



Migração das Empresas de petróleo para a área de energia

Flávia Catão Coelho

Monografia em Engenharia Química

Orientadores:

Prof.^a Suzana Borschiver - D.Sc (EQ/UFRJ)

Prof. Mario Sergio O. Castro (EQ/UFRJ)

Novembro de 2008

MIGRAÇÃO DAS EMPRESAS DE PETRÓLEO PARA A ÁREA DE ENERGIA

Flávia Catão Coelho

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química , como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Maria Letícia Murta Valle – D.Sc

Maria Antonieta P.Gimenes Couto – D.Sc

Selma Gomes Ferreira Leite - D.Sc

Orientado por:

Suzana Borschiver ,D.Sc .(EQ/UFRJ)

Mario Sergio O. Castro –Engenheiro (EQ/UFRJ)

Rio de Janeiro,RJ – Brasil
Novembro 2008

Ficha Catalográfica :

Catão, Flávia.

Migração das empresas de petróleo para a área de energia / Flávia Catão . Rio de Janeiro:UFRJ/EQ,2008.

Xii,86 p. ; il

(Monografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química ,2008.

Orientadores: Suzana Borschiver e Mario Sergio O. Castro .

1.Petróleo. 2.Energia. 3.Biocombustíveis. 4.Monografia.(Graduação –UFRJ/EQ). 5.

Suzana Borschiver Mario Sergio O. Castro. I. Migração das empresas de petróleo para a área de energia.

Dedicatória

Ao meu avô ,Benjamim , exemplo de dedicação ,amor e carinho.

Aos meus queridos pais por todo o apoio nas horas difíceis.

“Oração de São Francisco de Assis

**Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.
Onde houver ódio, que eu leve o amor;
Onde houver ofensa, que eu leve o perdão;
Onde houver discórdia, que eu leve a união;
Onde houver dúvida, que eu leve a fé;
Onde houver erro, que eu leve a verdade;
Onde houver desespero, que eu leve a esperança;
Onde houver tristeza, que eu leve a alegria;
Onde houver trevas, que eu leve a luz.
Ó Mestre, Fazei que eu procure mais
Consolar, que ser consolado;
compreender, que ser compreendido;
amar, que ser amado.
Pois, é dando que se recebe,
é perdoando que se é perdoado,
e é morrendo que se vive para a vida eterna”.**

Agradecimentos

Enfim chegou o momento de agradecer a todos que fazem ou fizeram parte da minha vida ,compartilhando tantos momentos difíceis, nesse ano de 2008.

Em primeiro lugar agradeço a Deus que aumentou a minha fé e não me deixou desistir nos momentos de angústias e ainda me presenteou com tantas vitórias.

Agradeço aos meus Orientadores, Suzana e Mário Sérgio, por toda ajuda, dedicação e paciência. Pelos comentários e correções que tornaram tudo mais claro.

Ao meu avô José Benjamim (in memoriam) pelo apoio e força e por nunca deixar que eu esmorecesse na minha caminhada.

A minha queridíssima mãe, que me acompanha dia a dia com amor, dedicação e carinho e que sempre está ao meu lado me confortando nas horas ruins e vibrando pelas minhas conquistas.

Ao meu pai, que procura estar sempre presente na minha vida de todas as formas, e sempre torce para que eu atinja cada vez mais vitórias.

Por fim , agradeço a todos os meus amigos que, de uma maneira ou de outra , contribuíram para mais uma vitória nesta etapa da minha vida

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

MIGRAÇÃO DAS EMPRESAS DE PETRÓLEO PARA A ÁREA DE ENERGIA

Flávia Catão Coelho

Novembro de 2008

Orientador : Prof.^a Suzana Borschiver - D.Sc (EQ/UFRJ)

Co-orientador: Mario Sergio O. Castro –Engenheiro (EQ/UFRJ)

Resumo:

O petróleo é a principal fonte de energia mundial e, no início do século XX, o mercado petrolífero começou a crescer, transformando a paisagem contemporânea e o modo de vida moderno. Seus subprodutos passam a ser fundamentais para a agricultura, como fertilizantes, para a indústria química, de plásticos e tantas outras mais, tornando-o indispensável para os novos tempos. A chamada "Era do Petróleo" levanta o questionamento acerca da durabilidade de suas reservas. Primeiramente, há a possibilidade cada vez mais presente de as fontes naturais se esgotarem brevemente. Um outro aspecto relaciona-se ao uso indiscriminado e desregrado do petróleo, ocasionando gravíssimos problemas ambientais, com uma poluição crescente que ameaça toda a humanidade. Por fim, a iminente ameaça de uma crise energética (com sinais semelhantes aos dos choques de 1973 e 1979) poderá ocasionar instabilidades na produção doméstica, bem como o aumento da dependência das importações; isto aumenta o nível de incerteza com respeito ao comportamento do mercado, o que provoca a oscilação de preços do petróleo no âmbito internacional. Atualmente tem-se buscado formas de energia alternativas, que sejam economicamente eficientes e ambientalmente seguras. Por outro lado podem-se verificar movimentos das empresas de petróleo visando novos caminhos que possam torná-las também empresas de energia incorporando novos produtos ou apenas sinalizando o seu interesse neste setor. A migração para biocombustíveis, por exemplo, dentre outras energias renováveis, apresenta-se como uma solução oportuna e que procura atender aos requisitos expostos. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de apresentar e discutir as razões da transformação das empresas de petróleo em um tipo de empresa voltada para a área de energias renováveis alternativas, sustentando uma produção mais limpa e potencialmente mais econômica. Para tanto, apresenta-se um estudo de caso voltado para as principais empresas que se encontram engajadas nesta mobilidade estratégica, em nível mundial.

Sumário

Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 - Desenvolvimento da Indústria Petrolífera Mundial	
2.1 Introdução	3
2.2 Características básicas do petróleo	3
2.3 Evolução histórica da indústria petrolífera mundial	6
2.3.1 Os choques petrolíferos de 1973 e 1979 e o contra-choque dos preços do petróleo de 1986	9
2.3.2 O enfraquecimento da OPEP	12
Capítulo 3 - A Substituição do Petróleo e algumas fontes alternativas de energia	
3.1 Introdução	14
3.2 Matriz Energética	14
3.3 O Setor de Energia Renovável	20
3.4 Forças Impulsionadoras de Mercado	22
3.5 O setor de biomassa	24
3.6 Energias alternativas	26
3.6.1 Etanol	26
3.6.2 Etanol de milho	27
3.6.2.1 Problemas atuais	28
3.6.3 Etanol da cana de açúcar	29
3.6.4 Milho X Cana-de-açúcar	32
3.6.5 Etanol de hidrólise de ligno-celulósicos	33

3.6.5.1 Custos (futuros) do etanol de hidrólise de ligno-celulósicos	34
3.6.6 Mercados para o etanol: Brasil e exterior	36
3.6.7 Carvão	37
3.6.8 Biodiesel	37
3.6.8.1 Culturas para Produção de Biodiesel Convencional	38
3.6.9 Célula a combustível	41
3.6.10 Energia Eólica	42
3.6.11 Energia Solar	42
3.6.12 Areias asfálticas e petróleo ultra pesado	43
3.6.13 Xisto betuminoso	43
3.6.14 Hidratos de metano	43
3.6.15 Gás natural	44
3.6.16 Energia nuclear	47
3.6.17 Energia hidrelétrica	48
3.7 Investimentos em energias renováveis	49
3.8 Benefícios globais	49
3.9 Perspectivas	50
Capítulo 4 - Investimento em novas formas de energia	50
4.1 Introdução	51
4.2 Novas áreas de atuação das empresas de petróleo	51
4.3 Estudo de caso	53
4.4 Análise de dados no SciFinder	56

4.4.1	Shell	56
4.4.2	Bp-British Petroleum	59
4.4.3	Chevron	66
4.4.4	Exxon Móbil	72
4.4.5	Petrobras	73
4.4.6	Saudi Aramco	77
4.4.7	Petrochina	78
Capítulo 5 - Considerações finais e conclusões		79
Referências Bibliográficas		82
Anexo 1		88

LISTA DE FIGURAS

Figura1: Cadeia produtiva do petróleo

Figura 2 : Evolução do consumo mundial de petróleo por setor de 1973 a 2005

Figura 3: Reservas provadas de petróleo no Oriente Médio

Figura 4: Reservas provadas de petróleo por Regiões geográficas (exceto Oriente Médio).

Figura 5 : Evolução do preço do petróleo tipo Árabe Leve – médias anuais (1945-1986)

Figura 6: Matriz energética brasileira

Figura7 : Índice de preços internacionais de commodities:petróleo e derivados

Figura8: Preço por barril de petróleo bruto WTI (Fob).

Figura 9: Perspectiva histórica das principais negociações sobre clima

Figura 10: Queda nos custos de energia renovável

Figura11: Evolução da produção total de energia de1971 a 2005.

Figura 12 : Estrutura Hierárquica dos diferentes processos para produção de energia a partir de biomassa.

Figura13: Fluxograma simplificado para obtenção de etanol a partir do milho

Figura 14: Produção de etanol a partir da cana de açúcar

Figura 15: Panorama do setor sucroalcooleiro

Figura16: Processo de obtenção do biodiesel

Figura 17: Preço médio do gás natural no Brasil.

Figura 18 : Consumo de gás natural

Figura19: Diagrama de um reator de uma usina nuclear.

Figura 20: Depósitos de patentes das empresas por País

Figura 21: Busca por nome da revista científica dentre as referências encontradas para a companhia BP

Figura 22 : Busca por tipo de documento das referências encontradas para a companhia Chevron

Figura 23: Busca por “journal name” das referências encontradas para a companhia Chevron

Figura 24 : Investimentos da Exxon Mobil de 2002 a 2006

Figura 25 : Busca por “journal name” das referências encontradas para a companhia Petrobras

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Derivados do petróleo e seus usos

Tabela2: Evolução Histórica do Preço do Petróleo.

Tabela 3: Composição da matriz energética em 2006

Tabela4: Fontes de Energia Alternativas ao petróleo.

Tabela 5: Fontes convencionais de energia e possíveis alternativas de substituição

Tabela 6: Produção de Milho, Principais Países, 2001 a 2007

Tabela 7. Comparação entre a produção de etanol de milho nos Estados Unidos e de cana-de-açúcar no Brasil.

Tabela 8: Especificações de alguns óleos vegetais e do óleo diesel.

Tabela 9: Principais companhias de petróleo e suas áreas de atuação

Tabela10: Recursos e reservas energéticas brasileiras

Tabela11: Relações de preços entre fontes de energia

Capítulo1

INTRODUÇÃO

O petróleo é a principal fonte de energia mundial e no início do século XX o mercado petrolífero começou a crescer transformando a paisagem contemporânea e o modo de vida moderno. Seus subprodutos passam a ser fundamentais para a agricultura, como fertilizantes, para a indústria química, de plásticos e tantas outras mais, tornando-o indispensável para os novos tempos.

A Primeira Guerra Mundial veio demonstrar que o petróleo era imprescindível e estratégico para todas as nações que buscavam o progresso e em todo Oriente Médio, as empresas européias intensificaram as pesquisas buscando determinar o potencial exploratório do local. Elas comprovaram que 70% das reservas mundiais de petróleo estavam no Oriente Médio e provocaram uma reviravolta na exploração do produto. E foi nesse contexto de domínio das reservas que aconteceram as três grandes crises do petróleo.

O petróleo continua a ser a principal fonte energética mundial mas alguns fatos levam-nos a questionar sua durabilidade. O primeiro deles diz respeito a possibilidade cada vez mais presente das fontes naturais se esgotarem brevemente. O segundo se relaciona com o uso indiscriminado e desregrado do petróleo, ocasionando gravíssimos problemas ambientais, com uma poluição crescente que ameaça toda a humanidade .O terceiro fundamenta uma ameaça de crise energética (com sinais semelhantes ao dos choques de 1973 e 1979) que pode vir a ser ocasionada por diversos fatores como à produção doméstica e a dependência nas importações o que aumenta o nível de incerteza a respeito do comportamento do mercado que provoca a oscilação de preços do petróleo no âmbito internacional.

Uma grande variedade de alternativas tecnológicas tem surgido para o setor de energia, como forma de enfrentar os desafios existentes de forma economicamente eficiente e ambientalmente segura, buscando a diversificação das possibilidades de suprimento de petróleo e a ampliação da participação de fontes renováveis. (Adduci ,2008)

Alternativas tecnológicas como biocombustíveis, energia eólica e solar dentre outras ,por atender todos estes requisitos, talvez sejam a solução.

Essa monografia tem como objetivo apresentar como as empresas de petróleo estão migrando para novas formas de energia que surgem como uma alternativa mais limpa e talvez mais econômica.

Para atingir tal objetivo, a monografia está estruturada da seguinte forma: o capítulo 2, dividido em duas seções, faz uma abordagem básica sobre as características do petróleo, a história recente do mercado de petróleo, destacando os

eventos que causaram uma elevada volatilidade de preços, como os choques de oferta da década de 70.

No capítulo 3, descreve-se a como a matriz energética brasileira está se transformando devido a mudança de atitude das empresas que buscam novas formas alternativas de energias em substituição ao petróleo. Enfatiza-se também a preocupação com os elevados preços do petróleo e também a necessidade de energias que possam se adequar as exigências do Protocolo de Quioto. Apresentam-se também as formas de energia empregadas mundialmente e suas perspectivas futuras .

No capítulo 4, expõe-se um estudo de caso baseado nas maiores empresas de petróleo visando mapeá-las acerca de todas as referências que forem encontradas relacionando-as com tendências a respeito de produtos renováveis desenvolvidos por elas demonstrando o empenho de cada uma na procura por fontes alternativas. Esta pesquisa é feita com o auxílio do banco de dados disponível chamado SciFinder e paralelamente a este, uma nova pesquisa é utilizada ,apresentando algumas patentes existentes para as mesmas empresas visando auxiliar o estudo, através do banco de dados USPTO .

Por fim ,no capítulo 5 ,as considerações finais e conclusões obtidas a partir do estudo realizado.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA MUNDIAL

2.1 Introdução

O petróleo sempre esteve presente na vida do homem desde tempos mais remotos e até hoje é um elemento de grande importância econômica. Para entendermos o seu desenvolvimento e também os motivos da busca de novas fontes mais limpas e baratas necessita-se conhecer um pouco do histórico deste setor. Neste capítulo vamos descrever um pouco da cadeia petrolífera e também enfatizar os problemas e crises enfrentados pelas empresas de petróleo ao longo dos anos .

2.2 Características básicas do petróleo

O petróleo, descoberto no início do século XX , é uma das fontes de energia não renováveis mais abundante e sua distribuição se dá de forma desigual no mundo dependendo das condições geofísicas e geológicas das regiões que facilitam sua exploração e condições de acesso;por isso, existe uma estrutura de custo diferenciada entre uma região e outra.

Também chamado de “ouro negro”, o petróleo tornou-se um dos elementos mais importantes da economia mundial e além do uso como combustível vários outros derivados colocam o petróleo como base da economia de alguns países o que provoca a cobiça e é um sinal claro da riqueza de quem é detentor das jazidas (Martini, 2006).

As diversas atividades ao longo da cadeia do petróleo, bem como os derivados do petróleo e seus usos, estão representadas na Figura1 e Tabela 1 descritas a seguir.

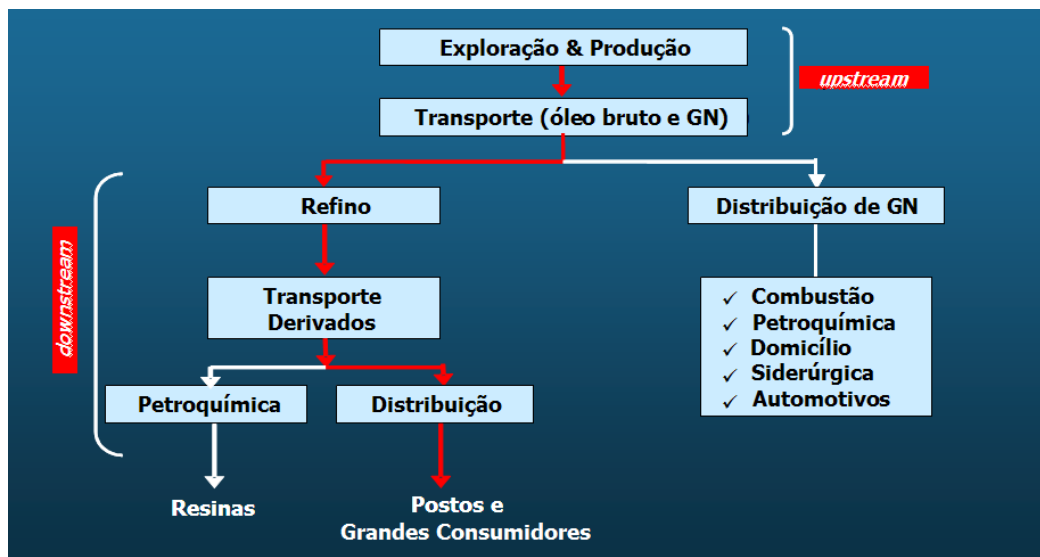


Figura1: Cadeia produtiva do petróleo.

Fonte: Martini, 2006

Tabela1: Derivados do petróleo e seus usos

	DERIVADO	PRINCIPAL USO
COMBUSTÍVEIS	Gasolina Óleo Diesel Óleo Combustível GLP Querosene de Aviação Querosene Iluminante	combustível automotivo combustível automotivo, agricultura industrial, naval, geração eletricidade cocção combustível aeronáutico iluminação
INSUMOS PETROQUÍMICOS	Parafina Nafta	velas, indústria alimentícia matéria-prima da petroquímica
OUTROS	Óleos Lubrificantes Asfalto	lubrificação de máquinas e motores pavimentação

Fonte: Martini, 2006

Descrevendo a cadeia produtiva observada na Figura 1 percebe-se que a atividade de exploração resume-se a prospecção e delimitação das jazidas de petróleo alcançando, com esse mapeamento, a probabilidade da ocorrência de rochas reservatórios (Martini, 2006).

A atividade de exploração necessita de muito capital devido ao alto custo das pesquisas e da grande especialização técnica requerida. Envolve também altos

riscos para os investidores pelas chances da área geográfica escolhida para estudo não ser adequada à exploração.

A etapa de produção segue a decisão de aproveitamento da jazida sendo assim definido o número de poços necessários no campo e iniciada a perfuração para extração de petróleo do subsolo em escala comercial.

No Brasil, os investimentos no setor de exploração e produção de petróleo trouxeram para uma posição de destaque no cenário mundial a PETROBRAS que tornou-se detentora de tecnologia de ponta neste setor da indústria (Martini,2006).

O petróleo passa por um processo de refino para a obtenção de derivados, ou seja, os hidrocarbonetos que formam o petróleo são separados dando origem a produtos distintos com as mais diversas aplicações como: combustíveis, lubrificantes, plásticos, fertilizantes medicamentos, tintas, tecidos, etc. Essa diversidade de aplicações aumentou o consumo deste produto no mundo como podemos observar na Figura 2 a seguir, segundo dados da Agência Internacional de Energia(IEA, sigla em inglês). Podemos notar que o setor de transporte foi o que apresentou o maior consumo e é por isso que torna-se, cada vez mais necessário o investimento em biocombustíveis como uma alternativa renovável ao diesel e a gasolina .

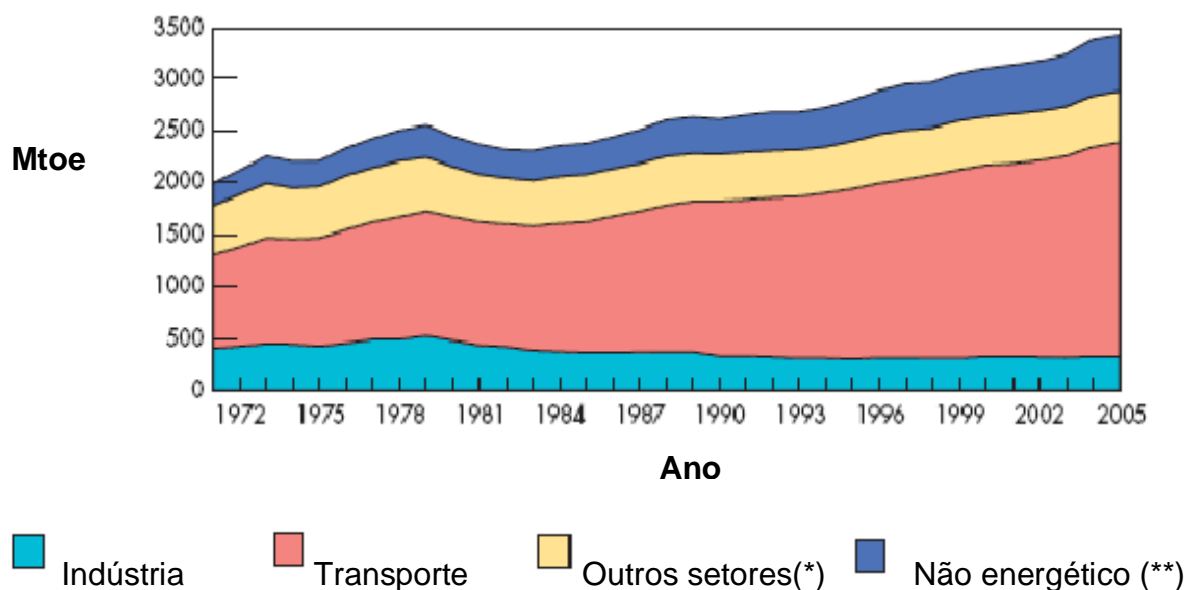


Figura 2 : Evolução do consumo mundial de petróleo por setor de 1971 a 2005 (Mtoe)¹.

Fonte: IEA, 2007

¹ Mtoe: Milhões de toneladas equivalentes de petróleo

(*)Outros setores: Agricultura, Comercial, Residencial, Serviços Públicos

(**)Setor não energético: Solventes ,lubrificantes, betume, parafinas,etc.

O refino ,por sua vez, é uma atividade que envolve o uso intensivo de capital ,exige elevada economia de escala e apresenta riscos menores que as atividades de exploração e produção. Podemos destacar as técnicas de destilação, craqueamento térmico e craqueamento catalítico como as mais usadas neste processo.

A distribuição tem como objetivo disponibilizar os produtos finais(gás natural,gás residual,GLP,gasolina,nafta, querosene etc) aos consumidores, logo apresenta um menor uso de capital e apresenta os mesmos riscos de qualquer atividade econômica (Martini,2006).

2. 3 Evolução histórica da indústria petrolífera mundial

A participação do petróleo na vida do homem vem desde os tempos bíblicos destacando a utilização do mesmo pelos egípcios na pavimentação de estradas, para embalsamar os mortos, na construção de pirâmides e pelos índios das Américas que o usavam para decorar e impermeabilizar as cerâmicas.

O início da exploração comercial do petróleo deu-se em 1859, nos Estados Unidos, após a descoberta de um poço de petróleo na Pensilvânia com uma produção de 2 m³/dia de óleo .Ainda na década de 50 descobriu-se o método de destilação do petróleo e que os produtos desta destilação substituíam , com grande lucro o querosene obtido do carvão e o óleo de baleia utilizados na iluminação (EIA ,2003.)

O desenvolvimento de motores a gasolina e a diesel motivou o aprimoramento do “refino” do petróleo o que adicionou lucros a estes derivados.

O setor energético conhecia uma fase de grande desenvolvimento e, além do petróleo, a eletricidade e o gás natural surgiram e criaram condições para inovações técnicas profundas.

No início do século XX, o mercado petrolífero começou a crescer e o petróleo tornou-se um dos mais importantes elementos da economia mundial. Surgiram as primeiras perfurações no mar e foi descoberto petróleo em grande quantidade no Oriente Médio, um fato determinante na evolução do preço do petróleo e da vida política mundial nas décadas seguintes (EIA, 2003).

As reservas petrolíferas mundiais encontram-se em bacias sedimentares concentradas em algumas regiões. Dentre essas regiões algumas são privilegiadas por armazenarem maiores reservas em volume e, principalmente, em melhores condições geológicas e geofísicas de exploração e produção. Este é o caso do Oriente Médio que concentra, atualmente, 61,9% das reservas provadas totais de petróleo. Desse total, a Arábia Saudita concentra 22% das reservas mundiais de petróleo (Souza, 2006).

Nas Figuras 3 e 4 destaca-se a importância do Oriente Médio, até os dias de hoje, com suas reservas crescentes de petróleo frente à outras áreas geográficas segundo dados do IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo).

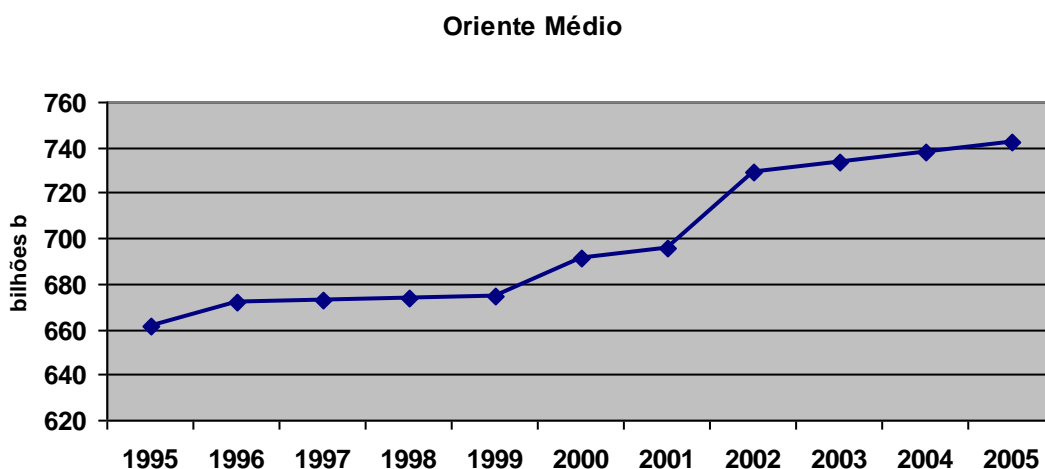


Figura 3: Reservas provadas de petróleo no Oriente Médio.

Fonte : IBP 2006

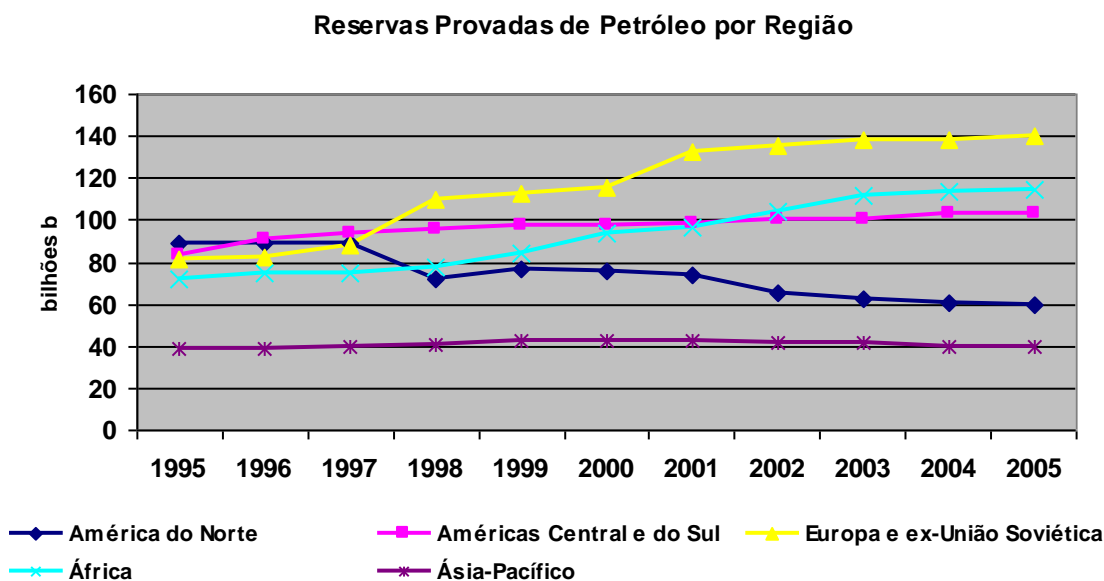


Figura 4: Reservas provadas de petróleo por regiões geográficas(exceto Oriente Médio).

Fonte : IBP 2006.

Nota-se que, para o mesmo período (1995-2005), enquanto a Europa e ex-União Soviética alcançaram 140 bilhões de barris, o Oriente Médio fechou 2005 com 740 bilhões de barris provando ser o detentor das maiores reservas de petróleo do mundo.

