

Universidade Federal Fluminense
Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos
Programa de Educação Tutorial
Agenda Acadêmica - 2007

Apostila do Mini-curso

“Ações Humanas: Efeito Energia”

Niterói - RJ
Novembro - 2007

Sumário

Apresentação	ix
1 Breve histórico do desenvolvimento energético	1
2 Combustíveis não renováveis	3
2.1 Introdução	3
2.2 Petróleo	4
2.2.1 1a Fase (1859-1911)	4
2.2.2 2a Fase (1911-1928)	4
2.2.3 3a Fase (1928-1973)	4
2.2.4 4a Fase (73-86)	4
2.2.5 Fase atual (a partir de 1986)	5
2.3 Carvão	6
2.4 Tendências e transformações	9
2.5 Oferta e demanda nacional de energia	9
3 Alternativas energéticas	13
3.1 Introdução	13
3.2 Energia hidroelétrica	13
3.2.1 Aspectos positivos	14
3.2.2 Aspectos negativos	14
3.3 Energia nuclear no Brasil	14
3.3.1 Comparação entre as fontes de energia nuclear e hidroelétrica	15
3.4 Álcool combustível	16
3.5 A energia do mar	18
3.5.1 A energia das ondas	18
3.5.2 Energia das marés	19
3.5.3 Energia das correntes marítimas	19
3.6 A energia dos ventos	19
3.7 Biodiesel	21
3.8 Meio ambiente X biodiesel	22
3.9 Microalgas	23
3.9.1 Ambientes de crescimento	23
3.9.2 Composição química	24
3.9.3 Extração de óleo das microalgas	24
3.9.4 Cultivo de microalgas para biodiesel	25
3.9.5 Características do biodiesel de microalgas	25

3.9.6	Vantagens do biodiesel das microalgas	26
3.10	Hidrogênio combustível	27
3.10.1	Como é feito o gás hidrogênio (H_2)	27
3.10.2	Armazenamento	27
3.10.3	Vantagens	27
3.11	Energia solar	28
3.11.1	Energia solar fototérmica	28
3.11.2	Energia solar fotovoltaica	29
3.12	Etanol	29
3.13	Biodiesel	30
3.14	Transgênicos	31
4	Análise das alternativas	33
4.1	Caso brasileiro	33
4.2	Conseqüências econômicas e sociais dessas opções	34
4.2.1	Movimentos sociais	34
4.2.2	Terras e transgênicos	36
4.3	Continuando a desnacionalização da soberania	37

Lista de Tabelas

2.1	Consumo final energético. Unidade: 10^3 <i>TEP</i> . Fonte: Balanço Energético Nacional 2007.	10
2.2	Evolução da dependência externa de energia. Unidade: 10^3 <i>TEP</i> . Fonte: Balanço Energético Nacional 2007.	11
4.1	Investidores no setor de agroenergia. Fonte: Elaboração própria.	40

Lista de Figuras

2.1	Evolução do preço do barril do petróleo.	5
2.2	Evolução do preço do barril do petróleo.	6
2.3	Distribuição das reservas de carvão mineral no mundo.	7
2.4	Produção mundial do carvão.	7
2.5	Aplicações do carvão no Brasil.	8
2.6	Evolução da parcela de carvão usada para geração de eletricidade no mundo, a partir de 2004.	8
2.7	Consumo e produção brasileira de petróleo de 1975 até 2005.	9
2.8	Petróleo.	10
3.1	Produção mundial de etanol.	17
3.2	Produção e custo do etanol no Brasil.	17
3.3	Princípio de funcionamento da energia das ondas.	18

Apresentação

Este trabalho foi elaborado pelos grupos PET (Programa de Educação Tutorial) dos cursos de Economia (PET-Economia) e de Engenharia de Telecomunicações (PET-Tele) da Universidade Federal Fluminense (UFF). Maiores informações sobre os grupos podem ser encontradas em <http://www.uff.br/peteconomia> e <http://www.telecom.uff.br/pet/>.

O programa PET tem por objetivo melhorar o ensino na graduação, tendo por base a indissociabilidade do tripé Pesquisa-Ensino-Extensão. Informações adicionais sobre o programa encontram-se em <http://www.mec.gov.br/sesu>, no *link* “Políticas e Programas na Educação Superior”.

O minicurso é o resultado do trabalho desenvolvido pelos dois grupos como atividade de pesquisa, que, agora, durante a Agenda Acadêmica - 2007, concretiza-se como ensino e extensão para todos os cursos da UFF.

Pretendemos, tão somente com essa atividade, suscitar questões sobre um tema relevante e atual. O impasse que hoje se apresenta à sociedade mundial na questão energética nos coloca no dilema da opção de matriz energética a ser adotada.

Não é nosso objetivo esgotar o assunto, tendo em vista a multiplicidade de questões que hoje estão em pauta. Apenas colocaremos algumas informações colhidas ao longo de nossas pesquisas, bem como assinalamos pontos polêmicos que permitam reflexões e críticas ao tema. Aproveitaremos a atividade de minicurso para exercitar algumas práticas de educação tutorial, que vêm sendo adotadas em várias atividades docentes.

Na esperança de alcançarmos nossos objetivos, desejamos que todos tenham uma efetiva participação durante atividade, bem como que as questões aqui abordadas sirvam de subsídio a posteriores discussões sobre o tema.

Niterói, novembro de 2007.



PET
Tele



PETuff
conomia

Capítulo 1

Breve histórico do desenvolvimento energético

Em função do amplo tema a que esse reduzido texto se propõe a analisar, deve-se, antes de mais nada, avaliar num plano, sobretudo epistemológico, qual será o recorte temporal utilizado para tal assunto. Pois, se poderia começar, muito bem, pela descoberta do fogo como o primeiro fator de desenvolvimento tecnológico, e a partir de então descrever cronologicamente todas as etapas da evolução energética até os dias de hoje. Contudo, isso consumiria capítulos e mais capítulos de análise, e este não é o objetivo deste trabalho. Por isso é que tal texto utilizará o século XIX como ponto de partida, mais especificamente a partir da Segunda Revolução Industrial, mostrando o desenvolvimento das variadas formas de energia e sua relação com o capitalismo.

Começemos então, a abordar os fatores que possibilitaram o desenvolvimento de tal revolução na Inglaterra, que podemos enumerar como os seguintes: destruição das relações feudais agrícolas, fim do campesinato e conseqüente migração para as cidades, acumulação de capital (no período mercantilista com a vantajosa relação de trocas entre as colônias) e gastos produtivos (eram baixas as necessidades dos investimentos iniciais requeridos para o desenvolvimento da ciência e tecnologia, bem como para a formação do capital inicial em ramos específicos).

Todos os fatores expostos acima abrangem tanto a primeira, quanto a segunda Revolução Industrial. No entanto, o que torna a segunda nosso foco, é que nesta, além de se aprimorarem as bases deixadas pela primeira, novas e mais potentes fontes energéticas foram desenvolvidas. Devendo-se a este contexto, o início da utilização do petróleo e da energia elétrica, como forças motrizes de determinadas indústrias, bem como, o aparecimento de indústrias petro-químicas entre outras, grande utilizadoras de petróleo como insumo.

Além da emergência dos Estados Unidos como centro hegemônico mundial, em substituição da Inglaterra, o surgimento do trabalho em série - o “fordismo” e “taylorismo” - e a produção em grande escala de meios de transporte individuais (o automóvel), o que potencializou, em muito, a utilização de fontes de energia não renováveis tanto no processo produtivo como nos meios de transporte em geral.

As estruturas tanto físicas quanto sociais que permaneceram pouco alteradas até a Primeira Guerra Mundial, a partir de então inúmeras transformações na indústria e, conseqüentemente, nas relações de trabalho foram presenciadas. Mudanças estas, tanto espaciais quanto sociais, aliadas à intensificação da utilização do petróleo e da eletricidade

como fontes energéticas, sem contudo deixar de se utilizar fontes como o carvão mineral, que é importantíssimo até os dias de hoje.

É muito importante salientar que o gradual desenvolvimento do meio industrial e/ou energético, implica obrigatoriamente em mudanças nas relações de trabalho e, conseqüentemente na “adaptação” do capitalismo ao novo meio. Logo, pode-se tirar a conclusão de que energia e capitalismo são meios que interagem reciprocamente. E o século XX é o principal exemplo de tal afirmativa.

A emergência do século XXI expõe determinadas indagações acerca do desenvolvimento energético. Desde a década de 90 do século XX, teóricos afirmam que o nível de evolução ficou tão complexo que surgiu então o termo Terceira Revolução Industrial, para designar o processo de introdução, quase generalizado, da informática nos meios produtivos. Uma pergunta que poderá ser feita é de, como chamar de “nova” Revolução Industrial um período em que as bases energéticas ainda são as do século passado? Tratar-se-ia de um paradoxo do desenvolvimento?

Talvez sejam as perguntas acima ainda um pouco prematuras, uma vez que as mudanças tecnológicas encontram-se tão velozes sendo possível que logo novas matrizes energéticas possam, e devam, substituir as atuais. Porém, isto permanece, por enquanto, no plano das suposições. Mas, o que não está contido em suposições, e sim em realidade, é a questão do meio ambiente, ou melhor da degradação deste.

É consenso que, o desenvolvimento energético trouxe “a reboque” um custo ambiental que de pequeno não tem nada. Após séculos e mais séculos da emissão de gases tóxicos à atmosfera (principais causadores do efeito estufa), da degradação de grandes extensões de terras e da poluição de importantes mananciais de água, vê-se, atualmente, um ainda tímido movimento de grupos de indivíduos preocupados com a questão ambiental. Na realidade, isso tem relação com a própria sobrevivência do gênero humano, tendo em vista a ameaça de esgotamento de recursos naturais importantes, que podem colocar a vida humana em questão.

Infelizmente, os países mais poluidores do mundo, como Estados Unidos, China, entre outros, são os menos preocupados com o meio ambiente. Entretanto, um número significativo de nações vem desenvolvendo metas para a redução gradual da emissão de poluentes, como o gás carbônico ou o cloro-flúor-carbono (CFC). Iniciativas como estas são afirmadas em acordos como o Protocolo de Kyoto, assinado em 1997.

Capítulo 2

Combustíveis não renováveis

2.1 Introdução

Inicialmente o homem utilizava como formas de energia o esforço muscular (humano e animal), a energia eólica (vento) e a energia hidráulica, obtida pelo aproveitamento da correnteza dos rios. Com a Revolução Industrial, na segunda metade do século XVIII e no século XIX, surgem as modernas máquinas, inicialmente movidas a vapor e que hoje funcionam principalmente a energia elétrica. O carvão mineral foi importantíssimo neste momento porque a energia elétrica pode ser obtida também pelo carvão além de outras fontes como a água.

Os países pioneiros no processo de industrialização, como a Inglaterra, a Alemanha, os Estados Unidos e a França, bem servidos em reservas carboníferas utilizaram maciçamente o carvão até que, com o desenvolvimento da indústria automobilística - que usa derivados do petróleo como combustíveis e também na fabricação dos pneus e plásticos diversos - pouco a pouco substituíram-no pelo petróleo como grande fonte de energia mundial.

No final do século XIX, em 1880, “97% da energia consumida no mundo provinha do carvão, mas noventa anos depois, em 1970, somente 12% desse total provinha desse recurso natural, depois da chamada “crise do petróleo”, ocorrida em 1973, a elevação dos preços de óleo fizeram com que o carvão fosse novamente valorizado, pelo menos em parte, e ele voltou a subir um pouco, representando cerca de 25% da energia total consumida no globo nos anos 80 e 90”¹. Como se vê, a importância do carvão declinou, mas ele continua tendo um sensível peso nos dias atuais, principalmente para as indústrias siderúrgicas e para a obtenção de energia elétrica através de usinas termelétricas.

“Foram diversos os fatores que determinaram a dependência mundial da fonte energética não renovável com base no petróleo após o final do séc. XIX. O principal, talvez, tenha sido a diversidade de usos que o petróleo proporcionou com o sistemático avanço das ciências e das tecnologias aplicadas para a sua utilização desde o início da sua extração comercial (1859). Foi, no entanto, com o advento da indústria automobilística e da aviação, assim como das guerras, que o petróleo se tornou o principal produto estratégico do mundo moderno. As maiores 100 empresas do século XX estavam ligadas ao automóvel ou ao petróleo”. (Carvalho, 2007)

¹http://www.pick-upau.org.br/mundo/carvao_energia/carvao_energia.htm

2.2 Petróleo

A evolução histórica da indústria de petróleo no mundo pode ser dividida em 4 fases, as quais são apresentadas a seguir.

2.2.1 1a Fase (1859-1911)

Nesta fase, o petróleo ainda não havia se consolidado como principal insumo mundial da atividade industrial e sua demanda era baseada na produção de querosene.

2.2.2 2a Fase (1911-1928)

A Primeira Guerra Mundial veio demonstrar que o petróleo era imprescindível e estratégico para todas as nações que buscavam o progresso. Empresas européias intensificaram as pesquisas em todo o Oriente Médio. Elas comprovaram que 70% das reservas mundiais de petróleo estavam no Oriente Médio e provocaram uma reviravolta na exploração do produto. Com isso, países como Iraque, Irã e Arábia Saudita ganharam alto poder no jogo da produção petrolífera.

Nesta fase, o petróleo ganha força como insumo industrial, potencializado pela indústria automobilística. Acirra-se a competição internacional neste mercado, o que levou a criação do cartel das Sete Irmãs. Cerca de 90% da produção mundial passou para o controle deste cartel, constituído por sete companhias petroleiras internacionais 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-adventures* para a exploração de campos petrolíferos estrangeiros.

