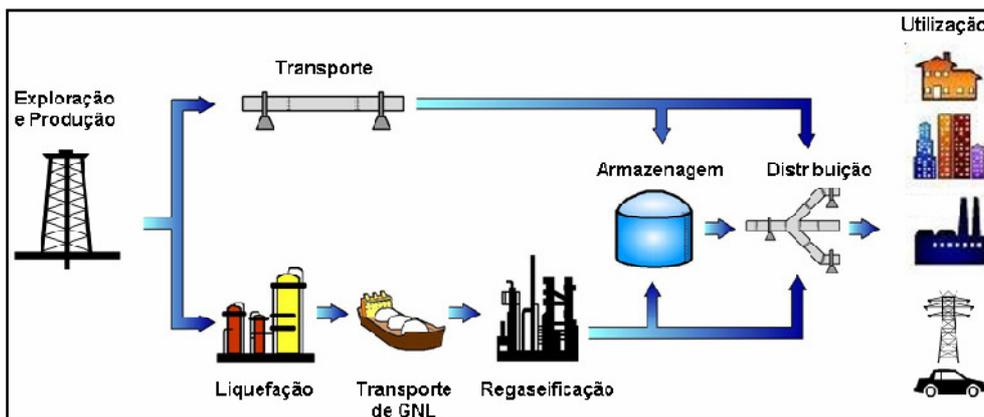


Figura 3.3: Cadeia de valor do Gás Natural
 Fonte: Petrobrás 2010

A malha de gasodutos existente no Brasil ainda é pouco abrangente, contando com 19.000 km em setembro de 2010, o país possui 2,2 metros de malha por km² de território, o que comparado com países mais desenvolvidos, como a Espanha (120 m/km²), pode ser considerado muito baixo, mesmo para um país de extensão continental. Porém o crescimento desta malha tem se dado de forma acelerada nos últimos dez anos, com crescimento inicial 2000 a 2005 de 20% a 17% (implantação), e oscilando entre 9% e 15% de 2006 a 2010, projetando a disponibilização a diversas indústrias que ainda não possuem a opção deste combustível.



Figura 3.4: Mapa dos Gasodutos de Transporte no Brasil
 Fonte: ABEAGÁS 2010

4. MERCADO DE COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS

4.1. COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DE PETROLEO

O mercado de distribuição de líquidos tem sofrido um processo de nacionalização das empresas distribuidoras de combustíveis no Brasil causando uma concentração de mercado. A Esso foi comprada pela Cosan, a Texaco pela Ipiranga e a Repsol pela Ale. Somente a Shell continua atuando no mercado.

O modelo concentrado de distribuição de líquidos e concessão única por estado para Gás Natural cria um cenário de baixa concorrência que afeta a precificação dos produtos. Além desta concentração, a inserção do gás natural boliviano causou uma mudança significativa no mercado de combustíveis de uso industrial.

4.1.1 MERCADO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

O óleo combustível no mercado nacional teve um papel muito importante nas últimas décadas para as indústrias brasileiras, promovendo a substituição da lenha como fonte principal de geração de calor e energia por uma fonte líquida que pode ser mais facilmente transportada, além de automatizar a alimentação dos equipamentos.

Muitas empresas fazem parte do mercado de distribuição de combustíveis líquidos, segundo a ANP, existem mais de 200 distribuidoras autorizadas no Brasil, porém dentre as empresas que fazem parte do mercado do óleo combustível, apenas quatro possuem relevância nacional.

O volume comercializado no país também tem sofrido muitas variações, um mercado de mais de 10.000 mil m³ em 2000 foi reduzido à metade, sendo verificada uma queda de 50,39% no consumo acumulado dos últimos 10 anos, obviamente que essa queda é diretamente relacionada com a expansão da oferta de gás natural, porém as causas e consequências têm que ser avaliadas regionalmente para obter uma análise mais completa e detalhada do mercado.