A Primeira Guerra Mundial demonstrou o quanto o petróleo era importante e estratégico para nações que pretendem alcançar o progresso. Empresas européias descobriram, após algumas pesquisas, que 70% das reservas mundiais localizavam-se no Oriente Médio. Assim, os países europeus, interessados no petróleo e na posição estratégica da região, passaram a dominar a área. Houve, então, uma partilha dos países do Oriente Médio entre França e Inglaterra, que passaram a dominar as empresas de exploração de petróleo. Para citar um exemplo, em 1926, a Irak Petroleum Company foi repartida entre Inglaterra, que detinha 52,5% das ações; França, com 21,25% e EUA, com 21,25%; restando ao Iraque somente 5%. Cerca de 90% da produção mundial passou para o controle de um cartel constituído por uma oligarquia de sete companhias petroleiras internacionais, conhecidas como as "Sete Irmãs", das quais cinco eram norte-americanas. São elas: Standard Oil of New Jersey, agora conhecida por Exxon; Standard Oil of California, agora Chevron; Gulf, agora parte da Chevron; Mobil e Texaco; uma britânica, British Petroleum e uma anglo-holandesa (Royal Dutch-Shell). Após a Primeira Grande Guerra Mundial, as "sete" formaram "joint ventures" para a exploração de campos petrolíferos estrangeiros (Sarges, 2002).

No final da Segunda Guerra Mundial, tendo o petróleo se tornado a principal fonte de energia primária no mundo, os países produtores do Oriente Médio perceberam que estavam tendo prejuízos adotando o sistema de concessão para a exploração de suas reservas e, influenciados pela onda de nacionalização, começaram a alteração de toda estrutura de suas jazidas principalmente com a estatização das companhias que estavam em seus territórios (Mendes, 2004).

Este processo culminou com a criação da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) em 1960, que tinha o objetivo, entre outras coisas, de estabilizar e estabelecer o preço internacional do petróleo e, desta forma, ter maior controle sobre a renda petrolífera gerada por suas jazidas (Mendes, 2004). Hoje a organização possui treze países membros e são eles a Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Irã, Iraque, Kuwait, Qatar, Venezuela, Equador, Angola, Argélia, Líbia e Nigéria (OPEP, 2008).

O processo de nacionalização iniciado na década de 50, e que se estendeu até a década de 70, pode ser considerado como o ponto principal no processo de reestruturação e realinhamento de forças pelo qual passou a indústria petrolífera mundial. Isto se deve aos efeitos sobre a distribuição da renda petrolífera e sobre a estrutura do mercado, que foram estabelecidos após esta mudança institucional da indústria. Neste contexto de domínios de reservas, aconteceram as três grandes crises do petróleo (Pinto Júnior e Fernandes, 1998).

2.3.1 Os choques petrolíferos de 1973 e 1979 e o contra-choque dos preços do petróleo de 1986 .

A partir da década de 70, a OPEP passou a ser detentora do mercado determinando os preços de referência do petróleo. Isto se deu por diversos fatores dentre eles: a estrutura de oferta e demanda do petróleo, as inovações tecnológicas, o desenvolvimento de estudos geológicos, as relações político-econômicas, entre outros.

Além desta região, que engloba a OPEP, ser a responsável pela maior percentagem da produção mundial, o petróleo nela produzido também apresentava uma qualidade superior do que outras áreas, o que agregava valor ao seu preço (Nunes, 2000).

Os países pertencentes a OPEP formaram um cartel que controlava a demanda e a oferta de petróleo a fim de modificar os preços oscilando—os de acordo com seus interesses. A esse cartel atribuiu-se a culpa pelos choques petrolíferos de 1973 e 1979.

Em outubro de 1973, dá-se o primeiro choque petrolífero quando o mundo vivia uma época de crescimento industrial e as máquinas eram completamente dependentes do petróleo para funcionar. Aproveitando-se dessa situação, os árabes, maiores produtores, declararam um embargo ao ocidente em torno de 25% sobre a extração do petróleo (Mendes, 2004).

Após o corte do suprimento aos Estados Unidos, como resposta ao auxílio destes a Israel na Guerra entre árabes e israelenses (conhecida como Guerra do Yom Kippur), em 1973, os preços quadruplicaram, passando de aproximadamente US\$3/barril para quase US\$ 12/barril (Mendes, 2004).

Os Estados Unidos tentaram amenizar a situação controlando os preços do petróleo produzido internamente, mas os efeitos não foram os desejados e o preço disparou , o crescimento econômico diminuiu drasticamente e a inflação subiu rápido.

O choque petrolífero obrigou aos Estados Unidos a tomarem medidas como, o incentivo à criação de energias alternativas e a criação de uma reserva estratégica de petróleo nacional no Louisiana, porém os preços continuaram elevados.

Em 1978 no Irã, um dos principais países exportadores da OPEP, explode uma guerra civil decorrente de problemas políticos internos o que levou ,em 1979, a cessar as exportações deste país o que provocou uma subida do preço do petróleo em 150%. Os preços, desta vez, aumentaram gradualmente e passaram de aproximadamente US\$ 13/barril para US\$ 34/barril, desencadeando mudanças intensas na estrutura do mercado petrolífero internacional. Os árabes mais uma vez reduziram sua produção e fizeram com que o preço subisse violentamente, saltando para a casa dos US\$ 40,00. Na Tabela 2 pode-se acompanhar a evolução do preço do petróleo até então, destacando no segundo choque ,um crescimento de 60% no preço do barril.

Tabela 2: Evolução Histórica do Preço do Petróleo

Evolução histórica do preço spot do petróleo Brent (europeu) entre 1970 e 2004	
(Actualizado a preços correntes de 2004, em dólares por barril)	
Nota: Preços do Brent são mais baixos do que os norte-americanos	
Fase 1	
4º trimestre de 1973	2,50 dólares
Outubro 1973	Guerra do Yon Kippur e Embargo
	<u>1º choque petrolífero</u>
2º trimestre de 1974	13 dólares (equivale a 40 dólares actuais)
Crescimento de 354%	
Fase 2	
	<u>2º choque petrolífero</u>
Outubro 1978	Revolução no Irão, Queda do Xá
Setembro de 1980	Guerra Irão-Iraque
1º trimestre de 1982	Cerca de 40 dólares (equivale a 70 dólares actuais)
Crescimento de 60%	

Fonte: Barsky e Kilian, 2004

Para sair dessa dependência do mundo árabe, os países importadores passaram a desenvolver formas alternativas de combustíveis como o álcool e a energia nuclear e adotar também o carvão mineral. A exploração de jazidas de petróleo também se intensificou em muitos países e o temor da escassez física e de preços veio a confirmar as expectativas trazidas com o choque.

Em seqüência à guerra civil do Irã, este país entrou em guerra contra o Iraque em setembro de 1980, agravando ainda mais a situação do mercado petrolífero, pois o Iraque também é um grande produtor e porque a produção de ambos foi drasticamente reduzida durante esta guerra (Mendes, 2004).

Já no início de 1981, com o preço do petróleo em máximo histórico, a 53 dólares, o governo dos Estados Unidos decidiu remover os controles de preço da indústria petrolífera e deixar os preços entregues ao mercado. Depois de uma década a subir os preços do petróleo iniciaram uma trajetória descendente até 1986 (EIA, 2003).

Como resposta ao aumento dos preços, os países consumidores mudaram em muitos aspectos suas estratégias de atuação, pois os choques forçaram uma reestruturação das condições de base da indústria petrolífera e uma melhoria da eficiência no uso do petróleo, visando à redução da dependência em relação a este produto e aos países do Oriente Médio. A queda brutal dos preços em 1986, ou o contrachoque, foi um dos resultados desta reestruturação (Nunes, 2000).

Essa reestruturação baseia-se em soluções de política energética desenvolvidas pelos países consumidores, somadas à política de cotas de produção

determinada pela OPEP para cada um de seus membros, viabilizando a estabilização dos preços do petróleo durante algum tempo (Nunes, 2000).

A evolução do preço do petróleo nesta época pode ser notada através da Figura 5 segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês).

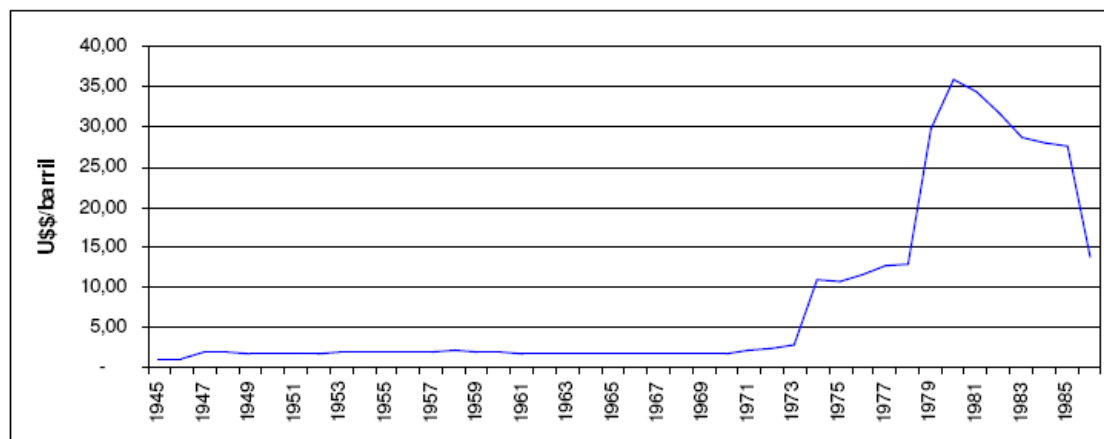


Figura 5: Evolução do preço do petróleo tipo Árabe Leve – médias anuais (1945-1986).

Fonte: IEA, 2000.

Nos anos seguintes o preço manteve-se estável porém em 1990, a invasão do Kuwait pelo Iraque aumentou subitamente o preço; entretanto isto durou pouco tempo.

A Guerra do Golfo em 1991, quando o Iraque invadiu e anexou o Kuwait, gerou um forte conflito motivado pelo baixo preço do petróleo no mercado mundial no início da década de 90, além de acabar com uma dívida externa de US\$ 80 bilhões que o Iraque adquiriu. Foi então que Saddam Hussein bombardeou os poços de petróleo kuwaitianos antes da retirada, acusando o país (Kuwait) de causar baixa no preço do petróleo, vendendo mais que a cota estabelecida pela OPEP. Toda essa história gerou uma grande especulação que fez com que os preços oscilassem, intensamente (Valor Econômico-2002).

Entre os anos 80 e 90 os avanços tecnológicos reduziram os custos de exploração e produção e em 1996 as reservas mundiais provadas de petróleo eram 60% maiores que em 1980. No mesmo período os custos médios de produção e prospecção caíram 60% fazendo o petróleo se impor como fonte de energia.

Conclui-se que os motivos que levaram a ocorrência dos choques não foram apenas as expectativas de aumento de preços, escassez de petróleo e as decisões individualistas tomadas pela OPEP. Muitos fatores, na sua grande maioria questões geopolíticas, influenciaram estes acontecimentos e confirmam a importância na determinação das relações e das estruturas na indústria petrolífera mundial.

2.3.2 O Enfraquecimento da OPEP

Após os choques do petróleo podemos destacar a redução da capacidade da OPEP de impor preços ao mercado internacional e a recuperação das companhias internacionais através de novas tecnologias, redução dos custos e expansão da fronteira exploratória para novas áreas, sobretudo offshore.

Os altos preços do petróleo no mercado internacional, durante a década de 70, estimularam a busca por novas áreas exploratórias, além de viabilizarem a exploração de campos com custos mais elevados do que as reservas da OPEP. O processo de inovações tecnológicas e estratégias de substituição e conservação de energia, tendo como objetivo principal a redução da dependência pelo petróleo produzido pelos países da OPEP, também tornou viável a produção em larga escala em áreas não dominadas por esta organização (Nunes, 2000).

É importante salientar que após os choques petrolíferos, combinaram-se duas novas tendências: a resposta ativa de política energética dos países importadores e o aumento da produção dos países que não pertencem a OPEP.

Essas tendências configuraram uma importante mudança, com a transformação das condições de base desta indústria que saíram de um contexto de oferta limitada e concentrada em um número restrito de países e demanda crescente para um contexto de oferta excedente e demanda estabilizada (Pinto Júnior e Fernandes, 1998).

Então, dentre as razões que podem ser identificadas para o enfraquecimento da OPEP destaca-se em primeiro lugar sua perda de controle sobre o mercado petrolífero. Esta perda pode ser representada pela redução da quota de mercado, resultante da união do acréscimo da oferta de petróleo por parte de outros produtores e da contração da demanda mundial, motivada pelas políticas de substituição e conservação de energia. Em segundo lugar, a dificuldade dos seus países membros manterem uma interação, ou seja, uma atuação coesa numa fase de cortes de produção, quando são fortes os incentivos a uma conduta individualizada como meio de escapar de perdas nas receitas (Lodi, 1989).

Desta forma, o poder de mercado dos países da OPEP foi progressivamente reduzido e o principal reflexo dessa situação aparece na incapacidade desta organização estabelecer o preço de referência do petróleo.

Assim o enfraquecimento da OPEP produziu importante impacto nas formas de comercialização e a volatilidade dos preços passou a ser um fato marcante no mercado internacional do petróleo, bem como a crescente utilização de técnicas de comercialização associadas ao mercado futuro (Lodi, 1989).

Por fim, entende-se que fatos marcantes da história mundial relacionados ao petróleo, que envolvem tanto questões geopolíticas e ambientais como também a previsão de esgotamento desta riqueza e o preço cada vez mais elevado, levam a uma iniciativa crescente das empresas de petróleo na busca por alternativas que possam amenizar essa dependência. Surgem movimentos crescentes para que se

utilizem estratégias incorporando fontes de energia renováveis paralelamente a produção de petróleo.

No próximo capítulo apresentam-se algumas destas fontes assim como seu mercado e perspectivas futuras além da sensível mudança da matriz energética brasileira com a participação expressiva da biomassa.

Capítulo 3

A SUBSTITUIÇÃO DO PETRÓLEO E ALGUMAS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

3.1 Introdução

Conforme descrito no Capítulo 2, desde as primeiras crises do petróleo estudam-se novas formas de se obter energia e alguns fatores como problemas ambientais especialmente relacionados ao aquecimento global, questões geopolíticas e a perspectiva de esgotamento de petróleo são alguns dos desafios existentes para as empresas.

Este capítulo tem o objetivo de descrever características tanto da matriz energética brasileira quanto da mundial e como elas vêm se transformando. Apresenta também a importância do Protocolo de Quioto dentro deste contexto e algumas das energias renováveis mais utilizadas no mundo, bem como, seu mercado futuro.

3.2 Matriz energética

Segundo Adduci, a matriz energética é toda energia disponibilizada para ser transformada distribuída e consumida nos processos produtivos (Adduci,2008).

A matriz energética mundial é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis, sobretudo no petróleo, seguido do carvão e do gás natural como descrito na tabela 3 . A fim de reduzir os impactos ambientais associados à utilização desses combustíveis fósseis poluentes, estudos e pesquisas têm sido feitos para a substituição, em longo prazo, da matriz mundial por energias renováveis a fim de buscar formas de reduzir a carga sobre o aquecimento global .

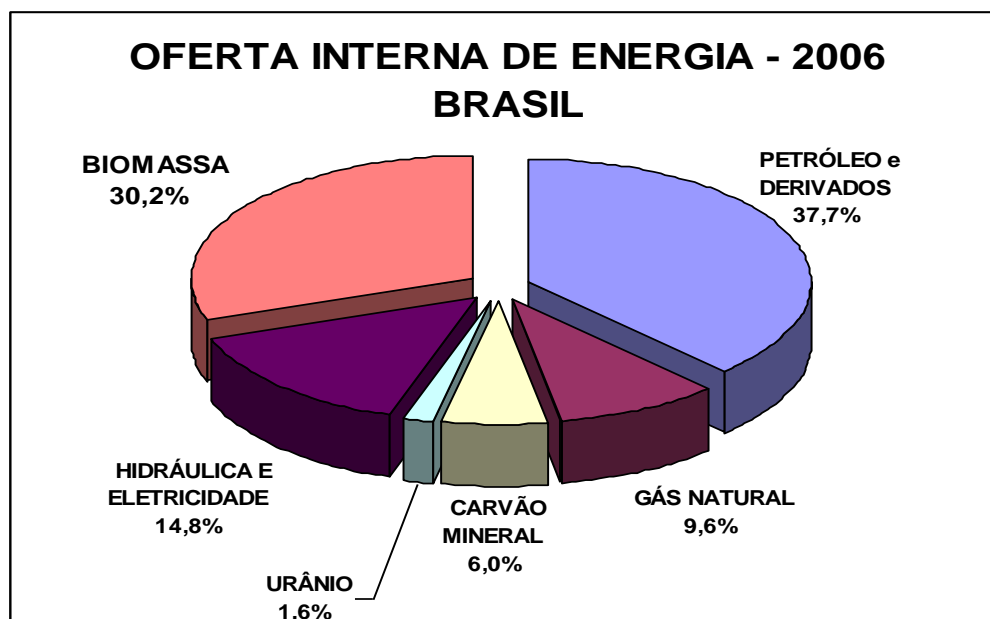
Tabela 3 : Composição da matriz energética em 2006

Fonte	Mundo (%)	Brasil (%)
Petróleo	35,3	43,1
Carvão	23,2	6,0
Gás natural	21,1	7,5
Biomassa tradicional(lenha)	9,5	8,5
Energia nuclear	6,5	1,8
Energia Hidrelétrica	2,2	14,0
Biomassa moderna (etanol e biodiesel)	1,7	23,0
Outras energias renováveis	0,5	0,1

Fonte: IEA, 2006

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês) , a atual matriz energética mundial tem 35,3% de participação de petróleo e pode-se notar que o Brasil se destaca com elevada participação das fontes renováveis em sua matriz como descrito também na Figura 6, evidenciando o crescimento deste setor com uma porcentagem ainda maior (equivalente a 30% do setor de biomassa segundo o Ministério de Minas e Energia)²

² Alguns valores estão diferentes pois as fontes pesquisadas são distintas .Utilizou-se o Ministério de Minas e Energia como fonte nacional e a Agência internacional de Energia como fonte internacional para se fazer uma comparação e objetivar a média das porcentagens onde os dados são similares entre si.



IDENTIFICAÇÃO	mil tep		Estrutura %	
	2005	2006	2005	2006
PETRÓLEO e DERIVADOS	84.553	85.287	38,7	37,7
GÁS NATURAL	20.526	21.716	9,4	9,6
CARVÃO MINERAL	13.721	13.537	6,3	6,0
URÂNIO	2.549	3.667	1,2	1,6
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	32.379	33.537	14,8	14,8
BIOMASSA	64.935	68.342	29,7	30,2
TOTAL	218.663	226.086	100,0	100,0

Figura 6: Matriz energética brasileira.

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2006.

Fazendo uma comparação de 2005 com 2006 podemos notar o crescente aumento da biomassa, gás natural e urânio, matérias primas que podem ser usadas como alternativas ao petróleo.

Por outro lado, a elevação e a instabilidade dos preços do petróleo no mercado internacional ³, como podemos notar nas Figuras 7 e 8 a seguir, estimularam a diversificação das fontes energéticas.

³ Os preços do petróleo tiveram uma queda significativa afetados por temores de uma redução da demanda mundial, depois de um anúncio de aumento das reservas petrolíferas nos Estados Unidos, a dois dias de uma importante reunião dos países produtores em Viena. Na Bolsa de Mercadorias e Futuros de Nova York (Nymex), o barril de petróleo do tipo WTI para entrega em dezembro encerrou cotado a US\$ 66,75, uma queda de US\$ 5,43 dólares, ou 7,52%. Em Londres, o barril de Brent com vencimento semelhante terminou o pregão cotado a US\$ 64,52 dólares, em baixa de US\$ 5,20. (jornal o globo ,22/10/2008)



Figura 7: Índice de preços internacionais de commodities: petróleo e derivados.

Fonte: IPEA, 2008

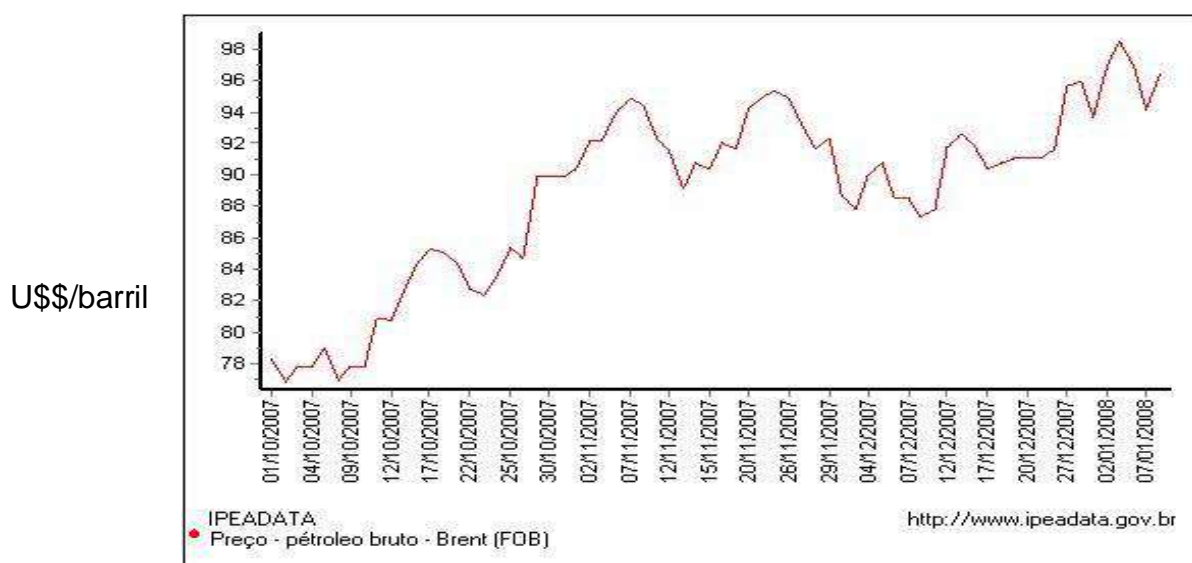


Figura 8: Preço por barril de petróleo bruto WTI (Fob).

Fonte: EIA, 2008.

As preocupações com a oferta de energia que supre a demanda mundial, têm se tornado constantes devido a questões políticas, econômicas e ambientais dentre as quais se destacam a possibilidade da escassez, a longo prazo, dos combustíveis

fósseis; a expectativa de forte crescimento da demanda energética; a alta dos preços do petróleo no mercado internacional e as questões ambientais que apontam para o uso de fontes renováveis de energia.

Com isso, a expectativa é de que as fontes renováveis de energia tenham participação cada vez maior na matriz energética global nas próximas décadas como já acontece no Brasil.

Um fator de importância ao avaliar as alternativas energéticas ao petróleo é o fato de que as fontes de energia alternativas, algumas citadas na Tabela 4 a seguir, possuem custos de produção mais elevados e requerem uma demanda energética maior para serem produzidas do que a simples extração de petróleo. Desse modo, a energia gerada por esses combustíveis (taxa de conversão) tem de ser maior do que a consumida na sua produção, ou eles não são de fato um substituto para o petróleo como fonte de energia (Goodstein, 2004).

Tabela 4: Fontes de Energia Alternativas ao petróleo

Não renováveis	Renováveis
Areais Asfálticas	Biomassa
Petróleo ultra pesado	Hidrelétrica
Gás Natural	Solar
Carvão	Eólica
Xisto betuminoso	Energia das ondas
Fissão nuclear	Energia térmica dos oceanos
Hidratos de metano	Energia das marés
Geotérmica	Fusão nuclear

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 5 a seguir sugere, a médio e longo prazo, algumas sugestões para a parcial substituição de fontes convencionais e o plano de ação para que isso aconteça.

Tabela 5 : Fontes convencionais de energia e possíveis alternativas de substituição

Fonte convencional	Energia	Fonte alternativa	Plano de ação
Carvão mineral Gás natural (1)	Energia elétrica produzida em usina termelétrica	Nuclear (2) (sol, vento, oceano)	Construção de usinas nucleares e construção de usinas termelétricas (3)
Gás natural Gasolina Diesel	Energia mecânica produzida em veículos automotores	Hidrogênio (4)	Construção de automóveis com célula a combustível de Hidrogênio
Gás natural (5) Gasolina Diesel	Energia mecânica produzida em veículos automotores de ciclo Otto e Ciclo diesel	Etanol (6)	Ampliação de parque produtivo sucroalcooleiro
Diesel	Energia mecânica produzida em veículos automotores de Ciclo diesel	Biodiesel	Construção de novas unidades de produção de biodiesel (7)

Fonte : Elaboração própria a partir de L. Nunes⁴

⁴ Gás natural (1)-Embora o gás natural seja um combustível fóssil, é menos poluente que o carvão, portanto, pode substituí-lo.

Nuclear (2) – Apesar de não renovável, não emite CO₂ para atmosfera e as principais desvantagens são o alto custo da energia elétrica produzida e a incerteza sobre o gerenciamento do descarte dos resíduos nucleares.

Construção de usinas nucleares e construção de usinas termelétricas (3) – Construção de usinas termelétricas a carvão da tecnologia ciclo combinadas de gaseificação integrada (IGCC) com instalações de captura de e armazenamento de carbono no lugar das convencionais usinas a vapor reduzindo a emissão de CO₂.

Hidrogênio (4) – os custos para obtê-lo a partir da energia renovável são muito elevados e apresenta baixo alcance.

Gás natural (5)-Embora o gás natural seja um combustível fóssil, é menos poluente que a gasolina, portanto, pode substituí-la.

Etanol (6) – O etanol é empregado puro ou misturado com a gasolina em motores de ciclo Otto. O etanol não se mistura ao diesel pois piora sua qualidade de ignição entretanto é utilizado em baixas proporções, cerca de 10% com aditivos que reduzem o impacto desta adversidade (Alves Filho, 2004).

Construção de novas unidades de produção de biodiesel (7) – Vale ressaltar que hoje já temos tecnologia para a construção de novas unidades porém necessitamos de um maior plantio, ou seja, mais matéria-prima para o desenvolvimento viável desta fonte.

3.3 O Setor de Energia Renovável

O setor de energia renovável, com a disseminação do uso e dos possíveis retornos financeiros e ambientais gerados, está passando por uma série de mudanças com relação aos custos e investimentos. Para acabar com a dependência do petróleo e a sua possível falta, além de razões ambientais como o aquecimento global, este setor nos Estados Unidos, por exemplo, está investindo bilhões em pesquisa e desenvolvimento.

Além destes fatores já citados, também foi adotado no Japão um tratado internacional cujo objetivo era proteger o meio ambiente dos prejudiciais efeitos causados pelas altas concentrações de gás de efeito estufa presente na atmosfera. A adoção do Protocolo de Quioto foi uma das medidas mais importantes criada pela Conference of the Parties, onde cada país deve assegurar que as emissões de gás de efeito estufa, expressas em CO₂ equivalente, não excedam as quantidades limitadas nos seus compromissos de limitação ou redução de emissão de gases de efeito estufa com vistas à redução das emissões totais destes gases em pelo menos 5% no período de 2008 a 2012, tendo como referência os níveis de 1990 (UNFCCC, 2006).

O Protocolo de Quioto representou um marco importante e um instrumento essencial para o controle das emissões de carbono, porém esse Protocolo expira em 2012 sendo necessário o planejamento de regras que visem a continuidade das medidas presentes no Protocolo; entretanto deve-se levar em consideração que países como China e Índia não possuem limites de emissão estabelecidos no atual acordo, e estes países apresentam expressivas emissões de gases de efeito estufa (UNFCCC, 2006).

Pela Figura 9 podemos notar que a preocupação com o meio ambiente não se resume a este tratado, mas vem sendo, desde 1972 na Conferência de Estocolmo, assunto constante gerando ao longo dos anos discussões entre as empresas e os países.