2.2.3 3a Fase (1928-1973)

Criação da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP) composta pela Arábia Saudita, Argélia, Catar, Emirados Árabes Unidos, Indonésia, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria e a Venezuela. Foi criada em 1960 como uma forma dos países produtores de petróleo se fortalecerem frente às empresas compradoras do produto (principalmente as Sete Irmãs), que exigiam cada vez mais uma redução maior nos preços do petróleo. Seu objetivo era unificar a política petrolífera dos países membros, centralizando a administração da atividade, o que inclui um controle de preços e do volume da produção.

Neste período, o crescimento econômico de qualquer país já passou a ser necessariamente baseado em petróleo e em grande parte deste houve forte crescimento econômico no mundo elevando fortemente a demanda por petróleo, mas a expansão da oferta garantiu a estabilidade de preços.

2.2.4 4a Fase (73-86)

Esta fase é marcada pelas duas crises do petróleo e a conseqüente redução do crescimento em todos os países em desenvolvimento, inclusive o Brasil.

A primeira foi em 1973, quando o mundo estava em acelerado crescimento industrial e as máquinas eram completamente dependentes do petróleo para funcionar. Diante deste quadro, os árabes, maiores produtores, entraram em conflito com Israel, país que contava com o apoio dos EUA (país que menos sofreu, porque tinha uma grande reserva de petróleo) e Europa. Como represália aos que apoiaram Israel, os árabes decidiram boicotar o Ocidente, cortando a extração de petróleo em 25%. O preço do barril saltou de US\$ 2,00 para US\$ 12,00.

Na segunda crise, em 1979, além dos donos dos poços de petróleo (os árabes), mais uma vez, reduziram sua produção, conjunturas políticas externas fizeram com que o preço subisse violentamente, saltando para a casa dos US\$ 40,00, provocando crises nos países importadores. Para sair dessa dependência, estes países passaram a desenvolver formas alternativas de combustíveis como o álcool e a energia nuclear. A exploração de jazidas de petróleo também se intensificou em muitos países. No Brasil, o projeto Proálcool e o aperfeiçoamento da Petrobrás foram maneiras encontradas para contornar o problema da alta do preço. O gráfico da Figura 2.1 mostra a evolução do preço do barril.

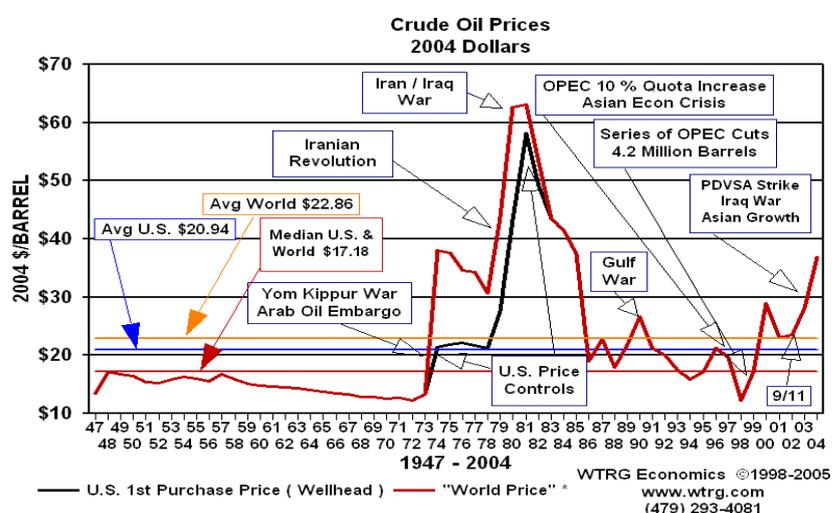


Figura 2.1: Evolução do preço do barril do petróleo.

2.2.5 Fase atual (a partir de 1986)

Este período é caracterizado por uma forte influência de expectativas e especulações, além de fatores geopolíticos na formação dos preços do produto, introduzindo forte instabilidade de preços.

Em 1991, ocorre a Guerra do Golfo, quando o Iraque invadiu e anexou o Kuwait, o que gerou um forte conflito. O motivo foi o baixo preço do petróleo no mercado mundial no início da década de 90, além do Iraque sustentar uma dívida externa de US\$ 80 bilhões. 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. Desta forma, gerou uma grande especulação que fez com que os preços oscilassem intensamente.

A partir do 11 de setembro inicia-se uma nova escalada dos preços, intensificada pela greve na Venezuela no fim de 2002, pela invasão do Iraque no início de 2003 e pelos conflitos

civis na Nigéria. Estes fatores levaram a OPEP a abandonar o sistema de bandas em 2005, deixando a determinação dos preços sob as forças de oferta e demanda, o que aumentou a participação de um componente especulativo na formação dos preços do produto. O gráfico da Figura 2.2 mostra a persistente tendência de alta verificada a partir de 2001.

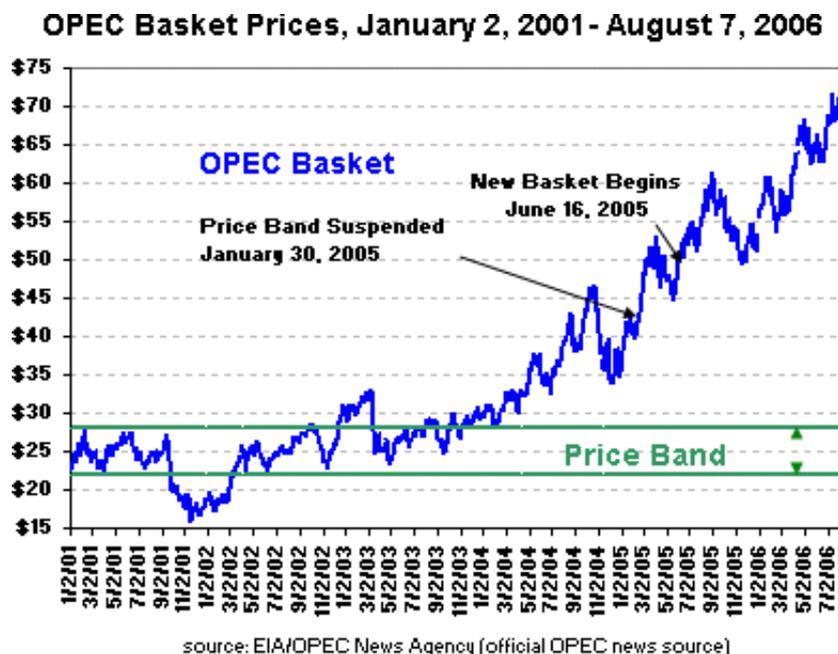


Figura 2.2: Evolução do preço do barril do petróleo.

O cenário atual de persistente alta não se refletiu em crise mundial como ocorreu nos períodos anteriores. A demanda mundial continua aquecida, grande parte devido ao forte crescimento chinês. Isto se explica pelo contexto de elevada liquidez internacional e *superávit* comercial registrado em praticamente todos os países, menos os EUA, gerando um significativo fluxo de divisas que financia a importação.

2.3 Carvão

Combustível da revolução industrial, o carvão mineral é o combustível fóssil mais abundante e menos concentrado do mundo e apresenta um longo histórico de uso. Sua maior aplicação é na geração de eletricidade. O gráfico da Figura 2.3 mostra a distribuição das reservas de carvão mineral no mundo.

A produção mundial de carvão também é relativamente menos dispersa do que a dos outros recursos energéticos, este fato pode ser observado pelo gráfico da Figura 2.4.

Apesar de no Brasil o carvão mineral ser usado predominantemente como insumo industrial, principalmente na metalurgia, a nível mundial ele é utilizado na geração de eletricidade através das termelétricas. Os próximos dois gráficos explicitam este fato, o primeiro mostra as aplicações do carvão no Brasil enquanto o segundo apresenta a evolução da parcela de carvão usada para geração de eletricidade a nível mundial a partir de 2004.

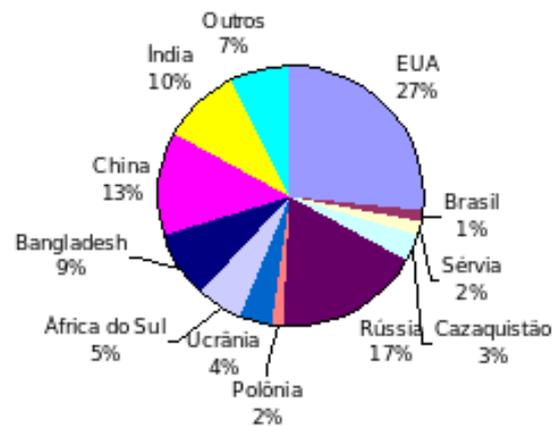


Figura 2.3: Distribuição das reservas de carvão mineral no mundo.

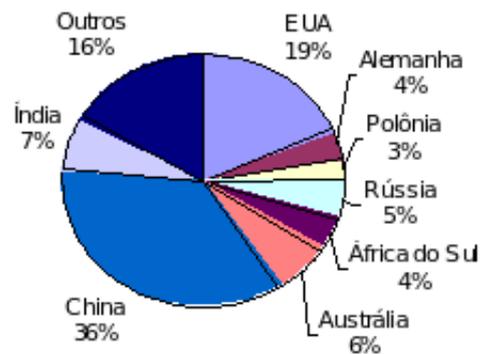


Figura 2.4: Produção mundial do carvão.

O carvão mineral apresenta elevadas externalidades negativas associadas ao seu uso e a sua produção. Sua queima tem como consequência a emissão de gases de efeito estufa e sua exploração oferece péssimas condições de trabalho. Este último fato levou a um forte conflito capital trabalho neste setor ao longo da sua história.

O forte impacto ambiental causado pelo consumo de carvão tem gerado pressão para a substituição de carvão por gás natural na geração de eletricidade e já se percebe um movimento neste sentido. A China já está construindo ligações com países da África e do Oriente Médio para conseguir acesso ao seu gás natural e usá-lo em suas termelétricas que hoje são preponderantemente a base de carvão.

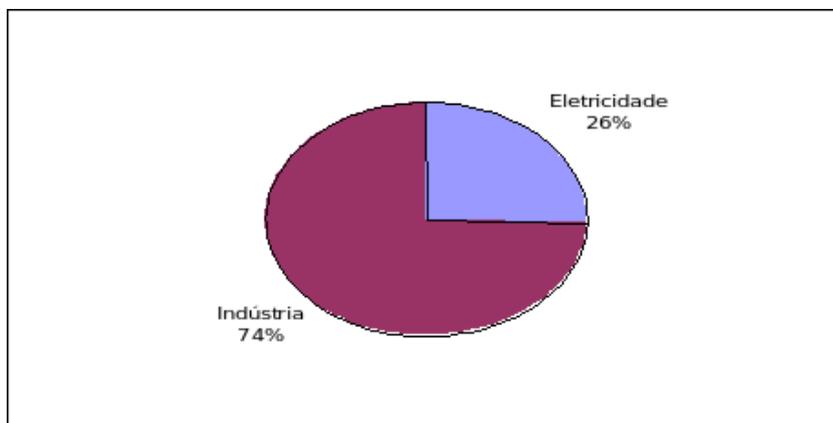


Figura 2.5: Aplicações do carvão no Brasil.

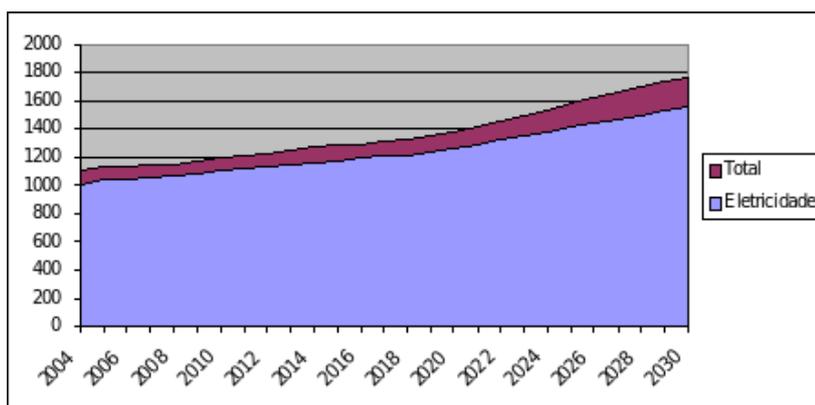


Figura 2.6: Evolução da parcela de carvão usada para geração de eletricidade no mundo, a partir de 2004.

2.4 Tendências e transformações

Um dos principais problemas do mundo atual é o aquecimento global causado pela emissão de gases de efeito estufa em atividades geralmente ligadas ao consumo de derivados de petróleo. Este problema tem ganhado mais atenção da comunidade internacional nos últimos anos, apesar da postura dos EUA em não assinar o protocolo de Kyoto e da China, em forte expansão industrial sem dar muita atenção para a questão ambiental.

O fato relevante aqui é que tem ocorrido um movimento de substituição do petróleo por outros produtos em algumas áreas, um exemplo disso é a crescente mudança dos combustíveis automotivos, que migram da gasolina para combustíveis alternativos, como álcool e gás natural. Na geração de energia elétrica, observa-se uma crescente participação de energias limpas como a solar, a eólica e a hidráulica.

Porém, o petróleo continuará sendo, ainda por muitos anos, um recurso estratégico para as nações e esta indústria uma das maiores do mundo, movimentando bilhões e envolvendo condições geopolíticas explosivas no mundo.

2.5 Oferta e demanda nacional de energia

A produção total de energia no Brasil no ano de 2006 foi de $211.541 \times 10^3 TEP$ (Toneladas Equivalentes de Petróleo), e o consumo total de energia no país foi de $277.911 \times 10^3 TEP$, o que mostra que o Brasil continua sendo dependente energeticamente de outros países, mesmo que essa dependência venha diminuindo nos últimos anos.