Nas regiões centro-oeste, sul e principalmente sudeste, o mercado de óleo combustível foi tomado pela oferta de gás boliviano e expansão da malha de gás natural, tendo uma queda nos últimos 10 anos de 47%, 71% e 76% respectivamente. Sendo o sudeste passou de principal consumidor deste insumo, a produtor e exportador, pois o Brasil exporta atualmente 35% da produção de óleo combustível (ANP 2010).

O nordeste possui um mercado pouco significativo devido à baixa industrialização desta região, mas da mesma forma que nas principais regiões do país, o volume comercializado de óleo combustível sofreu queda, sendo forte ainda apenas na Bahia e Maranhão.

Já a região norte do país é um caso a parte, que devido consumo de diversas termelétricas, já instaladas ou inauguradas no decorrer desta década, passou a ser a região com maior consumo de óleo combustível do país, destacando o estado do Amazonas onde seu consumo aumentou 209%. Este consumo se justifica devido à inclusão social e maior alcance da rede elétrica instalada no norte do país.

Tabela 4.1: Vendas de óleo combustível (mil m³) 2000-2009

Regiões e UF	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	09/00 %
Brasil	10.086	9.093	7.561	6.200	5.413	5.237	5.127	5.525	5.172	5.004	-50,39
Norte	951	958	994	1.078	1.092	1.037	1.433	1.815	1.777	2.215	132,83
Rondônia	0	0	0	0	-	0	-	0	0	265	..
Acre	-	-	-	0	-	-	-	1	0	-	..
Amazonas	340	396	420	447	461	399	556	889	912	1.051	208,96
Roraima	-	-	0	-	-	-	-	0	0	0	..
Pará	610	561	574	630	631	638	878	925	864	897	47,08
Amapá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Tocantins	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	60,49
Nordeste	825	655	562	641	644	641	722	783	763	595	-27,80
Maranhão	128	104	141	178	207	204	206	231	248	157	22,27
Piauí	20	86	7	6	6	1	1	2	3	5	-74,50
Ceará	23	26	18	10	10	6	4	4	5	6	-74,70
Rio Grande do Nort	14	4	2	2	1	3	2	1	1	1	-94,09
Paraíba	41	11	14	8	9	7	2	2	2	1	-97,26
Pernambuco	113	69	57	42	42	29	21	20	46	15	-87,00
Alagoas	6	6	6	5	4	3	3	2	1	1	-83,56
Sergipe	45	25	11	6	4	3	5	4	4	3	-93,69
Bahia	434	325	305	384	361	385	479	518	454	407	-6,14
Sudeste	6.518	5.903	4.588	3.316	2.670	2.583	2.102	2.010	1.706	1.529	-76,54
Minas Gerais	1.386	1.368	1.092	839	766	798	739	761	717	568	-59,04
Espírito Santo	544	415	472	387	232	449	476	433	271	216	-60,27
Rio de Janeiro	991	905	568	213	131	130	63	55	64	47	-95,25
São Paulo	3.597	3.214	2.456	1.878	1.541	1.206	824	762	654	698	-80,59
Sul	1.214	1.064	951	792	645	610	529	538	536	356	-70,69
Paraná	477	409	377	289	190	167	151	174	196	119	-75,06
Santa Catarina	282	246	204	189	176	182	156	163	135	97	-65,63
Rio Grande do Sul	454	408	369	315	279	261	222	201	205	140	-69,23
Centro-Oeste	579	514	466	373	361	365	340	378	389	309	-46,55
Mato Grosso do Su	25	11	15	10	5	5	2	1	1	23	-5,14
Mato Grosso	60	50	37	33	14	8	1	1	9	4	-93,40
Goiás	473	439	393	317	328	337	323	362	369	272	-42,58
Distrito Federal	21	13	21	13	14	16	14	13	11	10	-50,48

Fonte: ANP Agencia Nacional de Petróleo, 2010

4.1.2 MERCADO DE GÁS NATURAL

O mercado de distribuição de gás natural encanado possui vários aspectos que o diferenciam dos outros mercados de combustíveis, a começar pela legislação própria que torna a distribuição do gás uma concessão estadual, e tem sido fonte de diversas discussões entre os grandes consumidores, que pedem a abertura do mercado para haver alguma concorrência e conseqüentemente, preços mais atrativos.