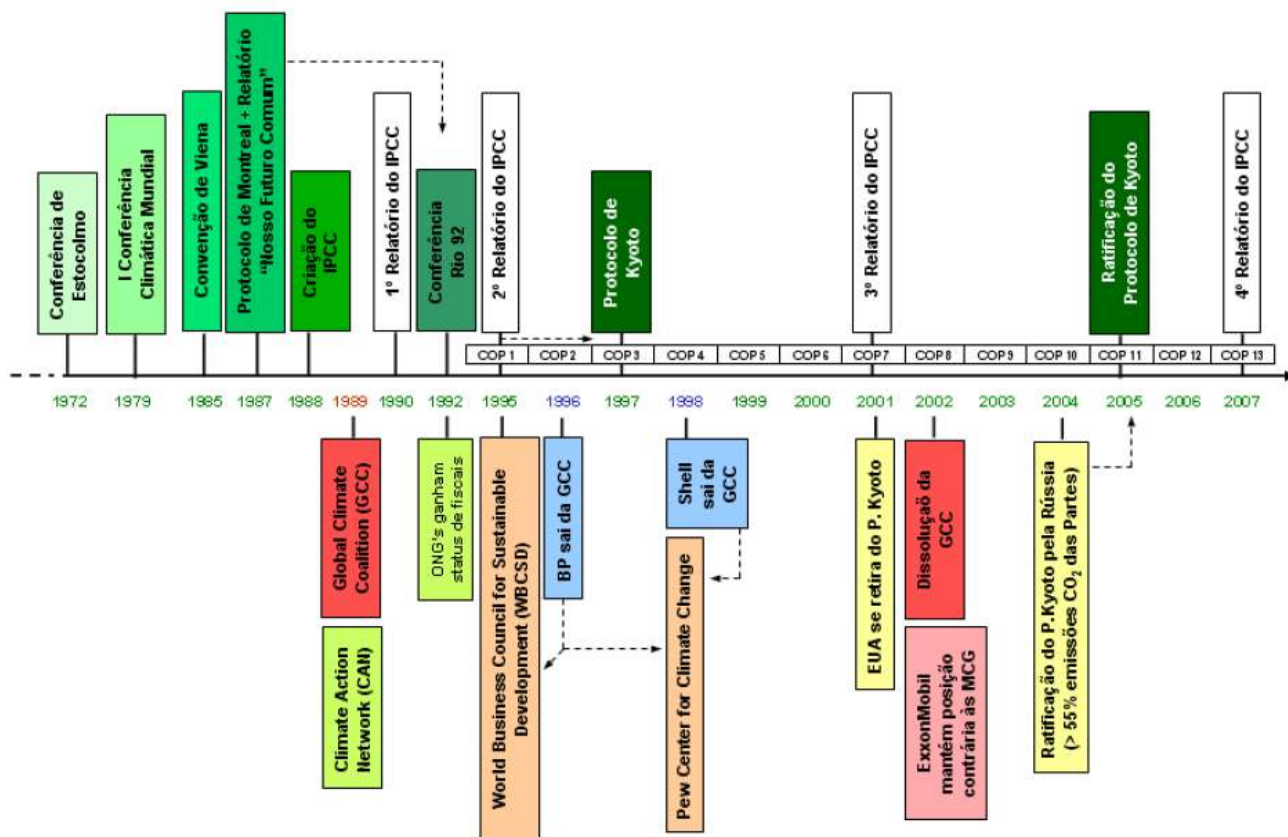


Figura 9: Perspectiva histórica das principais negociações sobre clima⁵.

Fonte: Ribas, 2008

Complementando o presente estudo, nota-se que anteriormente a Conferência de Estocolmo de 1972, destacam-se alguns movimentos mundiais em educação ambiental que antecederam o evento, como por exemplo :

- A União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) na Suíça ,em 1947, que integrava instituições do governo e não governamentais em torno dos problemas ambientais.
- A publicação da “Primavera Silenciosa” ,em 1962 ,que relatava as conseqüências de ações humanas sobre o meio ambiente como a má utilização de pesticidas e poluentes.
- A fundação do “Clube de Roma” em 1968 que agregava especialistas de várias áreas com o intuito de discutir a crise atual e futura da humanidade e que , em 1972, publicou o relatório “Os Limites do Crescimento” que foi levado a Conferência de

⁵ **IPCC** Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) estabelecido em 1988 pela organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para fornecer informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas. Seus impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação. É um órgão intergovernamental aberto para os países membros do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

O perfil da matriz energética mundial ambiental em torno da emissão de gases do efeito estufa e a entrada em vigor do Protocolo de Quioto tem impulsionado, também, a busca de fontes alternativas principalmente as renováveis.

3.4 Forças impulsionadoras de mercado.

Alguns fatos que vão surgindo no mercado agem, de certa forma, como impulsionadores para o investimento em pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas energéticas.

A principal desvantagem das fontes alternativas é o fato delas serem menos competitivas; Contudo, estudos e pesquisas vêm sendo realizados a fim de encontrar meios que as torne economicamente mais vantajosas. A expectativa é a de que a escassez natural do petróleo aumente o seu preço a pressão político-ambiental atue fazendo o preço aumentar e o excedente de produção, como consequência da substituição do petróleo, pressionem os preços para baixo.

Além disso, o crescimento rápido dos países em desenvolvimento, como a China e a Índia, provoca tensão cada vez maior nos mercados mundiais de petróleo, problema que tende a piorar com o passar do tempo (Eckhart, 2006). Podemos citar também os EUA que está a cada dia mais dependente dos mercados externos devido ao aumento constante do consumo de petróleo.

Como já dito anteriormente, as questões sobre o aumento da segurança no fornecimento de energia, impulsionado pelos efeitos de ordem ambiental e social da redução da dependência de combustíveis fósseis, contribuem para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis.

Descrito na Figura 10 podemos notar que há uma queda nos custos das energias renováveis e isso é devido ao aumento de investimentos no setor visando também uma produção mais limpa.

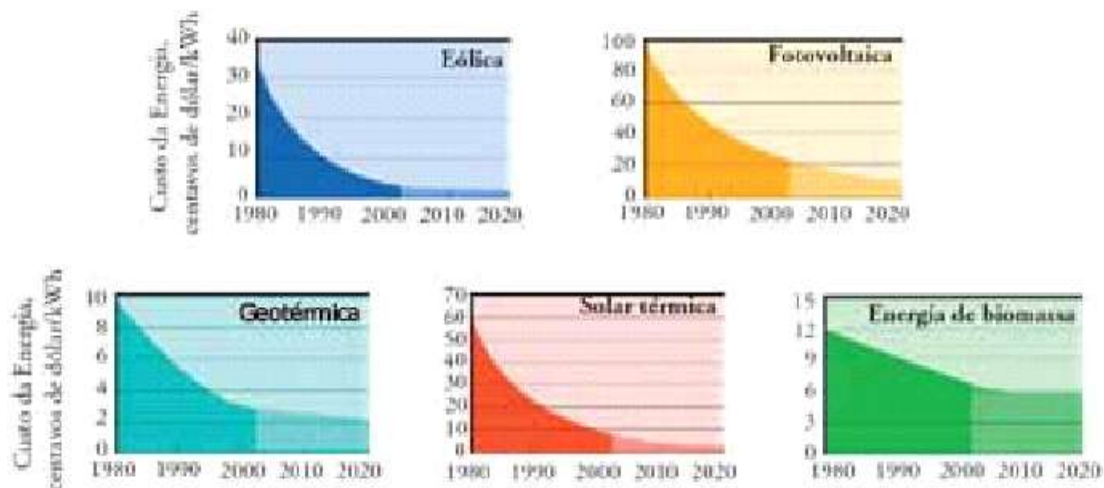


Figura 10: Queda nos custos de energia renovável.

Fonte: Eckhart 2006

A Figura 11 sugere que embora o mundo esteja receoso sobre a viabilidade econômica de fontes alternativas de energia, há uma evolução significativa no setor.

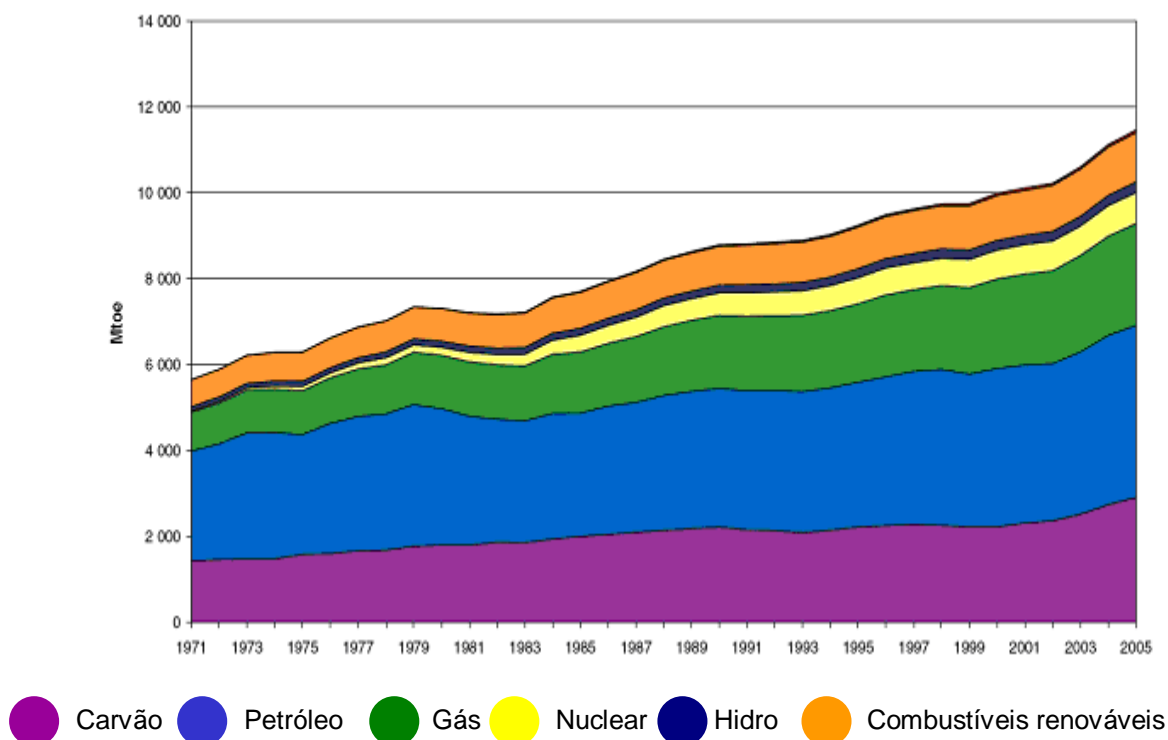


Figura11: Evolução da produção total de energia no mundo de1971 a 2005.

Fonte: IEA,2007.

Há uma evolução mais acentuada de gás natural, energia nuclear e combustíveis renováveis segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês).

3.5 O setor da biomassa

A biomassa engloba simultaneamente tanto os seres vivos como também o conjunto dos produtos orgânicos gerados por estes seres vivos, mas que não se encontram completamente decompostos em moléculas elementares (Couto,2001).

No que se refere às fontes de energia renovável, a mais importante tem sido justamente a biomassa, em suas diversas formas: lenha, resíduos vegetais, álcool, biodiesel etc.

No contexto energético é preciso distinguir entre a biomassa que foi implementada com a finalidade puramente energética, (como as florestas energéticas de *Eucalyptus* no Estado de Minas Gerais, exclusivamente para atender à demanda industrial do setor siderúrgico) e a biomassa que engloba todos os resíduos orgânicos provenientes de outras atividades, como o bagaço de cana, a palha de arroz, o caroço de algodão, a casca do amendoim, entre outros.

A quantificação da biomassa tem recebido, nesses últimos anos, uma atenção especial na medida em que ela se relaciona diretamente com a fixação do CO₂ (dióxido de carbono) atmosférico, agindo como redutora das emissões deste gás, um dos grandes responsáveis pelo efeito estufa (Watzlawick, 2003).

Seu papel é particularmente relevante nos países que ainda estão no início do processo de industrialização, sendo pouco provável que venha a substituir em grande escala os combustíveis fósseis. No caso do Brasil, entretanto, a biomassa poderá contribuir de forma significativa para a matriz energética, em virtude dos custos de produção relativamente pequenos (Jannuzzi,2003).

A Figura 12 ilustra a estrutura hierárquica dos diferentes processos para bioconversão energética e as possíveis vias de valorização energética da biomassa e seus principais produtos. Descreve também que a valorização energética não é destinada unicamente à produção de calor, mas igualmente de outras formas energéticas, como os açúcares fermentáveis e os carburantes líquidos. Neste contexto, torna-se cada vez mais vantajoso associar a valorização química da biomassa com finalidades energéticas (Staiss & Pereira, 2001).

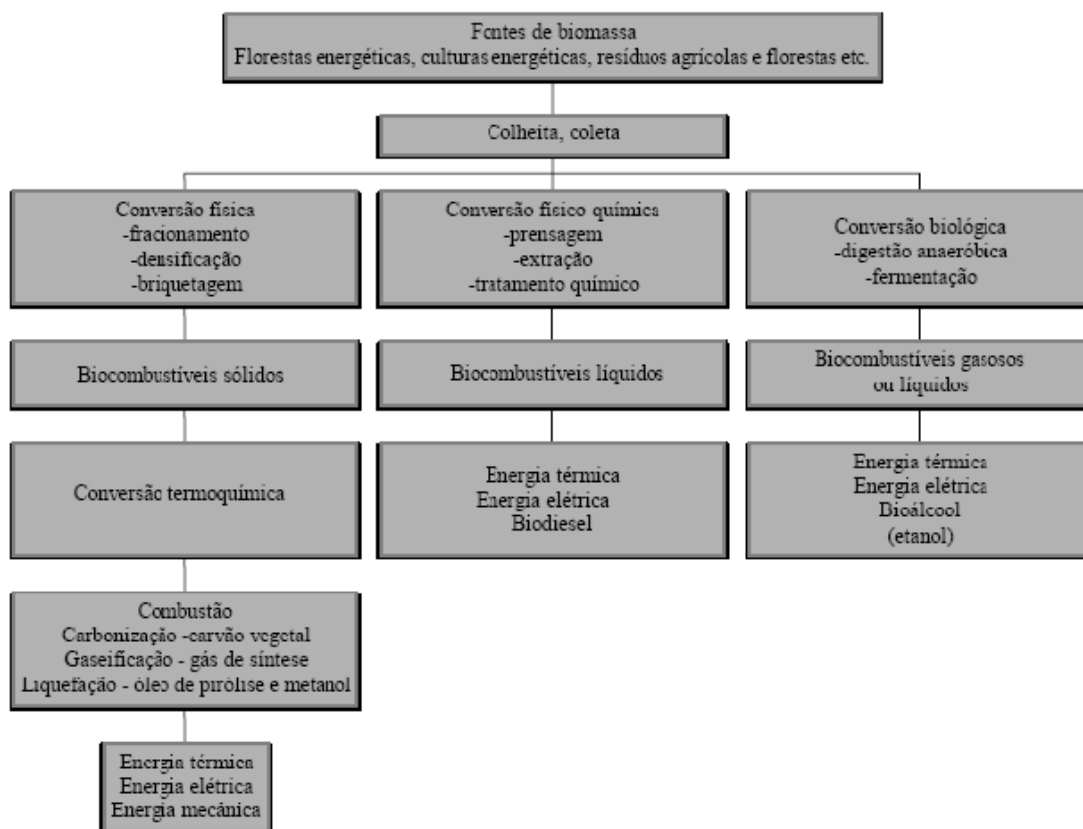


Figura 12 : Estrutura hierárquica dos diferentes processos para produção de energia a partir de biomassa.

Fonte: Staiss & Pereira, 2001.

O fator preponderante para a redução de custos da energia de biomassa visando geração de eletricidade, produção de vapor e combustíveis para transporte, independentemente da tecnologia empregada, é a redução do custo da matéria prima (incluindo os custos de coleta e transporte).

O custo da biomassa no país, alta eficiência de sistemas modernos de geração de eletricidade, especialmente através da gaseificação de biomassa, e uso do gás em ciclos combinados, justificam a maior atenção para o desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil (Jannuzzi,2003).⁶

Como áreas de interesse para atividades de P&D em biomassa no Brasil podem ser relacionadas:

⁶ Há uma tecnologia em fase de desenvolvimento no Brasil, para uso com biomassa em geral, que se propõe para processar a fração orgânica do lixo; essencialmente, é uma pré-hidrólise ácida "leve", hidrolisando a hemicelulose (destinada a produção de furfural) e deixando a mistura celulose/lignina para compactação e uso como combustível. Patentada em 1999, está em fase de testes em piloto de 1m3 (Jannuzzi,2003)

- a) o desenvolvimento de processos mais eficientes para uso de madeira como energético no setor residencial;
- b) a recuperação dos produtos gasosos condensáveis na carbonização da madeira ;
- c) melhorias de técnicas para a implementação e manejo de florestas energéticas em áreas marginais à agricultura para alimentos e de outras biomassas como a própria cana de açúcar, incluindo o melhoramento da produção da matéria prima (melhoramento genético, agronomia, equipamentos, etc);
- d) desenvolvimento de projetos de demonstração de gaseificadores de pequeno porte (até 1 MW) verificando eficiências, custos, impactos ambientais, desempenho e condições de operação em regiões isoladas do país;
- e) acompanhamento das atividades de demonstração no exterior com gaseificadores de grande porte (maior que 10 MW) e implementar um ou dois projetos de demonstração no país;
- f) desenvolver estudos da gaseificação de biomassa no país;
- g) para tecnologias já comerciais (co-geração, queima direta nos setores de papel e celulose e cana de açúcar) (Jannuzzi,2003).

3.6 Energias alternativas

Os investimentos em tecnologia estão aumentando gradativamente devido a necessidade iminente de fontes alternativas que substituam o petróleo. Existem diversos tipos de energias (renováveis ou não) tais como: etanol, biodiesel, eólica, solar, células a combustível, gaseificação da biomassa, energia das marés e ondas, Hidrogênio via gás natural, hidrogênio por renováveis, seqüestro de CO₂, fusão nuclear, IGCC – Integrated Gasification Combined Cycle (coal), petróleo ultrapesado, areias asfálticas, xisto betuminoso ,TGCC– Turbinas a gás com ciclo combinado dentre outras.

Trata-se adiante de algumas das citadas acima que são, de acordo com o estudo, as de maior interesse para empresas de petróleo.

3.6.1 Etanol

Etanol é empregado no mundo como combustível, como insumo industrial (grande diversidade de aplicações) e na área de bebidas. É produzido por fermentação ou síntese química. Pode ser obtido por diversas matérias-primas, porém o presente estudo concentra-se em algumas que são mais utilizadas especificamente milho e cana de açúcar e matérias- primas portadoras de futuro como as ligno celulósicas .

O etanol pode ser obtido por fermentação de biomassa por ação de populações microbianas e sua produção baseia-se em substratos com elevado teor de açúcar, como a cana-de-açúcar, o sorgo sacarínico, bem como em plantas com elevado teor de amido, entre as quais estão o milho, batata e cereais diversos.

As plantas com elevado teor em açúcares são favorecidas porque a solução inicial açucarada pode ser gerada diretamente através do esmagamento mecânico (matérias primas sacaríneas), como seria no caso da cana-de-açúcar onde solução seria então fermentada e a água e o álcool separados por processo de destilação. O sorgo sacarínico, por exemplo, produz de 8 a 10 toneladas de açúcar por hectare, o que equivale a 4.800 ou 6.000 litros de etanol. O processo para obtenção do álcool de substratos celulósicos é relativamente mais oneroso do ponto de vista econômico, e o processo tecnológico é um pouco mais complexo. Todavia, o álcool produzido substitui plenamente a gasolina nos motores de ciclo Otto (Staiss & Pereira, 2001).

A seguir foram selecionadas apenas as formas de produção mais utilizadas atualmente especificando sucintamente como funciona cada uma envolvendo como produto final o álcool.

3.6.2 Etanol de milho

Conforme dito anteriormente o etanol é um combustível e pode ser obtido a partir da fermentação e destilação de grãos, principalmente do milho (matéria-prima amilácea). Somente algumas empresas de energia renovável o produzem, mas praticamente todo o etanol gerado é proveniente de milhares renováveis das fazendas americanas. Um hectare pode ser processado e transformado em cerca de 3.200 litros de etanol (no Brasil, o produto agrícola usado para obter etanol é a cana-de-açúcar e a mesma área resulta em 3.700 litros de combustíveis produzidos. A Figura 13 demonstra como é feita, de forma simplificada, essa conversão.

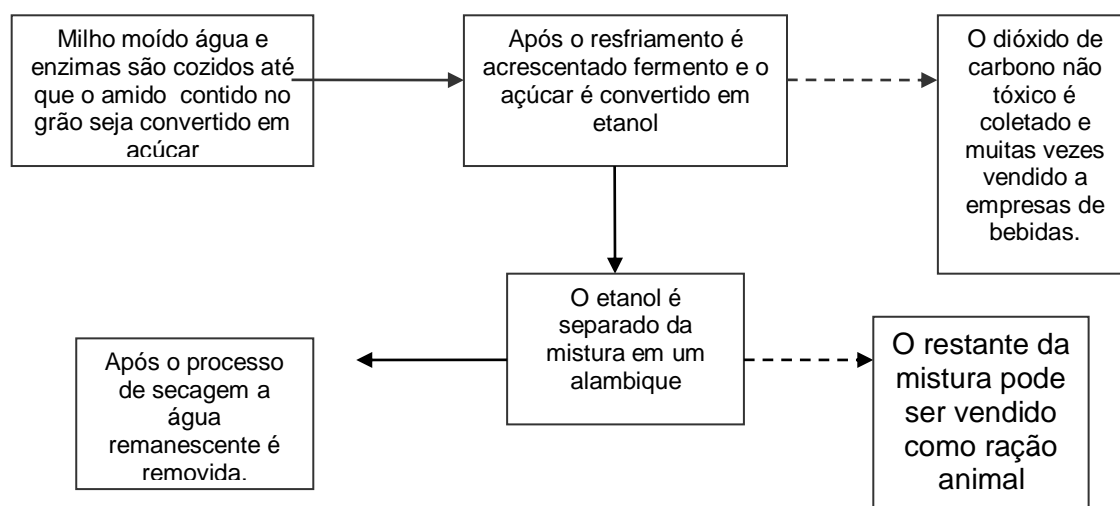


Figura13: Fluxograma simplificado para obtenção de etanol a partir do milho.

Fonte: Elaboração Própria adaptado de Eckhart,2006.

Os biocombustíveis, principalmente o etanol de milho, representam a maior oportunidade de investimento em energia renovável nos Estados Unidos pelos próximos anos e comparando com a produção de gasolina, a fabricação de etanol de milho requer muito menos petróleo, e as emissões de gases de efeito estufa originadas desse tipo de etanol são cerca de 15% a 20% mais baixas do que as da gasolina. Os Estados Unidos produziram cerca de 3,4 bilhões de galões de etanol combustível em 2004 e os fabricantes de automóveis já tem carros para atender a um combustível novo com 85% de etanol e 15% de gasolina (Eckhart,2006).

A Tabela 6, segundo o Departamento de agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture –USDA) , confirma a supremacia dos EUA na produção de milho porém com um avanço considerável da China ao longo desses sete anos com uma participação de 20,6 % do total mundial.

Tabela 6: Produção de Milho dos Principais países produtores de 2001 a 2007

País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Part. %
Estados Unidos	251,9	241,4	227,8	256,3	299,9	282,3	267,6	38,5
China	106,0	114,1	121,3	115,8	130,3	139,4	143,0	20,6
Argentina	15,4	14,7	15,5	15,0	20,5	15,8	22,0	3,2
Brasil	41,5	35,5	44,5	42,0	35,0	41,7	49,5	7,1
Subtotal	414,8	405,7	409,1	429,1	485,7	479,2	482,1	69,3
Outros	175,2	193,4	193,9	196,6	226,5	216,2	213,7	30,7
Total mundial	590,0	599,0	603,0	625,7	712,2	695,4	695,8	100,0

(em milhão de t)

Fonte: USDA, 2008.

3.6.2.1 Problemas atuais

Alguns problemas surgem como um desafio para a produção de etanol a partir do milho por isso descreve-se a seguir alguns deles como o consumo de água, o aumento no preço dos alimentos e a área disponível para o plantio.

Um dos problemas associados à cultura de milho é o alto consumo de água além do já existente problema do uso indiscriminado de nitrogênio como fertilizante do solo, que pode vir a contaminar o lençol freático, os rios e águas costeiras. A mesma quantidade de água utilizada para abastecer uma usina que produz 100

milhões de galões de combustível por ano poderia abastecer uma cidade de 5.000 habitantes (National Research Council, EUA,2007).

Outro grave problema é o fato do preço do milho ter dobrado e a tendência é continuar aumentando tornando-se uma boa notícia para os produtores de milho, mas não para os consumidores. O que também acontece com a produção de soja onde seus preços foram projetados para aumentar 30% no próximo ano. Logo como o preço do principal componente da ração animal americana vem aumentando, é de se esperar aumento também nos preços de leite e derivados e carne de frango e ovos (NYT, 2007).

Com relação a área disponível, dados descrevem que trocar 10% do combustível utilizado pelos motores nos EUA por biocombustível ,necessitará de um terço da área utilizada hoje para produção de cereais, sementes oleaginosas e lavouras de açúcar (NYT, 2007).

3.6.3 Etanol da cana de açúcar

O processo de fabricação de etanol a partir da cana é baseado na tecnologia de fermentação alcoólica industrial que compreende algumas etapas como a preparação da cana, a obtenção do caldo (da cana), a fermentação e a destilação descritas com mais detalhes na Figura 14.

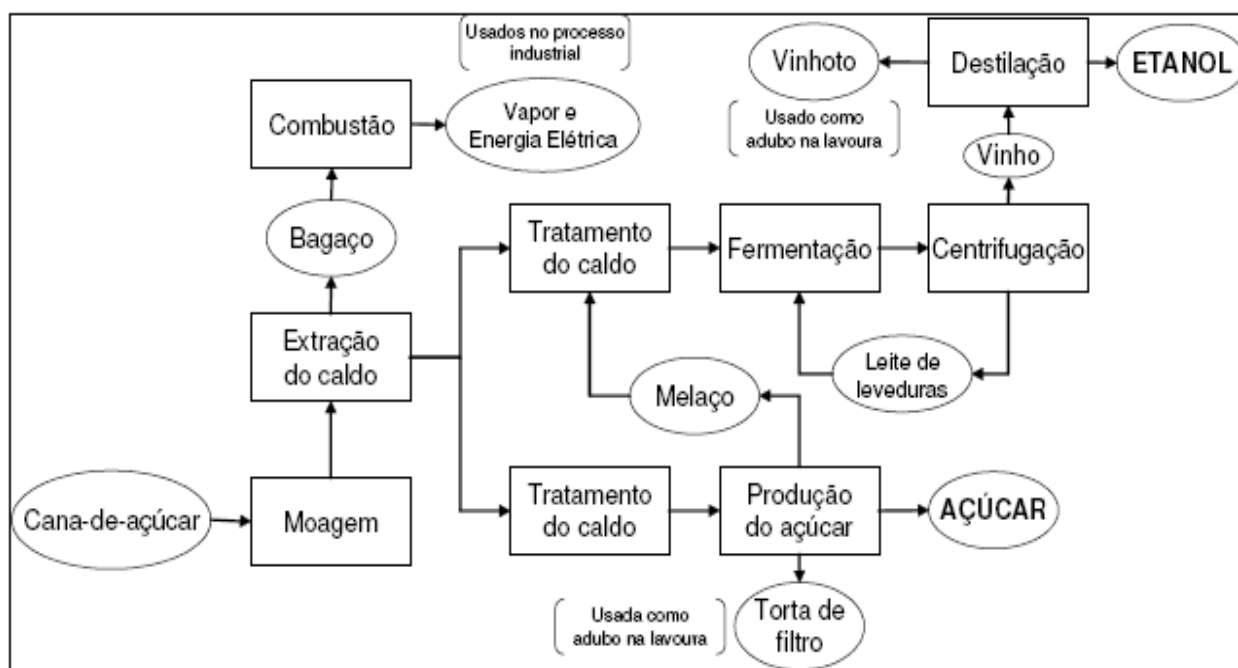


Figura14: Produção de etanol a partir da cana de açúcar.

Fonte: Barros,2007

A cana colhida, por meio manual ou mecanizado, passa por uma série de tratamentos preliminares que têm por objetivo obter o caldo para posterior processamento. Da etapa de moagem da cana saem o caldo e o bagaço e este caldo extraído é enviado para um tanque de pré-diluição no qual recebe nutrientes, resultando no mosto que por sua vez é direcionado para as dornas de fermentação.

Na etapa de fermentação, a levedura age sobre o mosto, produzindo o vinho (mosto fermentado), rico em álcool e este vinho é separado da levedura por meio de centrifugação e segue para a destilação, obtendo-se o álcool direto, enquanto que a levedura retorna ao processo. Todos os gases resultantes da fermentação, incluindo o CO₂, seguem para um sistema de lavagem formado por coluna de lavagem (CNPq, 1980).

A destilação do álcool é realizada em três etapas por meio de um conjunto de colunas de destilação: separação inicial; retificação; e desidratação. Na primeira etapa, obtém-se álcool bruto e metanol, produtos leves, e vinhoto. Na fase de retificação, procede-se a concentração do álcool bruto, obtendo-se álcool hidratado, óleo fusel e frações mais leves contendo aldeídos, acetais, etc (Barros, 2007).

