UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGIOS

Victor Martins Tardio

APAGÃO
Do transtorno à solução

Juiz de Fora
2004

Victor Martins Tardio

APAGÃO
Do transtorno à solução

Monografia apresentada à Universidade Presidente Antônio Carlos, junto ao Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente, sob orientação da Profª MSc Ana Maria Stephan

Juiz de Fora
2004

Victor Martins Tardio

APAGÃO:
Do transtorno à solução

Monografia de conclusão de curso apresentada à Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente e aprovada pela Profª e Orientadora Ana Maria Stephan

Profª Ana Maria Stephan (Orientadora)
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

Juiz de Fora
2004

Primeiramente a Deus – energia absoluta, por nunca me abandonar.

Ao grande amor da minha vida. Principalmente pelo incentivo na reta final.

Aos meus pais, irmãos, vó Elza, Crony, Simba, tios, sogros, primos e cunhados pela união constante, sempre me dando a maior força para realização deste grande sonho.

A minha espetacular orientadora pelo carinho e ajuda e a grande amiga Daniella Capaz pela "mãozinha".

SUMÁRIO

RESUMO 7

1. INTRODUÇÃO 8

2. O INÍCIO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL 11

3. APAGÃO - O TRANSTORNO 13
3.1 Entendendo o Apagão 13
3.2 Crise com fartura 16
3.3 O desperdício de energia 20

4. ENERGIAS ALTERNATIVAS - A SOLUÇÃO 22
4.1 O Brasil se abre às energias alternativas 23
4.1.1 Energia Solar 24
4.1.1.1 Solar Passiva 26
4.1.1.2 Fotoelétrica 27
4.1.1.3 Térmica 32
4.1.2 Energia Eólica 33
4.1.3 Biomassa 35
4.1.4 Energia Geotérmica 38
4.1.5 Fusão Nuclear 39
4.1.6 Gás Hidrogênio 41
4.1.7 Energia das Ondas 43
4.1.8 Energia Térmica das Marés 44
4.1.9 Energia das Marés 46
4.1.10 Óleo Vegetal 47
4.1.11 Álcool 48
4.1.12 Gás Natural 50

5. CONCLUSÃO 54

6. BIBLIOGRAFIA 55

RESUMO

A energia é fator essencial para o desenvolvimento de uma civilização. O progresso técnico de um país está diretamente ligado à capacidade deste país em gerar e consumir esta energia.

Apesar da abundância de fontes de energias no Brasil, é necessário ter a consciência de que estas fontes são esgotáveis ao mesmo tempo são indispensáveis para as gerações futuras.

Para que o retrocesso na matriz energética do país não seja possível é preciso investir nas fontes de energias alternativas e renováveis, além de desmistificar a cultura nacional do desperdício, baseada na mentalidade da fartura nacional.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da História da Civilização, o homem sempre buscou formas de produzir e armazenar energia. Afinal, é graças a ela que é possível aquecer ambientes, cozinhar alimentos, fazer funcionar máquinas e criar mais conforto e até mais saúde. Na busca por melhores formas de energia, aprendemos a utilizar o fogo, o petróleo, a força das águas, o vento, o sol, gases especiais e até o átomo.

A energia é o fator essencial de promoção do desenvolvimento. É pela capacidade de gerar e consumir energia que se mede o nível de progresso técnico de uma civilização.

O Brasil tem uma matriz energética eminentemente limpa, no que diz respeito à eletricidade: mais de 95% dela provém de fontes hídricas. No entanto, como se viu em 2001, essa configuração deixou o país vulnerável, dependente das condições meteorológicas.

Às vezes, é necessário um grande choque para que percebamos a importância de certos valores. O racionamento de energia em 2001, indesejável sob todos os aspectos, deixou-nos, entretanto, um legado que pode ser de grande valor: a consciência de que, além de possível, é necessário diversificar a nossa matriz energética, combater o desperdício de energia e de todos os insumos de que dispomos no Planeta, pois são finitos e necessários às gerações futuras.

Se o racionamento trouxe dificuldades, trouxe também uma boa oportunidade para a reflexão. A disponibilidade de energia elétrica já estava de tal forma incorporada ao cotidiano que ninguém mais se dava conta da dependência da sociedade moderna em relação a esse insumo.

Da reflexão vem a percepção do desperdício e do custo financeiro que ele representa. Vem também a busca de soluções e uma maior atenção à diversificação da matriz energética

brasileira e de adequar às fontes de energia a sua melhor área de utilização. Convém lembrar que, a participação das fontes renováveis na oferta interna de energia, embora decrescente, ainda permanece alta, tendo passado de 62%, em 1990, para 58% em 2000.

Para que não haja retrocesso na matriz energética do país, é preciso investir nas energias renováveis, pensando sempre no atendimento das necessidades regionais e na promoção do seu desenvolvimento sustentável. Algumas regiões do Brasil apresentam grande potencial para a produção de energia eólica e diversas empresas vêm investindo no ramo. O uso de energia solar também está se expandindo em todo o país.

Nós, brasileiros, temos um longo processo de reeducação pela frente. Existe uma grande mentalidade de fartura nacional que sustenta uma cultura do desperdício. Observa-se, por exemplo, nos projetos arquitetônicos, o total descaso com as soluções naturais de conforto, que permitam o uso prolongado da iluminação e ventilação natural.

Espera-se, enfim, que ao conseguirmos superar este momento, tenhamos aprendido a lição: sendo tão privilegiados com recursos naturais, devemos fazer o melhor uso desses recursos e considerá-lo como uma vantagem, com vistas a fazer o país mais eficiente e que o meio ambiente seja encarado com mais respeito.

A presente monografia traz como objetivos: levantar um histórico sobre o apagão ocorrido no início do século XXI e suas causas em um país com fonte de energia em fartura; além de apontar fontes alternativas de energia no interito de se evitar tal transtorno, além de suas vantagens e desvantagens.

Baseado nestes objetivos o presente trabalho subdividi-se em

- fazer um levantamento bibliográfico a respeito da chegada da energia elétrica no Brasil, desde a primeira usina termelétrica, em 1883, na cidade de Campos – Rio de Janeiro até Angra II, em 2000;

- fazer um relato, baseado em fontes literárias a respeito do transtorno gerado pelo apagão no ano de 2001 e o que levou al racionamento e;

- apontar algumas soluções, como fontes de energia alternativa, para que tais problemas não ocorram mais através de pesquisas literárias.

A partir destes estudos, pode-se analisar o valor que deve ser dado à energia que chega às nossas casas, às indústrias, ao comércio e etc, assim como uma das fontes geradoras da mesma, a água.

2. O INÍCIO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Há mais de um século foram dados os primeiros passos que fizeram do Brasil um país sedento por eletricidade. Em 2001, entre cálculos de consumo, sobretaxas e governantes que se diziam surpresos, o brasileiro foi se acostumando a acender velas, subir escadas e tomar banho frio.

Nos tempos de D. Pedro II, há pouco mais de 100 anos é que a luz elétrica chegou ao país. A primeira usina de energia foi uma termelétrica de 51 kW na cidade de Campos, no Rio de Janeiro, em 1883. Naquele momento, não se pensou em aproveitar o imenso potencial dos rios. É interessante que, no passado, notícias sobre eletricidade sempre causaram confusão. A chegada da luz elétrica, em 1889, na cidade de Juiz de Fora, por exemplo, gerou energia e boataria. Dizia-se que quem aproximasse o nariz do telefone quando a iluminação da rua estivesse acesa perderia o olfato. Já os cariocas resistiam tanto aos bondes elétricos que foi preciso imprimir um recado nos veículos em 1892: "A corrente elétrica nenhum perigo oferece aos senhores passageiros".