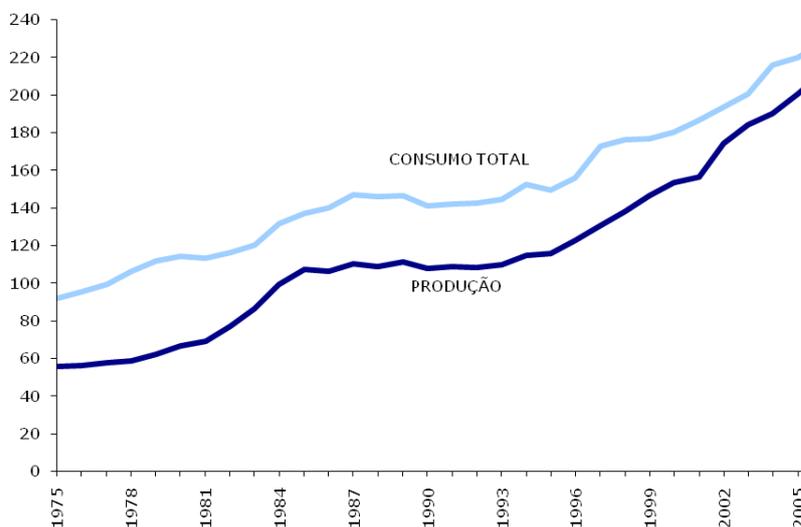


Figura 2.7: Consumo e produção brasileira de petróleo de 1975 até 2005.

Dentro da produção, as fontes que se destacam são o petróleo, com $100 \times 10^3 m^3$ extraídos em 2006, o gás natural, com $17.706 \times 10^6 m^3$ extraídos em 2006, e a energia hidráulica, com $348.805 GWh$ gerados em 2006, sendo que, desses valores, mais de 95% foi gerado pelo governo. Entre os biocombustíveis, a cana em suas várias formas aparece com $228.298 \times 10^3 T$.

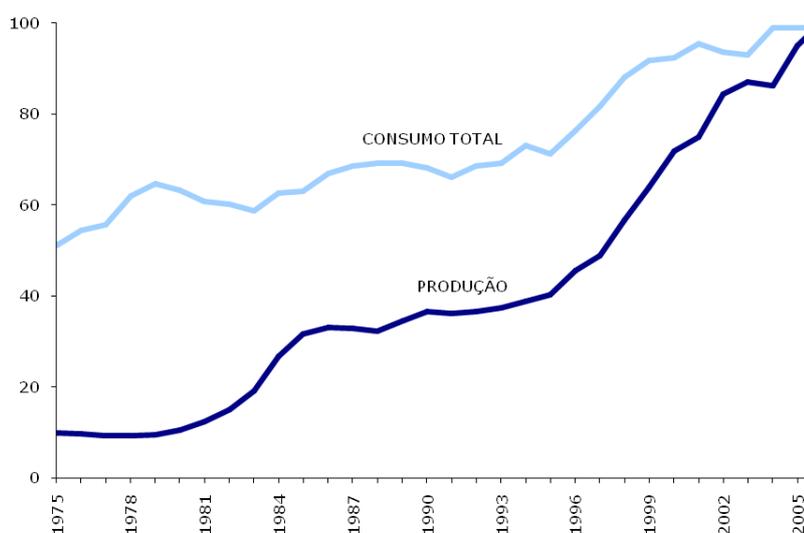


Figura 2.8: Petróleo.

No âmbito do consumo podemos notar uma involução no setor residencial, onde este, em 1970, representava aproximadamente 60% do consumo final energético e 36 anos depois sua participação na demanda se reduz a 13,6%. Já o setor industrial apresentou uma evolução significativa, passando de 23,3% em 1970 para 58,9% em 2006. Outro setor com participação crescente na demanda energética são os transportes, que apresentaram grande crescimento no fim da década de 1990 e mantida atualmente.

FLUXO	1970	1980	1990	2000	2004	2005	2006
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	31.792	30.410	31.587	39.233	55.084	57.697	62.378
SETOR ENERGÉTICO	154	2.178	7.521	7.588	10.409	11.316	12.463
RESIDENCIAL	19.070	14.974	7.964	6.670	8.255	8.426	8.483
COMERCIAL	191	155	116	144	287	306	340
PÚBLICO	15	6	4	7	48	49	55
AGROPECUÁRIO	4.901	3.232	2.169	1.638	2.131	2.182	2.247
TRANSPORTES	59	25	10	275	1.390	1.711	72.030
INDUSTRIAL	7.400	9.840	13.803	22.910	32.565	33.707	36.760

Tabela 2.1: Consumo final energético. Unidade: 10^3 TEP. Fonte: Balanço Energético Nacional 2007.

No ano de 2006, o país teve um total de importações líquidas de 23.253×10^3 TEP. Neste ano, alguns fatos merecem destaque especial, como a superação das importações pelas exportações de petróleo, que foram registradas pela primeira vez. Assim como a participação do gás natural e do carvão metalúrgico que juntos geram uma importação líquida de 18.529×10^3 TEP, o que representa 79,7% da mesma. A fonte energética que gerou maior exportação líquida, no entanto, foi o óleo combustível com 8.729×10^3 TEP.

IDENTIFICAÇÃO	1970	1980	1990	2000	2004	2005	2006
DEMANDA TOTAL DE ENERGIA (a)	68.077	115.772	143.982	197.061	218.407	223.257	230.592
CONSUMO FINAL	62.106	104.382	127.596	171.949	191.197	195.909	202.898
PERDAS (*)	5.971	11.391	16.386	25.112	27.210	27.349	27.694
PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA (b)	49.627	66.404	107.632	153.334	190.238	200.522	211.541
DEPENDÊNCIA EX-TERNA (c)=(a)-(b)	18.450	49.368	36.350	43.728	28.169	22.735	19.051
DEPENDÊNCIA (c)/(a) %	27,1	42,6	25,2	22,2	12,9	10,2	8,3

Tabela 2.2: Evolução da dependência externa de energia. Unidade: 10^3 TEP. Fonte: Balanço Energético Nacional 2007.

Capítulo 3

Alternativas energéticas

3.1 Introdução

A energia sempre teve um papel indispensável como base para o desenvolvimento do ser humano, até mesmo na forma mais elementar da utilização da biomassa, quando nossos ancestrais foram surpreendidos com a descoberta do fogo. Muito embora, na atualidade, seja claro a crescente dependência mundial dos meios de geração de energia a partir de meios mais difundidos, seja por convenções políticas ou necessidades econômicas, o cenário mundial aponta para a necessidade da adesão a fontes alternativas da geração de energia em contraponto à crise do petróleo e problemas climáticos. Isto se deve ao fato de que essas fontes apresentam índice de degradação ambiental considerado baixo, em relação às fontes mais utilizadas, ou até mesmo, nulas.

Além disso, problemas como crises de abastecimento vêm tornando-se mais comum, de acordo com as peculiaridades naturais, políticas e econômicas de cada país ou região, causando impactos sócio-econômicos.

Da lista de fontes alternativas, já apresentam tímida utilização, em alguns países, a geração de energia eólica e de energia solar. Por'ém, assim como a energia hidráulica, para serem efetivamente utilizadas de forma sustentável, tais fontes devem ser implantadas em regiões com vantagens naturais específicas para cada tipo. Algumas variadas fontes passam a ingressar na matriz energética de forma incipiente, com projeções de notável peso na composição total da matriz. Outras fontes ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

Como fontes alternativas de energia, podem ser citadas: energia solar, energia eólica, biomassa, pequenas hidroelétricas, maré-motriz, células a combustível, geotérmica.

3.2 Energia hidroelétrica

No Brasil, as usinas hidroelétricas são a principal forma de produção de energia (mais de 90% dela). No mundo todo, cerca de 19% da energia elétrica vem dessas usinas, onde eletricidade é produzida sem poluição, usando somente a força da água. O único problema é que para construir represas e usinas é preciso alagar uma área enorme e muitas vezes mexer no caminho que o rio faz.

3.2.1 Aspectos positivos

- A maior vantagem das usinas hidroelétricas é a transformação limpa do recurso energético natural. Não há resíduos poluentes.
- Há baixo custo da geração de energia .
- Além da geração de energia elétrica, o aproveitamento hidroelétrico proporciona outros usos tais como irrigação, navegação e amortecimentos de cheias.
- Crescimento do turismo na região.
- A água é um recurso renovável.

3.2.2 Aspectos negativos

- Impactos às populações indígenas e populações tradicionais, que terão suas terras inundadas.
- O alagamento gerará destruição da fauna e da flora.
- Abaixo da barragem, vai passar apenas um fio de água. A parte seca poderá se tornar um deserto.
- Os peixes são prejudicados principalmente na piracema, pois com a construção das barragens os impedem de subir e desovar.
- Mudanças no clima local.
- Aumento da erosão e perda de terras férteis.

A energia hidroelétrica pode ser considerada limpa por não produzir poluentes. No entanto, a construção de barragens para sua geração costuma causar enormes impactos ambientais. Pode provocar deslocamento de populações (existem vários exemplos, como a hidroelétrica de Sobradinho), inundações de florestas (Tucuruí, inaugurada em 84, inundou uma floresta com área correspondente a duas vezes a Baía de Guanabara) ou destruição de patrimônios históricos e belezas naturais de valor incalculável (como Itaipu, que encobriu as Sete Quedas). Além disso, nos lagos das barragens, a taxa de evaporação de água é maior que nos rios, provocando impactos climáticos locais e eventual carência de água no curso do rio, abaixo da barragem.

3.3 Energia nuclear no Brasil

A procura da tecnologia nuclear no Brasil começou na década de 50, com Almirante Álvaro Alberto, que entre outros feitos criou o Conselho Nacional de Pesquisa, em 1951, e que importou duas ultra-centrifugadoras da Alemanha para o enriquecimento do urânio, em 1953. A decisão da implementação de uma usina nuclear no Brasil aconteceu em 1969. E que em nenhum momento se pensou numa fonte para substituir a energia hidráulica, da mesma maneira que também após alguns anos, ficou bem claro que os objetivos não eram simplesmente o domínio de uma nova tecnologia. O Brasil estava vivendo dentro de

um regime de governo militar e o acesso ao conhecimento tecnológico no campo nuclear permitiria desenvolver não só submarinos nucleares mas também armas atômicas.

Em 1974, as obras civis da Usina Nuclear de Angra 1 estavam em pleno andamento quando o Governo Federal decidiu ampliar o projeto, autorizando a empresa Furnas a construir a segunda usina.

Mais tarde, em 1975, com a justificativa de que o Brasil já mostrava falta de energia elétrica para meados dos anos 90 e início do século 21, uma vez que o potencial hidroelétrico já se apresentava quase que totalmente instalado, foi assinado na cidade alemã de Bonn o Acordo de Cooperação Nuclear, pelo qual o Brasil compraria oito usinas nucleares e possuiria toda a tecnologia necessária ao seu desenvolvimento nesse setor.

Dessa maneira o Brasil dava um passo definitivo para o ingresso no clube de potências atômicas e estava assim decidido o futuro energético do Brasil, dando início à Era Nuclear Brasileira.

3.3.1 Comparação entre as fontes de energia nuclear e hidroelétrica

Nuclear

- O combustível é barato.
- É a fonte a mais concentrada de geração de energia.
- O resíduo é mais o compacto de toda as fontes.
- Base científica extensiva para todo o ciclo.
- Fácil de transportar como novo combustível.
- Nenhum efeito estufa ou chuva ácida.
- É a fonte de maior custo por causa dos sistemas de emergência, de contenção, de resíduo radioativo e de armazenamento.
- Requer uma solução a longo prazo para os resíduos armazenados em alto nível na maioria dos países.
- Proliferação nuclear potencial.

Hidroelétrica

- Muito barato após a represa ser construída.
- Investimentos dos governos. Ex. o oeste dos EUA investiu pesadamente na construção de represas. No Brasil o investimento do governo também é considerável.
- Fonte muito limitada pois depende da elevação da água
- Muitas represas disponíveis existem atualmente (não muito como uma fonte futura, dependendo do país).
- O colapso da represa conduz geralmente à perda de vidas.

- As represas afetam os peixes (por exemplo as corridas dos salmões, entre outros, até a foz do rio).
- Os danos ambientais para as áreas inundadas (acima da represa) e rio abaixo.

Para os rejeitos de baixa e média radioatividade (que deveriam ficar no depósito intermediário por no máximo três anos) o destino são dois galpões de concreto construídos dentro de rochas, ao lado da usina. Nestes galpões ficam armazenados tambores que, ou contêm botas, macacões e outras roupas contaminadas (rejeitos de baixa radioatividade, com meia-vida aproximada de 60 anos) utilizadas por trabalhadores ou peças de metal do reator e resíduos químicos (rejeitos de média radioatividade). A maior parte dos tambores contém rejeitos de baixa radioatividade que podem, inclusive, ser reutilizados. Segundo Kleber Cosenza, Superintendente de Produção de Angra 2, em uma inspeção periódica, feita há três anos, o material estocado passou de 1400 tambores para 400, devido à constatação de que aqueles objetos haviam perdido a radioatividade. Algumas peças de roupas foram reutilizadas

Parte do subsídio oficial para a energia nuclear está embutida no seguro para acidentes. Isso é uma prática internacional. Nos EUA, o Congresso limita o valor segurado para o caso de acidentes a US\$ 9 bilhões. "É uma fração do que custaria um acidente como o de Chernobyl", diz o engenheiro Vijay Vaitheswaran, especialista em energia da revista inglesa *The Economist*. No Brasil, não é diferente. De acordo com a Eletronuclear, o pagamento do seguro em caso de acidente envolvendo Angra 1 e 2 é de US\$ 500 milhões, para cada uma das usinas. Esse valor, porém, não paga nem uma parcela da construção das usinas nem indenizações a terceiros. O resto do prejuízo seria custeado pelo governo. Tal privilégio pode ajudar na competitividade aparente da energia nuclear. Outras indústrias, como a do petróleo, precisam embutir o preço dos possíveis acidentes em suas operações. Pergunte à Petrobras. Em 2001, a empresa perdeu sua maior plataforma, a P-36. O prejuízo de US\$ 356 milhões foi plenamente pago pela seguradora responsável.