O etanol oriundo da cana é um sucesso tecnológico para o Brasil, porém ainda existem necessidades de desenvolvimento tecnológico na área de melhoramento genético da cana ,produção (agronomia e engenharia agrícola), processamento industrial e ampliação do mercado de usos de etanol no país .

Para atender às demandas previstas de açúcar e etanol, nos mercados interno e externo, para 2013, conforme dados o Brasil necessitaria de uma produção de matéria prima de 572 M t cana / ano o que representa um aumento de cerca de 230 M t cana em dez anos

Demandas Previstas para 2013 (CGEE,2004):

- Açúcar

Mercado interno 12,8 M t ⁷

Mercado externo 20.9 M t

- Etanol

Mercado interno 22,0 M m³

Mercado externo 4,4 M m³

Por duas vezes, uma nos anos 70-80, com o PNA (Programa nacional do álcool) e outra nos anos 90, com o aumento da exportação de açúcar o país já obteve aumentos de cerca de 100 M t cana /ano em intervalos de cinco anos. Assim sendo este incremento corresponderia a dobrar a produção atual de etanol e aumentar em 44% a produção de açúcar como pode ser observado no panorama a seguir da Figura 15.

⁷ Megaton (Mt) é unidade de massa equivalente a 1 000 000 de toneladas

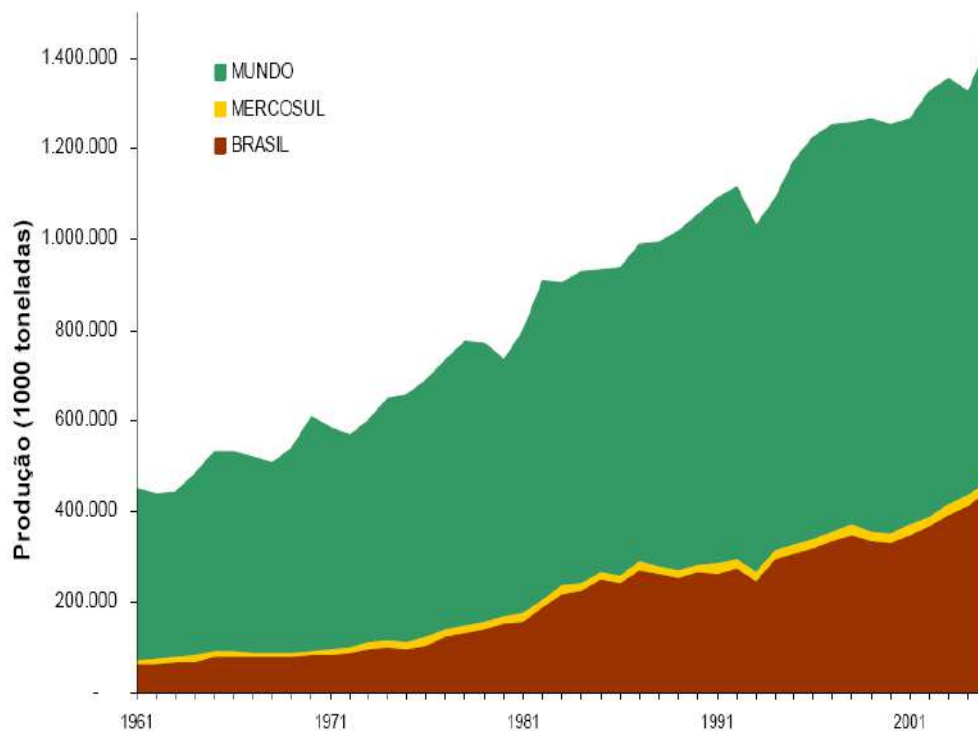


Figura15: Panorama do setor sucroalcooleiro.

Fonte: Ministério de Minas e Energia 2005.

Aumentos de produção de cana como os considerados anteriormente devem ser planejados tendo em conta diversos fatores. No Brasil a experiência acumulada desde 1975 facilita a identificação de alguns pontos essenciais a avaliar:

1. A sustentabilidade da base agrônômica: variedades e tecnologia agrícola;
2. A disponibilidade de áreas livres adequadas;
3. A existência de capacidade industrial para implementação de destilarias;
4. A logística, incluindo a exportação;
5. Os possíveis efeitos na geração de energia elétrica;
6. Os efeitos na geração de empregos.

Os dois últimos itens são vantagens que merecem ser contabilizadas (CGEE,2004).

Algumas análises sobre determinadas regiões do mundo, utilizando uma previsão até 2014, e o que foi observado em relação as exportações no mundo salienta que o Brasil deverá conseguir um aumento do mercado, ficando com 40% do mercado mundial por estar geograficamente bem posicionado para atender as demandas .No âmbito geral as exportações podem crescer 26Mt (de 45 para 71 M t / ano) e os maiores crescimentos do mercado ocorrerão (com o Brasil em primeiro

lugar)no Oriente Médio , Ásia Central e a África Ocidental que ultrapassará a África do Norte (CGEE,2004).

Estas estimativas são imprecisas pelo fato de dependerem muito de decisões políticas no âmbito da OMC e de acordos bilaterais, e da evolução tecnológica em cada país.

3.6.4 Milho X Cana-de-açúcar

Fazendo uma simples comparação com outras culturas como a cana -de -açúcar aqui no Brasil podemos notar que há uma maior produtividade em se cultivar cana em comparação com o milho.

Tabela 7: Comparação entre a produção de etanol de milho nos Estados Unidos e de cana-de-açúcar no Brasil

Parâmetro	Unidades	Cana-de-açúcar	Milho
Produção [§]	milhões t	386,5	282,0
Rendimento	t/ha	90,0	8,1
Energia Exigida	kcal x1000	10.509	8.115
Energia entrada:	kcal	1: 4,60	1: 3,84
saída			
Produção de álcool	litros/ha	8.100	3.000
Produção de álcool	litros/ t	90	371
Taxa de Conversão	kg/ 1000L	11.110	2.690
Gasto de Energia	kcal/ 1000L	1.518.000	6.597.000
Total			
Produção Total	Bilhões (L)	15,8	17,2
Atual			
Balanço de	kcal input:	1:3,24	1:1,29
Energia [#]	output		
Custo de Produção	US\$/L	0,15	0,45
Preço de Venda	US\$/ L	0,42	0,92
Número de Usinas ^a	unidade	140	101
Subsídio	US	—	\$4,1
	bilhões/ano		

Fonte: C.Andreoli & Souza, 2006

§ 50% da produção da cana é destinada para a produção de álcool no Brasil e 20% do milho nos Estados Unidos.

^a Novas unidades: 89 no Brasil e 40 nos Estados Unidos.

O balanço de energia do etanol de cana-de-açúcar é positivo e de milho é negativo

Portanto conclui-se, de acordo com os parâmetros analisados na Tabela 7, que a cana-de-açúcar ainda é a melhor alternativa para produção de etanol. Além da energia química-etanol, a cana-de-açúcar diversifica a matriz energética, com a produção de energia elétrica e calor através do bagaço, reduzindo o uso de energia fóssil e a poluição ambiental, além da possibilidade do aproveitamento da palha e dos ponteiros (C. Andreoli & Souza, 2006).

3.6.5 Etanol de hidrólise de ligno-celulósicos

A agroindústria canavieira demonstrou ser capaz de produzir grande variedade de matéria orgânica viável para ser empregada como fonte de alimentos, energia, produção ou insumos químicos ou outros fins, da ordem de 15 a 30% em peso da parte aérea das plantas. Tais resíduos podem ser divididos em dois grupos: resíduos agrícolas e agroindustriais. O principal resíduo agrícola gerado é a palha, e o resíduo agroindustrial, gerado após o processamento dos colmos da cana é, principalmente, o bagaço.

O bagaço é, também, um resíduo de natureza lignocelulósica fibrosa proveniente da moagem dos colmos da cana de açúcar. Assim como os demais materiais lignocelulósicos, é formado por estruturas duras e fibrosas, sendo as frações polissacarídicas constituídas basicamente de hemicelulose e celulose, infiltradas por macromoléculas, de alcoois aromáticos, denominados ligninas.

O bagaço é um combustível de grande valor industrial devido a seu alto poder calorífico e parte disto deve-se a presença da lignina que, isolada, possui uma capacidade calorífica superior à do bagaço (Souza, 2006).

A cana, após ser colhida é levada para a usina ou destilaria onde passa por uma série de etapas de preparação, é pesada, lavada e moída para que seja extraído o caldo. Após sucessivas moagens o bagaço remanescente é direcionado para a seção de cogeração, onde é utilizado para produção de energia, e seus excedentes armazenados.

Durante muito tempo o bagaço foi considerado um resíduo da indústria sucroalcooleira brasileira, todavia devido a estudos progressivos sobre o seu potencial de utilização, vem sendo testado para que seja viável o seu uso como matéria-prima (Souza, 2006).

Especialmente no Brasil o mercado do bagaço da cana-de-açúcar vem se aquecendo tendo em vista o seu enorme potencial energético e o valor que suas frações constituintes apresentam tanto para a agroindústria quanto, mais recentemente para a indústria química.

Os açúcares fermentáveis pela conversão da celulose (glucose) e das hemiceluloses(hexoses e pentoses) contidas nas paredes celulares lignocelulósicas são, em seguida, transformadas pela fermentação enzimática em vários produtos da química fina e em produtos energéticos, dos quais os mais comuns são o etanol e o butanol. Neste caso, a maioria das enzimas é produzida pelos microorganismos conhecidos como: *Candida utilis*, *Clostridium acetobutylicum*, *Pachysolen tannophylus*, *Pichia stipitis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma reesei* e *Trichoderma viride*, entre outros. A metanolização é também considerada um processo de conversão energética de subprodutos lignocelulósicos e está associada ao processo de fermentação anaeróbica dos produtos biológicos, entre os quais os lignocelulósicos (Souza, 2006).

3.6.5.1 Custos (futuros) do etanol de hidrólise de ligno-celulósicos

A nova tecnologia de etanol celulósico reduz ainda mais tanto as emissões de gases de efeito estufa quanto os insumos do petróleo, com isso houve um rápido crescimento da demanda de etanol que substitui o metil-terciário-butil-éter (composto químico utilizado como componente de combustível na gasolina, mas já proibido em 22 estados),. Em 2006 foram produzidos mais de 4,7 bilhões de galões (17,9 bilhões de litros) de etanol, e existe capacidade para processamento de 2 bilhões de galões (7,6 bilhões de litros) por ano nos Estados Unidos.

Existem oportunidades de desenvolvimentos para a produção de etanol por hidrólise de material lignocelulósico no Brasil utilizando a hidrólise ácida e a enzimática e a evolução dessas tecnologias está em fase de testes através de projetos pioneiros para os próximos anos (Jannuzzi,2003).

Programas de pesquisa nos EUA visam reduzir substancialmente o custo das enzimas, mas reconhecidamente, o maior peso é o custo da biomassa, onde o Brasil possui uma vantagem extraordinária. Já existem diversos grupos dispersos no país trabalhando no desenvolvimento das tecnologias (ácida, enzimática, solvente orgânico) e sendo necessária a elaboração de um programa coordenando dessas atividades, tendo em vista o potencial de matéria prima a baixo custo no país (Jannuzzi,2003).

A hidrólise de celulose eficiente e com custos baixos para permitir o uso competitivo dos açúcares resultantes tem sido almejada por todos os cientistas nesta área e este desenvolvimento é essencial para que o etanol seja produzido e comercializado como “commodity”, porque estenderia a sua produção para praticamente todos os países do mundo. Grandes volumes de recursos têm sido investidos, mas ainda não há aplicação realmente comercial.

Resumidamente, pontos importantes para o custo final do etanol são:

1. O custo da biomassa
2. O custo do processamento
3. As taxas de conversão da biomassa para os produtos

Custo do processo e taxas de conversão estão relacionados a leveduras simples (*Saccharomyces cerevisiae*) que só converteriam o açúcar derivado da celulose. Uma fermentação mais complexa e cara, por exemplo, com o *Clostridium thermocellum*, poderia converter também a xilose.

Há muitas opções de processo em estudo, com vários pré-tratamentos (remoção da lignina e separação da hemicelulose, em alguns casos). Todos estes processos estão em fase de desenvolvimento e, o potencial de avanço destes tem sido muito analisado.

Uma avaliação feita em 2001, com quantificação das expectativas futuras, indica que os processos com catálise ácida apresentam hoje melhor resultado – em termos de custos finais - mas os enzimáticos parecem ter maior potencial de redução de custos, nos próximos anos. Considerando o desenvolvimento de um processo que inclua pré-hidrólise com ácido diluído; sacarificação enzimática e fermentação simultânea; produção local da enzima (celulase); queima da lignina para energia; em uma planta para 200.000 m³ etanol/ano, os resultados esperados são (CGEE, 2004):

- Etanol:

0,38 US\$/litro (0,44 – 0,36)

- Resultados esperados, futuro:

Até 2010: US\$ 0,29 – 0,32 /L

Logo após 2010 (Comercial): US\$ 0,28 /L

Após 2020: US\$ 0,20 /L

(Custos hoje, incorporando tecnologia em fase final de desenvolvimento)

Para comparação, o custo estimado para o etanol de sacarose no Brasil, como visto anteriormente é de US\$ 0,15/L, ou seja, os custos alcançados hoje no Brasil não seriam batidos nem em 2020 com as tecnologias de hidrólise, mesmo admitindo extenso desenvolvimento, com os custos de biomassa previstos para o Hemisfério Norte (Nieves, 2001).

Estes custos de biomassa, no Hemisfério Norte, só poderão ser conseguidos, por muitos anos, em situações especiais, com volumes limitados, utilizando, por exemplo, resíduos da colheita do milho. Redução do custo de biomassa especificamente para energia, nos EUA e Hemisfério Norte em geral, em volumes maiores só ocorrerá com consideráveis avanços tecnológicos.

Como exemplo no Brasil, os custos de recuperação da palha da cana em S. Paulo já estão mais baixos, o que abre excelentes possibilidades para o crescimento de uma indústria baseada também nos açúcares derivados desta biomassa, aumentando a flexibilidade de operação das usinas. Com estes níveis de custo no Centro Sul do Brasil, qualquer processo avançado de hidrólise (para aplicação em

grande escala) que se tornar viável, será utilizado primeiramente em usinas processadoras de cana-de-açúcar.

3.6.6 Mercados para o etanol: Brasil e exterior

O comércio internacional de etanol é de cerca de 3,3 M m³ / ano (2002) sendo o Brasil ,o país que duplicou sua exportação de 2001 para 2002 (de 0,32 para 0,76 M m³), hoje o líder do mercado com 25% do total das exportações.

O cenário internacional de preços de açúcar deve continuar, na próxima safra, com estimativa de um superávit mundial de 11 milhões de toneladas. Por outro lado, o consumo interno de etanol está crescendo com a expansão da frota de carros flex, o que deve alavancar o direcionamento de cana para o etanol. Os efeitos desta maior demanda por etanol já podem ser sentidos nos preços de equivalência entre as cotações do mercado futuro de açúcar na bolsa de Nova York, e os preços do mercado interno de açúcar e álcool anidro e hidratado (Nastari,2008).

Este mercado deve crescer muito nos próximos anos e as diversas análises que tem sido feitas a cerca do seu potencial têm sempre considerado dois pontos básicos:

- A implementação do Protocolo de Quioto, aumentando a demanda de combustíveis renováveis no mundo.
- A enorme resistência dos países desenvolvidos (em particular, na UE e EUA) em reduzir barreiras comerciais para a entrada de etanol externo,tendo em vista seu interesse em manter o nível de emprego interno (Damen, K., 2001.)

No caso do Brasil, detentor dos menores custos de produção de etanol do mundo (e também de açúcar), cabe avaliar o espaço possível para expansão sustentável da produção nacional considerando inicialmente quatro pontos:

- O mercado interno para etanol;
- Os mercados internacionais para etanol;
- Os mercados internacionais de açúcar;
- O mercado interno para açúcar.

Os resultados de simulações conduzidas pela DATAGRO, com um modelo desenvolvido para a Comissão de Re-exame da Matriz Energética (considerando o crescimento da frota, venda de veículos novos atingindo 40% de carros ou bi-combustível usando etanol, e mantendo 26% de etanol na gasolina) mostram que em 2013 a demanda de etanol (mercado interno) seria de 22,04 M (Nastari, P. 2006).

3.6.7 Carvão

O carvão, que foi a principal fonte de energia primária dos países industriais até meados do século 20 e é a fonte de energia não-renovável convencional mais abundante na Terra (reservas provadas de cerca de 1 trilhão de toneladas) – (BP, 2006) é mais difícil de ser extraído e transportado que o petróleo por possuir menor densidade de energia e é um combustível mais poluente, já que a sua extração está associada a um nível elevado de elementos nocivos ao meio ambiente, como enxofre e mercúrio. Além disso, a maior parte do petróleo é consumida no setor de transportes, no qual o uso do carvão é tecnicamente bem mais custoso através da tecnologia CTL.

O carvão vegetal tem sido uma componente importante da matriz energética nacional, sendo grande parte de seu consumo realizado na indústria de ferro e aço. Necessita-se de um desenvolvimento tecnológico na direção de identificar melhores processos de carvoejamento, com maiores eficiências e menores custos, além de busca de processos para utilização integral dos subprodutos (alcatrão e gases) (Jannuzzi,2003).

3.6.8 Biodiesel

O Brasil dispõe de uma grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais se podem extrair óleos para fins energéticos. Algumas destas espécies são nativas (buriti, babaçu, mamona, etc.), outras são de cultivo de ciclo curto (soja, amendoim, etc.) e outras ainda de ciclo longo ou perene (dendê). Atualmente, estuda-se a possibilidade de substituir o diesel, integral ou parcialmente, por óleo vegetal no uso em motores, entre os quais os automotivos (Guadagnini,2006).

Dentre os processos de conversão físico-química da biomassa, a utilização, por exemplo, dos resíduos de determinadas culturas como a do girassol, do babaçu, do dendê, da soja, do pequi, entre outras, vem recebendo atenção especial, pela possibilidade de sua transformação em uma forma de combustível alternativo para o óleo diesel, o biodiesel. Este processo remete-se uma técnica conhecida, na Química Industrial, por transesterificação que consiste da reação de óleos vegetais com um produto intermediário ativo, oriundo da reação entre álcoois (metanol ou etanol) e uma base (hidróxido de sódio ou de potássio). Os produtos dessa reação química são a glicerina e uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos, que recebem o nome de biodiesel. A Figura 16 contém o diagrama de produção deste produto que por apresentar características físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel tradicional, pode ser usado em motores de combustão interna de uso veicular ou estacionário (Cefetpe, 2004).

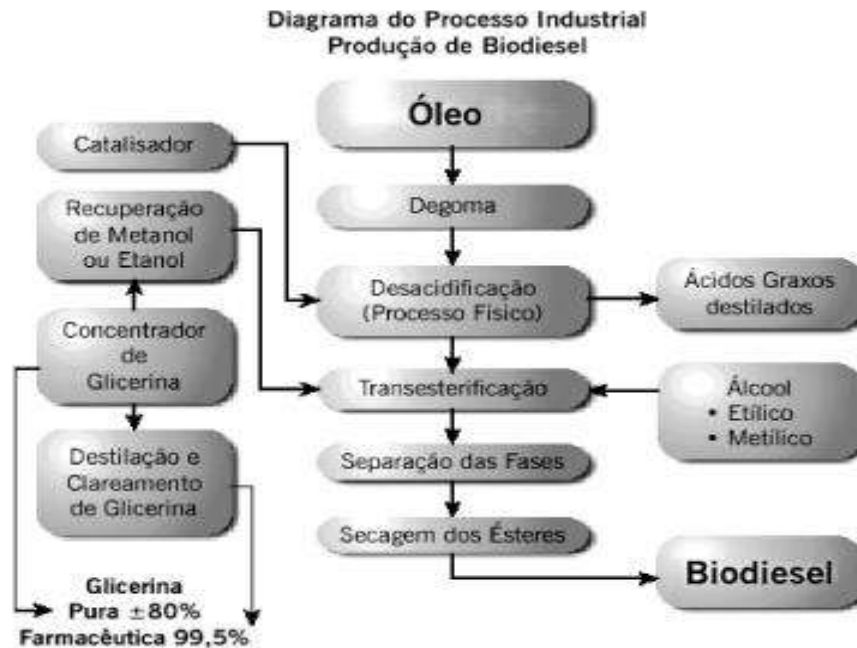


Figura16: Processo de obtenção do biodiesel.

Fonte: ABIOVE, 2006

O biodiesel é um derivado monoalquil-éster de ácidos graxos de cadeia longa, proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal, cuja utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão (motores do ciclo diesel) (NationalBiodiesel Board ,2006). Como produto, pode-se dizer que o biodiesel tem as seguintes características:

- 1) É livre de enxofre e de aromáticos;
- 2) Tem alto número de cetano;
- 3) Possui teor médio de oxigênio em torno de 11%;
- 4) Possui maior viscosidade e maior ponto de fulgor que o diesel convencional;
- 5) Possui mercado diretamente associado às atividades agrícolas;
- 6) Tem preço de mercado relativamente superior ao do diesel comercial.

3.6.8.1 Culturas para produção de biodiesel convencional

As culturas típicas para a produção de biodiesel convencional incluem soja, girassol, canola, palmeira e outras que produzem sementes oleaginosas.

Cultivada para fins comerciais a soja tem em seus principais produtores os seguintes países : Estados Unidos, China, República Democrática da Coreia, República da Coreia, Argentina e Brasil e é cultivada principalmente para a produção de sementes que têm diversas utilidades nos setores alimentício e industrial (incluindo a produção de biodiesel) .Também representam uma das principais fontes de óleo vegetal comestível e de proteínas para uso em ração animal e sua lavoura é feita geralmente em esquema de rotação com outras culturas como milho, trigo de inverno, cereais de primavera e feijão (EIA,2006).

Já as diversas variedades de girassol produzem dois tipos de sementes: as oleaginosas e as comestíveis sendo as oleaginosas as detentoras de um teor de óleo superior a 40% e são mais adequadas à produção de biodiesel. Os principais produtores de sementes de girassol são a Rússia, a Ucrânia e a Argentina, mas os girassóis são também amplamente cultivados na China, na Índia, nos Estados Unidos e na Europa. A produção varia muito de acordo com o ambiente de cultivo e a disponibilidade de água é a principal causa dessas variações (EIA,2006).

A canola (colza) é membro da família da mostarda e dois tipos são geralmente cultivados para a produção de sementes contendo amido ou de sementes oleaginosas. Na Ásia, a semente de canola é usada para a produção de óleo comestível e nos outros países, para a produção de ração animal, óleo vegetal e biodiesel. Atualmente, China, Índia, Europa e Canadá são os principais produtores, embora a canola tenha condições de crescer com sucesso nos Estados Unidos, na América do Sul e na Austrália. A semente oleaginosa da canola da primavera resiste bem a uma ampla variedade de condições de solo, mas não à seca (EIA,2006).

Para produzir a mesma quantidade de energia, as culturas para a produção de biodiesel exigem uma área de terra três vezes maior do que a necessária para o cultivo da cana-de-açúcar usada na produção de etanol. O rendimento de biodiesel por hectare de girassol e de canola é muito mais baixo que o de etanol. A soja cultivada no Brasil rende normalmente o equivalente a 600 ou 700 litros de diesel por hectare, ao passo que a canola européia rende o equivalente a cerca de 1.100 litros de diesel por hectare (EIA,2006).

O óleo de palma ,o qual temos a oportunidade de aumentar o abastecimento de energia ao usá-lo como recurso para produção de biomassa, é encontrado principalmente na Indonésia e na Malásia sendo este último o maior produtor e exportador do mundo. Assim como no caso de outras culturas oleaginosas, as estimativas atuais sobre o rendimento do óleo de palma para produção de combustível são baixas: o equivalente a cerca de 900 litros de diesel por hectare.

A idéia de não concorrer com terras onde é possível a produção lucrativa de alimentos fez com que países importadores de petróleo encontrassem no pinhão - manso ,cuja Nicaragua é o maior produtor,uma alternativa para produzir biodiesel. A árvore da jatropa é nativa da América do Sul, mas amplamente cultivada na América Central, na África e na Ásia e se adapta bem a solos marginais com baixo teor de nutrientes e seu cultivo é tecnicamente simples e, em termos comparativos, exige pouco investimento de capital. Após a destoxificação, o óleo do pinhão-manso pode ser utilizado para fazer óleo comestível ou ser convertido em biodiesel (EIA,2006).

A consolidação do uso do biodiesel como combustível é potencialmente promissora para o mundo inteiro, por estar diretamente associada ao meio ambiente, pelo fato deste produto possibilitar, ao contrário do óleo diesel, a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, bem como por valorizar o potencial que representa como fonte de energia renovável os resíduos agrícolas e agroindustriais.

O Brasil é o primeiro país a dominar a tecnologia para produção de biodiesel totalmente renovável, contando no processo com o álcool de cana-de-açúcar (etanol) no lugar de metanol, um derivado do petróleo, reduzindo assim os custos de produção. Nas formas de biodiesel desenvolvidas em outros países o metanol é utilizado como reagente para a queima do óleo vegetal. Desta forma, o Brasil, que produz 57 milhões de hectares de cana, 90 milhões de grãos e mais 220 milhões de hectares de pastagem, poderá liderar plenamente o mercado mundial de biocombustíveis, demonstrando assim o impacto significativo da agricultura energética no contexto ambiental, ao reduzir os efeitos de emissões nocivas que comprometem todo o Planeta e, também, pela possibilidade de utilização de fontes alternativas e renováveis de energia em face do esgotamento eminente das fontes naturais, como o petróleo (CCS, 2004).

Na Tabela 8 estão listadas as especificações de alguns óleos vegetais *in natura* com potencial de produção de biodiesel e as do óleo diesel convencional.

Tabela 8: Especificações de alguns óleos vegetais e do óleo diesel

Característica	Tipo de Óleo					
	Mamona	Babaçu	Dendê	Soja	Pequi	Diesel
Poder calorífico (kcal kg ⁻¹)	8913	9049	8946	9421	9330	10950
Ponto de névoa	10	26	31	13	26	0
Índice de cetano	nd	38	38-40	36-39	38	40
Densidade a 25 °C	0,9578	0,9153	0,9118	nd	0,9102	0,8497
Viscosidade a 37,8 °C (cSt)	285	30,3	36,8	36,8	47,0	2,0-4,3
Destilação a 90% (°C)	nd	349	359	370	nd	338
Cinzas (%)	nd	0,03	0,01	nd	0,01	0,014
Cor (ASTM)	1,0	0,5	1,0	nd	2,0	2,0
Resíduo de carbono Conradson (%)	Nd	0,28	0,54	0,54	nd	0,35

Fonte: Neto et al. (2000)

Desde o surgimento do motor a diesel em 1922, o uso de óleos vegetais em motores tem sido testado e no Brasil houve uma série de desenvolvimentos e testes durante as décadas de 70 e 80 e em 2002 houve a iniciativa de elaboração do programa Probiobiodiesel que prevê o desenvolvimento tecnológico em quatro áreas: especificações técnicas, qualidade e aspectos legais, viabilidade sócio-ambiental e competitividade técnica e viabilidade econômica. Logo há uma necessidade de forte atuação no desenvolvimento tecnológico para redução de custos da matéria prima e dos processos de produção do biodiesel.

Recentes pesquisas vêm sendo feitas descrevendo a utilização de microalgas na obtenção do biodiesel e descrevendo vantagens significativas. Uma característica importante de muitas espécies é a de crescer a grandes velocidades e em meios relativamente simples, duplicando sua biomassa em 24 horas. Um componente fundamental para o seu crescimento consiste em um eficiente sistema de fotossíntese, o que requer iluminação, fator vantajoso no Brasil.

Estudos mostram que o crescimento de biomassa de microalgas é cerca de 50 vezes maior do que nas plantas geralmente utilizadas como fontes de energia e são capazes de sintetizar e armazenar lipídeos que alcançam, em condições normais, cerca de 20% do peso seco da biomassa.

Por outro lado, as microalgas têm ainda a vantagem de sequestrar dióxido de carbono (CO₂) no seu processo de desenvolvimento, contribuindo assim para a redução das emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera (Souza, 2008).

3.6.9 Célula a combustível

Uma célula a combustível opera de maneira similar a uma bateria, gerando eletricidade a partir de uma reação química. Entretanto, ao invés de esgotar sua energia e exigir uma nova recarga, as células a combustível funcionam continuamente, desde que alimentadas por um combustível que possa fornecer os elétrons necessários para a geração de corrente elétrica. Embora a maioria delas funcione com hidrogênio, já existem vários protótipos alimentados por biocombustíveis, incluindo açúcar. Nos Estados Unidos, cientistas lançaram uma nova célula a combustível alimentada por bactérias que, além de gerar energia elétrica, é capaz de limpar águas de esgoto. Nessa nova célula a combustível micróbios e bactérias metabolizam seu alimento, matéria orgânica retirada de águas servidas, liberando elétrons que se transformam em uma corrente elétrica estável (Guadagnini, 2006).