Passado o medo da eletricidade, aqui, deu-se prioridade em copiar "tecnologias importadas" dos países desenvolvidos, sem se atentar ao fato do imenso potencial hídrico do país. Mas, três décadas mais tarde, o Brasil acordou e 300 empresas serviam a 431 localidades, gerando cerca de 355.000 kW, dos quais 75% vinham de hidrelétricas. Com isso, o Brasil começava a contar desmedidamente com seus amplos recursos naturais. Mas, para tornar possível a produção e a distribuição da energia, a iniciativa veio de fora. O mercado se dividiu entre duas empresas, a norte-americana American & Foreign Power Company (AMFORP) e a canadense Light & Power Company, que detinha cerca de 70% de nossa capacidade instalada. Inundando extensas áreas, invertendo cursos de rios, importando usinas

nucleares obsoletas, seguimos a passos largos para ser consumidores vorazes em uma terra de pouco planejamento.

No começo do século 20, investir em tecnologia começou a fazer diferença para os negócios industriais. Para arcar com a demanda, surgiram, no final da década de 40, as empresas estatais de eletricidade e, em 1961, a Eletrobrás, a companhia-chefe do setor. Confiante no "país do futuro", o governo não poupou incentivos à ampliação da capacidade, aumentando, porém a dívida externa.

Em 1968, o Brasil comprou dos Estados Unidos uma usina nuclear, para operar em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. Mas, Angra I só entrou em testes nos anos 80. Em 1975, foi firmado o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, que previa a construção de várias centrais atômicas. Porém, só em 2000 a Angra II começou a operar.

Se o programa nuclear não mostrava resultados, o setor hidrelétrico estava aquecido. Em 1973, já tínhamos, com o Paraguai, a Usina de Itaipu, a maior do mundo em potência instalada na época, que hoje gera 12.600 MW. Uma eficiência bem maior que a da hidrelétrica de Balbina, instalada em 1989 a 175 Km ao norte de Manaus. Em um reservatório de 2.360 Km^2 no Rio Uatumã – o dobro em área do de Itaipu, ela não pode gerar mais do que 250 MW. Muito menos do que Tucuruí, no Pará, cujo reservatório de 2.414 Km^2 gera 3.960 MW. Não bastasse o prejuízo econômico, Balbina é um desastre ecológico: com índios expulsos de suas áreas, rios poluídos e eliminação de florestas.

Hoje, ninguém mais tem medo da eletricidade. O pavor é de ser obrigado a viver como nos tempos de D. Pedro II...

3. APAGÃO – O TRANSTORNO

O apagão de 2001 nos mostrou como somos dependentes das águas para gerarmos nossa energia, isto em um país com inúmeras possibilidades de energias alternativas, que poderiam complementar este nosso enorme potencial de hidroenergia. Além deste, existe a mentalidade de fartura nacional, que sustenta a cultura do desperdício.

Talvez esta tenha sido a nossa oportunidade de repensarmos a nossa posição de privilegiados naturais, face ao aprendizado de termos de conviver com apagões.

3.1. Entendendo o Apagão

Por mais que se economize ou diminua o gasto de energia elétrica, o seu consumo é sempre crescente. Existem inúmeros fatores que contribuem para isso.

A cada segundo que passa nasce mais um cidadão brasileiro. São cerca de 3.400.000 novos brasileiros que nascem por ano. Esses novos brasileiros vão precisar de mais roupas, mais ferros de passar roupa, mais casas, mais móveis, mais eletrodomésticos, mais chuveiros, mais comida, mais casamentos, mais escolas, mais estradas, mais hospitais e mais tudo que um ser humano merece ter para ter uma vida saudável e digna como cidadãos brasileiros.

Esse aumento populacional corresponde a uma necessidade de 1.600.000 de novos kilowatts por ano.

A cada ano que passa, a tecnologia lança novos aparelhos que serão adquiridos pelos brasileiros para melhorar a qualidade da sua vida. São fornos de microondas, videocassetes, microcomputadores, etc.

Há alguns anos atrás esses aparelhos não existiam. Eles são movidos a eletricidade. O consumo de cada brasileiro aumenta também por que ele passa a usar mais e mais aparelhos elétricos inventados pela tecnologia.

Esse aumento causado por novos tipos de aparelhos eletrodomésticos corresponde a uma necessidade de 2.400.000 de novos kilowatts por ano.

A modernização do parque industrial brasileiro como saída do subdesenvolvimento - a melhoria da qualidade da população em geral depende da quantidade e da qualidade das indústrias instaladas no país.

Qualquer país, por mais simples que seja, possui um Projeto Industrial onde o governo fornece incentivos básicos para as indústrias. Entendem-se como incentivos, condições técnicas e financeiras (e não apenas fiscais) que efetivamente contribuem para o barateamento do custo de produção e não a criação de Superintendências que são buracos (sem retorno) onde são jogados fora os poucos recursos de que dispomos.

O mundo é muito competitivo e só poderá promover uma boa qualidade de vida a seus cidadãos o País que conseguir ter um crescimento industrial maior que 4% ao ano. Abaixo disso ficam os países conhecidos como Países de Terceiro Mundo, onde reina a maracutaia, os quebra galhos, a roubalheira, a impunidade, o desemprego, a insegurança, a violência e a miséria.

Nos últimos anos, convivemos com a falta de investimento no setor de energia e os resultados foram apagões, tarifaços e grave crise econômica. O racionamento significa a limitação no uso da energia, seja por estabelecimento de cotas máximas de consumo, como o que ocorreu em 2001, ou por corte compulsório no fornecimento em determinados períodos.

Aparentemente, não houve o risco de entrarmos no mesmo atalho buscado pelo governo americano, ao tentar ressuscitar a energia atômica. Mesmo porque os reatores que temos, nas usinas de Angra I e Angra II, nunca funcionaram bem. Juntos, Angra I e II

produzem apenas 2.000 MW, o equivalente a uma pequena hidrelétrica. É interessante, como no Brasil, não se presta a devida atenção aos detalhes dos locais de construção de grandes empreendimentos. Se tivessem consultado a natureza, através da sabedoria dos índios, Angra dos Reis não teria se transformado em um problema. O projeto nuclear brasileiro está assentado sobre uma região onde as pedras se fragmentam e afundam. Para garantir a construção civil de Angra, seus construtores tiveram de fazer colunas de concreto de até 90 metros de profundidade. O índio brasileiro já sabia disso. Jamais construiria qualquer coisa ali, porque aquele lugar se chama *itaorla,* que significa pedra mole.

A opção, na época, foi descartar as hidrelétricas em favor das termoelétricas a gás natural – que não polui tanto quanto o petróleo, mas também emitem resíduos que intensificam o efeito estufa. O número de termoelétricas cresceu ao longo da década de 90 e a energia gerada por elas, em relação à eletricidade total produzida no país, passou de praticamente zero, em 1990, para cerca de 10%, atualmente. Os 90% restantes ainda são supridos por rios.