Porém esse modelo se justifica devido aos grandes investimentos que cada estado requer para instalação/ampliação da rede de gás, que em geral não seria atraente para as empresas privadas investirem de forma isolada. Em geral as empresas são sociedades de economia mista com participação dos estados, Petrobrás e Mitsui Gás, variando a participação acionária em cada estado. Sendo que ainda não possuem rede de distribuição os estados do Acre, Roraima e Tocantins (figura 4.1).



Figura 4.1: Mapa de Concessão de Gás Natural no Brasil
Fonte: ABEAGÁS 2010

O volume comercializado é medido por dia (mil m³/dia), e conforme a rede canalizada avança, pode-se observar o aumento do consumo. O mercado de gás natural pode ser observado em quatro etapas nos últimos 10 anos: (i) a Maternidade que possuía volumes próximos a 15mil m³/d e era essencialmente industrial; (ii) a Nova Oferta Gás Bolívia que dobrou os volumes disponibilizados, mas foi absorvida pelas termelétricas; (iii) a Massificação que foi marcada pela baixa dos preços e crescimento da oferta para o ramo automotivo (GNV) e finalmente (iv) a Estagnação que tem marcado os últimos anos, onde

atingimos pico de consumo de em 2008, mas houve forte queda em 2009 em função da crise mundial e outro fatores.

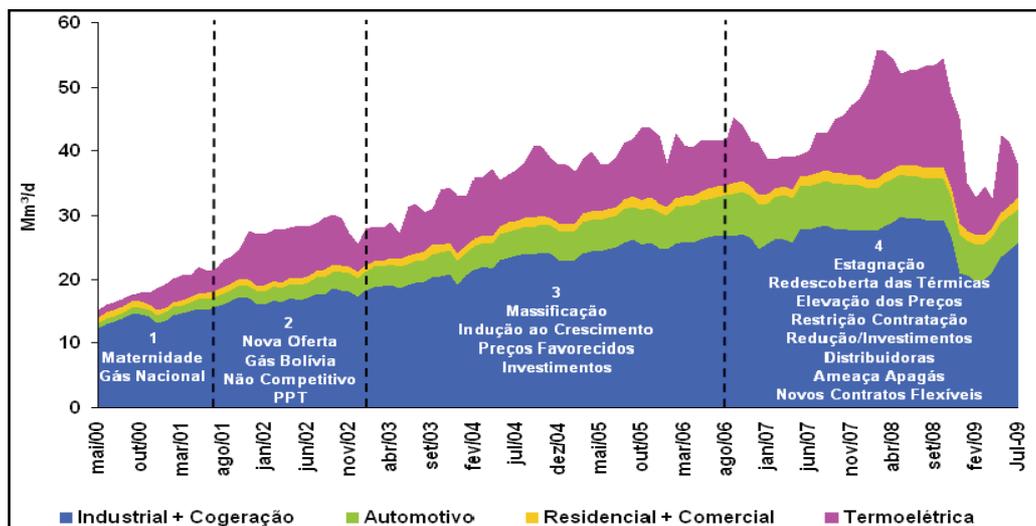


Figura 4.2: Evolução da Oferta de Gás Natural no Brasil
Fonte: ABEAGÁS 2010

No ano de 2010 os volumes comercializados apontam para um novo recorde, e conforme dados da ABEAGAS, devem ser consumidos aproximadamente 60 mil m³/dia, esse crescimento é justificado somente pela troca de fonte combustível de diversas termelétricas nacionais, pois alguns segmentos possuem até queda de consumo se comparados com 2008. Isto se dá, principalmente, em função dos aumentos de preço que o gás natural sofreu após a renegociação de contratos com a Bolívia, onde tornou o gás canalizado até 30% mais caro, além da ameaça de desabastecimento de gás, que foi discutida na época desta renegociação.

O Mercado de gás canalizado possui apenas 2.603 clientes industriais (set-2010), que representa 0,14% do total de clientes atendidos pelas distribuidoras. Porém estes clientes representam 45% do consumo, que juntamente com a geração de energia elétrica (38%) são os principais consumidores de gás natural do Brasil.