A célula de combustível microbiana é essencialmente um cilindro plástico no interior do qual estão oito anodos de grafite e, no centro, um catodo oco. As bactérias fixam-se nos anodos e os elétrons por elas liberados fluem ao longo do circuito construído interconectando-se os anodos e o catodo. Um fluxo contínuo de água suja bombeada para o interior da câmara provê o alimento das bactérias e a digestão das mesmas libera elétrons no circuito elétrico e íons de hidrogênio positivamente carregados na solução. Esses íons reduzem a necessidade de oxigênio da solução, um objetivo básico no processo de tratamento de águas poluídas. Os íons de hidrogênio também passam através de uma membrana de troca de prótons, alcançando o catodo, que é exposto ao ar atmosférico. No catodo, o oxigênio do ar, os íons de hidrogênio vindo da membrana e os elétrons trafegando pelo circuito se juntam para formar água pura. O projeto de câmara única é importante porque permite um fluxo contínuo de fornecimento da água servida, um projeto consistente com os atuais sistemas de tratamento de água. Mas, como as demais células a combustível, a nova célula microbiana do Dr. Bruce Logan ainda utiliza platina no catodo, o que a encarece substancialmente (Guadagnini, 2006).

3.6.10 Energia Eólica

A energia eólica é aproveitada pela transformação da energia cinética dos ventos em energia elétrica onde equipamentos chamados de moinhos de vento já realizavam trabalhos como bombear água e moer grãos. A turbina eólica, hoje utilizada, é um equipamento de grandes dimensões - turbinas de geradores eólicos mais modernos chegam a medir 60 metros e pesar mais de 20 toneladas cada uma – formado essencialmente por um conjunto de duas ou três pás, com perfis aerodinâmicos eficientes, que impulsionadas pela força dos ventos, aciona geradores que operam a velocidades variáveis, para garantir uma alta eficiência de conversão.

A instalação de turbinas eólicas normalmente apresenta viabilidade econômica em locais em que a velocidade média anual dos ventos seja superior a 3,6 m/s. Existem atualmente, mais de 20 000 turbinas eólicas de grande porte em operação no mundo, principalmente nos Estados Unidos. Na Europa, espera-se gerar 10 % da energia elétrica a partir da eólica, até o ano de 2030 (Jannuzzi,2003).

A energia eólica é primordial na obtenção de energia elétrica nos Estados Unidos onde a capacidade total de energia eólica instalada era de 9.149 megawatts no início de 2006, de acordo com a Associação Americana de Energia Eólica. Com os recentes avanços tecnológicos, a competitividade dos preços de geração de energia eólica frente ao gás natural melhorou, contribuindo para a continuidade do crescimento. Além disso, o governo federal dos EUA oferece às empresas um crédito de impostos para a produção de energia eólica no valor de aproximadamente 1,9 centavos de dólar por watt-hora. Isso tem sido um forte incentivo para atrair investidores com interesses fiscais, como empresas de serviços públicos, a adquirir fazendas eólicas. Atualmente, os mercados mais fortes são Espanha, Itália, França, Reino Unido e Índia (Eckhart, 2006).

3.6.11 Energia solar

A disponibilidade anual de energia solar é muitas vezes superior ao total de energia consumida no mundo, o que torna muito grande, portanto os potenciais de sua utilização se forem transpostas deficiências de conversão e armazenamento desse tipo de energia, mesmo considerando sua “baixa densidade energética” em comparação com combustíveis fósseis.

Para avaliar o potencial de energia solar disponível é importante considerar suas aplicações e existem duas grandes áreas: a produção de eletricidade e suas utilizações para finalidades térmicas. O potencial de maior utilização da energia solar dependerá de como a sociedade será capaz de modificar e adequar as necessidades de energia para seu conforto e produção econômica (Guadagnini, 2006).ⁱ

A forma mais fácil e mais praticada de utilização da energia solar é sua conversão direta em calor de baixa temperatura. Nos sistemas chamados ativos, é utilizado um tipo de coletor onde o calor é transportado através de um fluido, como

ⁱ O custo da produção de eletricidade em sistemas fotovoltaicos pode variar de US\$ 0,30 a US\$ 1,50 por cada kWh hoje em dia. São preços muito altos quando comparados com sistemas convencionais, que podem gerar eletricidade a US\$ 0,01 - 0,04.

nos aquecedores residenciais de água. No sistema passivo, a conversão se processa sem necessidade de um elemento especial e dedicado ao processo.

A energia solar fotovoltaica é a principal fonte renovável para a geração de energia distribuída (consumidores que geram calor ou eletricidade para suas próprias necessidades e enviam o excedente de energia elétrica de volta às empresas de serviços públicos), tendo crescido ultimamente no Japão, na Alemanha e na Espanha. Em 2005, a Lei de Política Energética dos EUA estabeleceu um crédito de 30% nos impostos federais para sistemas solares adquiridos para fins residenciais e empresariais, além de programas de subsídios significativos em estados como a Califórnia e Nova Jersey. Nos países em desenvolvimento, a energia solar fotovoltaica é muito oportuna, mas difícil de ser implementada, porque requer infraestrutura local de empresas para vender e instalar os equipamentos e prestar a assistência técnica necessária, além de exigir financiamento, muitas vezes não disponível. Ainda assim, os mercados estão crescendo em países como Índia, Sri Lanka, Bangladesh, Marrocos, Quênia, África do Sul (Eckhart, 2006).

3.6.12 Areias asfálticas e petróleo ultra pesado

As reservas conhecidas de areias asfálticas e de petróleo ultra pesado constituem a maior parte do chamado petróleo não convencional. No Canadá em particular, as areias já são exploradas em grande escala e respondem por uma parcela expressiva da produção petrolífera do país. No entanto, o potencial econômico das areias e do petróleo ultra-pesado não deve ser superestimado, uma vez que ambos só podem ser utilizados após processamento e transporte custosos, em termos energéticos e ambientais.

O aumento da produção de combustíveis provenientes dessas fontes deverá ser lento, mesmo que ocorra grande elevação nos preços do petróleo (Souza, 2006).

3.6.13 Xisto betuminoso

As perspectivas do xisto betuminoso são ainda mais problemáticas pois, embora as reservas estimadas sejam enormes, o xisto tem de ser extraído como mineral aquecido e hidrogenado de modo a proporcionar materiais líquidos. Os efeitos ambientais também são graves, pois para cada barril de xisto necessitam-se vários barris de água e o processamento consome muita energia (Souza, 2006).

3.6.14 Hidratos de metano

Os hidratos de metano, que são sólidos semelhantes ao gelo encontrados em sedimentos oceânicos, constituem-se provavelmente na fonte de energia fóssil mais controversa. Não há perspectivas de utilização comercial em médio prazo (Souza, 2006).

3.6.15 Gás natural

O gás natural é conhecido há pelo menos dois mil anos, mas sua utilização era restrita até pouco tempo. O primeiro aproveitamento comercial somente ocorreu no século XIX, em 1876, no Oeste da Pensilvânia (EUA), quando J. N. Pew construiu alguns dutos para recolher e vender o gás natural antes queimado. Apesar de algumas exceções, até a metade do século XX, a utilização em escala comercial do energético ficou restrita aos Estados Unidos.⁸

As diversas experiências internacionais contêm alguns pontos em comum, que revelam a natureza econômica do gás natural. Em 1960, o consumo de gás natural limitava-se a alguns países sendo que os EUA e a extinta URSS concentravam mais de quatro quintos da demanda mundial. Portanto, a expansão do gás natural é um fenômeno recente, que ocorreu somente nas últimas quatro décadas do século XX. Outro ponto em comum refere-se aos determinantes geográficos, sempre marcantes em se tratando de uma fonte não renovável com elevado custo de transporte. Tanto na Europa, quanto nos EUA, o crescimento ocorreu após a descoberta de abundantes jazidas relativamente próximas às grandes aglomerações urbanas. Além da proximidade, as rigorosas condições inverniais determinavam um alto padrão de consumo energético que, desde meados do século XIX, já justificara a implantação de uma rede de distribuição urbana de gás manufacturado para atender as necessidades de iluminação pública e calefação residencial.

O gás natural, como principal fonte alternativa ao petróleo, pode inclusive substituir a gasolina em motores a combustão, desde que feitas pequenas adaptações.

O Processamento de Gás Natural é realizado através de uma instalação industrial denominada Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), cujo objetivo é separar as frações pesadas ou ricas (propano e mais pesados) existentes no gás natural úmido ou rico, gerando o chamado gás natural seco ou pobre (metano e etano) e uma corrente de Líquido de Gás Natural (LGN).

O LGN é composto pelas frações mais pesadas que o propano ,ou seja, o gás liquefeito de petróleo (GLP), popularmente conhecido como gás de cozinha, e a gasolina. Eventualmente, pode-se produzir uma corrente de LGN composta de frações mais pesadas que o etano, de onde será possível separar frações líquidas de etano, de GLP e de gasolina. Nesse caso, recupera-se, também, uma fração de gás natural pobre predominante em metano. Essa UPGN recebe o nome de Unidade de Recuperação de Líquidos (URL).

O conceito de riqueza empregado diz respeito ao teor de compostos mais pesados que o propano, constituído pelas frações de GLP e gasolina . Assim, ao dizer que uma determinada corrente de gás natural úmido ou rico apresenta riqueza

⁸ Em 1907, no Japão, iniciou-se a distribuição de gás natural em Nigata e, entre 1911 e 1919, na Alemanha, foram aproveitados 5,6 milhões de m³ de gás natural da reserva de Neuengamme para o abastecimento da cidade de Hamburgo. Dois livros que fazem uma breve revisão da história do gás natural são: TUSSING, ARLON R. & TIPPE, BOB (1996) *The natural gas industry*; Nova York, e PENNWELL & CANNON, RONALD E. (1998) *The gas processing industry, origins and evolution*. Tulsa: Gas Processors Association (2nd ed.). A publicação editada pelo *Oil and Gas Journal* (1998), *Fundamentals of the natural gas industry*, contém uma cronologia bastante extensa da indústria do gás natural.

de 6%, isso significa que aquela corrente é constituída de 6% de GLP e gasolina e 94% de gás natural propriamente dito. E será esta parcela de 94% que constituirá, após tratamento e processamento em uma UPGN, a corrente de gás natural seco ou pobre, também chamada de gás natural processado ou residual (ANP, 2006).

Os principais tipos de processos aplicáveis a uma UPGN são os seguintes:

- Refrigeração simples
- Absorção refrigerada
- Expansão Joule-Thompson
- Turbo-expansão

De maneira simplificada, pode-se dizer que estes processos realizam as mencionadas separações através de uma seqüência de operações, que pode incluir tratamento (para eliminação de teores remanescentes de umidade), compressão, absorção e resfriamento, dependendo do tipo a ser empregado. Os hidrocarbonetos recuperados podem ser estabilizados e separados por fracionamento, para obtenção dos produtos desejados, na própria UPGN ou em outras unidades específicas, tais como as Unidades de Fracionamento de Líquidos (UFL) e de Processamento de Condensado de Gás Natural (UPCGN) (ANP, 2006).

Além disso, existe a possibilidade de se produzir, a partir dele, gasolina, diesel e nafta pela tecnologia “gas-to-liquids” (GTL). Desde 2003, empresas como a ExxonMobil, Shell, ConocoPhillips e ChevronTexaco vêm realizando estudos de viabilidade econômica para o desenvolvimento de plantas de GTL no Catar. Suas reservas ainda são elevadas e poderiam adiar a crise de oferta de energia por vários anos caso as modificações de infra-estrutura, necessárias para a substituição dos derivados de petróleo, possam ser feitas de forma rápida. No entanto, esses investimentos são bastante vultosos, principalmente para viabilizar o transporte de longa distância, através de gasodutos ou de navios de GNL. Além disso, como o gás natural também é uma fonte não-renovável, inevitavelmente o crescimento da produção levará ao esgotamento mais rápido das reservas mundiais existentes (Souza, 2006).

Sabe-se que o preço do gás natural no Brasil aumentou nos últimos meses como podemos observar na Figura17, porém ainda é bastante consumido como descrito na Figura18, tendo em vista algumas vantagens em seu uso como:

1. O baixo impacto ambiental, pois sua queima produz uma combustão limpa, melhorando a qualidade do ar e substituindo formas de energias poluidoras como carvão, lenha e óleo combustível. Contribui ainda para a redução do desmatamento.
2. A facilidade de transporte e manuseio que contribui para a redução do tráfego de caminhões que transportam outros tipos de combustíveis. Não requer estocagem, eliminando os riscos do armazenamento de combustíveis.
3. Atração de investimentos. A disponibilidade do gás atrai novas empresas, contribuindo para a geração de empregos (Compagas - Companhia Paranaense de Gás, 2008).

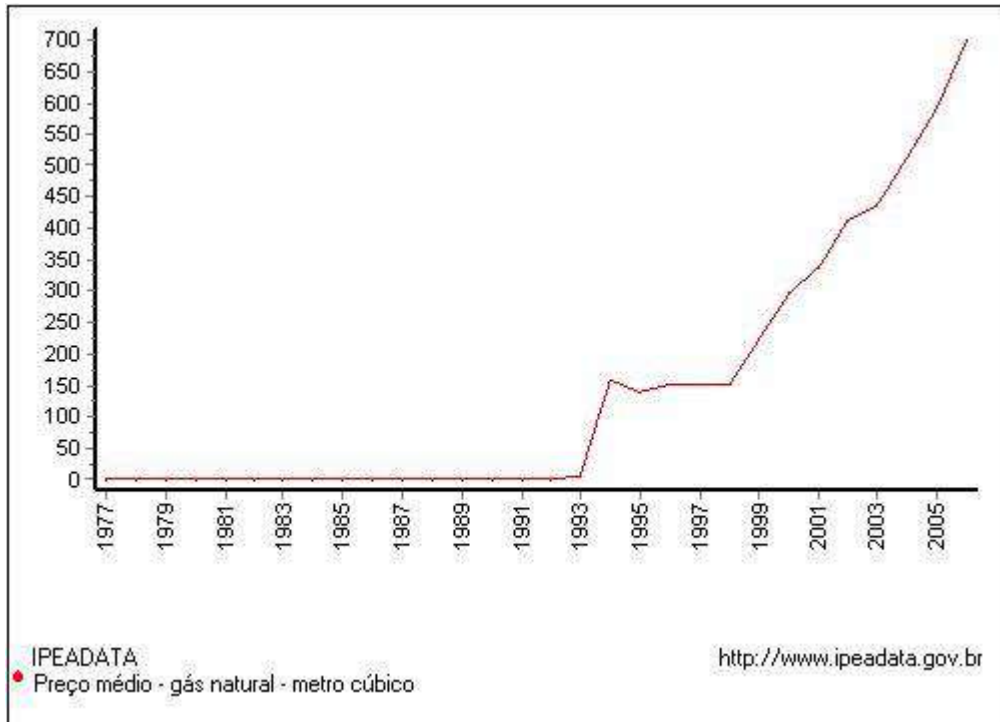


Figura17: Preço médio do gás natural no Brasil.

Fonte: ANP, 2008

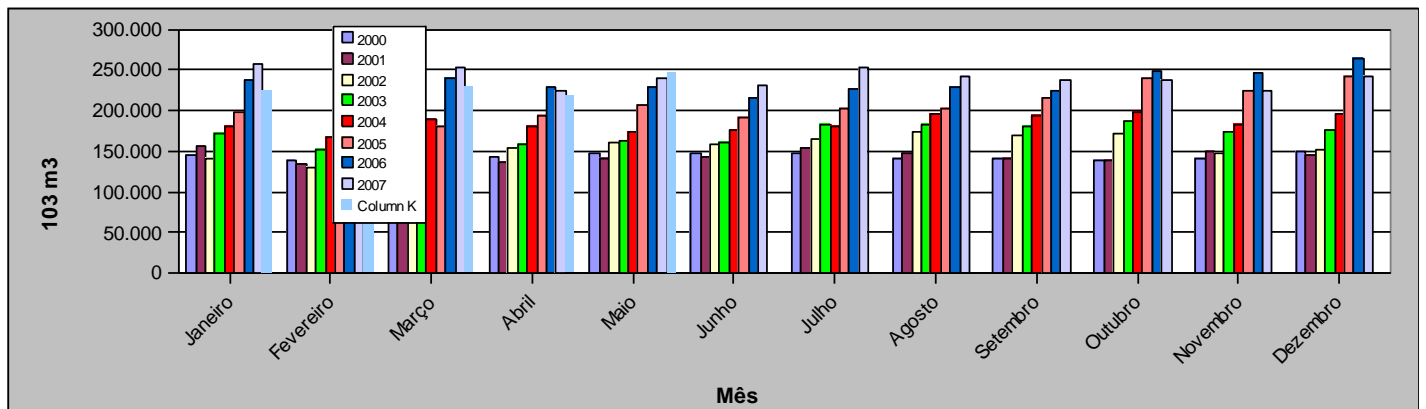


Figura18: Consumo de gás natural .

Fonte : ANP, 2007

3.6.16 Energia nuclear

Este tipo de energia é obtido a partir da fissão do núcleo de metais pesados como o urânio e o plutônio, quando passados por um processo de enriquecimento, que consiste basicamente em aumentar o percentual do isótopo que pode sofrer fissão – no caso do urânio, o de peso molecular 235. As operações de enriquecimento do urânio têm que ser repetidas várias vezes, tornando o processo caro e complexo por isso poucos países possuem esta tecnologia para escala industrial.

O metal radioativo é colocado na forma de cilindros dentro do núcleo do reator, que também precisa conter cilindros ou placas de um material moderador (geralmente grafite) que absorve parte dos nêutrons emitidos, controlando o processo para não permitir a reação em cadeia. O resfriamento do reator do núcleo é realizado por meio de um fluido (líquido ou gás) que circula em seu interior. Este calor retirado é transferido por permutação para uma segunda tubulação, onde circula água, transformando-a em vapor superaquecido (a temperatura chega a 320°C), que vai movimentar as pás das turbinas acopladas a um gerador, produzindo eletricidade. Após movimentar as pás da turbina, este vapor é liquefeito e a água é reconduzida para a tubulação, onde é novamente aquecida e vaporizada (Guadagnini, 2006). Na Figura19 está exemplificado o que foi dito a cerca do reator de uma usina .

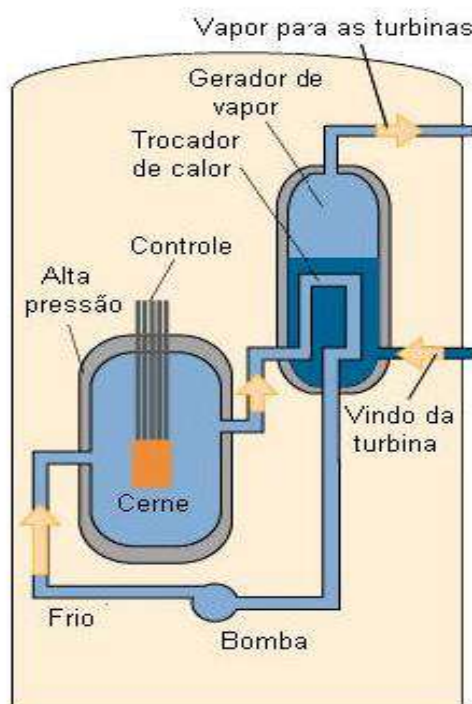


Figura19: Diagrama de um reator de uma usina nuclear.

Fonte: Guadagnini, 2006

No Brasil, está em funcionamento a Usina Nuclear Angra 2, que contribui com parte da energia elétrica consumida na cidade do Rio de Janeiro. Ainda está em discussão a construção da Usina Nuclear Angra3, motivada pelo “déficit” de energia no país.⁹

Os Estados Unidos lideram a produção de energia nuclear no mundo e em países como França, Suécia, Finlândia e Bélgica, a utilização da energia nuclear atende a 50 % da demanda da energia elétrica consumida. É importante destacar que a relação entre reservas e produção de urânio físsil é da mesma ordem de grandeza que a verificada para os combustíveis fósseis. A disponibilidade de material físsil poderia multiplicar-se por cerca de 100 vezes se fosse viabilizada a produção de plutônio em reatores “breeders”, porém a tecnologia é extremamente complexa e ainda não atingiu de forma plena o estágio comercial, após décadas de desenvolvimento. A energia nuclear, além disso, está restrita – pelo menos até hoje – à geração de eletricidade, o que limita seriamente seu emprego nos transportes.

3.6.17 Energia hidrelétrica

No Brasil, 95% da energia elétrica produzida provêm de usinas hidrelétricas devido à grande quantidade de água existente no território nacional. Nesse tipo de usina, é realizada a transformação da energia potencial da água represada em energia cinética, girando pás de gigantescas turbinas, produzindo energia elétrica a partir do acionamento do eixo de um gerador. A grande participação das hidrelétricas na matriz energética brasileira torna-a muito dependente da continuidade no sistema de chuva (Guadagnini, 2006).

É importante salientar que a maioria dos rios com potencial expressivo de geração de eletricidade já foi aproveitado e a participação da hidroeletricidade na matriz energética brasileira deverá diminuir ao longo do tempo. É interessante observar, ainda, que a energia hidrelétrica não pode, rigorosamente, ser classificada como renovável, já que todos os reservatórios sofrerão com o assoreamento no longo prazo. A exceção, naturalmente, são as usinas a fio d’água, que não necessitam de reservatórios.

⁹ O Ibama concedeu a licença prévia para a usina nuclear de Angra 3, primeiro passo para a retomada das obras que estão paralisadas há 22 anos. Angra 3 terá capacidade para produzir 1,3 mil megawatts (MW) e serão necessários investimentos de R\$ 7 bilhões para concluir a usina. Parte dos equipamentos da usina já foi adquirido pelo país em 1999, ao custo de US\$ 750 milhões (gazeta mercantil 24 de Julho de 2008)

3.7 Investimentos em energias renováveis

Amplios esforços vêm sendo feitos para o emprego de energia renovável nos países em desenvolvimento, com recursos da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional e de muitas agências doadoras e apoio financeiro do Banco Mundial, do Banco Europeu e de outros bancos regionais de desenvolvimento e do setor privado. A Índia foi um dos primeiros países a se comprometer com a ampla utilização de fontes de energias renováveis, lançando mão de energia eólica, solar, hidroelétrica e de biomassa. O Brasil tem sido o líder no uso de etanol de cana-de-açúcar e o sul da Índia, o Sri Lanka e Bangladesh desenvolveram mercados para o uso de energia solar fotovoltaica, distribuindo eletricidade para casas não conectadas à rede elétrica e a China, por sua vez, desenvolveu o setor de aquecimento de água por energia solar (Goodstein, 2004).

Para citar outros exemplos fora dos EUA, a União Européia adotou medidas políticas inovadoras para promover o uso da energia renovável. A Alemanha, a Espanha, a Itália e outros países implementaram tarifas de compra de energia elétrica de fontes renováveis — o preço por unidade de eletricidade que uma empresa de serviços públicos ou fornecedor tem de pagar por eletricidade renovável de geradores privados. Enquanto isso, Finlândia, Grécia e Reino Unido utilizam subsídios, incentivos fiscais e mandatos para a produção ou o uso de energia verde (Guadagnini, 2006).

De acordo com a Associação Nacional de Capital de Risco e a PricewaterhouseCoopers e Thomson Venture Economics, investidores de capital de risco aplicaram perto de US\$ 181 milhões em empresas de energia alternativa em 2005, um aumento de US\$ 78 milhões em relação ao ano anterior, o que mostra que investimentos estão sendo feitos na área de produtos renováveis.

Importantes líderes da indústria começaram a notar as oportunidades desse mercado em crescimento e estão demonstrando seu apoio como, por exemplo, a General Electric que investiu recentemente US\$ 51 milhões em um projeto de energia eólica de 50 megawatts na Califórnia, e a Cascade Investment LLC aplicou US\$ 84 milhões na Pacific Ethanol, que produz e comercializa combustíveis renováveis. O crescimento acelerado do mercado criou um ambiente favorável para investidores, com oportunidades de lucros substanciais, bem como de riscos, em um setor que movimenta atualmente US\$ 50 bilhões (Goodstein, 2004).

3.8 Benefícios globais

A energia renovável é obtida de fontes naturais variadas ao nosso redor e sempre disponíveis. Embora não seja uma tecnologia infalível, quanto mais ela for usada, melhor será o resultado em termos de redução das importações de petróleo, da poluição e das emissões de gases de efeito estufa e do aumento de empregos.

A energia renovável pode oferecer grandes oportunidades aos países em

desenvolvimento e às áreas rurais ao propiciar a criação de novos postos de trabalho e novas fontes de renda para agricultores e pecuaristas (Goodstein, 2004).

Tal desenvolvimento também oferece aos moradores de zonas rurais de todo o mundo a oportunidade de ter acesso a formas modernas de energia. Usinas de energia eólica, solar, geotérmica, de biomassa e pequenas usinas hidroelétricas podem gerar eletricidade para empresas de serviços públicos e vilarejos rurais, assim como a energia solar fotovoltaica e o aquecimento solar de água também podem suprir, de energia mais moderna, as residências.

3.9 Perspectivas

A perspectiva para a energia renovável em todo o mundo é positiva e muito promissora e ao mesmo tempo um desafio para planejadores de políticas, pois os preços do petróleo aumentam muito depressa com conseqüente aceleração da demanda por energia renovável.

Embora as projeções oficiais emitidas pela Agência de Informações sobre Energia mostrem que a energia renovável contribuirá com apenas cerca de 10% do abastecimento energético dos EUA em 2030, resumidamente, é possível afirmar que a substituição do petróleo por outras fontes de energia representará um desafio de grandes dimensões, pois nenhuma das alternativas – com exceção parcial do gás natural – reúne os mesmos atributos de densidade energética, facilidade de transporte e armazenamento, segurança e versatilidade.

Para chegar a esse resultado, os preços da energia convencional devem continuar altos, os custos da energia renovável, por sua vez, necessitam diminuir e as políticas governamentais precisam ser estáveis e previsíveis para incentivar o compromisso de credores e investidores com o financiamento dos sistemas de energia renovável além da colaboração internacional para a transferência de tecnologias para os países em desenvolvimento (Goodstein, 2004).

Por fim destacamos, no Anexo 1, algumas tabelas pertinentes a este estudo comparando algumas fontes energéticas e seus potenciais além da relação de preço entre elas.

No próximo Capítulo descreve-se como as empresas de petróleo estão se transformando em empresas de energia visando utilizar novas fontes, como algumas das citadas no Capítulo 3, para que os aspectos ambientais e de mercado sejam em parte supridos. Também se faz um estudo de caso visando mapear as maiores empresas demonstrando assim como elas estão se adequando as novas formas do mercado renovável.

Capítulo 4

Investimento das empresas em novas formas de energia

4.1 Introdução:

Conforme apresentado no Capítulo anterior, uma grande variedade de fontes alternativas tem surgido para o setor de energia em resposta a todos os problemas e desafios existentes. Há um movimento crescente acontecendo nas empresas de petróleo onde estas estão migrando para a área de energia não para substituir, mas para incorporar outras fontes aumentando sua parcela no mercado energético. Este capítulo tem como objetivo apresentar como as empresas estão investindo neste setor e para isso utilizou-se um banco de dados para auxiliar na pesquisa. O resultado é demonstrado num estudo de caso.

4.2 Novas áreas de atuação das empresas de petróleo

O setor energético, atualmente, vem apresentando um alto nível de inovação tecnológica. A necessidade de mais suprimento de energia e a existência de fatores externos como as políticas relacionadas ao meio ambiente têm impulsionado o processo de diversificação das empresas de petróleo, havendo, portanto, a necessidade de ampliação dos investimentos deste setor em novos sistemas de geração de energia.

“As empresas de petróleo estão ampliando sua capacitação de produção, seu mercado e suas áreas de atuação para além da fronteira da indústria do petróleo, tornando-se empresas de energia” (Souza, 2006).

Na Tabela 9 percebe-se que algumas das maiores empresas de petróleo do mundo investem em diversos setores como energia eólica, solar e em biocombustíveis.

Tabela 9: Principais companhias de petróleo e suas áreas de atuação

ÁREA DE ATUAÇÃO	EMPRESA				
	BP	Chevron	ExxonMobil (4)	Shell	Petrobras
Exploração e Produção de Petróleo e Gás	X	X	X	X	X
Refino e Distribuição de Petróleo, Gás e Derivados	X	X	X	X	X
Carvão		X			
Energia Elétrica (1)	X	X	X	X	X
Hidrogênio	X	X	X	X	
Energia Solar	X	X	X	X	X
Energia Eólica	X			X	X
Energia Hidroelétrica					X
Energia Geotérmica		X		X	X
Biomassa (2)			X		X
Biocombustíveis (3)		X	X	X	X

(1) Energia elétrica gerada a partir do gás natural

(2) Biomassa é a denominação genérica para matérias de origem vegetal ou animal que são aproveitadas como fonte de produção de calor ou eletricidade.