Há dois motivos básicos para essa mudança. O primeiro foi a excessiva concentração de indústrias na região Sudeste, o que levou, historicamente, a uma superexploração das bacias hídricas da região. Já não há tanta água corrente disponível para girar as turbinas. O segundo motivo, mais grave, é que o governo preferiu resolver esse problema da maneira mais simples: cortou os investimentos nas hidrelétricas e, para compensar, apostou na construção de termoelétricas por parte da iniciativa privada. Essa solução, longe de ser ideal, foi muito conveniente para o governo. Foi assim, por exemplo, que o gás natural se expandiu nos Estados Unidos, onde o objetivo era reduzir o número de termoelétricas a carvão e derivados do petróleo. A troca foi feita por meio de privatizações, tal como o Brasil quis fazer. Mas nem lá esse modelo funcionou direito – as empresas não compensaram os investimentos que o governo deixou de fazer e o resultado é a carência de energia que os

americanos têm enfrentado. No Brasil, a troca fazia menos sentido ainda, pois ainda há muita água para girar turbinas por aqui. As estimativas indicam que a produção de eletricidade hídrica pode aumentar em pelo menos 50% - passando de 300 milhões de megawatts-hora para próximo de 500 milhões de megawatts-hora. Seria o equivalente a elevar o número atual de barragens de cerca de 600 para 900. Mas o mais inteligente não é insistir em usinas gigantes, estilo Itaipu, Xingó e outras obras, como tem sido o modelo preferencial no Brasil, até hoje. As represas muito grandes inundam vastos ecossistemas e provocam desequilíbrios ecológicos irremediáveis. A melhor solução seria construir hidrelétricas menores, mas em quantidade, espalhadas por todo o país. Existe tecnologia, atualmente, para se explorar o potencial de rios relativamente pequenos para suprir a demanda das áreas vizinhas. O impacto ambiental seria muito menos agressivo e o investimento na construção das centrais, menos salgado para o bolso dos investidores; sejam, empresas ou o próprio governo.

3.2. Crise com fartura

Especialistas afirmam que não foi apenas a falta de chuva que causou a crise energética que o País enfrentou em 2001. A queda de investimentos do governo no setor, que até a década de 80 recebia em média US$ 13 bilhões e que nos anos 90 passou a receber apenas US$ 7 bi, e a predominância do modelo hidrelétrico de geração de energia são apontados pelos especialistas como a origem da crise.

Nos últimos anos, os investimentos em geração no Brasil não acompanharam o crescimento da demanda. Em outros países, os investimentos em energia são feitos em diferentes tipos de usinas, justamente para evitar crises quando um modelo tem problemas de abastecimento. No Brasil, ao contrário, 87% da eletricidade é de origem hidroelétrica e depende da boa vontade de São Pedro. O resto é produzido pelas centrais termoelétricas

(10%) e pelos reatores das centrais nucleares de Angra dos Reis (2%). A Cemig, no entanto, preocupada com o abastecimento de seu mercado, deu prioridade para a ampliação de seu parque de geração. Até então, a Cemig era a única empresa a fazer grandes investimentos em geração. Cerca de 2,3 bilhões de reais foram e ainda estão sendo aplicados, em parceria com a iniciativa privada, na construção de 8 usinas hidrelétricas e 1 térmica. Também está trabalhando na ampliação e conversão da Usina Térmica de Igarapé, que deixa de operar com óleo para produzir energia a partir de gás natural.

A construção de usinas termelétricas é apontada como uma das maneiras de se diminuir a crise. Em 99, o governo lançou um programa de construção de diversas usinas, com o apoio da Petrobras, mas a falta de acordo sobre o preço do gás natural e mesmo a falta de peças no mercado internacional para a construção de tantas termelétricas emperrou os planos.

Além das termelétricas, existem diversas opções no Plano Decenal da Eletrobrás 1999/2008, que faria com que a capacidade de geração de energia brasileira aumentasse de 68 mil megawatts para 104,6 mil. A melhoria da interligação das diversas regiões brasileiras e a integração entre as diversas usinas também são apontadas como possíveis soluções, já que existe excedente na produção da região Sul, em especial na Hidrelétrica de Itaipu, e no Norte.

Enquanto as hidrelétricas do Sudeste enfrentam os níveis mais baixos de abastecimento desde que foram construídas, sobra água e energia no Sul e no Norte, onde as usinas estão, em média, com altos níveis de abastecimento. A falta de linhas de transmissão de alta capacidade impede a transmissão de energia entre estas regiões. a dependência do Brasil em relação às usinas hidrelétricas é um fator agravante da crise. Hoje, elas respondem por quase a totalidade da energia consumida no País.

É importante saber que a energia produzida em um local pode ser transportada a outro local e isso é feito por meio de linhas de transmissão que funcionam como verdadeiras

estradas para a eletricidade. No Brasil, nem todas as regiões estão interligadas, o que impossibilita um tráfego contínuo entre todas as regiões, como é o caso das regiões Norte e Nordeste, que não estão ligadas às demais. Em relação à Região Sul, o problema é outro. Embora esteja ligada ao Sudeste e ao Centro-Oeste, o sistema de transmissão limita o transporte da energia excedente gerada no Sul.

Outro problema é o aumento da demanda. O Brasil é um país em desenvolvimento e no último ano registrou um crescimento de 4,5%. Mas o crescimento da capacidade de geração não foi proporcional. Isso significa que o Brasil precisa e gasta cada vez mais energia, mas a produção não cresce no mesmo ritmo, aumentando os riscos de faltar energia.

E, por fim, o clima. Para que seja possível gerar energia nas usinas hidrelétricas é preciso que os reservatórios tenham volume suficiente de água para acionar as turbinas. Com a falta de investimentos na ampliação do parque gerador, as reservas de água das usinas em operação têm sido utilizadas de forma intensiva, reduzindo os níveis de armazenamento dos reservatórios. Isso aumenta a dependência por índices de chuva mais altos para recompor o volume de água dos reservatórios.

Falta de chuvas, de investimentos do governo, de integração entre usinas, qualquer que seja o culpado pela crise energética que ameaça a economia e a tranqüilidade do País, alguns fatos são claros: os reservatórios das usinas hidrelétricas do Sudeste, região que mais consome energia no País, estão abaixo da capacidade. Os reservatórios deveriam estar com pelo menos 50% da capacidade, para enfrentar o período sem chuvas que dura o outono e o inverno na região. As hidrelétricas, no entanto, estão com os reservatórios abastecidos em apenas 34%.

Nenhum país do mundo se compara ao Brasil em termos de limpeza e segurança das fontes energéticas que utiliza. O país deve esse privilégio ao aproveitamento dos rios capazes de gerar praticamente toda a eletricidade de que precisa.

A eletricidade representa cerca de 40% do total de energia consumida no Brasil e é um serviço público que atende a mais de 85% da população. Possuindo grande potencial hidráulico, mas com reservas de petróleo insuficientes e de carvão mal distribuídas ao longo de sua área territorial, o país priorizou seus investimentos na geração de fontes hidrelétricas.

Essas peculiaridades fazem do sistema elétrico nacional único entre os grandes produtores de eletricidade, não somente devido ao fato de que a geração é principalmente hidroelétrica, mas também porque as usinas são situadas em cursos de água com características pluviais, climáticas e hidráulicas diferentes, distribuídas em uma área de 8,5 milhões de km^2.

As usinas hidrelétricas são construídas onde as condições naturais permitem que se obtenha o melhor proveito dos cursos de água. Isso ocorre principalmente em locais distantes dos mercados consumidores, exigindo, portanto, a construção e operação de um complexo sistema de transmissão que, atualmente, conta com mais de 53.000 km de linhas de transmissão, em tensões iguais ou superiores a 230 kW.