3.4 Álcool combustível

É um produto renovável e limpo que contribui para a redução do efeito estufa e diminui substancialmente a poluição do ar, minimizando os seus impactos na saúde pública. No Brasil, o uso intenso do álcool restringe a emissão de poluentes da crescente frota de veículos, principalmente de monóxido de carbono, óxidos de enxofre, compostos orgânicos tóxicos como o benzeno e compostos de chumbo.

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais presume-se que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, UE, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. O uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado no Brasil.

A Figura 3.1 compara a produção de etanol em diferentes países, enquanto a Figura 3.2 demonstra como o ganho de escala, a prática empresarial e as inovações tecnológicas tornaram o álcool competitivo com a gasolina. Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni, a partir de diversas fontes.

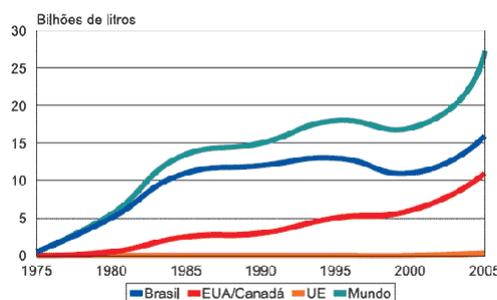


Figura 3.1: Produção mundial de etanol.

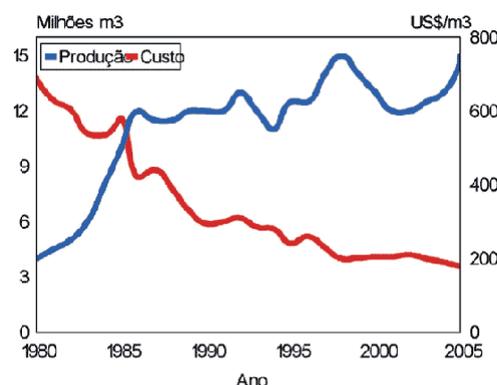


Figura 3.2: Produção e custo do etanol no Brasil.

O álcool pode ser obtido de diversas formas de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a realidade econômica atual. Investimentos portentosos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de álcool a partir de celulose, sendo estimado que, em 2020, cerca de 30 bilhões de litros de álcool poderiam ser obtidos desta fonte, apenas nos EUA. O benefício ambiental associado ao uso de álcool é enorme, pois cerca de 2,3 t de CO_2 deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como o SO_2 .

A cana-de-açúcar é a segunda maior fonte de energia renovável do Brasil com 12,6% de participação na matriz energética atual, considerando-se o álcool combustível e a co-geração de eletricidade, a partir do bagaço. Dos 6 milhões de hectares, cerca de 85% da cana-de-açúcar produzida no Brasil está na Região Centro-Sul (concentrada em São Paulo, com 60% da produção) e os 15% restantes na região Norte-Nordeste.

Apesar de todo o potencial para a co-geração, a partir do aumento da eficiência energética das usinas, a produção de energia elétrica é apenas uma das alternativas para o uso do bagaço. Também estão em curso pesquisas para transformá-lo em álcool (hidrólise lignocelulósica), em biodiesel, ou mesmo, para o seu melhor aproveitamento pela indústria moveleira e para a fabricação de ração animal.

Pode-se citar como problemas dessa alternativa: i) a monocultura de cana-de-açúcar, ii) o primitivo processo de colheita (queima), e iii) a mão-de-obra utilizada (condição social e trabalhista).

3.5 A energia do mar

Dentro da procura por energias alternativas uma das soluções pode ser a obtenção de energia através dos oceanos. Neste momento, o aproveitamento da energia do mar é apenas experimental e raro. Mas como é que se obtém energia a partir dos mares? Existem três maneiras de produzir energia usando o mar: as ondas, as marés ou deslocamento das águas e as diferenças de temperatura dos oceanos.

3.5.1 A energia das ondas

A energia cinética do movimento ondulatório pode ser usada para colocar uma turbina em funcionamento.

A ação dos ventos sobre a superfície do mar é a causa da formação das ondas. Depois de formadas, as ondas viajam pelo alto mar até encontrar as águas comparativamente mais rasas, próximas à terra. Nesse encontro, a onda percebe uma resistência em sua base que faz sua altura aumentar. A crista da onda não está sujeita a essa resistência e à medida que o fundo se torna mais raso, ela tende a prosseguir com maior velocidade fazendo então com que a onda quebre. Se o fundo do mar é rochoso, como no Havaí, as ondas alcançam grande altura. Já na areia, a energia é absorvida, do que resultam ondas menores.

A maioria dos projetos usa o mesmo princípio, onde a onda pressiona um corpo oco, comprimindo o ar ou um líquido, ou seja, a energia cinética do movimento ondular move uma turbina ligada a um gerador. A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica através do gerador. Quando a onda se desfaz e a água recua o ar desloca-se em sentido contrário passando novamente pela turbina entrando na câmara por comportas especiais normalmente fechadas. Podemos perceber o que acontece observando a Figura 3.3.

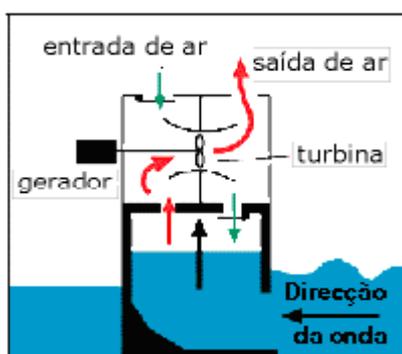


Figura 3.3: Princípio de funcionamento da energia das ondas.

A exploração da enorme reserva energética das ondas representa um domínio de inovação, onde quase tudo ainda está por fazer. Em teoria, se fosse possível equipar os litorais do planeta com conversores energéticos, as centrais elétricas existentes poderiam ser desativadas.

3.5.2 Energia das marés

O nível do mar não é o mesmo em todos os dias. A energia da deslocação das águas do mar é outra fonte de energia. Esse fenômeno - movimento de subida e descida das águas - recebe o nome de maré. As marés são influenciadas pela força gravitacional do Sol e da Lua. As usinas que aproveitam as variações de nível entre as marés alta e baixa são chamadas de usinas maremotrizes.

Para se aproveitar energia das marés constrói uma barragem num local mais conveniente, onde seu comprimento seja o menor possível instalando comportas e turbinas apropriadas. Quando a maré esta subindo abrem-se as comportas e a água é represada passando através da turbina, e produzindo energia elétrica. O fechamento das comportas ocorre quando a maré estiver num ponto mais alto. Após o recuo da maré até um determinado nível, solta-se a água represada através das turbinas, gerando energia elétrica novamente.

A construção das barragens das usinas maremotrizes ocasionará alterações nos níveis das marés, correntes de marés, e no ecossistema dos locais próximos ou mesmo distantes da barragem.

Para que este sistema funcione bem são necessárias marés e correntes fortes. Tem que haver um aumento do nível da água de pelo menos 5,5 metros da maré baixa para a maré alta. Existem poucos sítios no mundo onde se verifique tamanha mudança nas marés.

3.5.3 Energia das correntes marítimas

Pode-se usar as diferenças de temperatura para produzir energia, no entanto, são necessárias diferenças de 38° Fahrenheit entre a superfície e o fundo do oceano.

As correntes marítimas são provocadas por um aquecimento não homogêneo das camadas superficiais dos oceanos pela radiação solar. Essas correntes comportam energias cinéticas consideráveis, mas pouco densas, e são assim difíceis de explorar, sendo os melhores lugares para exploração os Estreitos, por exemplo, o Estreito de Gibraltar. Diante da costa da Flórida, a Corrente do Golfo é particularmente densa e poderia servir para acionar geradores de corrente; a velocidade da corrente aproximadamente 30 km antes da costa atinge cerca de 10 km/h, calcula-se que com 50 turbinas de 150 metros de diâmetro cada uma, seria possível produzir uma potência de 20.000 MW, ou 20 vezes a potência de uma grande central convencional.

3.6 A energia dos ventos

Os ventos são gerados pelo aquecimento diferenciado da superfície terrestre, que pode ter suas causas devido ao movimento Terrestre e à orientação dos raios solares. Dessa forma, a radiação solar está intimamente ligada ao processo de obtenção de energia através dos ventos, energia esta conhecida como Energia Eólica. Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, ou seja, o vento que se movimenta através das turbinas, cata-ventos ou moinhos eólicos faz os mesmos girarem, produzindo assim energia elétrica ou mecânica.

Desde a antiguidade a energia eólica é utilizada com diversos objetivos dentre os quais podemos destacar o bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. O interesse em se utilizar a energia eólica para gerar eletricidade

só despertou mais recentemente, principalmente pelo fato de ter ocorrido na década de 1970 a crise Internacional do petróleo. A partir daí houve investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial sendo que a primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca.

A avaliação do potencial eólico de uma região requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Geralmente, uma avaliação rigorosa requer levantamentos específicos. Porém, uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica em alguma região pode ser obtida coletando-se dados em aeroportos ou em estações meteorológicas, por exemplo. Para que possamos aproveitar a energia eólica com bom rendimento é necessário encontrar os locais onde a velocidade média do vento seja em torno de pelo menos 7 a 8 m/s a uma altura de 50m. Já considerando as restrições sócio-ambientais, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja de aproximadamente 53.000 TWh, o que significa quatro vezes o consumo elétrico do planeta.

Decorrentes da inclinação do eixo da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol (23,5 graus é o ângulo de inclinação) trazendo como conseqüência uma variação na distribuição da radiação pela superfície do planeta, temos o surgimento dos ventos continentais ou periódicos compreendidos pelas monções e brisas, importantes ao se planejar utilizar a energia eólica. As monções são ventos periódicos que sopram em determinada direção em determinada estação do ano e no sentido inverso em outra estação. Já as brisas são ventos periódicos decorrentes das diferenças de temperaturas entre o mar e o continente, causadas pelas diferentes capacidades de refletir, absorver e emitir o calor recebido do Sol. No período diurno temos a brisa marítima que sopra do mar para o continente, à noite temos a brisa terrestre direcionada do continente para o mar.

Outro tipo de vento importante nos estudos sobre energia eólica é os Ventos Locais. Estes são ventos que sopram em determinadas regiões e são resultantes das condições locais, que os tornam bastante individualizados. Um exemplo bem conhecido desse tipo de vento é encontrado em regiões de vale e montanha. As trocas entre ares quentes e frios provenientes ora dos vales, ora das montanhas, durante o dia e a noite, causam os ventos nesses locais.

Os fatores mais importantes para se instalar as turbinas eólicas são a velocidade média do vento, como já citado acima, e a direção do vento, pois estas auxiliam na determinação da localização das turbinas em um parque eólico. Também devido à interferência das esteiras da turbina, efeito de “sombra”, torna-se fundamental o conhecimento da direção predominante dos ventos.

Os componentes de um sistema eólico são basicamente: o vento, o rotor (responsável por transformar a energia cinética do vento em energia mecânica de rotação), a transmissão e a caixa multiplicadora (responsáveis por transmitir a energia entregue pelo rotor até a carga), o gerador elétrico (responsável pela conversão da energia mecânica em energia elétrica), o mecanismo de controle, a torre de sustentação, o sistema de armazenamento e o transformador (responsável pelo acoplamento elétrico entre o aero-gerador e a rede elétrica).

Teoricamente, 59,3% da energia contida no fluxo de ar pode ser extraída por uma turbina eólica de acordo com o fator de Betz (16/27). No entanto perdas relacionadas aos componentes do sistema eólico diminuem ainda mais esse número. Ao contrário do que se pode imaginar o aproveitamento da energia dos ventos não aumenta linearmente

com o aumento da velocidade do vento. Na verdade, existe uma “velocidade ideal” de funcionamento eficiente do sistema. Velocidades diferentes destas, tanto para baixo quanto para cima, diminuem o aproveitamento de energia.

No início da utilização do sistema eólico, foram empregadas turbinas de vários tipos, porém com o passar do tempo consolidou-se o projeto de turbinas eólicas com as seguintes características: eixo de rotação horizontal, três pás, alinhamento ativo, gerador de indução e estrutura não-flexível. Entretanto, algumas características desse projeto ainda continuam gerando polêmica.

Quanto à aplicação dos sistemas eólicos, eles podem ser utilizados em três aplicações distintas: sistemas isolados, sistemas híbridos e sistemas interligados à rede. Os sistemas isolados de pequeno porte, em geral, utilizam alguma forma de armazenamento de energia, que pode ser feito através de baterias e são compostos apenas pelo sistema eólico como geradores de energia. Os sistemas híbridos são aqueles que apresentam mais de uma fonte de energia, por exemplo: turbinas eólicas, geradores Diesel, módulos fotovoltaicos, entre outras o que aumenta a complexidade do sistema e exige a otimização do uso de cada uma das fontes. Em geral, os sistemas híbridos são empregados em sistemas de médio porte destinados a atender um número maior de usuários. Já os sistemas interligados à rede, como o próprio nome sugere, entregam toda a energia gerada diretamente à rede elétrica e dessa forma não necessitam de sistemas de armazenamento de energia. Estes sistemas representam uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual estão interligados.