(3) Biocombustíveis incluem biodiesel e etanol (álcool etílico). O biodiesel é uma denominação genérica para combustíveis derivados de oleaginosas, tais como: mamona, dendê, algodão, soja, além de gordura animal.

(4) O desenvolvimento de viabilidade comercial das energias alternativas e renováveis (hidrogênio, energia solar, biomassa e biocombustíveis) faz parte de um programa de pesquisa de longo prazo da empresa.

Fonte: Barros, 2007

Esses movimentos das empresas de petróleo para a área de biocombustíveis são de três tipos:

- a) Investimento na produção convencional de biocombustíveis;¹⁰
- b) Investimento na produção convencional de biocombustíveis com novas rotas tecnológicas;
- c) Esforços na produção de biocombustíveis de 2ª geração. (resíduos)

Algumas empresas de petróleo como a Shell e a BP/Du Pont estão investindo no mercado de biocombustíveis na direção dos produtos de segunda geração. No caso da Shell, dois esforços são relevantes: o interesse pela hidrólise de biomassas,

¹⁰ Repsol, Chevron e Petrobras anunciaram investimentos na produção de biodiesel,

Marathon anunciou a entrada na produção de etanol.;

Chevron considera o biodiesel como relevante no mercado, mas considera que as escalas de produção atuais não são econômicas. Logo a empresa está iniciando a construção e uma planta de biodiesel a partir de soja numa escala próxima de 400.000 t/a que é da ordem da produção total americana hoje.

desenvolvido em associação com uma empresa canadense de biotecnologia, a Logen, e o foco na tecnologia de gaseificação como competência tecnológica central no aproveitamento de biomassa (EPE, 2006).

O Brasil se encontra em uma posição de destaque quando se trata de utilização de fontes renováveis de energia e estas possuem uma significativa participação na matriz energética do país.

Foi criado, no início de 2004, O PROGER – O Programa Tecnológico de Energias Renováveis- para atuar na pesquisa e desenvolvimento, demonstração, aperfeiçoamento, aquisição e transferências de tecnologias que viabilizem e aperfeiçoem o uso de fontes renováveis, atendendo às metas de negócio dos diversos segmentos da Petrobras . O grande desafio na área de energias renováveis é torná-las economicamente mais atrativas mediante a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, além de democratizar seu uso. As áreas de atuação do PROGER são: Produção de energia com biomassa, Álcool, Energia eólica, Energia solar, Energia solar térmica e Energia solar fotovoltaica.

No entanto, os custos de produção de energia são altos quando comparados às fontes convencionais. Logo, o setor energético necessita de incentivos públicos que lhe forneça investimentos com a intenção de reduzir os custos para a geração de energia a partir de fontes renováveis, com isso aumentando seu caminho para comercialização em larga escala e sua participação na oferta.

A possibilidade de esgotamento das principais matérias-primas da indústria petrolífera: petróleo e gás natural e a existência de políticas ambientais que estimulam o uso de fontes alternativas menos poluentes aumentaram os riscos de desequilíbrio do nível de capacitação das empresas frente a inovações radicais, as quais causariam uma ruptura no sistema gerando certa incerteza aos negócios das empresas. Essa diversificação possibilitou a construção de um novo perfil de competências e orientou o processo de crescimento em direções potencialmente mais favoráveis (PROGER, 2004).

4.3 Estudo de caso

Com o objetivo de mapear as indústrias de petróleo que se destacam na área de energia utiliza-se uma análise relacionada às tecnologias atuais e tendências das empresas para o investimento em energias renováveis. A pesquisa foi feita no banco de dados ScinFinder que está caracterizado a seguir .

O Software SciFinder Scholar recupera as informações contidas nos bancos de dados produzidos pelo Chemical Abstracts Service (CAS) e pelo banco de dados MEDLINE® da Biblioteca Nacional de Medicina. O banco de dados Caplus contém mais de 23 milhões de documentos de mais de 9000 revistas de 150 países, cobrindo

a literatura de 1907 até a atualidade. As fontes dos documentos envolvem revistas, patentes¹¹, anais de conferências, dissertações, relatórios técnicos, livros, etc.

O SciFinder Scholar disponibiliza os seguintes recursos:

1-Pesquisa por substância química (incluindo reações e sub-estrutura), assuntos, palavras-chave, nome de autor, número de identificação de documentos e nomes de companhias e organizações.

2-Recursos para ordenação, análise e refinamento das buscas (tanto de referências quanto de reações).

3-Pesquisa por citações (referências citadas).

4 -Capacidade de imprimir e salvar os resultados.

5-Acesso ao texto completo dos documentos através do serviço ChemPort.

6- Links para os dados de registros, fontes comerciais e listas de inventários das substâncias.

7-Capacidade de visualização das estruturas em 3D.

8-Acesso ao sumários/resumos de mais 1800 periódicos.

A pesquisa foi iniciada buscando as maiores empresas de petróleo ,listadas pelo ranking da PIW (Petroleum Intelligence Weekly) publicação que divulga anualmente o ranking das 50 maiores e mais importantes empresas de petróleo e também é baseado nos resultados operacionais de mais de 130 companhias do setor em 2007.Juntas, essas empresas são responsáveis por 75% do suprimento mundial de óleo e gás e também detêm 85% das reservas mundiais de petróleo e 64% das reservas de gás. Respondem ainda por 81% da produção mundial de petróleo e por 68% da produção de gás, detendo 60% da capacidade mundial de refino (Energyintel, 2007).

Na ordem decrescente, as 15 maiores empresas que integram o ranking são : Saudi Aramco (Arábia Saudita), NIOC (Irã),Exxon Mobil (USA), BP (Grã-Bretanha), PDVSA (Venezuela), , Royal Dutch Shell (Grã-Bretanha/Holanda), PetroChina (China), ConocoPhillips (USA), Chevron (USA), Total (França), Pemex(México), Gazprom (Rússia) ,Sonatrach (Argélia), KPC(Kuwait),Petrobras(Brasil).

¹¹ A patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgada pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida ,o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente. Ela é considerada um ativo intangível, sendo um bem que pode ser usado como instrumento de negociação e que, além de possibilitar a proteção de invenções direcionadas às mais diversas áreas da indústria, pode gerar receita para a empresa por meio de contratos de cessão e de licenciamento.(TN Petróleo)

Para compor o ranking, a PIW utilizou seis critérios sendo eles: comercialização de derivados, produção de petróleo, capacidade de refino, reservas de petróleo, reservas de gás e produção de gás.¹²

Totalizando cerca de 4,2 bilhões de libras esterlinas em investimentos no setor de petróleo e gás (cerca de R\$ 13,9 bilhões pela cotação do dia 9/5/2008) a Royal Dutch Shell é a melhor colocada do setor, figurando na 104ª posição, seguida pela Total (128ª), Exxon Mobil (130ª) e Petrobras (132ª).

O avanço tecnológico de qualquer empresa está diretamente ligado aos investimentos direcionados a P&D que em geral, além de um alto investimento, são necessários anos de pesquisas para que uma nova tecnologia possa ser lançada no mercado. Por isso, uma garantia mínima de retorno financeiro é condição mínima para qualquer empresa investir no desenvolvimento de novas tecnologias (TN Petróleo, 2008).

A propriedade industrial entra nesse contexto como uma ferramenta essencial para as empresas que querem ser ou se manter competitivas no mercado, pois gera diversas oportunidades de negócios e, como consequência, o retorno dos investimentos feito sem P&D e também para a sociedade pois torna-se a garantia da continuidade do desenvolvimento tecnológico do país.

Uma pesquisa no banco de patentes dos Estados Unidos (USPTO) e Brasil (Instituto Nacional da Propriedade Industrial /Inpi) mostram que, com exceção da Petrobras, as empresas do setor ainda têm uma atividade pequena no que tange a depósitos de pedidos de patente no Brasil quando comparada aos depósitos nos Estados Unidos como pode ser visto na Figura 20.

A Shell, que é a empresa do setor mais bem colocada em relação aos investimentos em P&D, aparece também como a maior depositante de pedidos de patente, tanto no Brasil quanto nos EUA. Segundo dados publicados pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), a Petrobras depositou ao longo dos anos cerca de mil pedidos de patentes no Brasil e nos últimos anos tem mantido uma média anual de 70 a 80 depósitos de pedidos de patente no INPI (TN Petróleo, 2008).

¹² A Petrobras destaca-se na comercialização de derivados (9º lugar), na produção de petróleo (11º lugar) e na capacidade de refino (12º lugar). As demais posições ocupadas pela Petrobras foram: reservas de petróleo (16º lugar); reservas de gás (34º lugar); e produção de gás (24º lugar). De acordo com o *ranking* da consultoria PFC Energy 50, a Petrobras saltou da 11ª posição para a 6ª posição no *ranking* das maiores empresas de energia do mundo com base no valor final de mercado, aparecendo na frente de empresas como a British Petroleum (BP) e a Total. Já segundo os critérios da publicação da *Petroleum Intelligence Weekly* (PIW), a Petrobras ocupa a 15ª posição no *ranking* das 50 maiores e mais importantes empresas de petróleo do mundo (ano base 2006). (PFC Energy 50)

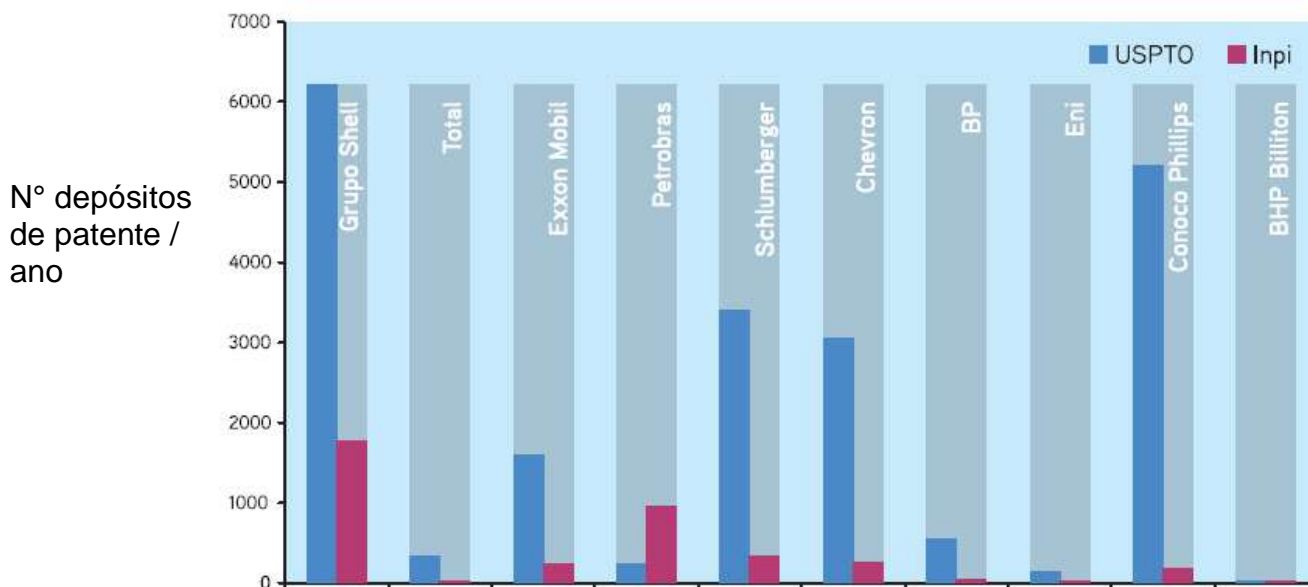


Figura 20 : Depósitos de patentes das empresas por País.

Fonte: TN Petróleo, 2008

A propriedade industrial, mais especificamente o sistema de patentes, tem um papel de extrema importância no atual cenário econômico mundial uma vez que é uma ferramenta essencial para a recuperação dos grandes investimentos em P&D.

4.4 Análise de dados no ScinFinder:

Iniciou-se a busca por companhia utilizando algumas das listadas pelo Ranking PIW. São elas : Saudi Aramco (Arábia Saudita), BP (Grã-Bretanha), Royal Dutch Shell(Grã-Bretanha/Holanda), ExxonMobil(USA),Chevron (USA), PETROBRAS (Brasil), PetroChina(China) .

4.4.1 Shell

Royal Dutch Shell ou simplesmente Shell, é uma empresa multinacional petrolífera de origem neerlandês-britânica, que tem como principais atividades a refinação de petróleo e a extração de gás natural. É uma das maiores multinacionais do mundo e também é a empresa de maior lucro dos Países Baixos. Em 2004 foi a segunda empresa de maior lucro do mundo (apenas atrás de ExxonMobil) e é a terceira maior companhia petrolífera e líder da indústria petroquímica e de energia solar. Esta empresa tem cinco atividades principais: exploração e produção, gás e energia, produtos petroquímicos, energia renovável e comércio/distribuição e opera em mais de 140 países no mundo.

Dados da busca:

Foi iniciada a busca por companhia com a palavra “SHELL” e foram encontradas 28.043 referências.

Selecionando de uma forma mais criteriosa a busca, com o tópico de pesquisa “energia renovável” foram encontradas sete referências (todas relativas a revistas científicas; periódicos) São elas:

- Cellulosic biofuels and Shell - Shell Global Solutions International B.V, United States, April 6-10;2008 Revista: American Chemical Society.
- Entrained flow gasification of biomass: ash behavior, feeding issues, and system analyses. - Shell, Eindhoven, Neth; 2004.Revista: ECN-C [Report]
- The role of high efficiency solid oxide fuel cells in the transition to a sustainable energy supply. - Shell Global Solutions International, Germany; 2003. Revista:Forschungszentrum Juelich Ltd.
- Pathways to a more sustainable production of energy : sustainable hydrogen - a research objective for Shell. - Shell Global Solutions International BV, Amsterdam, Neth; 2002. Revista: Elsevier Science Ltd
- Scenarios for the long term development of energy sector. - Shell Francaise, Fr;2002. Revista: Association des Techniciens et Professionnels du Petrole
- Innovation and environmental protection - . Deutsche Shell AG, Hamburg, Germany;1999. Revista: Wiley-VCH Verlag Ltd.
- Energy supplies in the 21st century. Management of the transition. Shell Transport & Trading, Spain;1998.

A primeira referência mencionada (Biocombustíveis celulósicos e a Shell) descreve o investimento da Shell em parceria com indústrias e universidades a respeito da 2º geração de biocombustíveis ,que são produzidos através de resíduos lignocelulósicos embora o custo para isso ainda seja alto. Para ser bem sucedido a longo prazo , a implantação em larga escala da 2ª geração de biocombustíveis exige uma melhoria rápida nos custos da produção, um forte apoio governamental e grandes investimentos em instalações e infra-estrutura.

A segunda referência (Fluxo de gaseificação da biomassa : comportamento ,questões e sistema de análise) descreve sobre fluxo gaseificação, que está disponível em larga escala (principalmente para o carvão e liquido combustível) e também pode alcançar a maior eficácia a partir de biomassa. Existem várias opções para obter a biomassa em um fluxo gaseificador e foi demonstrado que torrefação de biomassa (um ligeiro tratamento térmico) , pode reduzir a exigência de muita energia para a moagem ,apenas 0.01-0.02 kWe / kWth madeira. É possível aproveitar a reatividade elevada da biomassa se comparado ao carvão, o que leva a um menor número de consumo de energia para a compressão do gás inerte e pouco gás de síntese resultando numa maior eficiência e utilizando sistemas alimentadores de pistão para pressionar o combustível, a biomassa, as vantagens se tornam ainda mais pronunciadas.

A terceira referência (O papel da elevada eficiência de células de combustível de óxido sólido na transição para um abastecimento energético sustentável) indica que a Shell, em conjunto com a Siemens Westinghouse está desenvolvendo um novo tipo de célula combustível de óxido sólido (SOFC) que pode capturar o CO₂ a partir de corrente de gases de escape com a intenção de injetar o CO₂ no subsolo de seqüestro. Este trabalho apresenta uma atualização desses planos e sobre o estatuto desta tecnologia, que está atualmente em estágio de demonstração.

A quarta referência (Vias de uma produção mais sustentável de energia: hidrogénio sustentável - uma pesquisa objetiva para a Shell) descreve que eficientes tecnologias de armazenamento de hidrogénio e de eletricidade devem ser desenvolvidas e as pesquisas para esse desenvolvimento são um processo em curso, mas a verdadeira transformação atual de combustíveis fósseis com base sustentável para os mercados da energia terá um tempo considerável. Entretanto, o combustível com base em mercados energéticos têm que ser transformado para atenuar o impacto do uso de combustíveis fósseis e alguns elementos para esta transformação são a ultra-combustão limpa (hidrocarbonetos e oxigenados), hidrogênio a partir de combustíveis fósseis, combustíveis para processadores de células de combustível e seqüestro de carbono.

A quinta referência (Cenários para o desenvolvimento a longo prazo do setor de energia) descreve uma revisão sobre recursos renováveis para satisfazer todas as necessidades energéticas até ao ano 2050. Preços do gás na União Européia e demandas do petróleo também são discutidos.

A sexta referência (Inovações e proteção ambiental) descreve uma revisão relativa à proteção do meio ambiente e progressos tecnológicos no passado para futuros desenvolvimentos. Tecnologias avançadas, na produção de energia, áreas de pesquisa e a contribuição da energia de fontes renováveis no abastecimento global de energia são discutidos.

A sétima e última referência desta análise (Fornecimentos de Energia no século 21. Gestão da transição.) descreve que um dos desafios do século 21 será o fornecimento da energia necessária para o desenvolvimento do mundo sem danificar o meio ambiente. Provavelmente o petróleo e o gás natural continuarão competitivos como combustíveis para transportes embora já se discuta, para o século 21, no que diz respeito ao mercado potencial, as emissões de CO₂, as fontes renováveis de energia, investimentos econômicos, a melhoria de gestão dos recursos e comportamento ético.

Dentre as sete referências encontradas, selecionou-se novamente para saber qual o ano de publicação de cada uma e então se pode notar que apenas uma referência foi postada neste ano de 2008 e que só a partir do final dos anos 90 é que as pesquisas e dados a respeito de energias renováveis se intensificaram para esta companhia.

Pesquisou-se também, quais as revistas científicas onde foram publicados estes trabalhos para a empresa Shell e algumas foram selecionadas, destacando-se:

American Chemical Society(EUA), Forschungszentrum Juelich Ltd (Alemanha), Association des Techniciens et Professionnels du Petrole (França)

Fazendo uma pesquisa sobre o investimento da Shell na área de recursos renováveis e energias alternativas foram encontrados os seguintes dados:

Dados da Shell (2007)

A Shell, em 2006, entrou no mercado de biodiesel, com o compromisso de promover o desenvolvimento dessa fonte renovável de energia de forma sustentável. Desta forma, antecipou-se à obrigatoriedade legal da mistura de 2% de biodiesel (B100) no diesel a partir de 2008 e iniciou a comercialização do biodiesel B2(98% diesel e 2% biodiesel) em setembro de 2006, cerca de um ano e meio antes do prazo exigido pela legislação. Onze bases da empresa já comercializavam o biodiesel em setembro de 2007. Esta antecipação voluntária traz como benefício, por exemplo, a redução de 127 mil toneladas de CO2 lançadas na atmosfera somente em 2007 — a medição tomou por base a metodologia de cálculo do US Department of Energy (Shell,2007).

Em 2007, a empresa lançou o único óleo combustível do mercado brasileiro especialmente aditivado para melhorar sua queima, o OC Plus, que voltado para a indústria, ganhou nova fórmula, que melhora a combustão, reduz as emissões de material particulado com um desempenho 50% superior em relação ao produto lançado em 2002. Além disso, diminui em até 75% a emissão de material particulado em comparação com o óleo combustível comum.

Já no segmento de transportes destaca-se um óleo que além de reduzir o consumo , garante menor emissão de fumaça e maior durabilidade do motor. Investindo em produtos mais limpos, a Shell deu continuidade em 2006, em parceria com a Viação Real, ao teste de uso do biodiesel no Rio de Janeiro (RJ). Esta iniciativa faz parte do programa Riobiodiesel, que colocou em circulação o primeiro ônibus urbano movido a biodiesel do País (Shell,2007).

4.4.2 BP- British Petroleum

A BP, originalmente Anglo-Persian Oil Company e depois British Petroleum, é uma empresa multinacional sediada no Reino Unido que opera no setor de energia, sobretudo de petróleo e gás. Esta empresa fez parte do cartel conhecido como Sete Irmãs, formadas pelas maiores empresas exploradoras, refinadoras e distribuidoras de petróleo e gás do planeta, as quais, após fusões e incorporações, reduziram-se a quatro - ExxonMobil, Chevron, Shell, além da própria BP.

Dados da busca:

Foi iniciada a busca por companhia com a palavra “BP” (British petroleum) e foram encontrados 21677 referências .

Selecionando de uma forma mais criteriosa a busca com o tópico de pesquisa “energia renovável”, foram encontradas 4 referências(todos relativos a revistas científicas;periódicos) das quais seleccionei 3 para comentar, pois a última era uma revisão de uma referência já mencionada.

- Long-term durability of passive diesel particulate filters on heavy-duty vehicles- Society of Automotive Engineers, [Special Publication] SP (2004). BP, USA.
- Solar photovoltaics: an industry of today or tomorrow? Journal of Power Sources (2001) . BP Solar Ltd.
- Industrial batteries in the electric power system of 'Electricite de France'. Direction des Etudes et Recherches, Les Renardières, BP. Journal of Power Sources (1997).

A primeira referência para esta companhia (Longa durabilidade dos filtros de partículas passivas de diesel em veículos pesados) descreve um programa que foi concluído em 2001 para avaliar um combustível com baixo teor de enxofre para motores diesel e dos filtros de partículas passivas de diesel (DPF) em vários motores a diesel com frotas operando no sul da Califórnia. Os combustíveis utilizados ao longo de todo o programa, foram validados contendo <15 ppm de enxofre. Caminhões e ônibus foram posteriormente montados com 2 tipos de passivos DPF e dois ensaios de emissão foram realizadas. Os resultados demonstraram desempenho robusto das emissões para cada DPF ao longo de um período de 1 ano. Descrições detalhadas de todo o programa e os resultados foram descritos em publicações anteriores.

A segunda referência (Energia solar fotovoltaica: uma indústria de hoje ou do amanhã?) descreve a história e o funcionamento de energia solar fotovoltaica juntamente com o seu futuro no que diz respeito às fontes de energia não renováveis. O mercado de energia solar fotovoltaica no presente e no futuro também é discutido nesta referência.

A última referência citada (Baterias industriais e o sistema de energia elétrica) descreve sobre mais de 5000 baterias industriais que estão operando nas diversas usinas, subestações e centros de distribuição da Electricité de France (EDF). A EDF estava a investigar o potencial de futuras aplicações de energia e de qualidade, tais como carregar baterias estacionárias ou o armazenamento da energia produzida a partir de fontes renováveis. As condições de funcionamento da EDF em baterias

industriais, as diferentes tecnologias relacionadas com bateria e os métodos utilizados para avaliar a sua capacidade de funcionamento também foram descritos.

Dentre as 4 referências encontradas, selecionou-se novamente por “journal name”(revista científica) e os dados estão na Figura 21 .

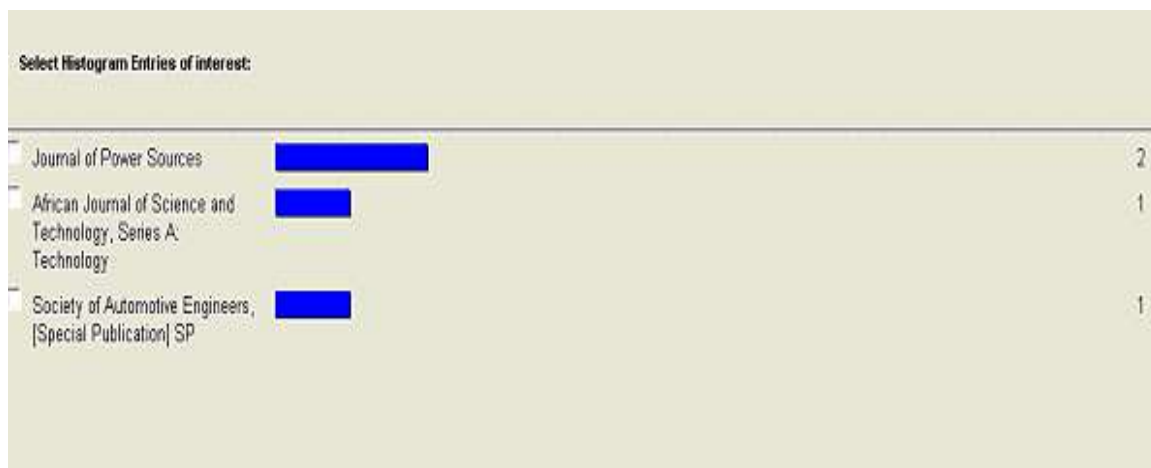


Figura 21: Busca por nome da revista científica dentre as referências encontradas para a companhia BP.

Fonte: Scifinder, 2008.

A revista científica que concentra a maioria das publicações da empresa BP ,como está descrito no quadro anterior,foi “Journal of Power Sources” que fornece um fórum interdisciplinar sobre todos os aspectos da ciência, tecnologia e comercialização de pilhas de combustível, supercapacitores, foto-células eletroquímicas,incluindo algumas das suas aplicações em:

- eletrônicos portáteis;
- os veículos elétricos híbridos ;
- alimentação de sistemas UPS;
- vento e / ou sistemas de alimentação à base de energia solar ;
- satélites e sondas espaciais profundas.

Selecionando as informações acerca das 4 referências encontradas, fez-se uma pesquisa por ano de publicação e foi observado que uma das últimas referências sobre energia renovável da BP foi no ano de 2004.

Fazendo uma pesquisa sobre o investimento da BP na área de recursos renováveis e energias alternativas foram encontrados os seguintes dados:

Dados da BP (2007/2008)

Inovações da empresa BP em energia solar:



A BP foi a primeira empresa a utilizar a tecnologia da energia solar que já existia em trabalhos espaciais e desenvolvê-la para o uso diário e hoje é uma das principais fabricantes no mundo. O trabalho inclui projetar e fabricar sistemas de energia solar elétrico, através de sua comercialização para as pessoas, empresas, indústrias e tornou-se um negócio lucrativo pela primeira vez em 2004, após um crescimento rápido e em função da racionalização.

Os projetos solares ajudam cada vez mais pessoas nas comunidades rurais a usufruir dos benefícios da água potável e eletricidade - muitas vezes pela primeira vez. Alguns projetos que já estão concluídos são descritos a seguir :

- **Malásia**
Este projeto, financiado pelo Ministério de Desenvolvimento Rural, fornece mais de 13000 sistemas solares para casas, clínicas rurais, prefeituras, escolas e igrejas em comunidades isoladas por densa floresta tropical, susceptível de inundação fluviais e em altos cumes de montanha.
- **SriLanka**
Com o incentivo do Ministério da Agricultura e parceiros foram instalados 5000 sistemas de irrigação por gotejamento que aumentaram o rendimento das culturas e a qualidade, reduzido consumo da água e erosão do solo agregando melhoria da qualidade de vida.
- **Filipinas**
A energia solar Tecnologia Apoio Project é o maior projeto solar rural do mundo em termos de financiamento e distribuição geográfica. É o resultado da parceria entre os governos de Espanha, das Filipinas e da BP Solar. A primeira fase do projeto foi concluída em 2005, beneficiando as primeiras 250 comunidades e 500.000 pessoas. A Fase 2, que foi concluída no final de 2007 expandiu a uma cobertura adicional 280 comunidades, onde 600.000 moradores estão beneficiando-se do acesso a energia elétrica solar (BP,2008).

Artigo relacionado a energia solar publicado na página da BP:

BP Solar announces two Mega Cell plants - BP Solar to expand its cell manufacturing capacity in Spain

Hamburg/Madrid, March 21, 2007

“BP Solar anuncia duas mega fábricas - BP Solar expande a sua capacidade de fabrico de células na Espanha.” Data de lançamento: 22 de março de 2007

BP Solar anunciou neste artigo que já começou construir duas mega células vegetais, uma na sua sede europeia em Três Cantos, Madrid, e a segunda, na sua joint venture, Tata BP Solar, em Bangalore, Índia . Para a fase inicial da expansão Madri, a BP Solar tem o objetivo de expandir a sua capacidade anual de células a partir de 55 MW ¹³para cerca de 300 MW.