Esse número de linhas traz perdas significativas ao sistema elétrico, reduzindo seu potencial inicial e aumentado sua vulnerabilidade às falhas. Apesar de ser um sistema grande e complexo com mais de 63,3 GW em operação, o que representa, aproximadamente, 23% do potencial hidráulico total, observamos que esse sistema não tem se apresentado capaz de atender à demanda energética atual da nação.

Devido à forte dependência do regime hidrológico, o que está ainda relacionado a fatores como condições climáticas e pluviosidade, para a manutenção da capacidade de geração de energia de origem hidrelétrica, e da forte concentração deste tipo de fonte geradora no país, foi que se experimentou um momento sério de crise energética, com possibilidades de interrupção no fornecimento, por completa incapacidade de atendimento ao parque instalado.

O consumo de energia elétrica, impulsionado pelo aumento do uso de equipamentos eletrodomésticos, vinha crescendo em proporções superiores às dos investimentos em geração. Assim a crise energética, que vinha sendo anunciada desde a década de 70, enfim se concretiza.

Portanto, neste momento, percebe-se a importância de se elucidar a matriz energética nacional em busca de alternativas que possam ser eficientes e capazes de se configurar como viáveis na manutenção do crescimento econômico do país e do conforto dos cidadãos. Temos assim que, da produção de energia primária nacional, cerca de 35% provém de fontes não renováveis, como o petróleo e o gás natural, e entre as fontes renováveis, percebemos somente o grande destaque da energia hidráulica.

3.3. O desperdício de energia

Há uma grande diferença entre racionamento, conforme já elucidado e uso racional de energia. São termos semelhantes, mas que exigem diferentes atitudes. O uso racional é uma forma de proceder que deve se tornar hábito de todo brasileiro. Nada mais é do que utilizar a energia elétrica de maneira inteligente, tanto em casa quanto no trabalho, evitando todos os tipos de desperdício. Dessa maneira, você estará contribuindo de forma permanente para a economia do País, para a preservação do meio ambiente e para o futuro das próximas gerações, que depende dos recursos do planeta que deixarmos como herança. Em resumo, o uso racional é uma atitude, independentemente de crises, que deve fazer parte do seu cotidiano desde já e para sempre. A racionalização diz respeito à atitude, comportamento quanto ao modo de utilizar a energia, sem desperdiçá-la. O racionamento é uma limitação de consumo mediante uma situação de escassez de um bem essencial. É uma solução determinada pelo Governo Federal para garantir uma melhor distribuição da energia elétrica.

O racionamento é diferente do uso racional porque implica em uma decisão do Governo e impõe algumas severas restrições.

Apenas países que já enfrentaram guerras conhecem o impacto que medidas como essa produzem no cotidiano. De uma certa forma, a crise de energia é uma guerra que o Brasil precisa vencer e vai contar com você para essa importante vitória.

Quando desperdiçamos energia elétrica estamos obrigando as concessionárias a gerarem mais energia do que o necessário, o que significa desperdiçar água dos reservatórios e, também, investir em novas usinas, linhas de transmissão e redes de distribuição.

O consumo de energia elétrica, impulsionado pelo aumento do uso de equipamentos eletrodomésticos, vinha crescendo em proporções superiores às dos investimentos em geração. A sobrecarga do sistema provoca problemas desagradáveis e bastante onerosos, como blecautes, interrupção no fornecimento para algumas regiões, aumento de custo e encarecimento do serviço.

Quando evitamos o desperdício, aliviamos o sistema e evitamos investimentos desnecessários, que poderiam ser aplicados em outras finalidades. Outro cuidado muito importante é quanto ao horário de utilização da energia. Devemos evitar o consumo no horário de ponta do sistema, quando além da iluminação pública ser ativada, temos uma grande concentração de cargas, principalmente de chuveiros, sobrecarregando o sistema elétrico.

Portanto, sabendo usar a energia elétrica temos um duplo ganho: para os consumidores e para o meio ambiente. Aquele que sabe utilizar racionalmente a energia elétrica não deixa de lado o seu conforto e ainda sai ganhando, uma vez que a conta de luz fica muito mais barata. Saber usar a energia elétrica é saber utilizar todos os benefícios que ela proporciona, mas sem desperdícios. Quando a energia elétrica é mal utilizada, toda a população sai perdendo e o apagão se faz presente.

4. ENERGIAS ALTERNATIVAS - A SOLUÇÃO

As energias alternativas são aquelas surgidas como soluções para diminuir o impacto ambiental, e para contornar o uso de matéria prima, que normalmente é não renovável no caso da energia convencional, como por exemplo, o carvão e petróleo.

Existem algumas delas que já alcançaram grandes avanços e estão bastante difundidas. A energia solar e a energia eólica (gerada pelos ventos) vêm tomando lugar antes ocupado pela energia elétrica convencional com custo menor, e como a vantagem de ser grátis, precisando apenas de um investimento inicial.

Os rumos da política energética brasileira são decisivos no cenário econômico internacional e no equilíbrio ambiental do planeta.

Se pensarmos nas potenciais matrizes energéticas substitutas ao petróleo no século XXI, o Brasil possui reservas de praticamente todas. Temos minerais em abundância, com reservas que podem durar mais de 100 ou de até 200 anos, sendo impossível precisar. Extensas massas de água, num território cuja geografia lhes facilita o deslocamento – geramos eletricidade a partir da água da chuva e da força da gravidade. Grande potencial para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, como a biomassa e a eólica, por exemplo. E, principalmente, somos o maior país tropical do mundo, o que nos possibilita aproveitamento privilegiado da energia solar.

Esses fatores nos levam à conclusão de que os rumos de nossa política energética nos próximos dez anos serão decisivos para a estruturação do poder mundial neste século. Segundo o Informe 1997 do relatório A Saúde da Terra, do Worldwatch Institute (EUA), uma das organizações ambientais mais importantes do mundo, o grupo chamado E8 será mais importante para o mundo nas próximas décadas que o G8, representante das maiores

potências econômicas do planeta. A letra E significa environment (meio ambiente), e o 8, as oito grandes potências ambientais mundiais: China, Estados Unidos, Brasil, Japão, Alemanha, Indonésia, Índia e Rússia. O relatório diz que o Brasil – maior depósito de recursos minerais e maior biodiversidade do planeta – é a única dessas potências em condições de resolver o problema da geração de energia com equilíbrio ambiental.

4.1. O Brasil se abre às energias alternativas

A escassez de energia despertou o Brasil para uma realidade que poderia parecer óbvia, mas que foi rotundamente ignorada pelo governo federal: a necessidade de investimentos em fontes alternativas para a produção de energia elétrica.

As energias renováveis diferenciam-se das fontes convencionais pelo fato de se basearem em recursos renováveis, isto é, elas não estão sujeitas à exaustão pelo uso. As principais fontes de energia alternativa são a hidroeletricidade, a biomassa, a energia solar, o hidrogênio, os ventos, as ondas e a geotermia. No Brasil, as duas primeiras são as mais importantes e merecem atenção especial, sendo que a energia hidrelétrica é a principal responsável pelo baixo nível de emissões de gases do efeito estufa no Brasil.

Dada sua localização tropical e sua extensão superficial, o Brasil beneficia-se de grande incidência de energia solar. No entanto, os baixos rendimentos das tecnologias para sua conservação em calor ou eletricidade constituem obstáculos para o seu aproveitamento. Em alguns casos, notadamente no meio rural, atingem-se as condições de viabilidade econômica para sua utilização, na secagem de produtos agrícolas, no bombeamento de água e na geração de eletricidade em pequena escala.