Quanto aos impactos sócio-ambientais apresentam como fatores positivos o atendimento por parte das pequenas centrais de pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Já as centrais de grande porte, podem substituir as usinas térmicas ou hidroelétricas por exemplo, contribuindo dessa forma para a redução da emissão de poluentes atmosféricos e diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios.

Como fatores negativos apresentam incômodos sonoros (devido ao ruído dos rotores), a poluição visual (decorrentes do agrupamento de torres e aero-geradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas) e a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.). Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, esses impactos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego, arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional.

3.7 Biodiesel

Biodiesel é uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Pode ser usado em carros e qualquer outro veículo com motor diesel. Fabricado a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona), é um combustível que emite menos poluentes que o diesel.

As matérias-primas para a produção de biodiesel são: óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Todas elas são basicamente compostos de triglicerídeos, ésteres de glicerol e ácidos graxos.

Algumas fontes para extração de óleo vegetal que podem ser utilizadas: baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, sementes

variadas: de girassol, de canola, de maracujá, de linhaça, de tomate e de nabo forrageiro, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, polpa de abacate, caroço de oiticica, entre outras. Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, sua produção é extrativista e não há plantios comerciais que permitam avaliar com precisão as suas potencialidades. Isso levaria certo tempo, uma vez que a pesquisa agropecuária nacional ainda não desenvolveu pesquisas com foco no domínio dos ciclos botânico e agrônômico dessas espécies.

Entre as gorduras animais destacam-se: o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros, são exemplos de gordura animal com potencial para produção de biodiesel. Os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial também podem ser utilizados como matéria-prima.

Os óleos de frituras representam um grande potencial de oferta. Um levantamento primário da oferta de óleos residuais de frituras, suscetíveis de serem coletados, revela um potencial de oferta no país superior a 30 mil toneladas por ano.

Algumas possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são: lanchonetes e cozinhas industriais, indústrias onde ocorre a fritura de produtos alimentícios, os esgotos municipais onde a nata sobrenadante é rica em matéria graxa e águas residuais de processos de indústrias alimentícias.

3.8 Meio ambiente X biodiesel

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo apresenta um impacto significativo na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de resíduos tóxicos são resultados do uso e da produção desses combustíveis. A poluição do ar das grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. O setor de transportes é responsável por quase 30% das emissões de **dióxido de carbono** (CO_2), um dos principais responsáveis pelo aquecimento global. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% anualmente. O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO_2 é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor.

O efeito da maior concentração de CO_2 na atmosfera é um agravamento do originalmente benéfico efeito estufa, isto é, tende a ocorrer um aumento da temperatura maior do que o normal; um aquecimento global. Em outras palavras, a temperatura global tende a subir, podendo trazer graves consequências para a humanidade.

O relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) de 2001 mostrou que o nível total de emissão de CO_2 em 2000 foi de 6,5 bilhões de toneladas.

Entre 2002 e 2003, a taxa de acumulação de CO_2 na atmosfera da Terra aumentou acentuadamente, levantando entre os cientistas o temor de que os efeitos do aquecimento global possam se manifestar mais rapidamente do que o esperado.

Os níveis de CO_2 aumentaram mais de 2 ppm ao longo dos biênios 2001/2002 e 2002/2003. Nos anos anteriores, essa taxa de crescimento havia sido de 1,5 ppm, o que já era um fator elevado. As variações grandes na concentração de CO_2 estão associadas com picos de atividade industrial, que intensificam a queima de petróleo e derivados, ou a anos de atuação mais intensa do El Niño, quando a liberação de carbono por decomposição de árvores supera a retirada de carbono do ar pela fotossíntese. Entretanto, neste período, o

El Niño não esteve ativo, não podendo ser responsabilizado pelo aumento da concentração de CO_2 .

Os benefícios ambientais podem, ainda, gerar vantagens econômicas para o país. O Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL. Existe, então, a possibilidade de venda de cotas de carbono por meio do Fundo Protótipo de Carbono - PCF, pela redução das emissões de gases poluentes, e também de créditos de seqüestro de carbono, por meio do Fundo Bio de Carbono - CBF, administrados pelo Banco Mundial.

Países como Japão, Espanha, Itália e países do norte e leste europeu têm demonstrado interesse em produzir e importar biodiesel, especialmente, pela motivação ambiental.

Portanto, o biodiesel é uma alternativa de combustível pois emite menos poluentes que o diesel convencional. Ele não é completamente limpo, mas recicla o óleo utilizado em frituras transformando-o em combustível.

3.9 Microalgas

O termo “microalga” é utilizado para dar nome a diversos grupos diferentes de organismos vivos. Elas variam desde os pequenos organismos unicelulares até os multicelulares, sendo, antigamente, consideradas plantas simples.

As microalgas também incluem os organismos com estrutura celular procariótica e estrutura celular eucariótica, que, mesmo sendo estruturalmente e morfologicamente diferentes entre si, são fisiologicamente parecidas e possuem um metabolismo parecido com o das plantas.

As microalgas são encontradas nos mais diversos *habitats*, como em rios e lagos de água doce, no meio marinho e até em terra firme. O número exato de espécies microalgas ainda não é conhecido, sendo estimado em uma ordem de grandeza de milhões. Sua composição bioquímica também é muito diversa, dando origem a uma quantidade ilimitada de produtos.

Existem várias linhas de microalgas, mas as mais importantes são as microalgas marrons, as vermelhas e as verdes, sendo esta última quem originou as plantas desenvolvidas dos tempos de hoje, sendo sua fronteira o surgimento de órgãos reprodutivos, não presentes nas microalgas.

As microalgas têm várias aplicações hoje em dia, sendo aplicada em tratamento de águas residuais de processos industriais, detoxificação biológica e metais pesados, na agricultura, como biofertilizante, entre vários outros. Além disso, como as microalgas fornecem mais oxigênio ao planeta do que todas as outras plantas juntas, podem ser usadas na mitigação do efeito estufa, devido à sua grande capacidade de assimilação de CO_2 .

Com a crescente atenção mundial para as tecnologias limpas, desenvolvimento sustentável e preocupação ambiental, as microalgas estão alcançando um patamar elevado como alternativa para obtenção limpa de energia.

3.9.1 Ambientes de crescimento

As microalgas são capazes de viver em uma vasta gama de condições diferentes. São encontradas em corpos d'água, tanto doces como salgada, e em lugares terrestres úmidos.

No entanto, seu crescimento é um conjunto de fatores químicos, físicos e biológicos. Os fatores biológicos estão relacionados às taxas metabólicas da espécie em questão, e de uma possível influência de outros tipos de organismos sobre desenvolvimento da mesma. Já os fatores físico-químicos são: a iluminação, salinidade do meio, disponibilidade de alimento e temperatura.

3.9.2 Composição química

As microalgas são compostas de uma célula denominada *eukaryotic*, que são células com núcleos e organelas. Todas microalgas têm clorofila que realizam fotossíntese, no entanto, entre os diversos tipos diferentes de microalgas, existem alguns com combinações diferentes de tipos de clorofila.

Toda alga é composta por alguns componentes como proteínas, hidrato de carbono, lipídios e ácidos nucléicos. As porcentagens destes componentes variam de alga para alga, sendo encontrados alguns tipos de microalgas com cerca de 40% de sua massa total composta por lipídios (sendo que, se cultivada de maneira correta, chega-se à incríveis 85%), característica esta que permite extrair, vantajosamente, este óleo e convertê-lo em biodiesel.

Além do interesse no seu óleo, as microalgas estão sendo cultivadas por sua grande capacidade de sintetizar compostos considerados “nutracêuticos”, como os ácidos graxos poli-insaturados.

3.9.3 Extração de óleo das microalgas

Para a utilização do biodiesel fornecido pela microalga, é necessário primeiro separar a biomassa do meio de cultura. Esse processo envolve várias etapas. Primeiro, uma separação sólido-líquido, como a floculação, centrifugação e filtração. A seguir, a biomassa é desidratada, utilizando-se para isso de várias técnicas como secagem ao sol, *spray-drying* e a liofilização. Enfim, para a extração dos compostos, quebram-se as células da microalga, utilizando alguns métodos como homogeneização, ultra-som, choque osmótico, solventes e enzimas.

Para extrair o óleo das microalgas, existem três métodos conhecidos que já são utilizados na extração de óleo das sementes oleaginosas:

- **PRENSAGEM** - Um processo simples que consegue extrair cerca de 70 a 75% do óleo das microalgas. A extração é realizada mediante a aplicação de uma pressão mecânica às microalgas.
- **EXTRAÇÃO POR SOLVENTE** - Aplica-se determinados produtos químicos como o benzeno, o éter etílico ou a hexana. A desvantagem é que esses produtos, além de apresentarem certos riscos no processo de sua manipulação, também acarretam mais um processo, que é a separação entre solventes e o óleo. No entanto, se for aplicado em conjunto com a prensagem, pode-se extrair até 95% do óleo total contido nas microalgas.
- **EXTRAÇÃO FLUIDA SUPERCRÍTICA** - É utilizado o CO_2 (líqüefeito sob pressão e aquecido ao ponto supercrítico) obtendo assim as propriedades de um líquido e

um gás. Este fluido líquido se transforma num poderoso solvente, obtendo-se quase 100% do óleo da microalga.

Existem outros métodos, não muito conhecidos, como o de extração enzimática, choque osmótico e extração ultra-sônica assistida.

3.9.4 Cultivo de microalgas para biodiesel

Por serem plantas, as microalgas necessitam de três componentes básicos para crescer: Luz solar, CO_2 e água. Estes organismos podem ser cultivados em vários sistemas de produção. Os sistemas mais utilizados são as piscinas abertas, lagos e lagoas. Esses sistemas geralmente possuem pouca sofisticação, por ser a céu aberto e possuírem pouco controle das condições ideais, sendo praticamente utilizadas as condições naturais. No entanto, essas condições naturais podem acarretar diversos tipos de problemas como, uma contaminação por outras espécies de microalgas ou até bactérias, problemas com luminosidades e temperatura.

As espécies que possuem maior rendimento de biomassa, não necessariamente são as que crescem mais rápido. Além do mais, estas espécies exigem um controle maior para produzirem uma rentabilidade maior. Uma solução é criar certas estufas para fornecer um ambiente ideal durante todo o ano para assim obter um maior aproveitamento de biomassa das microalgas.

As lagoas onde são cultivadas as microalgas são denominadas de “lagoas tipo pista de corrida” (*raceway ponds*), que são geralmente rasas, pois as microalgas necessitam de luz, e essa luz só chega a determinada profundidade. Nessas lagoas, as microalgas flutuam continuamente, percorrendo as “pistas de corrida” e ao mesmo tempo são injetados os nutrientes e o CO_2 na água, onde, no lado oposto, é removida a água rica em microalgas.

Existem também cultivos de elevadíssima produtividade, que são conhecidos como fotobioreatores. Esse novo sistema consiste de tubos fechados onde as microalgas são cultivadas de maneira que é possível controlar todas as condições necessárias para o crescimento das algas (quantidade de nutrientes, temperatura, iluminação, pH). Sendo um sistema fechado, o fotobioreator necessita que se injete nele todos os nutrientes necessários para a microalga se desenvolver. Além dos nutrientes, o CO_2 e a iluminação são de suma importância nesse processo, onde esta iluminação pode ser solar (natural), por diodos emissores de luz, ou por bulbos fluorescentes. O custo de implementação de um fotobioreator é muito mais elevado do que o das piscinas ou lagoas, no entanto, a médio e longo prazo, esse investimento pode retornar com grandes lucros.

3.9.5 Características do biodiesel de microalgas

Apesar do biodiesel microalgal não ser significativamente diferente dos outros tipos de biodiesel, existem algumas diferenças: o biodiesel de plantas oleaginosas tem como grande desvantagem um desempenho pobre em baixas temperaturas, já o biodiesel microalgal não oferece esse problema, pois o ponto de congelamento de seus ácidos graxos (monoinsaturados) é muito mais baixo do que os dos outros.

Além disso, o rendimento do óleo retirado das microalgas é cerca de 200 vezes maior do que o óleo das plantas oleaginosas.

3.9.6 Vantagens do biodiesel das microalgas

As principais vantagens do uso de microalgas como matéria-prima para a produção de biodiesel são:

- Consome pouca água. A maior parte da água é usada como *habitat* dos organismos que vivem em suspensão. Os cultivos em bioreatores mantêm a água em sistemas fechados ou em piscinas abertas, onde pode ser reutilizada indefinidamente após cada colheita.
- Cultivos em massa podem ser feitos em qualquer lugar. Não utiliza o solo como *habitat* de sustentação. Portanto nossos solos podem continuar a produzir a agricultura tradicional, sem haver a necessidade de impactar o Cerrado ou Amazônia no processo produtivo.
- Cultivos em massa de microalgas ocupam o espaço em três dimensões. Ou seja, 1 metro quadrado de área usada para cultivos de microalgas pode ser estendido verticalmente produzindo centenas de vezes mais óleo vegetal do que culturas oleaginosas no mesmo espaço. Veja bem as vantagens disso! Não precisa derrubar mata nativa nenhuma. Em escala experimental, estima-se que as microalgas possam produzir de 200 a 300 vezes mais óleo vegetal do que a maioria das oleaginosas em uma área 100 vezes menor. Isto é, para produzir 250 mil toneladas de biodiesel vegetal a partir de microalgas são necessários 2.500 hectares de espaço em terra. Para produzir as mesmas 250 mil toneladas a partir da soja são necessários 500 mil hectares.
- A questão do espaço é ainda mais vantajosa se os cultivos em massa forem desenvolvidos no mar, depois que o IBAMA licenciar, é claro. As medidas compensatórias são várias!
- Microalgas têm eficiência fotossintética muito maior do que os vegetais terrestres, com crescimento e acúmulo rápido de biomassa vegetal. Ou seja, produzem mais biomassa por hectare em menos tempo.
- Outra vantagem de usar microalgas marinhas, é que elas NÃO NECESSITAM ÁGUA DOCE! Crescem na água salgada. Um problema ambiental a menos.
- Microalgas são fixadoras eficientes de carbono atmosférico. Fixam mais Carbono através da fotossíntese em muito menos tempo. Estima-se que cada tonelada de biomassa algal produzida em determinado tempo consome duas toneladas de CO_2 através da fotossíntese. Isso representa dez a vinte vezes mais do que o absorvido pelas culturas oleaginosas.
- A natureza unicelular assegura uma biomassa com mais pureza bioquímica, ao contrário das plantas terrestres que tem compostos diferentes em diferentes partes do vegetal (p.ex., frutos, folhas, sementes ou raízes).