Tabela 4.2: Clientes de gás por região, set/2010

Região	Industrial	Automotivo (Postos)	Residencial	Comercial	Ger.Eletr.	Co-Geração	Outros (Inclui Gnc)	Total
Norte	0	1	0	0	0	0	0	1
Nordeste	411	414	34.082	719	3	13	11	35.653
Sudeste	1.790	1.046	1.768.997	21.837	9	29	7	1.793.715
Sul	392	236	10.905	623	2	4	1	12.163
Centro-Oeste	10	22	964	43	2	1	1	1.043
Total	2.603	1.719	1.814.948	23.222	16	47	20	1.842.575

Fonte: ABEAGÁS 2010

4.2 MARKET SHARE

Market Share significa participação no mercado, ou pela tradução literal do inglês "quota de mercado". Designa a fatia de mercado detida por uma organização. Sua medida quantifica em porcentagem a quantidade do mercado dominado por uma empresa. Divide-se o número total de unidades que a empresa vendeu pelo total de unidades vendidas no segmento em que a empresa atua.

4.2.1 MARKET SHARE ÓLEOS COMBUSTÍVEIS

Dentro do mercado nacional apenas Petrobrás, Shell, Ipiranga e Cosan, possuem relevância na atuação do mercado de óleo combustível, que é chamado de Mercado de Combustíveis Escuros, e engloba todos os tipos óleos combustíveis regulamentados pela ANP. Fora a Shell, as empresas possuem capital nacional e todas possuem marcas fortes no segmento de postos de serviço.



Figura 4.3: Logomarca das distribuidoras de combustíveis líquidos
Fonte: Sindicom 2010

O *Market Share* é apurado mensalmente em função da divulgação mensal da ANP dos volumes comercializados por estado, e consolidado anualmente em outro relatório. Analisando os dados referentes à comercialização no Brasil em 2009, pode se verificar que a Petrobrás detém a maior fatia deste mercado (77,3%), seguida por Shell (14,5%), Ipiranga (6,4%), Cosan (1,0%) e outras (0,8%). Esta discrepância se deve a maior abrangência territorial da BR, além de uma precificação agressiva.

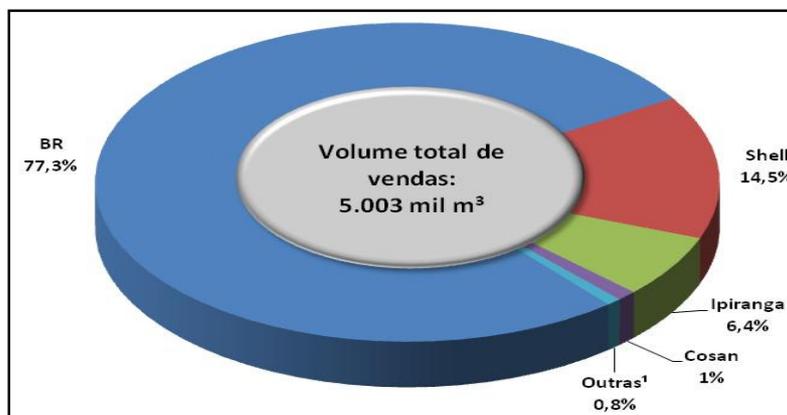


Figura 4.4: Participação das distribuidoras nas vendas de óleo combustível - 2009
Fonte: ANP 2010

4.3. COMPARATIVOS DE CUSTOS E EFICIÊNCIA

A escolha da fonte combustível é afetada por diversos fatores regionais, como oferta e preço. Porém a comparação de rendimento dos combustíveis é muito importante para quantificar seu uso, ou seja, qual volume será consumido para gerar certa quantidade de energia. Sendo o custo de cada produto muito difícil de ser apontado com exatidão, por variar de região para região e com o potencial de consumo de cada cliente.