A energia eólica, como fonte alternativa de energia no Brasil, é considerada técnica e economicamente viável para aplicações em localidades isoladas, podendo ser utilizada,

principalmente, para bombeamento de água, irrigação e geração de eletricidade em pequena escala. Apesar do potencial existente, a área ainda carece da implantação de uma política de incentivos para a pesquisa, a produção, comercialização e o uso da energia eólica.

4.1.1. Energia Solar

Toda a vida na Terra depende da energia do Sol - fonte inesgotável de energia. A energia solar é a fonte de energia para a fotossíntese. Provê o calor necessário para plantas e animais sobreviverem. O calor do sol faz a água na superfície da Terra evaporar e formar nuvens que eventualmente provêem as chuvas.

Embora a energia solar seja a maior fonte de energia recebida pela Terra, sua intensidade na superfície da Terra é na verdade muito baixa devido à grande distância entre a Terra e o Sol e ao fato de que a atmosfera da Terra absorve e difunde parte da radiação. Até mesmo em um dia claro a energia que alcança a superfície da Terra é de apenas 70% do seu valor nominal.Sua intensidade varia de acordo com a região do planeta, condição do tempo, e horário do dia.

A exploração de combustíveis fósseis baratos fez da exploração solar uma coisa muito complicada para se preocupar até que o preço do petróleo começou a subir, comandado principalmente pelos países da OPEC nos anos setenta.

A energia solar térmica – usada para aquecimento de água – oferece grandes vantagens para o consumidor residencial e para as concessionárias de energia elétrica. O primeiro pode economizar de 20 a 40% na conta de luz apenas aquecendo a água usada para o banho com o sistema de aquecimento solar. E como a representatividade do chuveiro no consumo de energia elétrica no horário de ponta aumenta quatro vezes, a fonte alternativa é

uma grande ajuda para reduzir a demanda entre as 18 e 21 horas – o que reduz o prejuízo das concessionárias.

O chuveiro não é o vilão do racionamento de energia elétrica, mas continuará sendo o principal responsável pelos prejuízos das concessionárias no horário de maior consumo, conhecido como horário de pico. Pois, de toda a energia usada no país – residencial e industrial –, o chuveiro representa apenas 5%. Mas, no horário de pico, esse percentual sobe para 20%.

Em Minas, de acordo com a CEMIG, 22% do consumo da energia elétrica é residencial. Nesse quadro, o chuveiro elétrico representa de 25 a 30% da demanda, ou seja, aproximadamente 7% de toda a energia elétrica, gerada pela CEMIG, é usada nos chuveiros. Segundo ela, um sistema de aquecimento solar bem instalado permite que ao final de um ano, 80%da água de uma residência seja aquecida com a energia solar e apenas 20% com a energia elétrica.

Esta fonte alternativa pode trazer uma redução de 20% na conta de luz de uma residência, mas isto vai depender da representatividade que o chuveiro tem na residência. E, esse índice cairá ainda mais, quando houver muitos eletrodomésticos em casa, como mais de um refrigerador ligado diariamente.

Para a Sociedade Mineira de Engenheiros (SME), a energia solar tem um potencial "gigante" de utilização no Brasil, sendo uma alternativa de rápido retorno. Para a instalação de 400 m^2 de coletor solar – quantidade indicada para uma indústria –, o investimento feito seria de R$ 100 mil e o retorno viria em 3,2 anos, sendo que a economia em 10 anos, com a diminuição no consumo de energia elétrica, seria de R$ 600 mil. Em uma residência de 4 pessoas, seria necessário o uso de apenas 2 m^2 de coletor solar, acrescentando que cada m^2 é capaz de gerar 75 kWh / mês. Ressalta-se ainda que cada m^2 evita a inundação de cerca de 56

m^2 para a geração de energia elétrica, o consumo anual de 55 quilos de GLP, de 66 litros de diesel, de 73 litros de gasolina e de 215 quilos de lenha.

Apesar de ser muito utilizado em residências, o aquecimento solar é ainda pouco explorado no setor industrial. O sistema de aquecimento solar tem capacidade para aquecer, no máximo, de 80 a 85°. Uma caldeira em uma indústria de celulose precisa de 450° C a uma pressão de 65 kg/cm^3, mostrando, ainda, a pouca utilidade do sistema em empresas de grande porte.

Entretanto, estudos demonstram que o aquecimento solar pode ser explorado pela indústria, porém com uma utilização mais restrita, como por exemplo, no aquecimento de água ou óleo, dentre outros.

Existem três tecnologias diferentes empregadas para capturar a energia solar assim distribuídas: solar passiva, fotoelétrica e térmica.

4.1.1.1. Solar Passiva

O aquecimento de ambientes pelo design consciente de suas construções - usar construções para coletar o calor do sol era uma técnica aplicada desde a Grécia antiga. Formas de arquitetura solar também foram desenvolvidas pela arquitetura muçulmana que usaram o minarets de mesquitas como chaminés solares. Hoje, a tecnologia de energia solar passiva é a que está mais comercialmente desenvolvida de todas as tecnologias solares e compete muito bem em condições de custo com as fontes de energia convencionais. Pode prover até 70% da energia de que um edifício precisa, através de um design adequado e uma orientação solar correta; o aumento no custo é mínimo. Janelas de vidro grandes tiram proveito de grandes quantias de energia livre. O calor excessivo é evitado usando sacada ou plantando árvores - reduzindo a luz solar durante o verão, mas deixando a luz entrar o inverno quando o sol é

baixo e as folhas caem. Este tipo de energia não é difundida no Brasil porque o clima aqui é predominantemente quente.

4.1.1.2. Fotoelétrica (Fotovoltaica)

O sol transformado em eletricidade - utilizadas a princípio nos satélites, as células de energia fotovoltaica descem à Terra e fazem a luz do dia virar eletricidade.

Transformar a luz do Sol diretamente em energia elétrica parece enredo de ficção científica. Mas desde que um satélite americano lançado em 1959 foi assim alimentado, a energia fotovoltaica deixou de ser sonho futurista. Hoje, a forma mais banal de energia fotovoltaica se encontra nos relógios e calculadoras solares. A aplicação mais importante, porém, é fornecer energia em lugares isolados, distantes das redes elétricas, o que a longo prazo pode significar uma solução para países subdesenvolvidos. A conversão da luz em eletricidade é feita pelas células fotovoltaicas, pequenas lâminas delgadas recobertas por uma camada de décimos de milímetro de um material semicondutor, como o silício (Brasil contêm as maiores reservas do mundo). Quando as células são expostas a uma fonte de luz, nesse caso o Sol, os fótons (partículas de luz) excitam os elétrons do semicondutor.

Com a energia absorvida dos fótons, os elétrons passam para a banda de condução do átomo e criam corrente elétrica. As células são depois agrupadas para formar os painéis solares. Essa forma de produzir energia não causa danos ao meio ambiente, não polui e normalmente não precisa de movimentos de máquinas para funcionar. Nem por isso é a solução para todos os problemas energéticos do mundo. A energia fotovoltaica ainda é mais cara do que a proveniente de petróleo, usinas nucleares ou hidrelétricas. Foi só a partir da primeira grande crise do petróleo, no começo da década de 70, que a idéia de se usar tal energia comercialmente ganhou corpo. Naquela época, a produção de energia fotovoltaica

custava nos Estados Unidos 60 dólares por kilowatt/hora. Com o desenvolvimento em laboratórios e o aumento da produção, hoje custa cerca de 30 centavos de dólar por kilowatt/hora, e mesmo assim o preço é cinco vezes superior ao das formas de energia convencionais. Por isso, não se pensa em substituir usinas por painéis solares, fazendo o mundo todo viver à luz do Sol. A energia fotovoltaica simplesmente apresenta melhores soluções para problemas que as outras fontes de energia foram menos eficientes em resolver.