3.10 Hidrogênio combustível

O Hidrogênio (H_2) é explorado para uso em motores a combustão e em células de combustível. Ele é um gás nas condições normais de temperatura e pressão, o que apresenta dificuldades de transporte e armazenagem. Sistemas de armazenamento incluem hidrogênio comprimido, hidrogênio líquido, e ligação química com algum material.

Propriedades químicas: O combustível mais simples e mais leve é o gás hidrogênio. Ele é gasoso a temperatura ambiente e pressão atmosférica. O combustível em si não é hidrogênio puro, ele tem pequenas quantidades de oxigênio e de outros materiais.

3.10.1 Como é feito o gás hidrogênio (H_2)

- Eletrólise da água - utiliza energia elétrica para separar os componentes da água, sendo o rendimento global da ordem de 95%.
- Vapor reformando o gás natural ou outros hidrocarbonetos - exposição á vapor a altas temperaturas para produzir o hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono. O rendimento do processo está entre 70 e 90%.

3.10.2 Armazenamento

As condições de armazenamento têm a ver com certas formas de armazenamento que requerem condições específicas, sendo o caso do hidrogênio líquido. O hidrogênio líquido tem a desvantagem de estar a uma temperatura muito baixa, pois evapora-se a -253° C. De forma que quando está sob pressão, precisa de muita energia para se liquefazer e manter-se frio, o que torna o processo caro e menos eficiente energeticamente.

3.10.3 Vantagens

- Fonte - O hidrogênio é muito abundante, principalmente na forma de água. Ele pode ser separado com uma eficiência de 67%.
- Combustão Limpa - Quando queimado, o hidrogênio recombina-se com o oxigênio gerando água e muita energia. Pequena quantidade de óxido de nitrogênio é produzida, mas comparado com outros combustíveis é muito pouco.
- Grande Poder Energético - A densidade energética do hidrogênio é de 38 kWh/kg. A gasolina que é considerada muito energética só gera 14 kWh/kg.

Podemos concluir que o hidrogênio é um dos combustíveis mais limpos já desenvolvidos. Porém, de acordo com estudos de pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) publicados nas duas mais importantes revistas científicas do mundo, a Nature e a Science, a substituição dos combustíveis fósseis pelo hidrogênio pode aumentar a quantidade desse gás na atmosfera. Como o hidrogênio se desloca para cima, isso resultaria no resfriamento da atmosfera e as reações químicas que destroem a camada de ozônio ocorreriam mais intensamente.

3.11 Energia solar

O sol é fonte de energia renovável, o aproveitamento desta energia tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio.

A energia solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema. A energia solar é a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte do território.

A Energia Solar soma características vantajosamente positivas para o sistema ambiental, pois o Sol, trabalhando como um imenso reator à fusão, irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem.

O Sol irradia anualmente o equivalente a 10.000 vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período. Para medir a potência é usada uma unidade chamada quilowatt. O Sol produz continuamente 390 sextilhões quilowatts ($390 \times 10^{21} \text{ kW}$) de potência. Como o Sol emite energia em todas as direções, um pouco desta energia é desprendida, mas mesmo assim, a Terra recebe mais de 1.500 quatrilhões quilowatts-hora ($1,5 \times 10^{18} \text{ kWh}$) de potência por ano.

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica, mas tem, como desvantagem, a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento. Para cada um metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis, na construção de novas usinas hidroelétricas. Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano poderia nos dar um suprimento de energia equivalente a:

- 54% do petróleo nacional.
- 2 vezes a energia obtida com o carvão mineral.
- 4 vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidroelétrica.

3.11.1 Energia solar fototérmica

Está diretamente ligado na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la. Os coletores solares são equipamentos que tem como objetivo específico utilizar a energia solar fototérmica.

Os coletores solares são aquecedores de fluídos (líquidos ou gasosos) e são classificados em coletores concentradores e coletores planos em função da existência ou não de dispositivos de concentração da radiação solar. O fluído aquecido é mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final (água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas, etc.).

Os coletores solares planos são largamente utilizados para aquecimento de água em residências, hospitais e hotéis, devido ao conforto proporcionado e à redução do consumo de energia elétrica.

3.11.2 Energia solar fotovoltaica

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). O efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Atualmente o custo das células solares é um grande desafio para a indústria e o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala. A tecnologia fotovoltaica está se tornando cada vez mais competitiva, tanto porque seus custos estão decrescendo, quanto porque a avaliação dos custos das outras formas de geração está se tornando mais real, levando em conta fatores que eram anteriormente ignorados, como a questão dos impactos ambientais.

O atendimento de comunidades isoladas tem impulsionado a busca e o desenvolvimento de fontes renováveis de energia. No Brasil, por exemplo, 15% da população não possuem acesso à energia elétrica. Coincidentemente, esta parcela da população vive em regiões onde o atendimento por meio da expansão do sistema elétrico convencional é economicamente inviável. Trata-se de núcleos populacionais esparsos e pouco densos, típicos das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

No Brasil a geração de energia elétrica por conversão fotovoltaica teve um impulso notável, através de projetos privados e governamentais, atraindo interesse de fabricantes pelo mercado brasileiro. A quantidade de radiação incidente no Brasil é outro fator muito significativo para o aproveitamento da energia solar.

3.12 Etanol

Nos últimos anos, o preço do petróleo sofreu diversos aumentos, o que levou a uma busca por alternativas. O etanol é uma das principais opções para uma matriz energética limpa e renovável, levando em consideração que o Brasil tem tradição e conhecimento na produção deste biocombustível para a substituição gradativa do petróleo.

A produção de biodiesel utiliza etanol ou metanol. Embora seja possível utilizar ambos, o uso do metanol tem sido descartado, pois é um derivado do petróleo e, por isso, possui preços instáveis, além de ser altamente tóxico. A melhor opção é o etanol por ser renovável e não tão tóxico.

A produção de etanol brasileira difere da estadunidense no produto em que é extraídos o etanol, cana-de-açúcar, no Brasil, e milho transgênico, nos EUA. O valor atual para produção de álcool é de US\$ 0,22 por litro quando a matéria-prima é cana-de-açúcar, US\$ 0,30/l, quando é milho, e US\$ 0,53/l quando se usa beterraba. Baseado nesses valores é possível afirmar que a produção de etanol brasileira é a mais adequada. Além da eficiência da cana nacional, há também a vantagem dela ser plantada no Centro-Sul e no Nordeste, o que permite dois períodos de safra.

Os EUA buscam fontes alternativas de energia e por isso aumentaram sua produção de etanol, mas como produzem etanol a partir de milho transgênico, deixaram de exportar esse milho. Tal fato provocou uma redução na oferta e um aumento de 60% no preço do milho, em 2006, e possibilitou exportadores brasileiros assumirem os compradores. Esse encarecimento nos preços do milho e nos meios de produção pode reduzir a rentabilidade dos produtores de álcool nos EUA, o que, no longo prazo, tornará a produção de etanol a partir de milho inviável, mesmo sendo subsidiada.

Diversos problemas precisam ser resolvidos para que o etanol se torne uma alternativa ambientalmente sustentável no país. A condição da mão-de-obra é precária e o processo de colheita primitivo obriga a queima da cana. A queima da palha do canavial visa facilitar e baratear o corte manual, fazendo com que a produtividade do trabalho do cortador aumente. Os custos do carregamento e transporte também são reduzidos, e aumenta a eficiência das moendas, que não precisam interromper seu funcionamento para limpeza da palha. O vinhoto também é um sério problema do processo de produção do etanol, pois é tóxico e muitas vezes é despejado nos rios.

A preocupação maior está nos trabalhadores temporários e nas condições precárias em que são submetidos com sobrecarga de trabalho.

A estimativa para 2012 é que as áreas de cultivo de cana-de-açúcar atinjam a marca de 9 milhões de hectares no Brasil e que a produção de etanol seja de 25 bilhões de litros, obtidas de mais de 600 milhões de toneladas de cana. Para 2030, a produção de etanol deverá atingir impressionantes 67 bilhões de litros. Diversos grupos estrangeiros estão se instalando no país, principalmente na Região Nordeste, em que encontram terras baratas e financiamento público. Empresas transnacionais estão comprando terras, pois querem garantir sua participação no mercado de combustíveis limpos, para produzir biocombustível que será exportado por eles.

3.13 Biodiesel

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido pela transesterificação, que consiste numa reação entre óleos vegetais ou gorduras animais com etanol ou metanol. Podemos dizer, como regra, que 100kg de óleo reagem com 10kg de álcool gerando 100kg de biodiesel e 10kg de glicerina.

A utilização do biodiesel permitirá a substituição total das importações de diesel, mas essa é apenas uma das vantagens econômicas, pois temos que considerar o agronegócio vinculado ao biodiesel, a produção de matérias-primas, insumos agrícolas, assistência técnica, financiamentos, processamento, etc. Juntos, essas atividades geram efeitos multiplicadores sobre a renda.

Reduzir a poluição ambiental é um objetivo mundial e os combustíveis fósseis têm sido cada vez mais apontados como causadores do efeito estufa. Diversos países têm estimulado a substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, principalmente o biodiesel, diante de sua baixa emissão de gases poluentes. Está previsto no protocolo de Kyoto o mercado de crédito de carbono, cuja vantagem consiste em financiar empreendimentos que contribuam para reduzir a emissão de gases.

A cadeia produtiva do biodiesel tem grande potencial de geração de empregos, promovendo a inclusão social, considerando o potencial da agricultura familiar. Na Região Norte e no Semi-árido, a inclusão social pode ser obtida com a produção de biodiesel de mamona e dendê. Estima-se que a adição de 2% de biodiesel ao diesel poderá proporcionar emprego para mais de 200 mil famílias.

Na Europa o biodiesel é produzido a partir de colza, por falta de opções. Empregar uma única matéria prima para produzir biodiesel em um país como o nosso seria um erro. No Brasil existem diversas alternativas como: mamona, dendê, soja, girassol, pinhão manso, babaçu, etc. Cada um se desenvolve melhor dependendo do tipo de clima e solo. Por isso, tudo indica que, para viabilizar o projeto do biodiesel, a mamona seja a melhor

opção para o Semi-árido e o dendê para a Região Norte.

A glicerina é um derivado do biodiesel, com a estimulação da produção de biocombustível, sua oferta superou em muito a demanda o que provocou uma grande queda em seu preço. Existem estudos para utilizar de maneira viável esse excesso, que tem levado a indústria de glicerina a ter constantes prejuízos. Alguns produtores de biodiesel têm queimado essa glicerina para produzir energia, responsável pelo abastecimento das usinas de biodiesel, ou seja, os usineiros reaproveitam o subproduto.

Além de resultar em um possível aumento na ordem de 1% no preço do diesel, a criação do biodiesel pode fazer com que alimentos fiquem mais caros. A previsão é do Banco Mundial (Bird) no Relatório sobre Desenvolvimento Mundial 2008. “A quantidade de grãos exigida para abastecer o tanque de um carro utilitário pode alimentar uma pessoa por um ano. A competição entre comida e combustível é real”.

O programa do biodiesel destina 40% dos seus recursos para a produção de soja, o que não é uma boa opção para o país, pois a produção de biodiesel a partir de soja é pouco lucrativa e exige o consumo de outras fontes de energias, mas estudos do Centro Brasileiro de Infra-Estrutura (CBIE) apontam que para atender a demanda de biodiesel no Nordeste o plantio de mamona terá que crescer 180% até 2008, enquanto que no Centro-Sul a produção de soja terá que aumentar 5%. Levantamento da CONAB apontou que o biodiesel produzido a partir da mamona custaria hoje R\$ 1,4623 por litro, ante R\$1,31 do biodiesel de soja, ante R\$ 1,3537 do biodiesel de girassol e R\$ 1,03 do diesel comum. “O governo discute a mamona como projeto de inclusão social, mas quando a mistura do biodiesel for obrigatória às diferenças de custo serão relevantes e o biodiesel de soja vai acabar liderando o mercado”, acredita Martha Helena de Macêdo, analista da Conab.

3.14 Transgênicos

Embora o país não tenha se declarado a favor dos transgênicos, possui uma considerável área de cultivo e é o terceiro produtor mundial. Em 2006, o Brasil possuía 11,5 milhões de hectares plantados com transgênicos, dos quais 11,4 milhões eram de soja.

Espera-se um grande crescimento da área de cultivo de transgênicos no país, pois é aguardada a autorização para o cultivo de milho. Uma autorização foi fornecida pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biosegurança), mas o IBAMA e a ANVISA pediram ao CNBS (Conselho Nacional de Biosegurança) a anulação da autorização coincidente ao milho transgênico da Bayer, pois havia irregularidades no processo. Além do milho da Bayer, existem outros sete pedidos de autorização, nenhuma com estudo de impacto ambiental.