O anúncio das duas mega células vegetais da BP Solar, tem o objetivo de manter uma posição de liderança no mercado fotovoltaico e as novas tecnologias celulares usadas , a parte de propriedade intelectual (Mono2) e os contratos assinados, ajudam a garantir o acesso preferencial a todos os silícios metalúrgicos, o que é um passo importante para o objetivo da empresa que é oferecer aos clientes igualdade com o custo da energia convencional. O mega Madri célula vegetal , será uma das maiores dessas instalações na Europa uma vez que o local foi adquirido pela BP Solar em 2002 , adquirindo também as certificações ISO 9001 e ISO 14001. BP Solar escolheu Três Cantos para o estabelecimento de mega células vegetais devido à confiança nas projeções de crescimento do mercado europeu (www.bpsolar.com e www.tatabpsolar.com) .

Inovações da empresa BP em energia eólica:



¹³ MW- mega watt

A BP Alternative Energy tem grandes projetos a respeito da energia eólica nos Estados Unidos, e planejam projetos potenciais na Europa e na Ásia. A energia eólica é bem sucedida, porque é simples e eficaz em termos de custos e em áreas com boas condições de vento pode até mesmo ter um custo inferior a geração da energia convencional tornando-se uma opção atraente para um número crescente de pessoas e empresas. Alguns projetos que já estão concluídos são descritos a seguir:

- E.U.A.

No Colorado a Cedar Creek parque eólico, já está operando . Os 300 megawatts (MW) do projeto podem gerar eletricidade sustentando 90000casas. Outros grandes projetos em curso incluem dois parques eólicos no Texas(60MW) e Silver Star (150MW) , a serem construídos em parceria com a Clipper energia eólica e NRG Energy, respectivamente.

- Roterdã

Em outubro de 2002 foi inaugurado, no conjunto de refinaria Nerefco, o primeiro parque eólico na Europa a ser construído em uma zona industrial. Ele tem nove turbinas e gera 22,5 MW de eletricidade e zero emissões de carbono quando estiver em plena capacidade - isso é o suficiente para satisfazer as necessidades média de 13000 habitações.

- Amsterdã

Inaugurado em junho de 2005 no terminal de petróleo no porto, a fazenda utiliza as maiores turbinas nos Países Baixos e tem a capacidade de geração de 9 MW de eletricidade, o suficiente para manter 5000 famílias abastecidas.

- Índia

Opera-se o primeiro projeto na Ásia e está localizada dentro do vento Dhule, instalação em centro-oeste Índia cerca de 200 milhas nordeste de Bombaim. O projeto irá produzir 40 megawatts de eletricidade limpa suficiente para eliminar a produção de cerca de 70000 toneladas de dióxido de carbono por ano. A eletricidade é vendida sob contrato de longo prazo para o local Maharashtra Estado Electricity Distribution Company Limited.

Modernas turbinas eólicas trabalham apenas como tradicionais moinhos pois ,como o vento gira as lâminas, a sua energia é transformada em eletricidade .Turbinas eólicas têm geralmente três pás, e na rodada do vento,as lâminas são conectados a um rotor, que impulsiona um gerador de eletricidade. Quando o vento sopra, uma bolsa de baixa pressão faz com o reverso de uma turbina puxe a lâmina para ele e faz com que o rotor gire. O rotor é conectado a um gerador dentro da turbina e a eletricidade criada no gerador passa para baixo através de cabos no

interior da torre e, em seguida, através de um transformador para dentro da rede elétrica nacional. Modernas turbinas eólicas começar a gerar eletricidade quando a velocidade do vento atingir 4 metros por segundo. Elas serão cortadas quando a velocidade do vento atinge uma tempestade - mais de 25 metros por segundo - para evitar danificar a turbina.

Artigo relacionado a energia eólica publicado na página da BP:

**BP Ramps Up to Full Construction of Phase One
of 750 MW Wind Farm in Texas**

Houston, TX, February 28, 2008.

“Rampas BP em plena construção na primeira fase do parque eólico de 750 MW no Texas” Data de lançamento: 28 de Fevereiro de 2008

A BP Alternative Energy está na fase de plena construção do parque eólico Sherbino no Texas. A primeira fase do projeto terá uma capacidade de 150 megawatts (MW) e será construída através de uma joint venture 50-50 um acordo com Padoma Wind Power LLC, uma filial da NRG Energy, Inc. A primeira fase do projeto prevê começar, no segundo semestre de 2008 e vai utilizar geradores de turbinas eólicas, cada uma com uma capacidade nominal de 3 MW. A construção inicial começou no ano passado e irá envolver mais de 100 trabalhadores. O projeto global tem uma capacidade potencial de 750 MW que irá gerar bastante carbono livre e energia elétrica para cerca de 225.000 casas na média americana. A energia eólica é um dos mais abundantes recursos naturais e acredita-se que a transformação do vento em energia elétrica será uma parte importante para aumentar a utilização de energias alternativas e reduzir as emissões de carbono.

Este é o segundo projeto eólico que a BP tem em construção no Texas. No ano de 2007 a BP construiu um parque eólico localizado a 80 milhas a sudoeste de Dallas / Fort Worth área metropolitana. O projeto é uma joint venture entre a BP Alternative Energy desenvolvimento e Clipper energia eólica e prevê-se que seja comercialmente operacional no segundo trimestre de 2008.

A BP também investe em tecnologia relacionada ao hidrogênio como podemos notar no artigo descrito a seguir:

Hydrogen Energy Plan Clean Energy Plant in Abu Dhabi

“Plano energético, energia limpa de Hidrogênio na fábrica em Abu Dhabi” Data de lançamento: 21 de Janeiro de 2008

A iniciativa de Abu Dhabi por energias renováveis e alternativas, tecnologias limpas, e energia de Hidrogênio, promoveu a joint venture entre a BP Alternative Energy e Rio Tinto, anunciando um acordo para trabalhar em conjunto com

designers de engenharia num projeto de geração de energia de hidrogênio em escala industrial com a captura de dióxido de carbono (CO₂), que passaria então a ser disponível para transporte e armazenagem. O gás natural seria transformado para a criação de hidrogênio e de CO₂ e este combustível de hidrogênio iria gerar eletricidade com baixa produção de carbono e ao invés de ser emitido para a atmosfera, o CO₂ seria capturado, pronto para o transporte e injeção em uma área produtora de petróleo onde poderia substituir o gás natural que estão atualmente a ser injetado no campo para manter a pressão. O CO₂ injetado também tem o potencial de aumentar a proporção de petróleo que podem ser recuperados em Abu Dhabi onde a planta estaria localizada. Os trabalhos já foram iniciados e a parte de engenharia e design do projeto está previsto para ser concluído até ao final de 2008, a um custo de cerca de US\$ 45 milhões.

O ponto central da fábrica seria um reformador de gás natural e de captação de carbono, instalações onde 100 milhões de pés cúbicos de gás natural por dia seriam transformados em hidrogênio e gases CO₂. O gás de hidrogênio seria usado para turbinas de gás combustível gerando cerca de 420MW de eletricidade, baixo teor de carbono com vapor de água a ser a principal emissão. O projeto tem a finalidade também de limitar as emissões de gases e a capturar cerca de 90% do CO₂ gerado, e de forma segura e permanente armazenar até 1,7 milhões de toneladas de CO₂ por ano. O CO₂ iria substituir o gás natural que está atualmente sendo injetado em campos de petróleo.

Se amplamente implantado, este reforço do processo de recuperação do petróleo em Abu Dhabi poderia estimular a produção de petróleo de forma significativa. O CO₂ iria permanecer armazenado de forma segura e permanentemente no campo abaixo do seu óleo natural (vedação impermeável). O projeto global exigiria investimento total de capital (excluindo os investimentos em transporte e seqüestro de CO₂) de cerca de US\$ 2 bilhões. As empresas envolvidas no projeto esperam começar com a construção no início de 2009 e isso deve permitir que a unidade entre em operação comercial em 2012. Deve-se gerar cerca de 1000 postos de trabalho que serão criados durante a construção das instalações em terra, com um máximo de 100 postos de trabalho permanentes quando a planta estiver operando.

4.4.3 CHEVRON

A Chevron, com sede nos Estados Unidos, é uma das grandes empresas mundiais do ramo energético, especialmente petrolífero. Suas atividades incluem extração e transporte de petróleo e gás natural; refinação de petróleo; produção e venda de produtos químicos e geração de energia. Chevron afirma que, após a fusão com Unocal Corporation, tornou-se a maior produtora de energia geotérmica do mundo.

Dados da busca:

Inicia-se a busca por companhia com a palavra Chevron e foram encontradas 6211 referências.

Selecionando de forma criteriosa a busca com o tópico de pesquisa “energia renovável”, mantendo a mesma metodologia que foi adotada nas outras empresas, não foi listado nenhum item.

Da mesma forma usando tópicos de pesquisa como “biofuel” e “hydrogen” não foi encontrada nenhuma referência. Porém ao especificar o tópico por “solar energy”, foram listadas 14 referências. Somente para exemplificá-las é descrita apenas uma das 14 encontradas.¹⁴

- Problem of water supply and desalination technology; . Laboratoire des Procédés de Séparation par Membranes et Purification, Ecole Nationale Supérieure Universitaire de Technologie, Dakar, Senegal. African Journal of Science and Technology, Series A: Technology , 11(1), 1-9. Publisher: African Network of Scientific and Technological Institutions

Uma das referências citadas (Problemas de abastecimento de água e tecnologia de dessalinização) descreve que o tratamento de água salobra e salgada de águas subterrâneas é necessária para certos países e que a maioria dos processos de dessalinização, destilação e membranas de separação são discutidos em detalhe neste artigo. A escolha de uma dessalinização técnica, em relação aos outros procedimentos, tinha sido feita de acordo com alguns fatores, tais como: o tipo de água para ser processado, volume necessário, disponibilidade de recursos energéticos, pressão, condições e custo total das operações. Frente a isso um estudo comparativo foi feito entre os custos totais de investimento e de desenvolvimento de uma tecnologia específica em relação aos outros para mostrar que a utilização de osmose reversa para a água salobra, é o melhor possível a curto prazo para a utilização em unidades médias de transformação (com uma taxa diária de entrega de menos de 40000 m³). É descrito também a ação combinada dos procedimentos tradicionais de dessalinização (flash destilação, osmose reversa) com procedimentos usando energias renováveis (solar, eólica), com alguns exemplos desta situação.

Selecionando ainda mais as 14 referências encontradas por tipo de documento foram encontrados 3 tipos que estão listados na Figura 22.

¹⁴ Dentre as referências encontradas algumas não tinham nada relativo ao presente estudo e outras eram revisões de dados já citados anteriormente.

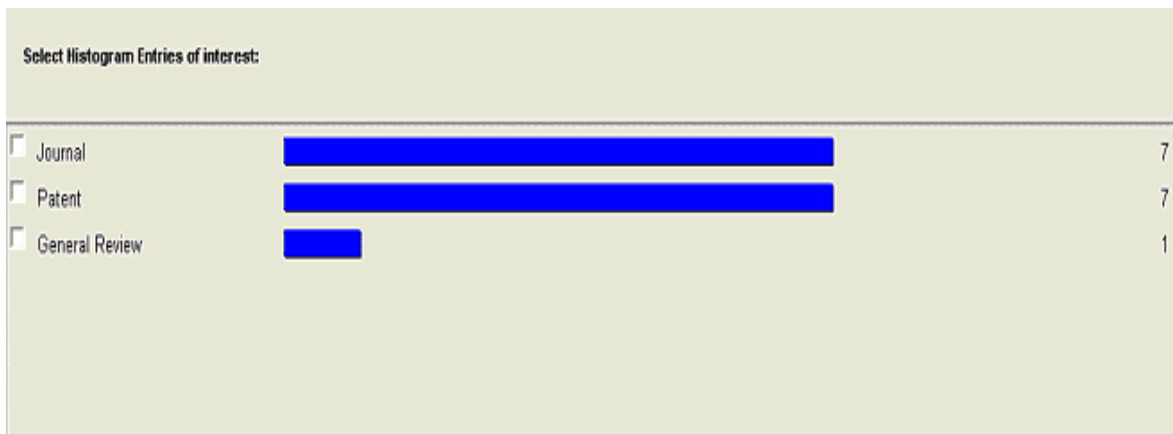


Figura 22: Busca por tipo de documento das referências encontradas para a companhia Chevron.

Fonte: Scifinder, 2008

Importante salientar na Figura 22, a quantidade de patentes relacionadas a Chevron, (metade das referências encontradas) já que todas as pesquisas até o momento apenas possuem publicações em revistas científicas.

Utilizando uma nova busca, especificando quais revistas científicas estão incluídas na pesquisa, é possível observar que a maioria é destinada a “Conference Record of the IEEE Photovoltaic Specialists” como está descrito na Figura 23.

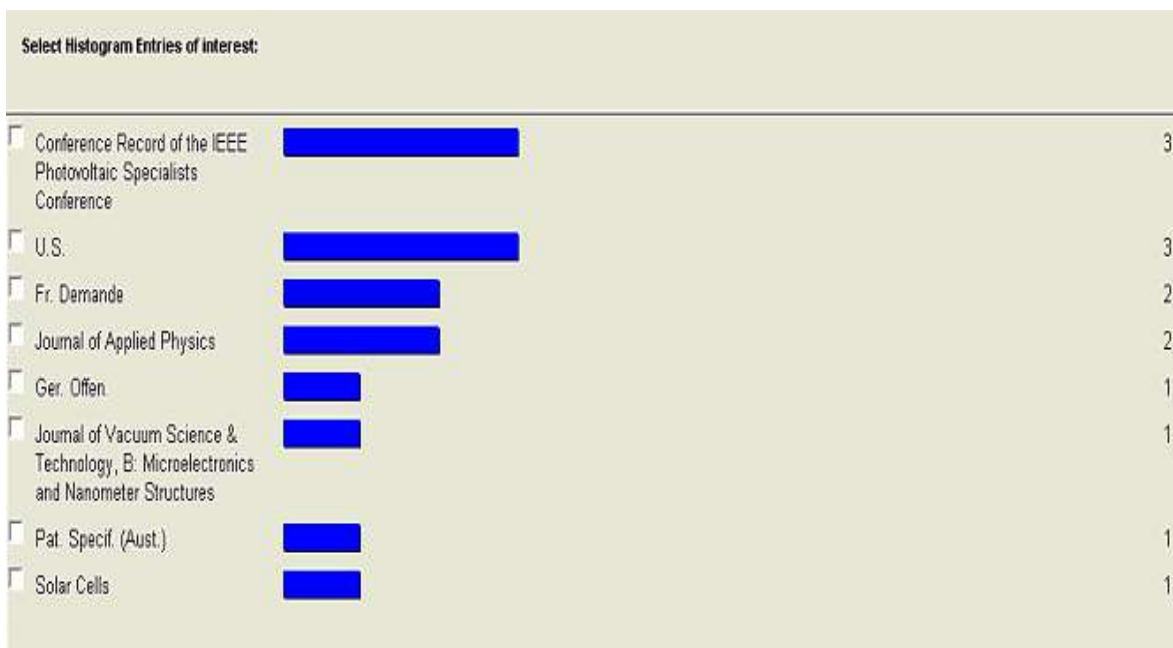


Figura 23: Busca por “journal name” das referências encontradas para a companhia Chevron

Fonte : ScinFinder,2008

Nova pesquisa foi realizada, dentre as 14 referências encontradas, especificando o ano de publicação e pode-se observar que a Chevron vem realizando pesquisas há bastante tempo (desde 1980), anteriormente às empresas mencionadas no trabalho.

Dados da Chevron:

Energia geotérmica

Quando águas subterrâneas escoam abaixo da superfície terrestre, perto de um vulcão dormente, a água é aquecida por reservatórios de rochas fundidos, geralmente em profundidades de até 9800 pés (3000 m). Uma vez capturado, vapor e água quente são separados, sendo o vapor limpo e enviado para a central e a água é devolvida para o reservatório, ajudando a regenerar a fonte de vapor. Apenas um pequeno grupo em todo o mundo - principalmente na região do Pacífico Sul - tem as condições especiais necessárias para gerar a energia geotérmica. Nestes locais, há profundas fraturas na crosta terrestre para permitir um aumento súbito suficientemente perto da superfície terrestre, que vai aquecer água subterrânea.

A energia geotérmica é criada pelo calor da terra e gera energia viável, que reduz a necessidade de combustíveis importados e quase não emite gases com efeito estufa o que é de grande importância a nível ambiental.

A Chevron é o maior produtor privado de energia geotérmica no mundo, sendo responsável por mais da metade de todos os projetos desenvolvidos deste tipo de energia. Este tipo de investimento começou há mais de 30 anos, quando a empresa descobriu Darajat, uma grande área na Indonésia tendo hoje três outros sítios importantes para a produção de energia geotérmica: Gunung Salak na Indonésia e Tiwi e Mak-Ban nas Filipinas. Combinados, os quatro geram 1273 megawatts de energia geotérmica e a energia produzida é suficiente para abastecer cerca de 3,9 milhões de residências na área.

A empresa já investiu cerca de US\$ 2 bilhões no desenvolvimento de tecnologias energéticas alternativas e renováveis e com a eficiência energética nos serviços desde 2002, espera-se um gasto de aproximadamente US\$ 2,5 bilhões nessas áreas entre 2007 e 2009 (Chevron, 2007).

Investimentos no setor de Energia solar

A Chevron pretende investir no desenvolvimento de fontes de energia para as gerações futuras através do aumento da capacidade e viabilidade de tecnologias alternativas. A empresa já investiu mais de US\$ 2 bilhões no desenvolvimento de tecnologias energéticas alternativas e renováveis, as quais podemos citar projetos

que utilizam a energia solar e incluem a maior instalação solar em uma instituição de ensino superior na América do Norte, à Contra Costa Community College District, na Califórnia. Chevron Energy Solutions, uma subsidiária da Chevron, está instalando um sistema 3.2-megawatt compreendendo painéis fotovoltaicos montados em 34 estacionamentos.

Descrevendo outros projetos no setor, no Vale de San Joaquin Califórnia, a Chevron Energy Solutions, em colaboração com United Solar Systems Corporation, concluiu a instalação do chamado Solarmine que produz 500 quilowatts em seis hectares que é um dos maiores, aplicando a tecnologia de silício amorfo. Painéis de base tecnológica de silício amorfo podem resistir ao impacto direto sem erosão e podem ser utilizados no setor comercial para coberturas comerciais.

Já na costa oeste dos Estados Unidos, a Chevron Energy Solutions colaborou com a Universidade de Búfalo na instalação de painéis fotovoltaicos no telhado da universidade do Norton Hall e a instalação resultou na maior disposição solar frente a qualquer edifício no estado de Nova Iorque (Chevron,2007).

Podemos citar também, o recente projeto concluído na Califórnia que incluiu a instalação de equipamentos eficientes em termos de energia e está reduzindo a potência da instalação de compras em mais de um terço. Com 910 quilowatts o sistema de energia solar engloba uma área quase do tamanho de dois campos de futebol e irá contribuir para satisfazer a procura elétrica em período de grande consumo. Esse projeto irá reduzir o equivalente a menos 7400 toneladas de dióxido de carbono emitido, o mesmo volume de dióxido de carbono que seria absorvida por mais de 2000 hectares de plantação de árvores (Chevron, 2007).

Biocombustíveis

Como parte da estratégia de investir em tecnologias de energias renováveis, a empresa Chevron formou uma unidade de negócio para o avanço tecnológico e para perseguir oportunidades comerciais relacionados com a produção e distribuição de biocombustíveis avançados. A unidade comercial de biocombustíveis está investindo na aceleração do processo de caráter científico, técnico e comercial necessário para trazer novos avanços no setor em escala comercial de produção. A empresa está colaborando com os principais laboratórios e universidades para desenvolver novas tecnologias e formando alianças estratégicas de investigação com o Laboratório Nacional de Energia Renovável, Texas A & M University, da Universidade da Califórnia em Davis, o Georgia Institute of Technology, Colorado e do Centro de Biorefining e biocombustíveis (Chevron, 2007).

Hidrogênio

Muitos fatores estão impulsionando o desenvolvimento do hidrogênio como uma forma de energia mais limpa. Entre eles está o desejo de reduzir as emissões de gases com efeito estufa, aumentar a segurança energética global, melhorar a confiabilidade de novos combustíveis e fornecer energia de alta qualidade para dispositivos digitais. Com os novos avanços, a tecnologia de células de combustível

de hidrogênio está pronta para desempenhar um papel cada vez mais importante no mundo. Uma célula combustível pode converter hidrogênio diretamente em eletricidade para os transportes e para aplicações estacionárias além de converter energia eficientemente, o que ajuda a conservar os recursos energéticos, e o único subproduto deste processo químico é a água pura - um benefício claro para o meio ambiente. No entanto, há um desafio pois o hidrogênio - um gás insípido, inodoro, incolor- não é encontrado livre na natureza, tem de ser extraído de outras substâncias resultando em importantes barreiras técnicas para produzir, armazenar e distribuir hidrogênio. O hidrogênio como combustível terá de ser facilmente disponível, isso significa, por exemplo, que o abastecimento em veículos terá de ser tão simples e conveniente como é hoje o abastecimento de veículos alimentados a gasolina.

A Chevron reconhece que este produto não é atualmente viável frente ao combustível convencional e por isso estão investindo no desenvolvimento de novas tecnologias que possam torná-lo mais competitivo. Especificamente, Chevron Technology Ventures fornece capital de risco para as empresas com tecnologias promissoras de hidrogênio; conduz a sua própria investigação, e trabalha com parceiros para desenvolver, comercializar e demonstrar as melhores soluções. No futuro, à medida que diminuïrem os custos de energia renovável, pode também tornar-se economicamente viável a produção de hidrogênio por meio da eletrólise da água utilizando a energia solar ou eólica-eletricidade gerada(Chevron,2007).

A Chevron opera cinco estações de demonstração de energia de hidrogênio nos Estados Unidos:

1. Chino, Califórnia - uma estação demonstração de pequena escala que converte o gás natural em hidrogênio, que é então comprimido, purificado, armazenado e distribuído em células de combustível nos veículos
2. Oakland, Califórnia – Em parceria com AC Transit, uma das maiores agências de trânsito do Estado, está sendo construída uma estação demonstração de hidrogênio para fornecer energia de alta qualidade para ônibus híbrido-elétricos e células de combustível em automóvel.
3. Rosemead, Califórnia- que se destina a produzir hidrogênio por eletrólise da água utilizando água purificada em uma pequena frota de veículos de demonstração.
4. Orlando, Flórida - estação de autocarros com motor de combustão interna utilizados ao redor do Aeroporto Internacional de Orlando e do Orange County Convention Center.
5. Selfridge, Michigan - conversão do gás natural em hidrogênio purificado onde é comprimido, armazenado e dispensado em veículos movidos a células de combustível de hidrogênio.

4.4.4 Exxon Mobil:

Exxon Mobil Corporation ou ExxonMobil é uma empresa petrolífera formada em 30 de Novembro de 1999, na fusão da Exxon com a Mobil, duas empresas resultantes da divisão da Standard Oil Company e é atualmente a maior empresa do mundo em faturamento (\$371 bilhões em 2005) e a segunda em valor de mercado, estando atrás apenas da Petrochina.

Apesar desta empresa ter conseguido o segundo lugar no Ranking das maiores empresas de petróleo, na busca por dados no Scifinder foram encontradas, na pesquisa por companhia, apenas 90 referências e dentre essas ,nenhuma foi encontrada com a pesquisa por tópicos como: “energia renovável “, “biofuel”, “energia sustentável”, “Energia solar” e “Hydrogen”, seguindo a mesma metodologia que foi utilizada para as demais empresas pesquisadas.

Dados da Exxon Mobil:

Apesar de não encontrar documentos no banco de dados utilizado sobre esta empresa, a ExxonMobil está fazendo investimentos maciços no futuro desenvolvimento da energia - cerca de US\$ 280 bilhões no mundo inteiro. A partir de 2002 até 2006 a empresa investiu mais de US\$ 80 bilhões, incluindo cerca de um terço da América do Norte como pode ser notado na Figura 24.

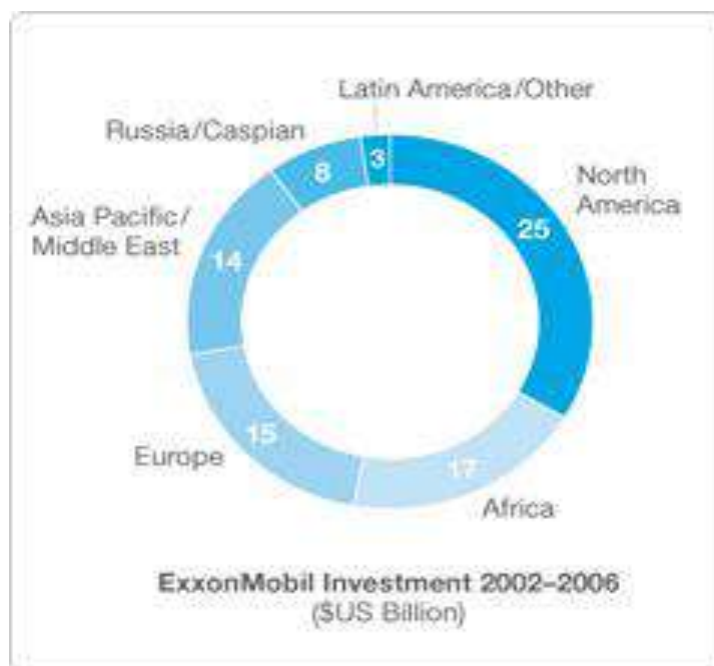


Figura 24 : Investimentos da Exxon Mobil de 2002 a 2006.

Fonte : Exxon Mobil ,2007

O investimento em novas tecnologias que reduzem o impacto ambiental também é uma prioridade para esta empresa, que está trabalhando com as principais instituições de investigação para identificar tecnologias que podem fornecer energia e reduzir drasticamente os gases com efeito de estufa. Tais investimentos, por exemplo, têm conduzido melhorias na tecnologia de perfuração; tem reduzido a utilização da energia e das emissões nas refinarias e fábricas químicas e ajudando a melhorar a economia de combustível dos automóveis.

Em 2030, estima-se que a procura mundial por energia será 40% mais elevada do que era em 2005, mesmo admitindo significativos ganhos de eficiência. Para atender a essa demanda, ao mesmo tempo em que aborda os riscos colocados por uma subida de gases de efeito estufa, será necessário recorrer a um vasto conjunto de fontes de energia.

A ExxonMobil fez uma análise e destaca alguns resultados: petróleo, gás natural e carvão continuarão a ser indispensáveis, pois eles são os únicos combustíveis com a escala e versatilidade para satisfazer a maioria das necessidades crescentes do mundo. No futuro, estes combustíveis vão continuar a fornecer cerca de 80 % de energia ao mundo logo o investimento para melhorar o desempenho ambiental dos mesmos continuará a ser importante. Destes, o gás natural vai crescer mais rápido e também a energia nuclear e de combustíveis renováveis. Já a busca por energia eólica, solar e de biocombustíveis vai aumentar, porém representam apenas 2% da procura energética mundial, em 2030 (Exxon,2007).

4.4.5 PETROBRAS

A Petrobras - Petróleo Brasileiro S/A é uma empresa estatal brasileira, de economia mista, que opera em 27 países, no segmento de energia, prioritariamente nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados no Brasil e no exterior.

A empresa Petrobras que tem uma busca incessante por produtos renováveis e mantém um centro de pesquisa de referência internacional sobre o assunto foi pesquisada e notou-se que a respeito dela havia 827 referências.

Destas 827 apenas um item com a pesquisa por tópico “energia renovável” foi encontrado e está listado a seguir.

- Biorefineries and biofuels: Current activities CENPES R&D Center, Petrobras, ilha de Fundao, Brazil. Abstracts of Papers, 230th ACS National Meeting, Washington, DC, United States, Aug. 28-Sept. 1, 2005 (2005), FUEL-152. Publisher: American Chemical Society.

A referência apresentada (Biorefinarias e Biocombustíveis: Atividades atuais) destaca que hoje a Petrobras está desenvolvendo projetos concentrando-se em duas grandes metas: reduzir as emissões estacionárias no âmbito das atividades operacionais, e produção de biocombustíveis. Por conseguinte, uma bio-desulfurização e bio-desnitrogenização estão sob investigação, visando o desenvolvimento de um ambiente mais “amigável” tecnologicamente para a produção de combustíveis com baixo teor de enxofre e um melhor equilíbrio da demanda do hidrogênio na refinaria. A outra frente é a da produção de biodiesel onde a Petrobras está a estudar duas vias diferentes: direta a partir de óleo de mamona; e de biodiesel via esterificação do óleo de petróleo. Uma visão futura de uma biorefinaria, uma integração biocombustível e instalações baseadas em matérias-primas agrícolas e de resíduos agrícolas é também apresentada nesta referência.