Hoje já existem, no Brasil, estações retransmissoras das redes de telecomunicações, em locais no meio do mato e de difícil acesso, dotadas de células fotovoltaicas para a produção da eletricidade necessária. É uma solução economicamente mais viável do que estender até lá a linha de uma rede hidrelétrica.

No âmbito doméstico, com painéis fotovoltaicos e baterias recarregáveis é possível contar com energia elétrica durante as 24 horas do dia, em qualquer parte do mundo. Para eletrificar uma casa de campo ou uma fazenda, não é necessário estender a rede elétrica, depender de gigantescas baterias ou do funcionamento de um gerador a diesel. Pode-se obter um equipamento completo de energia fotovoltaica para alimentar, silenciosamente e sem necessidade de manutenção, a iluminação, a geladeira, a TV e o sistema de radioamador. À noite, quando o sol não brilha. a energia vem de uma bateria que foi sendo carregada durante o dia.

A fabricação de células solares é parecida com a produção dos chips de computadores, baseada em materiais semicondutores. Depois de purificado, o silício é fundido num cristal cilíndrico. Depois, esse cristal será cortado por uma serra de dentes de diamante em fatias muito finas. Essas lâminas passam por etapas de limpeza e recozimento em fornos de alta temperatura, quando se difunde fósforo sobre elas.

A reunião de uma camada contaminada com fósforo ao silício puro constitui a junção semicondutora responsável pelo funcionamento da célula fotovoltaica. No princípio dos anos

80, a matéria-prima das células fotovoltaicas, o caríssimo silício monocristalino, tinha grau de eficiência de 10%.

Ou seja, de toda a luz do Sol que incidia sobre a célula, apenas 10% viravam energia elétrica. Na fabricação em escala industrial, esse índice subiu para 15%. Um silício monocristalino é um cristal perfeito, com seus elementos dispostos de forma ordenada, como os apartamentos de um prédio. Custa caro porque muita energia é gasta para produzi-lo Existe também o silício policristalino, mais barato, porque consome menos energia em sua produção, onde os grãos são maiores e mais desorganizados, como se em lugar de um prédio houvesse um monte de casas sobrepostas. O policristalino ganha no fator custo mas perde na eficiência, pois seu rendimento máximo obtido até hoje é de 14%.

As fachadas dos grandes edifícios de escritórios, com seus milhares de metros quadrados de vidro são ideais para receber um revestimento de silício amorfo. Assim, elas poderiam converter a luz do dia em eletricidade e atender parte da demanda energética do edifício. As células solares das calculadoras de bolso nada mais são que plaquinhas de silício amorfo com um rendimento muito baixo, de apenas 3%. Esse é justamente um dos problemas dessa tecnologia. O grau de eficiência alcançado até agora em células de grande dimensão é de 5%, muito pouco para torná-lo comercialmente viável em demandas energéticas maiores do que uma calculadora. Outro problema é conseguir no amorfo a mesma estabilidade do silício mono ou policristalino, que mantém suas propriedades por vários anos. Em laboratório, a melhor marca alcançada foi de 15,6% de rendimento, numa nova mistura de silício com cobre, índio e selênio.

A idéia que move as pesquisas e as aplicações da energia fotovoltaica não é substituir toda fonte de energia do mundo pela solar. Mesmo assim, os pesquisadores com olhos no futuro divisam grandes usinas fotovoltaicas instaladas em regiões desérticas com grande insolação. A estocagem da eletricidade produzida se daria pela produção de hidrogênio por

eletrólise - hidrogênio que poderia se tornar no próximo século o principal combustível utilizado pelo homem. A curto prazo, a energia fotovoltaica tem a vantagem de ser autônoma. Ela é produzida e consumida no mesmo lugar, sem necessitar de ligação a redes de distribuição de energia. Uma residência dotada de painéis solares poderia até vender o possível excesso de energia que produzisse.

O Brasil dispõe de energia fotovoltaica desde 1978, quando a Telebrás importou a tecnologia solar para eletrificar uma de suas estações retransmissoras no interior de Goiás. Nessa mesma época, a Marinha também adotou o sistema para a eletrificação de seus sinalizadores e bóias. A partir de 1980, com a criação da Heliodinâmica, o Brasil não só passou a produzir células e painéis solares, como também começou a exportar células para países como Índia, Canadá, Alemanha e Estados Unidos. Um dos projetos pioneiros da Heliodinâmica foi a criação de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água, implantado em Caicó no Rio Grande do Norte, em 1981. Os agricultores de uma fazenda no sertão passaram a dispor de água o ano todo para a lavoura.

Ainda que lentamente, o sistema já chegou a outras localidades do Nordeste e até mesmo à Ilha de Marajó, onde além de irrigar a terra, abastece bebedouros para o consumo do gado. No Pantanal Mato-grossense, muitas fazendas estão equipadas com células solares. Só que nesses lugares elas alimentam sistemas de radiocomunicação, refrigeração, iluminação, televisores e recepção de sinais via satélite por antenas parabólicas. É uma opção bem mais barata a longo prazo do que fazer chegar até lá a rede elétrica, ou mesmo fornecer energia com um gerador a diesel. Mas o investimento inicial para a implantação dos painéis ainda é maior do que o exigido para a energia convencional, o que limita sua aplicação a projetos subsidiados pelo governo ou a particulares de alto poder aquisitivo.

O exército brasileiro entrou na era da energia solar a partir de 1988, quando equipou com energia fotovoltaica dois pelotões na Amazônia, parte do projeto de ocupação militar das

fronteiras conhecido como Calha Norte. Os sistemas suprem os acampamentos com energia elétrica para iluminação externa de emergência, refrigeradores, radiocomunicação e recepção de televisão via satélite. Até em alto mar a energia fotovoltaica já viajou. Quando o navegador Amyr Klink cruzou o Atlântico, seu barco a remo Paraty levava um painel de células fotovoltaicas para alimentar o radiocomunicador.

Embora todo o país tenha um clima propício ao uso da energia fotovoltaica, a Região Nordeste é a que melhor se adapta a sua aplicação, por ter muito sol brilhando e deficiência de energia instalada.

A energia fotovoltaica será responsável por 1% ou, no máximo, 2% de toda a matriz energética no Brasil. A previsão é da SIEMENS - a principal fabricante de painéis fotovoltaicos do país. Atualmente, a participação da energia fotovoltaica no Brasil é imensurável e nem chega a 0,1%.

O sol é a nossa principal fonte de energia, despejando diariamente 1000 W/m^2, o mesmo que 17 lâmpadas de 60 W a cada m^2. A energia fotovoltaica usa a luz do sol para produzir cargas elétricas. Especialistas garantem que ela não tem um limite de produção de energia elétrica, mas ressaltam que, quanto maior for essa produção maior será o custo. Por isso o alto investimento, dizem, inviabiliza a alternativa quando há grande demanda, o que ocorre, por exemplo, na indústria.

A Alemanha e o Japão são os países mais avançados nesse setor, segundo a CEMIG. Os Estados Unidos têm usinas com capacidade de produzir 10 MW pico, mas isso seria suficiente apenas para suprir, por exemplo, 10% da demanda de uma indústria de papel e celulose.