Existem questões polêmicas em relação aos efeitos que os transgênicos podem causar ao meio ambiente. Uma delas é o fato de ser impossível uma região ter plantações naturais junto com transgênicas, já que as sementes transgênicas podem, através do vento, contaminar plantações naturais. Mesmo que o país adotasse uma política de repulsa aos transgênicos, nossas plantações correriam o risco de ser contaminadas pelas plantações de países próximos.

A soja transgênica da Monsanto, chamada de Roundup Ready, é resistente a herbicida, o que teria impacto na produtividade, mas esse impacto só é possível pelo controle de pragas, o que também ocorre com a soja natural. O diferencial é a forma de controle de pragas. A quantidade de herbicida utilizada seria menor, o que teria impacto nos custos,

mas revelam que esse tipo de soja necessita de mais herbicida que a soja natural, isso é explicado pela resistência desenvolvida pelas pragas. A Monsanto ganha duas vezes: vende a semente e o herbicida. Os agricultores perdem três vezes: pagam mais caro pela semente, utilizam mais herbicida e não podem utilizar as sementes colhidas em plantações futuras, pois são estéreis.

Em grandes plantações, a soja transgênica pode ser atrativa, pois o uso de herbicidas reduz o número de trabalhadores necessários para controlar as pragas. Porém, com o tempo, o solo pode ficar muito desgastado. Na agricultura familiar a capacidade de investimento é limitada e existe força de trabalho disponível, o que torna inviável o uso desse tipo de soja.

A soja natural e a transgênica possuem grande produção e oferta no país. Dentro do planejamento do governo de ampliar a produção de biodiesel, o produto pode ajudar, mas ainda possui um rendimento menor do que outras oleaginosas como, mamona e dendê. Mas em função da área plantada, do volume da produção nacional e da sua distribuição no país, preenche requisitos para a produção massiva que demanda a Lei do Biodiesel. A tendência é o uso de soja transgênica para produção de biodiesel, como afirmou o presidente: “ — Soja boa, a gente come. Com a transgênica, fazemos biodiesel”.

Capítulo 4

Análise das alternativas

4.1 Caso brasileiro

À primeira vista, quando se analisam os dados da matriz energética e da oferta interna de energia brasileira, percebe-se a melhor qualidade desta em relação a matriz energética mundial devido ao considerável peso da utilização das fontes renováveis, sobretudo, a energia hidráulica. Em segundo plano, não se deve postergar as consequências relativas à utilização das fontes renováveis, tanto do ponto de vista econômico e social como ambiental de reavaliar a atual política governamental.

A opção pelas hidroelétricas parece ser a única escolha realmente clara na política energética do governo e, no momento, é questionado se a hidroeletricidade é mesmo limpa, tendo em vista que cada represa construída faz surgir lagos que destroem terrenos de mata virgem e contribuem para a destruição da biodiversidade. Enquanto o mundo se move em direção às energias renováveis alternativas, o governo está preferindo as opções mais tradicionais. Ilustrando esse caminho que vem sendo tomado em relação à ampliação da base energética tradicional, o investimento em usinas térmicas a carvão vem aumentando devido a utilização desse combustível nas usinas representarem preços mais competitivos, porém apresentam alto índice de poluição no seu consumo.

Com os preços do petróleo nas alturas e do gás natural batendo recordes e a crescente preocupação com o futuro da oferta de energia, a segurança energética entrou na pauta do dia. Só que, segundo estudiosos do assunto, o governo estaria negligenciando a vocação natural do país para energias renováveis alternativas como a eólica e solar.

O Brasil pode melhorar sua imagem ambiental no exterior, se der à energia eólica, tratamento igual ao que o presidente vem dispensando aos biocombustíveis. Para isso bastaria apenas que o governo fizesse leilões para comprar mil megawatts (MW) anuais gerados a partir do vento. Com a iniciativa, induziria o setor privado a injetar por ano 2 bilhões de dólares na economia e reduzir o risco de blecautes.

Os leilões são uma ótima oportunidade para realização de uma “revolução movida a vento”, capaz de transformar a região Nordeste, pois é lá que foram identificadas as melhores condições para o desenvolvimento desse tipo de energia no país. O Brasil tem potencial para gerar 200 mil MW de energia eólica, mas a capacidade instalada é somente de 200 MW. Além disso, o Nordeste é a região do planeta com melhor complementaridade eólico-hídrica. Os meses de Junho, Julho e Agosto, quando ocorrem as menores vazões do rio São Francisco, coincidem com a época em que o volume de ventos é abundante na região. Complementando essa seqüência de compatibilidade da energia eólica com

o padrão natural brasileiro, apresenta, também, preço competitivo, em comparação às novas hidroelétricas e linhas de transmissão da Amazônia. O gasto megawatt por hora das eólicas se equipara ao de hidroelétrica, se computados os custos ambientais e sociais.

Outro caso, análogo ao potencial energético do vento em território nacional, é a energia solar. O índice de radiação solar, assim como, o período de insolação se encontra em patamares elevados em regiões como o Nordeste e, até mesmo, outras regiões das quais não aparentam grandes vantagens nesse quesito constituem focos significativos de aproveitamento de energia solar.

Em pauta, no desenvolvimento energético nacional, aparece, com grande destaque, a produção do biodiesel e H-bio que implementado em larga escala substituirá totalmente o diesel importado pelo país. Entre as conseqüências geradas por esta substituição, pode-se citar vantagens econômicas, sociais e ambientais como a expansão do agro-negócio brasileiro, que abrangerá a produção de matérias-primas e insumos agrícolas, assistência técnicas, financiamento, armazenagem, processamento, transporte e distribuição. Essas atividades geram efeito multiplicador sobre a renda, emprego e base de arrecadação tributária e alavanca o processo de desenvolvimento regional, que poderá, ao médio prazo, ser potencializado com as exportações desse novo combustível.

Outro projeto em estudo de viabilidade no Brasil é a de implementação do sistema de geração de energia maré-motriz. Para proceder com esse sistema, são necessárias uma situação geográfica favorável e uma amplitude de maré relativamente grande. O Brasil apresenta condições favoráveis à implementação desse sistema em locais como o litoral maranhense, estado do Pará e do Amapá. Processos como esses, gerariam uma importante diversificação da matriz energética nacional com redução da dependência de outras fontes.

Novamente referindo-se a energia hidráulica, um potencial não explorado no Brasil é a geração de energia a partir de pequenas hidroelétricas. O chefe do Departamento de Energia Elétrica do BNDES avaliou que as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) hoje são muito competitivas em termos de oferta de energia renovável, com baixo impacto ambiental. Ele destacou que embora se trate de usinas de pequeno porte, o investimento por unidade atinge até R\$ 120 milhões. Cada PCH gera entre 400 e 500 empregos.

Em suma, as vantagens da utilização de energia renovável no Brasil são as seguintes: aumentam a diversidade da oferta de energia; asseguram a sustentabilidade da geração de energia ao longo prazo; reduzem as emissões atmosféricas de poluentes; criam novas oportunidades de empregos nas regiões rurais, oferecendo oportunidades para fabricação local de tecnologia de energia; fortalecem a garantia de fornecimento porque, diferentemente do setor dependente de combustíveis fósseis, não requerem importação.

4.2 Conseqüências econômicas e sociais dessas opções

4.2.1 Movimentos sociais

Em tempos em que o governo federal planeja a construção de duas grandes hidroelétricas no Rio Madeira (UHE Santo Antônio e UHE Jirau) e um amplo programa de incentivo à produção de agrocombustíveis (sendo esses projetos encarados como os mais importantes do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC) é urgente a reflexão sobre os impactos dessas políticas nos âmbitos nacional e regional. É necessário desvelar o que há por trás

das grandes cifras e das promessas de crescimento e desenvolvimento sócio-econômico, investigar como esse tipo de política energética afeta as populações locais, quais conseqüências ela implica e em que medida ela atende às reais necessidades da população.

A implementação de hidroelétricas tem sido a principal aposta energética do Brasil em anos. Nossa bacia hidrográfica, a maior do mundo, é mais um incentivo a essa política. São mais de 650 delas, tendo as suas obras de construção promovido a realocação de mais de 1 milhão de pessoas¹. Das famílias atingidas por esse processo 70%² nunca teve seus direitos atendidos.

É válido citar como exemplo o caso dos ribeirinhos atingidos pela construção da barragem de Sobradinho, no Vale do Rio São Francisco, e estudado pela antropóloga Lygia Sigaud. A relação que essa população tinha com o rio ultrapassava em muito a esfera econômica e atingia toda uma ampla estrutura sócio-cultural, que por sua vez era totalmente construída sobre a dinâmica dos movimentos de cheia e vazão do rio. A inundação das áreas onde viviam, plantando, pescando e criando gado foi fator de mudança radical no estilo de vida desses ribeirinhos, que ao não receberem ajuda dos órgãos oficiais para a aquisição de seus direitos foram abandonados ao próprio destino. Vale frisar a ausência de mobilização política dessa população no período durante as construções da barragem, fruto da falta de informação e descaso por parte do governo num esforço de interá-los de todo o processo político da questão, e seu conseqüente resultado nas más condições em que os ribeirinhos se encontraram ao serem realocados.

A partir desse exemplo localizado podemos ter uma idéia de como agem as forças do governo no que tange a implementação deste tipo de projeto. As demandas das populações tradicionais são totalmente negligenciadas em favor de um pressuposto progresso e de um futuro desenvolvimento da região. Mas cabe questionar para quem de fato é esse progresso, e a quem esse desenvolvimento vai beneficiar. Vale destacar também a importância de uma ação mobilizante por parte dos atingidos por esse processo, que consista na sua organização com vistas a criar um movimento de oposição a esse tipo de projeto e de uma autoproteção dessas populações, visto que as agências governamentais se mostram totalmente negligentes no que tange a uma justa política para com os desfavorecidos pelas construções de barragens.

Nesse contexto surgem movimentos sociais como o MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens). O MAB defende uma alternativa à hidroeletricidade, que por ser responsável por 80% da energia produzida no país configura um padrão mono-gerador. É necessário refletir sobre vias energéticas como a energia solar, a eólica, as microalgas. O que se torna inviável é insistir nesse modelo saturado e que simboliza todo um mecanismo de dominação do sistema sobre as populações locais

Os biocombustíveis são apontados como as principais alternativas para o combate às mudanças climáticas e a escassez dos combustíveis fósseis. Nesta direção, no Brasil, a soja e a mamona têm destaque como insumos para a produção do biodiesel e em relação ao etanol, a cana-de-açúcar. O governo brasileiro³ apresenta o biodiesel como algo que revolucionará o país e indica que nesta produção serão utilizados os transgênicos.

No entanto, com estas alternativas levantam-se questões sobre as condições de trabalho, a tendência à monocultura e, por conseguinte, a concentração de terra. Porém,

¹Informação retirada da Cartilha do MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens) - pág.5.

²idem.

³Discurso do presidente da república, em 28/07/2005, disponível em: <http://www.info.planalto.gov.br/download/discursos/PR840.DOC>

de acordo com o governo, a criação do Selo do Combustível Social irá proteger a agricultura familiar, uma vez que este “programa prevê incentivos às indústrias que adquirem sementes oleaginosas produzidas por pequenos agricultores”. (Cassol, 2007)

Soma-se à polêmica, os impactos ambientais decorridos na produção dos biocombustíveis. Uma vez que se utilizará os transgênicos para esse cultivo, contaminam-se as mananciais que por consequência afetará as plantações destinadas a alimentação, ao contrário do que aponta o atual presidente.

Acrescenta-se a esta discussão a ameaça à soberania alimentar e territorial. Existe a preocupação que se priorize a produção dos cultivos para os biocombustíveis, a exemplo do que ocorre no México. Outro ponto que merece atenção relaciona-se a compra de terras, principalmente por parte de multinacionais, como destaca o REBRIP “Está havendo a entrada cada vez maior no Brasil de empresas mundiais com o objetivo de explorar a produção de agrocombustíveis. Tal entrada ocorre com a formação de empresas com capital aberto e/ou fechado, que não adquirem diretamente a terra, mas ao adquirirem as empresas, donas de terras, se tornam donas de parte importante do território brasileiro”. Desta forma, incorre-se a uma desnacionalização do solo brasileiro.

Diante deste quadro, a proposta Via Campesina, segundo Frei Sérgio Antônio Gorgen (dirigente do movimento no Brasil), é de uma produção diversificada, uma vez que não é viável para a pequena propriedade de economia familiar o modelo de monocultura. Desta forma, o biodiesel será produzido por diversas sementes e uma vez que as cooperativas de pequenos agricultores venderão o óleo para as empresas, um produto com maior valor agregado, elas poderão utilizar os resíduos da produção para adubo e alimentação animal. Este movimento social indica que este sistema é o mais adequado, pois consegue “garantir uma combinação muito boa entre produção de alimento e energia, além de garantir sistemas de policultivos, com produtos de valor agregado que dariam sustentabilidade para as unidades de produção camponesa” (Lula, 2005)

Neste sentido apontamos que embora a Via Campesina apresente uma solução com vistas para a melhora e a fixação do homem no campo, ela atende a um projeto que tende a ser suplantado pelo mercado.

A partir do precedente concluímos que as principais propostas energéticas para o país não correspondem necessariamente aos interesses legítimos do povo brasileiro, muito menos dos povos locais, sejam ribeirinhos ou camponeses. é clara a influência do grande capital no direcionamento dessas políticas, visto que grandes empresas multinacionais dos ramos da construção, indústria eletrointensiva, alimentos e combustíveis serão as grandes beneficiadas com o resultado das implementações das hidroelétricas e com a política dos agrocombustíveis

Destacamos a importância da organização política por parte dos povos atingidos diretamente por essa lógica, pois esse tipo de mobilização é a única forma de fazer frente ao governo e às grandes empresas e garantir o direito à terra e à cultura.