Tabela 4.3: Densidades e Poderes Caloríficos - 2009

Fonte	Densidade (kg/m ³)	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/kg)
Gás Natural Úmido	-	10.454	9.930
Gás Liquefeito de Petróleo	550	11.750	11.100
Gás de Refinaria	780	8.800	8.400
Carvão Vapor 3100 Kcal/kg	-	3.100	2.950
Carvão Vapor 6000 Kcal/kg	-	6.000	5.700
Carvão Vapor sem Especificação	-	3.000	2.850
Carvão Vegetal	250	6.800	6.460
Lenha Comercial	390	3.300	3.100
Bagaço de Cana ¹	-	2.257	2.130
Óleo Combustível	1.000	10.085	9.590
Óleo Diesel	840	10.750	10.100
Gasolina Automotiva	740	1.220	10.400
Lixívia (licor negro)	-	3.030	2.860
Eletricidade ²	-	860	860

Fonte: Balanço Energético Nacional 2010

Porém, com dados nacionais (tabela 4.4 e 4.5) podemos separar de forma muito clara cada segmento de combustível, quando comparamos custo x eficiência em US\$/bep. Onde BEP significa Barril equivalente de petróleo e é uma unidade de medição de consumo de energia equivalente a $1,45 \times 10^9$ cal. Os combustíveis automotivos ficam em uma categoria acima de US\$/bep 200, enquanto o GLP e o diesel entre US\$/bep 100 e 200, já o gás natural (US\$/bep 66,5) e o óleo combustível (US\$/bep 69,5) estão muito próximos devendo ser avaliados em caráter mais regional e específico.

Tabela 4.4: Preços Correntes de Fontes de Energia (US\$)

Fonte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Unidade
Óleo Diesel	360,2	338,8	355,3	477,5	502,8	712,3	852,3	951,0	1098,4	1024,7	m ³
Óleo Combustível	217,5	192,2	182,2	234,8	260,4	351,8	415,7	447,8	527,4	469,1	t
Gasolina	827,7	705,7	591,9	681,9	711,7	957,2	1165,6	1256,5	1361,6	1255,2	m ³
Etanol Hidratado	540,1	435,8	354,1	443,4	414,3	566,7	768,7	872,4	924,8	827,8	m ³
GlP	804,0	592,6	636,8	739,0	788,3	943,2	1134,2	1294,0	1386,6	1388,2	t
Gás Natural	162,9	143,9	140,3	143,9	175,8	243,4	321,3	402,5	446,3	411,1	10 ³ m ³
Eletricidade Industrial	47,7	43,2	40,6	46,4	58,4	99,2	122,0	141,4	144,5	141,8	MWh
Carvão Vapor	28,4	24,1	22,9	24,7	33,2	40,8	46,8	56,6	59,7	55,0	t
Carvão Vegetal	12,2	13,6	17,5	16,7	22,1	34,1	43,7	51,3	66,6	58,9	m ³
Lenha Nativa	8,5	8,0	5,7	6,6	8,6	5,6	7,3	7,7	9,4	8,6	m ³
Dolar/venda (media ano)	1,83	2,35	2,93	3,04	2,93	2,43	2,18	1,95	1,84	1,99	BR/US\$

Fonte: Balanço energético nacional 2010

Tabela 4.5: Preços Correntes de Fontes de Energia (US\$/bep)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Óleo Diesel	58,9	55,4	58,1	78,1	82,2	116,5	139,4	155,5	179,6	167,5
Óleo Combustível	32,2	28,4	27	34,8	38,5	52,1	61,5	66,3	78,1	69,4
Gasolina	148,8	126,9	106,4	122,6	128	172,1	209,6	226	244,9	225,7
Etanol Hidratado	151	121,8	99	124	115,8	158,4	214,9	243,9	258,5	231,4
Glp	102,4	75,5	81,1	94,1	100,4	120,1	144,4	164,8	176,6	176,8
Gás Natural	26,4	23,3	22,7	23,3	28,4	39,4	52	65,1	72,2	66,5
Eletricidade Industrial	83	75,3	70,6	80,7	101,7	172,7	212,5	238,6	251,6	246,8
Carvão Vapor	9,8	8,3	7,9	8,5	11,4	14,1	16,1	19,5	20,6	19
Carvão Vegetal	10,7	12	15,4	14,7	19,5	30,1	38,4	45,2	58,7	51,9
Lenha Nativa	9,8	9,3	6,6	7,7	10	6,5	8,5	8,9	10,9	10