Num segundo momento, selecionando de forma mais criteriosa a busca, para o tópico “Biofuel” (biocombustível) encontramos mais 4 referências que são descritas a seguir:

- Combustible mixture for diesel engines(Petroleo Brasileiro S.A. - Petrobras, Brazil). Braz. Pedido PI (2006), 20pp. CODEN: BPXXDX BR 2004005125 A 20060718 Patent written in Portuguese. Application: BR 2004-5125 20041119. Priority: . CAN 147:303850 AN 2007:1016252 CAPLUS ¹⁵ .
- Biorefineries and biofuels : Current activities and future vision of Petrobras. Petrobras R and D Center, Rio de Janeiro, Brazil. Preprints of Symposia - American Chemical Society, Division of Fuel Chemistry (2005), 50(2), 726-727. Publisher: American Chemical Society, Division of Fuel Chemistry.
- Biorefineries and biofuels : Current activities. Leite, Luiz Fernando; Neto, J. N. N. CENPES R&D Center, Petrobras, ilha de Fundao, Brazil. Abstracts of Papers, 230th ACS National Meeting, Washington, DC, United States, Aug. 28-Sept. 1, 2005 (2005), FUEL-152. Publisher: American Chemical Society
- Present day biotechnologies in the petroleum industry. Seabra, Paulo Negrais; Luiz da Silveira, Celso; Bomtempo, Jose Vitor. Centre de recherches de Petrobras, Fr. Petrole et Techniques (2001), 431 44-50. Publisher: Association Francaise des Techniciens et Professionnels du Petrole,

A primeira referência (Mistura de combustíveis para motores a diesel) cita um biocombustível feito a partir de óleos etoxilados de petróleo. A mistura compreende

¹⁵ Informações sobre a Família da patente

Patent No.	Kind	Date	Application No.	Date	
BR	2004005125	A	20060718	BR 2004-5125	20041119
<u>Priority Application</u>					
BR	2004-5125		20041119		

Classificação da patente: **Main IPC:** C10L001-00.

Indexing -- Section 51-7 (Fossil Fuels, Derivatives, and Related Products)

etanol 5-20%, 60-90% do combustível diesel e óleo etoxilados 5-20%, a quantidade de etanol a óleo biocombustível é 1:1.

A segunda referência (Biorefinarias e biocombustíveis : Atuais atividades e visão de futuro da Petrobras) é somente uma revisão das atividades da Petrobras com respeito aos biocombustíveis.

A terceira referência (Biorefinarias e Biocombustíveis: Atividades atuais) já tinha sido descrita na primeira busca.

A quarta referência (Bioteχνologias do presente na indústria de petróleo) descreve uma pesquisa sobre como a biotecnologia estaria presente nas empresas de petróleo de acordo com modelos; o primeiro japonês, em que as empresas apresentaram uma grande variedade de patentes biotecnológicas, onde a maioria delas não estava relacionada com petróleo, o segundo americano onde empresas apresentaram um número relativamente pequeno em pesquisas de biotecnologia com aplicações em petróleo, e as empresas que apresentaram um padrão intermediário entre os modelos "americano" e "japonês" que possuem tópicos relacionados ao petróleo com interesse em Biotecnologia incluindo produção de biosurfactantes, geomicrobiol, prospecção, biorefino (por exemplo, biodesulfurização) de biocombustíveis, tratamento biológico de emissões, tratamento biológico de sais e água poluída dos oceanos, biodetectores em química analítica e tratamento biológico de águas residuais.

Das 4 publicações encontradas foi feita mais uma busca a cerca do ano de publicação e pode-se observar que a última publicação foi no ano de 2006 .

Dentre os tipos de documentos, podemos notar que temos além de publicações em revistas, patentes depositadas. A seguir foi selecionada a Figura25 que ilustra quais as revistas científicas e quantas publicações foram feitas em cada uma delas.

Select Histogram Entries of interest:		
Abstracts of Papers, 230th ACS National Meeting, Washington, DC, United States, Aug. 28 Sept 1, 2006	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Braz. Pedido PI	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Petrole et Techniques	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Preprints of Symposia American Chemical Society, Division of Fuel Chemistry	<input checked="" type="checkbox"/>	1

Figura 25: Busca por “journal name” das referências encontradas para a companhia Petrobras

Fonte: Scifinder, 2008

Dados da Petrobras:

“Planta piloto de fabricação de etanol de lignocelulose é destaque tecnológico na área de biocombustíveis da Petrobras “

A Petrobras inicia mais uma etapa no desenvolvimento tecnológico para produção de biocombustíveis com o projeto de desenvolvimento do bioetanol (etanol de lignocelulose) – um biocombustível produzido a partir de resíduos agroindustriais . Depois da etapa de testes em laboratório, o projeto de produção de bioetanol passa para a fase de testes em escala piloto, por meio de uma unidade experimental instalada no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes). Desenvolvida em parceria com a empresa brasileira Albrecht, a planta piloto de etanol de lignocelulose é única no Brasil utilizando a tecnologia enzimática onde realiza-se um processo de quebra de moléculas com ação de enzimas. O projeto foi desenvolvido pela Petrobras em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e outras universidades brasileiras. Segundo dados qualquer rejeito vegetal pode ser utilizado na planta experimental, mas o sistema está ajustado ao bagaço de cana-de-açúcar, por ser o resíduo agroindustrial mais expressivo no país. Outra matéria prima que será utilizada nos testes é a torta de mamona, resíduo amiláceo do processo de produção do biodiesel a partir de mamona.

A planta experimental é capaz de produzir cerca de 220 litros de etanol por tonelada de bagaço de cana-de-açúcar e tem como objetivo alcançar a marca de 280 litros por tonelada de bagaço no mesmo equipamento. Como resultado desta pesquisa, a Petrobras já fez o depósito de dois pedidos de patentes, no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) e entre elas, destaca-se como marco, o milésimo pedido de patente depositado pela empresa (Petrobras,2008).

A utilização de resíduos como o bagaço de cana-de-açúcar pode aumentar substancialmente a produção de etanol sem aumentar a área plantada, elevando a produtividade do processo já existente pelo aproveitamento de seus resíduos. Desta forma, a produção de biocombustíveis, também poderá ser complementar à produção de alimentos. A Petrobras prevê que em 2010 será construída uma planta semi-industrial de bioetanol (Petrobras, 2008).

Outras rotas tecnológicas da Petrobras na área de biocombustíveis

A Petrobras investe, paralelamente, em outras rotas tecnológicas para produção de biocombustíveis sendo uma delas a do H-BIO, processo de hidrogenação para obtenção de óleo diesel através da mistura de óleos vegetais ao dieseldepetróleo.

O H-BIO foi testado com sucesso em escala piloto nas refinarias Gabriel Passos (Regap-MG), Alberto Pasqualini (Refap-RS), Presidente Getúlio Vargas (Repar-PR) e Paulínia (Replan-SP). Para aprimorar o desenvolvimento da tecnologia H-BIO, há que se avaliar as condições para processamento nas demais refinarias da Petrobras e expandir a tecnologia para outras matérias-primas (Petrobras,2008).

O biodiesel é outra vertente tecnológica na área de biocombustíveis onde testa-se diferentes matérias-primas para o processo de produção de biodiesel, como soja, sebo bovino, palma, algodão e mamona. Atualmente, existem duas rotas tecnológicas: a rota óleo, que utiliza como matéria-prima óleos vegetais ou gorduras animais; e a rota semente, cuja matéria-prima são sementes oleaginosas. A Companhia possui plantas experimentais de biodiesel que testam ambas as rotas, localizadas em Guamaré (RN), duas delas já estão em atividade com capacidade para produzir 6 mil litros do combustível por dia cada uma . Tanto no processo H-BIO quanto nas rotas tecnológicas de biodiesel, a Petrobras possui pedidos de patente depositados no INPI (Petrobras, 2008).

4.4.6 Saudi Aramco

A Saudi Aramco é a companhia petrolífera estatal saudita e a maior companhia do ramo do mundo em termos de reservas de óleo cru e de produção. Esta empresa obteve um faturamento de 199, 756 mil milhões em 2006.

Apesar de tornar-se a primeira empresa do ranking PIW, a Saudi Aramco ,na busca por dados no Scifinder, não apresentou uma quantidade expressiva de documentos referentes a energia renovável . Foram encontradas na pesquisa por companhia 342 referências e,dentre essas, nenhuma foi encontrada com a pesquisa

por tópicos como: “energia renovável”, “biocombustível”, “energia sustentável”, “Energia solar” e “Hidrogênio”

4.4.7 Petrochina

A Petrochina foi criada em 1999 como parte da reestruturação da CNPC, China National Petroleum Corporation, que injetou na nova Petrochina a maior parte de suas responsabilidades na exploração, produção, refino, marketing e negócios químicos e de gás natural. Segundo a publicação da PIW (2006) essa empresa é 90% estatal, sendo a maior produtora de óleo da China. (Petrochina,2006)

A empresa PetroChina foi pesquisada (por companhia) e foram encontradas 2422 referências sendo que, apenas 1 referência foi descrita com o refinamento pelo tópico de pesquisa “biofuel” e este item está listado a seguir.

- Exploitation and utilization of bio-energy. PetroChina Petrochemical Research Institute, Beijing, Peop. Rep. China. (2007), Publisher: Huaxue Jinzhan Bianjibu

Esta referência (Exploração e utilização de bioenergia) descreve dados em que a empresa PetroChina centra a sua estratégia de desenvolvimento na bio-energia em biodiesel e etanol combustível ,apresentando sucintamente as características de bio-energia e resumindo o significado para o seu desenvolvimento .

Fez-se uma pesquisa informal, que não está descrita no conteúdo do trabalho, na base de dados USPTO usando a mesma metodologia empregada para o Scifinder buscando dados por título e abstract. No título foi colocado o nome da empresa (foram estudadas as mesmas empresas) e para o abstract tópicos como “biofuel” (biocombustíveis), “renewable energy” (energias renováveis), “solar energy” (energia solar), “wind energy” (energia eólica) dentre outras. Surpreendentemente nenhuma informação foi encontrada confirmando o que já havia sido comentado anteriormente envolvendo o pequeno depósito de patentes.

Capítulo 5

Considerações finais e conclusões

O petróleo continua sendo a fonte de energia mais utilizada do mundo e ainda será por muitos anos, porém desafios como altos preços, restrições ambientais, questões geopolíticas e a possível escassez desta fonte contribuem para que as empresas de petróleo adotem novas estratégias para se adequar ao mercado energético, criando soluções que possam suprir em parte o consumo crescente de petróleo e paralelamente aumentar a diversidade de produtos da empresa.

A energia renovável surge como uma possível alternativa tecnológica para solucionar os problemas enfrentados pelo setor energético. No Brasil, percebemos claramente que dentro deste setor, os biocombustíveis aparecem como a opção mais viável atualmente para diversificação das possibilidades de suprimento de petróleo e ampliação da participação de fontes renováveis e mais limpas na matriz energética.

A principal desvantagem das fontes alternativas é realmente o fato delas serem menos competitivas economicamente frente ao petróleo, porém estudos vêm sendo realizados para mudar esse panorama mundial.

Apesar da notória mudança da matriz energética mundial e principalmente brasileira apresentando crescimento no setor de fontes renováveis, além dos investimentos das empresas no setor, a pesquisa para algumas empresas foi discreta.

Este trabalho foi dedicado a um estudo de caso, utilizando uma base de dados para pesquisar quais empresas de petróleo estão migrando de maneira crescente para a área de energia e quais os investimentos disponíveis neste setor.

Foram escolhidas através de um ranking, as empresas a serem pesquisadas analisando quais apresentavam interesse em energias renováveis. Uma vez definidas as empresas, foi iniciada uma pesquisa no banco de dados Scifinder para cada empresa (busca por "company") e refinada a busca por tópicos pertinentes ao tema do trabalho como descrito anteriormente no estudo de caso.

De acordo com a análise dos resultados encontrados para a pesquisa sobre o interesse das empresas de petróleo no setor de energia pode-se notar que:

- A respeito da empresa Shell foram encontradas apenas 7 referências porém com temas bem diversificados como biocombustíveis, biomassa, célula de

hidrogênio. E pôde-se notar ainda que os dados foram publicados apenas em revistas científicas e são bem recentes.

- Em relação a empresa BP encontrou-se ,apenas em revistas científicas, 4 referências dentre as quais destacam-se a energia solar e elétrica.
- Com relação a empresa Chevron a pesquisa foi diferenciada pois das 14 referências encontradas todas remetem-se ao tópico “energia solar” o que foi surpreendente devido a diversidade de investimentos desta empresa em biocombustíveis ,energia geotérmica ,hidrogênio além da energia solar como foi descrito por pesquisas no site desta empresa. Porém com relação ao tipo de documento encontrado foi observado que 50% das referências são patentes e os outros 50% são publicações em revistas científicas.
- Para a empresa Exxon Móbil , curiosamente, nenhuma referência foi encontrada na pesquisa seguindo a mesma metodologia utilizada para as outras . Entretanto dados da empresa revelam que há investimentos em novas tecnologias no setor de energia.
- Com relação a Petrobras, ao todo foram encontradas 5 referências para tópicos como “energia renovável” e “biocombustíveis” o que já era esperado devido ao grande investimento da empresa em centros de pesquisa. Porém apenas um pedido de patente foi encontrado , as demais foram publicadas em revistas científicas.
- Por fim, dentre as empresas Saudi Aramco e Petrochina, apenas para esta última foi encontrada uma única referência seguindo a mesma metodologia de pesquisa. Isto pode ser explicado pois a Saudi Aramco é a maior empresa do setor petrolífero e claramente,está voltada para exploração e comercialização de recursos e não para o desenvolvimento de tecnologia (Saudi Aramco, 2007). Já a Petrochina é uma empresa relativamente nova no mercado apesar de ser uma companhia integrada de energia consciente da necessidade de investimentos em bioenergias.

Os resultados encontrados na pesquisa refletem, de maneira “tímida”, que algumas das maiores empresas de petróleo realmente preocupam-se em desenvolver e aperfeiçoar tecnologias para aumentar sua parcela energética no mercado, visando também diminuir impactos ambientais com a introdução de energias renováveis.

De acordo com os dados encontrados nos sites das empresas, pôde-se notar que há grandes investimentos em tecnologias alternativas ao petróleo relacionadas aos biocombustíveis, apesar do pequeno número de publicações encontradas no banco de dados da pesquisa.

O estudo desenvolvido destaca que, a base de dados Scifinder é limitada quanto ao número de revistas científicas na área química, porém esta foi escolhida por tratar-se de uma ferramenta mais didática com uma busca mais refinada . Como recomendação para trabalhos futuros com maior abrangência na área química ,

pode-se utilizar outra base mais completa como a Scopus utilizando a mesma metodologia .

É importante salientar que o crescimento tecnológico de uma empresa esta diretamente ligado com o investimento em P&D, e a propriedade industrial, mais especificamente o sistema de patentes, tem um papel relevante no cenário econômico mundial, pois é uma ferramenta essencial para a recuperação dos grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

No Brasil o depósito de pedidos de patentes é pequeno frente a outros países como Estados Unidos, porém para este país patentes sobre fontes de energia renováveis também são escassas.

Por fim, não é possível identificar quais serão as empresas mais bem sucedidas no setor de energia renováveis, visto que algumas estão se movimentando para o aumento de investimentos em fontes alternativas. Contudo é extremamente importante que essas empresas sejam observadas a longo prazo para que possamos, no futuro, suprir a dependência do petróleo.

REFERÊNCIAS

ABIOVE , Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais --Revista Brasileira de Ciências Ambientais,2006

ADDUCI,V.R. **Movimentos estratégicos das empresas de petróleo em biocombustíveis.** 2008. Dissertação (Mestrado em tecnologia de Processos químicos e bioquímicos)- Universidade Federal do Rio de Janeiro,Escola de química-EQ,2008.

AMORIM G. **Biocombustíveis e investimento externo ANÁLISE CONJUNTURAL,** v.29, n.05-06, p.10, maio/jun. 2007. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/webasis.docs/bol_29_3b.pdf

ANDREOLI C., SOUZA S. P. DE **Cana-de-açúcar: a Melhor alternativa para Conversão da energia solar e Fóssil em Etanol** -Trabalho apresentado na Conferência Internacional de AgroEnergia, de 11 a 13 de dezembro de 2006, Londrina, PR.

Disponível em: http://ecen.com/eee59/eee59p/cana_melhor_convertorl.htm

AZEVEDO, M.L.R.S. **A Capacitação docente em educação ambiental /** Maria de Lourdes Ribeiro de Souza de Azevedo – Rio de Janeiro: EQ/UFRJ, 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2007.

BARROS, M.M.D.. **O uso do etanol como fonte de energia no século XXI: a importância do Brasil no comércio internacional /** Marisa Maia de Barros – Rio de Janeiro: EQ/UFRJ, 2007. xix, 145 f.: il., 29,7 cm. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2007.

BARSKY R., KILIAN L., Oil and the Macroeconomy since the 1970s - Center for Economic Policy Research, 2004. Disponível em: <http://www.cepr.org/>

COUTO,L., Watzlawick L. , Câmara D., **Vias de valorização energética da biomassa** Ways of Energy Valuation of Biomass 2004. Disponível em: http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Couto.pdf

DAMEN, K.; **Future prospects for Biofuel Production** Report NW&S-E-2001-31, Universiteit Utrecht, 2001. a partir de: MACEDO I. , Estado da arte e tendências das tecnologias para energia CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos . janeiro 2003. Disponível em: http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_energ/documentos/cte_nerg03estado_arte.pdf

ECKHART M., **Fontes de Energia Renovável: Em Busca da Energia Inesgotável** ejournalUSA, 2006

Disponível em: <http://usinfo.state.gov/journals/ites/0706/ijep/eckhart.htm>

EIA - Energy Information Administration and WTRG Economics. Disponível em http://www.clubeinvest.com/bolsa/show_futures_technical_analysis.php?id=148

Ultimo acesso 20/08/2008 <http://www.wtrg.com/>

EIA ,2006 . **Perspectivas da Tecnologia de Energia: Cenários e Estratégias para 2050**. Paris: Agência Internacional de Energia (AIE), junho de 2006. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142007000100007&lng=e&nrm=iso&tlng=e

FINGUERUT ,J. ,CTC, Centro de tecnologia Canavieira- **Workshop de Hidrólise de Bagaço e Palha de Cana para Produção de Etanol Projeto PPPP Fapesp** ,2006

Disponível em: http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/workshop-etanol_jaime-finguerut.pdf

GELLER, H.S., **Revolução energética : Políticas para um futuro sustentável** - Tese (Doutorado) Programa Intermunicipal de Pós Graduação em Energia da universidade de São Paulo, 2002.

GOLDEMBERG J. , LUCON O. , **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estudos Avançados 21 (59), 2007

Disponível em: http://www.fcmc.es.gov.br/download/Energia_meioambiente.pdf

GOODSTEIN, D. **Out of gas: the end of the age of oil**. New York: W. W. Norton Company, 2004. A partir de : **A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica** Disponível em : http://www.uff.br/engevista/9_1Engevista5.pdf

GUADAGNINI ,M.A. **Fontes Alternativas de Energia – Uma visão geral** Trabalho de Conclusão de Curso Pós Graduação Executiva em Meio Ambiente -14ª Turma - 09 agosto de 2005 / 01 agosto de 2006

IPEA - Elaboração IPEA: Para detalhes de metodologia ver Nota Técnica Publicada no Boletim Conjuntura n.69 Junho de 2005. IPEA. Atualizado em: 16 de junho de 2008

JANUZZI, G. M., GUARNIERI, L.C., 1992, “**PROÁLCOOL: Impactos Ambientais**”, Revista Brasileira de Energia, v. 2, n.2, pp. 147-162.

JANUZZI, G. M., A. F. Gomes, et al. **Mapeamento de Competências e Infra-estrutura para P&D: indicadores para auxílio à prospecção tecnológica na área de energia**. International Energy Initiative. Campinas: Junho, p.11p. 2003. (Energy Discussion Paper no. 2.62-02/03).

JANUZZI, G. M. e D. Carmeis. **Passos inicial do mapeamento de competências e infra-estrutura na área de energia: síntese dos resultados obtidos de agosto a novembro/02**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: 2002, p.13. 2002

JANUZZI, G. M. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro** Departamento de Energia Universidade Estadual de Campinas. C.P. 6122 Campinas 13083-970 SP 2003.(ENERGY DISCUSSION PAPER No. 2.64-01/03)

LODI, C. F. G. **Modelo analítico de formação do preço no mercado internacional do petróleo**.Tese de mestrado. COPPE/UFRJ. 1989

LUCENA,T.K. **O biodiesel na matriz energética brasileira** Universidade federal do rio de janeiro ,Instituto de Economia (monografia de bacharelado),2004

MACEDO, I.M. , NOGUEIRA L.A.H - **Avaliação da Expansão da Produção de Etanol no Brasil** - CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos JUNHO 2004

MACEDO I. , **Estado da arte e tendências das tecnologias para energia** CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos . janeiro 2003

MARTINI,A.A. DSc - Apresentação Cadeia Petrolífera - Ana Amélia Martini ,DSc 2006 .

MAUÉS, J.A. **Maximização da geração elétrica a partir do bagaço e palha em usina de açúcar e álcool** Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com.br/>

MENDES,A.F. **Mercado Futuro De Petróleo: Origem E Desenvolvimento** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia(Monografia de Bacharelado),2004

NETO, V.C. **Análise de Viabilidade da Cogeração de Energia Elétrica em Ciclo Combinado com Gaseificação de Biomassa de Cana-de-açúcar e Gás Natural** - Rio de Janeiro 2001 ,XIV, 194 (COPPE/UFRJ,M.Sc., Planejamento Energético, 2001) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

NIEVES, R., **Enzyme based biomass to ethanol Technology: an update**, NREL **International Development Seminar on Fuel Ethanol**, Washington DC, 2001 a partir de: MACEDO I. , Estado da arte e tendências das tecnologias para energia CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos . janeiro 2003. Disponível em: http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_energ/documentos/ctenerg03estado_arte.pdf

NUNES, L. S. **A dinâmica dos preços internacionais do petróleo**. Monografia de Bacharelado. IE/UFRJ, dezembro/2000.

PETROLEUM INTELLIGENCE WEEKLY (PIW) **Ranking the World's Oil Companies**. 2006 Disponível em : 05 de dezembro de 2007 www.energyintel.com
PINTO JUNIOR, H. Q. e FERNANDES, E. S. L. **O mercado internacional do petróleo e o comportamento dos preços**. Nota Técnica nº02/98. Agência Nacional do Petróleo. Rio de Janeiro, Julho/1998.

RATHMANN ,R. **Biodiesel: Uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?** Departamento de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/ArtigoBiodieselGINCOB-UFRGS.pdf>

RIBAS,R.P. **Estratégias das empresas de petróleo no cenário de mudanças climáticas globais**. Rio de janeiro ,2008,XII (COPPE/UFRJ,M.Sc., Planejamento Energético, 2001) Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

RODRIGUES,J.N. **O choque permanente - Economia mundial entrou em alerta "laranja" .As causas da euforia irracional do mercado do crude** Agosto 2004 Disponível em: www.janelanaweb.com/crise/choque.html

SARGES K. , 2002 **O Conflito entre Israelenses e Palestinos no Oriente Médio e as Conseqüências no Mundo do Petróleo** Disponível em:http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE24/artigo_om.htm

SCHLITTLER, L. A. F. S. **Engenharia de um Bioprocesso para Produção de Etanol de Bagaço de Cana-de-Açúcar**/Luiz André Felizardo Silva Schlittler. – Rio de Janeiro, 2006. xix, 174 f, 29,7 cm.Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2005.

SIGNORINI P.,**Por que é polêmico produzir etanol a partir de milho?** outubro 2007 Disponível em: <http://rastroadecarbono.hitechlive.com.br/?p=623>

SOUZA, F.R. **Impacto do Preço do Petróleo na Política Energética Mundial** .Rio de Janeiro, 2006. XI, 160 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,Planejamento Energético, 2006) Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

SOUZA, Wanderley **Microalgas e a produção de biodiesel**, Monitor Mercantil portal eco debate 25/08/2008 Disponível em:
<http://www.ecodebate.com.br/index.php/2008/08/28/microalgas-e-a-producao-de-biodiesel-artigo-de-wanderley-de-souza/>

STAISS, C.; PEREIRA, H. **Biomassa Energia Renovável na Agricultura e no Setor Florestal** Instituto Superior de Agronomia, Portugal, Revista Agros n. 01 pp. 21-28, 2001

TN PETROLEO,2006 **A indústria de petróleo e gás e a propriedade industrial** Disponível em:<http://www.tnpetroleo.com.br/download.php/revista/download/i/106/nome/dc2ab13d491e2657f056f125f289e5b9.pdf>

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (Tese de Doutorado em Ciências Florestais), 2003.

SITES RELACIONADOS¹⁶:

ANP - Agência Nacional do Petróleo: <http://www.anp.gov.br>

BP-British Petroleum <http://www.bp.com/home.do?categoryId=1>

Cefetpe Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
<http://www.cefetpe.br/>

Chevron www.chevron.com

EIA- Energy Information Administration : <http://www.eia.doe.gov>

EPE Empresa de Pesquisa Energética <http://www.epe.gov.br>

EXXON MOBIL www.exxonmobil.com

IBP - Instituto Brasileiro do Petróleo: <http://www.ibp.org.br/main.asp>

¹⁶ O acesso a estes sites foi feito diversas vezes ao longo do trabalho .

IEA - International Energy Agency: <http://www.iea.org>.

MME Ministério de Minas e Energia <http://www.mme.gov.br/>

NYT new york times <http://www.nytimes.com/>

Saudi Aramco <http://www.saudiaramco.com/irj/portal/anonymous>

Scifinder , pesquisas de março a agosto 2008
<http://www.cas.org/SCIFINDER/SCHOLAR/>

UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change
<http://unfccc.int/2860.php>

USDA United States Department of Agriculture
<http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>

USPTO United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov/>

Valor Econômico <http://www.valoronline.com.br/>

ANEXO 1

Tabela10: Recursos e reservas energéticas brasileiras

TABELA 6.1

RECURSOS E RESERVAS ENERGÉTICAS BRASILEIRAS EM 31/12/2007 (1)

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADES	MEDIDAS/ INDICADAS/ INVENTARIADAS	INFERIDAS/ ESTIMADAS	TOTAL	EQUIVALÊNCIA ENERGÉTICA 10 ³ tep (5)
PETRÓLEO	10 ³ m ³	2.006.970	1.233.160	3.240.130,0	1.790.217
GÁS NATURAL	10 ⁶ m ³	364.991	219.482	584.472	362.436
CARVÃO MINERAL	10 ⁶ t	10.084	22.240	32.324	2.752.932 (2)
HIDRÁULICA	GW (3)	112,2	26,2	138,4	84.527 / ano
ENERGIA NUCLEAR	t U ₃ O ₈	177.500	131.870	309.370	1.254.681 (4)

(1) Não inclui demais recursos energéticos renováveis. Considera fatores de conversão de 2007.

(2) Considera recuperação de 70% e poder calorífico de 3900 kcal/kg.

(3) Considera fator de capacidade de 55%.

(4) Considera perdas de mineração e beneficiamento e não considera reciclagem de plutônio e urânio residual.

(5) Calculado sobre reservas medidas / indicadas / inventariadas.

Fonte: MME, 2008

Tabela11: Relações de preços entre fontes de energia

TABELA 7.11								
RELAÇÕES DE PREÇOS ENTRE AS FONTES DE ENERGIA								
FONTES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
GASOLINA/PETRÓLEO IMPORTADO (*)	5,0	4,9	4,3	4,0	3,1	3,5	3,1	3,0
GASOLINA/ÓLEO DIESEL	2,5	2,3	1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
GASOLINA/ÓLEO COMBUSTÍVEL	4,6	4,5	3,9	3,5	3,3	3,3	3,4	3,4
GASOLINA/GLP	1,5	1,7	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4
GASOLINA/ÁLCOOL	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9
ÓLEO DIESEL/PETRÓLEO IMPORT.(*)	2,0	2,1	2,4	2,6	2,0	2,4	2,0	2,1
ÓLEO COMB./CARVÃO VAPOR	3,3	3,4	3,4	4,1	3,4	3,7	3,8	3,4
ELETRICID. IND./ÓLEO COMB.	2,6	2,6	2,6	2,3	2,6	3,3	3,5	3,6
ELETRICID. RESID./GLP	1,9	2,3	2,0	1,9	2,1	2,4	2,3	2,1
GÁS NAT. COMB./ÓLEO COMB.	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0
(*) Petróleo a preços correntes, da tabela 7.10.								

Fonte: MME, 2008