4.2.2 Terras e transgênicos

Muito se tem falado sobre o atual re-ordenamento da matriz energética mundial e brasileira, e de como o Brasil, a América do Sul e os demais países em desenvolvimento com potencial de contribuição, irão trabalhar nisso. Hoje, o maior debatedor e propagador desta questão é o presidente Lula. Infelizmente, as preocupações para com esse tema se resumem apenas a questões de demanda de energia do capitalismo contemporâneo, não abordando aspectos

sociais, culturais e ecológicos essenciais para um projeto de nação autônomo e soberano.

Para a produção de combustíveis baseado em biomassa, é necessária uma ampla produção vegetal que necessita de muito espaço (i.e. terras). Baseado nisso, grandes forças, nacionais e multinacionais, de controle da produção de energia já começaram a fazer grandes movimentos de compra de terra visando grandes remunerações no futuro. O fato é de que toda essa atividade legitima o danoso e o degradante “agrobusiness” e trava o inconcluso e manco processo de reforma agrária que se planejava para o Brasil.

Outro aspecto é de que em muitos lugares já se observa uma certa devastação da natureza visando abrir espaço para este tipo de atividade. Qual seria a real vantagem de um combustível que reduz a emissão de gases pesados, mas que proporcionalmente e paradoxalmente, aumenta a devastação de nossa já tão castigada flora e fauna ?!

Mas estas contradições não devem servir de desmotivação para o avanço na produção de biocombustíveis limpos e no seu desenvolvimento tecnológico. Pelo contrário, mostra-se no horizonte uma excelente oportunidade de corrigir uma vasta gama de problemas sociais, econômicos, culturais e ecológicos, que vêm desde a Revolução Industrial. É possível se fazer a Reforma Agrária e promover a Agricultura Familiar e, com elas, uma redistribuição de renda, preservar o Ecossistema, e ainda assim ter uma grande produção de biocombustíveis e um grande desenvolvimento econômico com os combustíveis? Do modo como as coisas estão sendo conduzidas pelo Poder Público e o Grande Capital Internacional (grandes capitalista como Soros, Microsoft, Bayer, etc., já adquiriram terras no Brasil) só se pode esperar que se aprofundem os problemas que sempre assolaram o Brasil: vasta desigualdade de renda, crescente devastação da natureza, acesso desigual a educação, entre outros. Mas é a hora de se repensar e redimensionar o Brasil, pensando em um outro projeto de Nação, mais justo, soberano e igualitário.

4.3 Continuando a desnacionalização da soberania

Embora não esteja recebendo muita atenção da mídia ou do governo federal, o Brasil vem passando por um novo fenômeno de desnacionalização. Este novo momento trágico da história do nacionalismo brasileiro tem, cada vez mais, conseguido força devido aos interesses internacionais quanto à produção de etanol e outros biocombustíveis em solo brasileiro.

A cada dia, mais empresas e grupos de investimentos estrangeiros migram seu capital para a compra de usinas brasileiras e de grandes propriedades rurais. Isto, infelizmente, tem sido visto com bons olhos por grupos empresariais e políticos que consideram este um bom momento para negócios, vista a entrada de dólares por meio destas aquisições. “Num ritmo febril, têm sido anunciadas quase a cada semana novas parcerias, operações de compra e organização de fundos de investimento destinados a colocar dinheiro na produção de álcool no país. De acordo com a consultoria Datagro, os estrangeiros investiram 2,2 bilhões de dólares no setor desde 2000”, festejou a revista Exame, em julho deste ano.

O governo federal também não apresenta, em seu todo, uma reação diferente. Embora discursive sobre o caráter social e as vastas possibilidades de geração de renda para as camadas pobres da população dentro deste processo produtivo, o presidente Lula parece se “esquecer” que a venda das terras produtoras de agrocombustíveis, embora possa realmente elevar os, tão adorados por Brasília, dados externos do Brasil, não respeitam suas promessas de socialização da produção, visto que tendem a gerar grandes latifúndios que,

para piorar o quadro, nem ao menos estão sob o controle de brasileiros.

Desta forma, investidores estrangeiros vêem uma perfeita oportunidade de negócios. Alguns destes grupos que podem ser citados são a Bunge, a Brenco, a Cargill e a Tereos. Estes e outros grupos possuem, além de usinas e extensões de terra no Brasil, o controle de empresas “brasileiras” ou parte do mesmo.

Mesmo que, neste momento, os grupos estrangeiros não sejam responsáveis pela maior parte da produção de biocombustíveis brasileiros esta situação apresenta tendências de mudança. Uma quantidade crescente de investidores tem sido atraída para o Brasil no último ano. Grandes grupos e corporações já iniciaram seus movimentos para se estabelecer seguramente no mercado de produção e exportação brasileiro. Um bom exemplo disto seria a empresa estadunidense Bunge.

A Bunge, uma gigante de suas áreas, começou a operar como *trading* exportadora de açúcar e álcool no Brasil. Embora tenha sido incapaz de adquirir a Usina Vale do Rosário, terceira maior do país, comprou a Usina Santa Juliana, do grupo alagoano Triunfo, controlado pelo governador Teotônio Vilela, com a expectativa de produzir 1,6 milhão de toneladas de cana para a safra 2008/09. Além disto, a empresa também aumentou a sua presença no Porto de Paranaguá ao comprar a Sociedade Cerealista Exportadora de Produtos Paranaenses (Soceppar), triplicando sua capacidade no porto.

Também tem ocorrido, com grande freqüência, a realização de parcerias entre empresas e fundos estrangeiros com grupos nacionais. A All Cotton, Cooperativa de Produtores de Algodão de Goiás, por exemplo, uniu-se à alemã Lurgi AG, à francesa Menaa Finance e a outras duas empresas européias para instalar uma usina de biodiesel em Acreúna.

Mesmo que momentaneamente menos “chamativo”, outro método para a entrada no mercado brasileiro, que vem sendo empregado por grupos internacionais, é a aquisição de parte do controle acionista de usinas e grupos brasileiros. A Cosan, maior empresa de açúcar e álcool do país, têm 12,1% de seu controle acionário pertencente às empresas francesas Tereos e Sucden, além da chinesa Kuok Group. Além disto, vale ressaltar que dos 29,5% de seu controle que foram postos no mercado em novembro do ano passado, 90% passaram ao poder de investidores estrangeiros.

Mas não apenas para usinas e distribuidoras os investidores e compradores externos tem se direcionado. Fazendas também têm sido foco desta “corrida”. Vários grupos estrangeiros se voltaram para a compra direta de propriedades agricultoras brasileiras, sem investir diretamente nas outras etapas do processo produtor-exportador.

O grupo alemão NordZucker SudZucker e o australiano CSR estudam as possibilidades de entrar no mercado brasileiro para expandirem suas capacidades de produção e suas variedades da mesma, por exemplo.

Estrangeiros como o fazendeiro australiano Robert Newel, que investiu 4,5 milhões de dólares na compra de 11.350 hectares no município de Rosário, no oeste da Bahia, e o fundo de pensão da Califórnia, o Calpers, que é dono de 23 mil hectares que se situam nos estados do Paraná e de Santa Catarina, estão entre alguns dos muitos que tem se interessado em comprar terras brasileiras por diversos motivos que vão de “preservação de florestas” à utilização destas propriedades para o plantio de produtos agrícolas, sendo esta a atitude mais comum. “Além do acesso a terra e mão-de-obra muito mais baratas, venho do continente mais seco do mundo e posso dizer que Rosário é um verdadeiro paraíso para a agricultura”, disse Newel.

Empresas de consultoria como a Céleres, que foi contratada por quatro fundos estrangeiros que já dispõe de cerca de 400 milhões de dólares para a aquisição de fazendas

no Brasil, tem tido grande procura nos últimos anos. “Eles estão muito interessados e dinheiro é o que não falta”, explicou Anderson Galvão, da Céleres.

Este processo, no entanto, tem levado a elevações consideráveis no preço da terra nas principais regiões de entrada de investidores em biocombustíveis. De acordo com o Valor Econômico “os preços atuais já superam o patamar médio de 2004, último ano do mais recente ciclo de valorização, puxado pelo avanço da soja principalmente no Centro-Oeste”.

Porém, estas valorizações no preço das propriedades rurais não atingem apenas às propriedades produtoras de produtos agrícolas relacionados à bioenergia. Devido ao desvio de plantações para monoculturas de cana-de-açúcar as terras utilizadas para outras culturas e pastagem em estados como São Paulo também sofreram aumento em seus preços médios.

Em abril, o valor do hectare alcançou seu pico histórico. “Na Zona da Mata de Alagoas, o preço subiu 84%; em Araraquara, interior paulista, o hectare se valorizou em 70% e a cana já está ocupando o espaço antes reservado aos grãos e as pastagens”. “Há dois anos atrás, só se falava em soja. Agora, a vedete é o etanol. Esta inflação está estritamente ligada ao etanol”, confirma a engenheira agrônoma Jacqueline Dettman.

Até o momento, poucos tem sido os entraves à entrada de estrangeiros no Brasil. Um dos mais significativos, entretanto, é a ação dos usineiros e proprietários de terras brasileiros.

Grupos e jornais internacionais, como o *The Wall Street Journal*, criticam os agricultores brasileiros alegando que são “famílias que controlam os recursos canavieiros há décadas, até séculos” e que “muitas não querem vender, outras estão pedindo preços estratosféricos por operações cheias de problemas”. Aparentemente, investidores internacionais acreditam que apenas a sua presença deve ser capaz de assustar os produtores locais e levá-los a vender suas operações, considerando, eles, uma audácia de alguns brasileiros por se recusarem.

Atualmente tem-se como o mais famoso ato de resistência privada à venda de usinas brasileiras o exemplo de Junqueira Franco, um dos fundadores da Companhia Açucareira Vale do Rosário, que recebeu a oferta de vários compradores e vem sendo criticado externamente por não aceita-las. Entre elas tem a oferta considerável de 775 milhões de dólares, feita pela Bunge.

A ação destas famílias tem impedido a entrada de empresas multinacionais por meio de aquisições, tendo algumas tendo de iniciar suas ações “do zero” em outras propriedades.

De acordo com Costa, da Brasilpar, “o principal fator que atrasa a concretização dos negócios é a complicada estrutura acionária das empresas brasileiras - que na maioria são familiares”. Os analistas da KPMG concordam: “Isso dificulta as operações de aquisições. Geralmente antes de vender, é preciso resolver questões de divisão societária entre os membros da família e as negociações ficam mais longas”.

Também tem surgido como crítica internacional o grande número de pequenas operações no Brasil. Mais de 200 grupos administram 368 usinas no país, sendo as cinco maiores empresas responsáveis por apenas 17% da produção no ano passado. No entanto, isto já não é mais visto como entrave, e sim como incentivo, por facilitar as aquisições para estrangeiros. De acordo com o presidente da divisão de açúcar da Odebrecht AS o setor produtor de álcool no Brasil “é muito desorganizado e a consolidação do setor vai ajudar”.

Embora tenha ocorrido certa resistência de grupos particulares à entrada de investimentos externos na produção de biocombustíveis no Brasil, o cenário, de forma geral, tem

se mostrado favorável.

Sendo mantidas as previsões de crescimento de demanda e as facilidades de compras de parte do território nacional, a tendência é a constante perda de soberania e remessa de lucros ao estrangeiro.

Este processo também tende a se agravar se medidas governamentais que privilegiam estes setores forem aprovadas. Há estudos recentes, segundo o deputado Luis Carlos Heinze (PP-RS), presidente da Subcomissão de Política Agrícola da Câmara, sobre a possibilidade de repassar verbas do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), criado para subsidiar o seguro-desemprego e outros programas sociais, para refinanciamentos de dívidas dos produtores rurais - calculada em R\$ 4 bilhões. O objetivo seria exatamente o de “alavancar” a construção de usinas e a produção do etanol.

USINA ADQUIRIDA	GRUPO COMPRADOR	ORIGEM DO CAPITAL	ANO
Destivale	Cosan e FBA	Brasil/França	2005
Destilaria Tuntum	Grupo EQM	Brasil	2005
Marca União, outras marcas e duas unidades	Nove América	Brasil	2005
Usina Galo Bravo	José Alberto Abrão Miziara e Marcelo Marques	Brasil	2005
Usina Novagro (atual Santa Fé)	Grupo Safi	Itália	2005
Usina Corona	Cosan	Brasil	2005
Usina Alcana	Evergreen	Reino Unido	2005
Usina Mundial (antiga Alcomira)	Cosan	Brasil	2005
Destilaria Araguaia	Grupo EQM	Brasil	2006
Usina Corona	Cosan	Brasil	2006
Usina Monte Alegre	Adeco Agropecuária	Argentina	2006
Coopernavi	Kidd&Company	EUA	2006
Usina Bom Retiro	Cosan	Brasil	2006
Cristal Destilaria de álcool (Cridasa)	Evergreen	Reino Unido	2006
Cevasa	Cargill	EUA	2006
Cocamar Cooperativa Agroindustrial	Grupo Santa Terezinha	Brasil	2006
Usina em construção do grupo Petribu (em Tanabi)	Açúcar Guarani (Tereos)	França	2006
Petribu Paulista	Noble Group	Hong Kong	2007
Tavares de Melo	Louis Dreyfuss	França	2007
Destilaria Parapanema	Biofuel AS	Noruega	2007
Usaciga	Clean Energy Brazil (CEB)	Reino Unido	2007
Usina Boa Vista	Mitsubishi Corporation	Japão	2007
Santa Luiza	Etanol Participações (holding formada por São Martinho, Cosan e Santa Cruz AS)	Brasil	2007

Tabela 4.1: Investidores no setor de agroenergia. Fonte: Elaboração própria.