Fonte: Balanço energético nacional 2010

O cálculo de consumo equivalente por combustível versus gás natural pode ser feito nas páginas das distribuidoras de gás encanado, onde na Sulgás observa-se desconto por faixa de consumo, em que se fazendo uma simulação de consumo, verifica-se que no Estado do RS em Nov/2010, somente quem consome acima de 1.000 m³/dia de gás consegue um custo competitivo frente ao óleo combustível ao preço de R\$/ton 1,25.

A comparação de custo sem margem de lucro (fig.4.5) demonstra que as companhias de gás, mesmo possuindo produto de custo inferior, ainda estão em fase de custear a implantação da rede, forçando os preços para os consumidores de menor representatividade para investir na expansão.

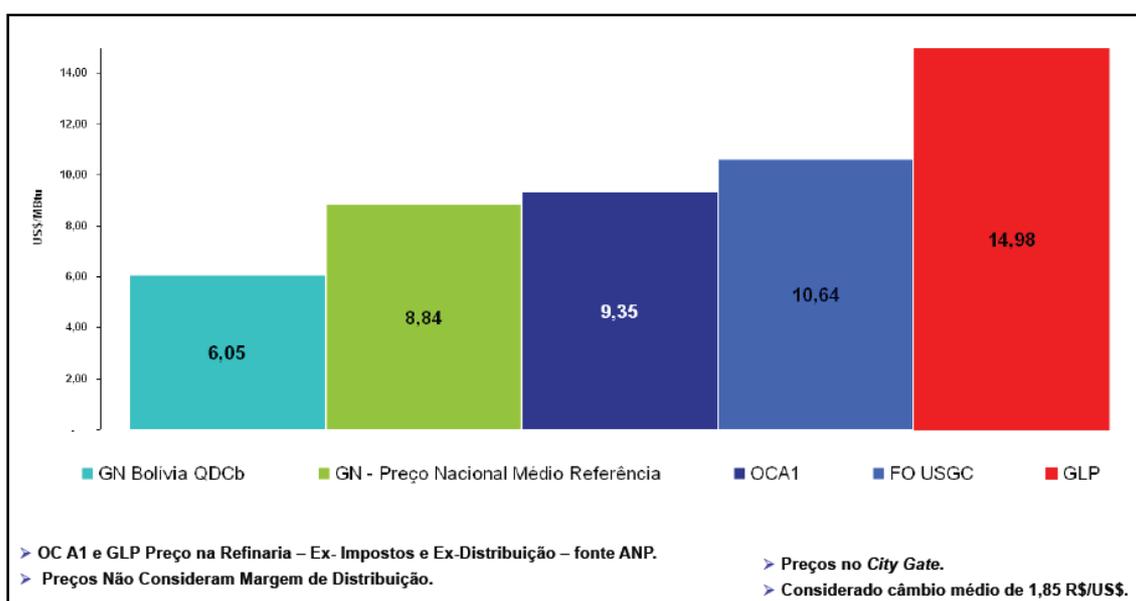


Figura 4.5: Comparativo custo energético (US\$/MBtu) por produto (Agosto - 2009)

Fonte: Gas Energy

O gás natural possui vantagens diretas, que podem ser associadas aos custos de produção, ou outras indiretas, como de possuir uma combustão completa e "limpa", isto é, emite baixas quantidades de agentes poluentes na natureza; Aumentar a vida útil dos equipamentos que o utilizam; Diminui os custos com a manutenção desses equipamentos; Reduzir o tempo de parada das máquinas para manutenção (o que garante continuidade da

produção); Não está sujeito a quedas de energia (que podem causar danos aos equipamentos, como acontece com a eletricidade); Não precisa ser estocado, diminuindo os custos com armazenamento; Permite o reaproveitamento das áreas que, antes, eram utilizadas para estocagem de combustível; Oferece menos riscos de combustão (com isso, reduz os custos com seguro); Evita despesas com frete rodoviário, pois seu transporte é feito através de dutos; Reduz o movimento de caminhões nas fábricas; Só é pago após a sua utilização; Não precisa ser aquecido.

É na indústria que o Gás Natural pode mostrar toda a sua versatilidade de combustível nobre e eficiente, de queima constante e limpa, ideal para produções de alto valor agregado como cerâmicas finas, vidros e metalurgia. Nos segmentos de vidro, cerâmico, alimento e bebida, por exemplo, a utilização do gás natural como combustível influencia significativamente a qualidade final dos produtos. Portanto estes fatores são determinantes no domínio do gás natural no mercado industrial, principalmente em grandes indústrias.

5. CONCLUSÕES

Com o objetivo de conhecer e apontar as principais fontes comerciais de combustíveis utilizados na indústria foi desenvolvido um trabalho fortemente calcado no petróleo, passando por seu processo de produção e distribuição.

Pode-se observar que o Petróleo em todo o século XX, e ainda hoje é a fonte principal para geração de combustíveis industriais. Mas o mercado mundial está estagnado com tendência a queda na produção e descobertas de poços. Porém o Brasil caminha na direção contrária, devido às jazidas recentemente descobertas, projetando crescimentos que colocarão o país entre os maiores produtores de petróleo do mundo.

Conhecendo as outras fontes de combustíveis se observam o histórico e as principais alternativas de fontes combustíveis, e devido ao invariável esgotamento do petróleo, gás natural, e outros minerais, as fontes alternativas que utilizam resíduos de processo e biocombustíveis serão as principais fontes para desenvolvimento futuro.

Os óleos combustíveis, ainda hoje são os principais energéticos utilizados em processos térmicos industriais, mas tem perdido espaço considerável no mercado frente às vantagens da utilização do gás natural e dos diversos gases e resíduos de processos industriais. O setor industrial permanecerá como principal consumidor do gás natural, em processo continuado de substituição do óleo combustível.

Aumento da oferta de Gás Natural nacional pode ser facilmente observado e justificado, nos últimos dez anos, com forte adesão das indústrias do sudeste do país. Já as projeções de mercado futuro apontam para um aumento de 150%, na produção e oferta de Gás Natural no mercado nacional, onde dependerá dos interesses governamentais e se sua utilização será energética, industrial ou automotiva.

Já avaliando as empresas de distribuição, se observa a necessidade de uma maior concorrência, pois devido a poucas empresas participarem da distribuição de líquidos e um única distribuindo gás em cada estado, temos baixa concorrência e precificação visando maior lucro destas. Incluindo o custeio da instalação da rede de gás que acaba embutida no preço final.

Portando a escolha da fonte combustível deve ser criteriosa, levando em conta diversos aspectos, como preço, estabilidade, oferta, qualidade, entre outros. Mas devido ao histórico recente, causado pela renegociação dos contratos do gás e seu forte aumento, as principais indústrias consumidora de fontes energéticas (ABRACE), apontam que o ponto decisivo na escolha é a estabilidade de oferta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEAGAS, Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado, 2010. <<http://www.abegas.org.br>>

ABRACE, Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres, 2010. Disponível em: <www.abrace.org.br>.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2010. Disponível em: <<http://ben.epe.gov.br>>

BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel 2010. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>

CAMPOS, C. W. M., 1982, A extração de petróleo no Brasil, 2º Congresso brasileiro de Petróleo, Rio de Janeiro.

CEEE, Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica, 2010. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br>>

IBP, INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO 2010. Disponível em: <<http://www.ibp.org.br>>

PETROBRÁS, 2010. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br>>

SINDICOM, Sindicato das distribuidoras de combustíveis, 2010. Disponível em: <<http://www.sindicom.com.br>>

SOARES, A.C., LEAL, J.E., AZEVEDO. I.R. Diagnóstico da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil e sua representação em um SIG. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto. Anais...Ouro Preto: ABEPRO 2003.

THOMAS, J. E., 2001, Fundamentos de engenharia do petróleo, Rio de Janeiro, Interciência, Petrobrás.