O gerador não é a limitação, mas o custo. Os painéis fotovoltaicos (Figura 10) têm um custo bem superior ao dos coletores térmicos solares de potência equivalente e precisam de

maior área. A eletricidade fotovoltaica tem custo médio de US$ 0,25 para cada kWh. No mercado internacional, uma usina com capacidade de 10 MW pico custa US$ 60 milhões.

A fonte alternativa é muito usada, por exemplo, na área de telecomunicações. Desde o telefone público até as estações repetidoras (base), com exceção do celular, pois fica muito mais barato usar o sistema fotovoltaico do que puxar uma fiação da rede elétrica. Mas, o principal motivo é que o módulo solar tem vida útil de 25 anos.

4.1.1.3. Térmica

O calor do sol - circuitos térmicos solares usam os raios do sol para aquecer um líquido ou um sólido.Que então são usados em sistemas de transferência de calor para gerar vapor, fazendo girar um gerador. Os materiais aquecidos podem ser usados para operar uma máquina diretamente. Há dois tipos principais de sistemas térmicos solares.

Os coletores Flat-Plate mais comuns consistem em um prato de metal escuro, coberto com uma ou duas folhas de vidro que absorvem calor. O calor é transferido para o ar ou para água, que fluem pela parte de trás do prato. Este calor pode ser usado diretamente ou pode ser transferido para outro meio. Coletores Flat-Plate são usados em casa e para aquecer água. *Cole*tores Flat-Plate tipicamente aquecem os fluidos (água ou ar, por exemplo) a temperaturas que variam de 66° a 93° C. A eficiência de tais coletores varia de 20 a 80%.

Quando são requeridas temperaturas mais altas, um coletor Concentrador é usado. Estes coletores refletem e concentram luz solar de uma área grande. Tal dispositivo chamado de forno solar tem vários acres de espelhos enfocados em um único ponto. A energia que se concentra no ponto é 3.000 vezes maior que qualquer espelho do sistema, e a unidade produz temperaturas de até 2.000° C.

4.1.2. Energia Eólica

O vento – ar em movimento – é uma fonte limpa e inesgotável de energia que vem sendo usada durante muitos séculos para moer grãos, em bombas de água, em barcos velejadores, e para outros trabalhos diversos. A quantia de energia eólica disponível, porém, varia e depende do tempo e do lugar. Embora a tecnologia tenha sido melhorada nos últimos anos, o modo no qual a energia eólica tem sido obtida é geralmente a mesma.

A eletricidade é produzida de uma forma bastante simples. Sopros de vento nas lâminas ou propulsores de um moinho de vento o fazem girar assim como a água faz girar uma turbina. Estes são conectados a geradores, e os geradores produzem eletricidade.

A energia eólica, gerada a partir do aproveitamento dos ventos, vem sendo uma das que mais cresce no mundo. Estimativas mundiais mostram que esse tipo de fonte alternativa tem registrado um aumento médio de 30% por ano desde 1996. Na Europa, espera-se gerar 10% de toda eletricidade a partir do vento, até o ano de 2030. Embora o vento não seja visto como o salvador dos problemas de energia do homem, é pelo menos um contribuinte bom pelos anos a vir, como já o é nos dias atuais.

Existem, atualmente, mais de 30 mil turbinas eólicas de grande porte em operação no mundo, com uma capacidade instalada de 13.500 megawatts e produzindo mais de 2 bilhões de quilowatts anualmente, de acordo com o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), com sede na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). No âmbito do Comitê Internacional de Mudanças Climáticas, está sendo projetada a instalação de 30 mil megawatts por volta do ano de 2030.

Na Dinamarca, a contribuição da energia eólica é de 15% da energia elétrica total produzida; no norte da Alemanha, a contribuição eólica já passou de 19%; e a União Européia

tem como meta gerar, a partir do vento, 10% de toda a eletricidade até 2030. A Alemanha é o país que mais investe no setor e, desde 1996, registrou um aumento de 36% nessa área.

Ao contrário do que se observa na Europa, onde as rajadas são mais freqüentes, os ventos no Brasil são mais constantes. Rajadas freqüentes demandam equipamentos mais robustos e, quando muito fortes, eventualmente, exigem até a paralisação dos geradores. É claro que as correntes eólicas oscilam durante o ano também no Brasil, como em qualquer parte do plante. Mas, aqui essas oscilações são de menor amplitude, permitindo o aproveitamento eficaz da energia. O "fator de capacidade", índice técnico para medir o rendimento dos sítios onde se instalam os geradores, chega a 36 ou 37% no caso brasileiro, bastante alto se comparado aos 26% registrados nos aerogeradores na Alemanha, por exemplo.

Atualmente, a energia eólica usada no Brasil representa apenas 0,1% de toda a energia eólica utilizada no mundo. Mas, a expectativa é que esse percentual tenha um acréscimo, devido ao governo federal pretender direcionar recursos às energias alternativas.

A capacidade instalada no Brasil é de 19mW (dado de 2001), com turbinas eólicas de médio e grande portes conectadas à rede elétrica, a maior parte no Ceará. Além disso, existem dezenas de turbinas eólicas de pequeno porte funcionando em locais isolados da rede convencional para aplicações diversas – bombeamento, carregamento de baterias, telecomunicações e eletrificação rural. O CBEE estima que o potencial eólico apenas no Nordeste é de 6.000 mW.

Para se construir uma usina hidrelétrica gastam-se US$ 35 para cada kW de energia elétrica. Quando o gerador eólico é implantado num local onde a média da velocidade do vento é de 8 m/s, esse kW sai a US$ 40. No entanto, análises dos recursos eólicos medidos em vários locais do Brasil mostram a possibilidade de geração elétrica com custos da ordem de US$70 a US$ 80 por mWh. Ou seja, quanto maior for a velocidade, maior será a redução do

custo, pois esta fonte alternativa apenas é competitiva quando a média da velocidade do vento fica acima de 8 m/s. No Brasil, essas áreas ficam, principalmente, no litoral do Nordeste e na região da Chapada Diamantina – Norte de Minas e Sul da Bahia. Estima-se que o potencial eólico do Brasil seja da ordem de 143 mil megawatts – o que significa duas vezes o potencial instalado das hidrelétricas e termelétricas nacionais.

Mesmo assim, ressalta-se que esse tipo de fonte não é aplicável à indústria, onde existe grande demanda de energia elétrica, porém, vem sendo aproveitada por cooperativas de agricultores e nas próprias fazendas.

Atualmente, o Ceará é o Estado brasileiro com a maior capacidade eólio-elétrica instalada. Com a entrada em operação das usinas de Prainha (10 mW) e Taíba (5 mW) em 1999, o Ceará passou a ter 16,2 mW de capacidade. O Estado se encontra em área beneficiada por ventos com velocidade acima de 8 m/s.

A Usina Eólio-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho, em Gouvêa, Minas Gerais, foi a primeira usina eólica do Brasil conectada ao sistema elétrico e tem capacidade para 1 mW.

Apesar de limitada, a energia eólica ainda tem um grande potencial de geração de energia a ser explorado, e o Brasil pode ampliar significativamente o peso desta fonte com relação às demais.

4.1.3. Biomassa

Atualmente, a biomassa responde por 1% da energia elétrica mundial, mas calcula-se que, dentro de 20 anos, cerca de 30% de toda energia consumida pela humanidade será proveniente dessa fonte renovável.

Todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia são chamados de biomassa: a cana-de-açúcar, o eucalipto e a beterraba – dos quais se extrai o álcool, o biogás – produzido pela biodegradação anaeróbica existente no lixo e dejetos orgânicos, a lenha e o carvão vegetal, alguns óleos vegetais – amendoim, soja, dendê, dentre outros.

A biomassa pode ser transformada em energia através de combustão, gaseificação, fermentação, ou produção de substâncias líquidas.

A energia advinda da biomassa é considerada durável a partir do momento que em que pode-se através do manejo correto garantir seu ciclo, por exemplo garantindo o reflorestamento ou replantio. E é renovável no sentido de que toda a energia obtida da biomassa veio de processos biológicos que aproveitaram a energia solar, essa energia se não aproveitada pelos humanos acaba retornando ao ambiente através da digestão e da putrefação das plantas.

A importância da bioenergia é garantir a disponibilidade de energia nos próximos séculos. A bioenergia pode contribuir para a redução do CO_2 na atmosfera e conseqüentemente a redução do efeito estufa. O lixo que é inevitável, pode se tornar útil.

Do ponto de vista econômico, a bioenergia se revela mais interessante do que outra fontes renováveis de energia. A bioenergia pode se tornar prática muito rapidamente por poder gerar combustíveis tanto sólidos quanto líquidos, e por poder usar parte da tecnologia criada para os combustíveis fósseis. Redução da importação de energia já que a biomassa geralmente é local.

O maior potencial do Brasil está na sua inigualável produtividade da cana-de-açúcar. O país chega a produzir 200 t/ha/ano. Essa produtividade apenas não seria suficiente se o país não tivesse grandes extensões de terras planas, com solos profundos e pluviosidade acima de 1200 mm, representadas por mais de 200 milhões de hectares de cerrado. Com a tecnologia

atual, essa área daria para abastecer de forma contínua, renovável e equilibrada com o meio ambiente todos os 500 milhões de veículos do mundo.

Para se ter uma idéia, enquanto a produtividade da floresta na Noruega é de $2m^3$ / ha / ano, na Amazônia, chega a 123 t/ha/ano. Na Suécia, o crescimento da floresta com dez anos de idade, não alcança 2m, já no norte do Espírito Santo uma floresta alcança mais de 10m em um ano.

Dependendo da técnica de conversão, a bioenergia pode ser transformada nos seguintes produtos: eletricidade, calor e combustíveis. As técnicas são as seguintes: combustão, gaseificação, fermentação e produção de substâncias líquidas.

O emprego da biomassa e do lixo para gerar energia está passando por várias modificações. Atualmente está focada principalmente no aproveitamento de sobras de produção e lixo, na tentativa de recuperar o máximo de energia possível. Pensa-se que num futuro próximo a usinas de carvão começarão a operar também com biomassa, para que gradualmente possa ir substituindo o carvão como produto principal. E mais para frente com o avanço das tecnologias usinas de biomassa com alto rendimento e geração de energia e gás, deixarão de ser um sonho.

Combustão da biomassa libera calor que pode gerar eletricidade. Então podemos ter:

• Cooprodução de eletricidade através de combustão de biomassa em usinas de carvão e;

• Combustão de restos de madeira para geração simultânea de eletricidade e calor, ambos aproveitáveis nas indústrias de madeira.

Combustão é a técnica mais desenvolvida, a biomassa já é co-consumida em muitas usinas de carvão no EUA, onde as usinas de calor também estão partindo para a biomassa.

Gaseificação é a conversão de biomassa em combustível gasoso. Os principais produtos são hidrogênio e monóxido de carbono. São usados tanto na geração de energia

quanto na indústria química. A maioria das técnicas ainda está em estágio de desenvolvimento.

Fermentação é a desintegração da biomassa por uma bactéria anaeróbica para formar uma mistura de metano e dióxido de carbono. Esse biogás é usado para a geração de eletricidade A fermentação é muito útil em indústrias, elas aplicam esse processo no seu lixo e esgoto para purifica-lo. Pode se conseguir que esse gás atinja a qualidade do gás natural, podendo então ser usado numa infinidade de outras coisas.

Na produção de substâncias líquidas há muitas maneiras de produzir substâncias líquidas a partir de matéria vegetal:

Conversão Biológica: Açucares de cana e de beterraba são convertidos em etanol pela ação de bactérias;

Extração: pressionando sementes, pode se obter produtos com muita energia, como o biodiesel;

Conversão térmica: O material vegetal é decomposto na alsencia de oxigênio e cdom temperatura elevada. Dependendo das condições do processo, uma mistura de combustíveis líquidos e gasosos são produzidos. Esse processo é a muito usado no Brasil para produção de álcool combustível.

4.1.4. Energia Geotérmica

Quilômetros abaixo da superfície terrestre residem uma das maiores fontes de energia mundial - energia geotérmica. Nossos ancestrais usaram a energia geotérmica para cozinhar e tomar banho, hoje podemos usá-la para fornecer energia limpa e barata para milhões de pessoas.

Energia geotérmica é o calor retido debaixo da crosta terrestre. Este calor é trazido a superfície como vapor ou água quente - criada quando a água flui pelos lençóis subterrâneos próximos a rochas aquecidas - e usadas diretamente para aquecimento de casas e prédios ou convertida em eletricidade.

Usinas geotérmicas usam poços para canalizar o vapor e água quente até a superfície onde é gerada eletricidade. Nos EUA as usinas existentes geram eletricidade a um custo de 5 a 7.5 centavos por Kw/h. Hoje a capacidade implantada é superior a 2700 MW.

Das cinco formas de energia geotérmica, somente duas - reservatórios hidrotérmicos e energia da terra - são usados comercialmente. As outras formas são mares pressurizados, rochas aquecidas e magma.

Reservatórios Hidrotérmicos são grandes piscinas de vapor ou água quente presas em rochas porosas. Para gerar eletricidade, o vapor ou a água quente é bombeada para a superfície terrestre onde giram uma turbina de uma gerador elétrico.

Um dos benefícios da energia geotérmica é que ela é uma fonte de eletricidade benigna ao ambiente. Atende as mais exigentes leis ambientais, liberando muito pouco, ou nada, de dióxido de carbono. As usinas geotérmicas são muito confiáveis e podem operar 24 horas por dia, a maioria das usinas de energia, só operam 95% do tempo.

4.1.5. Fusão Nuclear

A teoria por trás da fusão nuclear é bastante simples, o difícil mesmo é conseguir gerar e domar tamanhas energias.

Nos reatores de fissão, os átomos de urânio são despedaçados, liberando grandes quantidades de energia - é a temível radioatividade. A fusão de hidrogênio, ou de suas variantes deutério e trítio, produz calor e pouquíssima radioatividade.

A fusão acontece quando dois núcleos de átomos leves se juntam para formar um terceiro mais pesado, mas cuja massa é menor do que a soma dos elementos originais. A diferença corresponde à energia liberada. No Sol, por exemplo, se fundem inimagináveis 564 milhões de toneladas de hidrogênio por segundo, dando origem a 560 milhões de toneladas de hélio, numa temperatura de 20 milhões de graus e sob uma pressão 100 bilhões de vezes maior do que a pressão atmosférica. Nessa colossal fornalha, os 4 milhões de toneladas de hidrogênio que não viraram hélio viraram energia - graças à qual o homem existe e tenta reproduzir o processo.

Para fazer isso, os cientistas pensaram construir uma espécie de forno com as mesmas características das estrelas. Normalmente, os núcleos dos átomos se repelem porque têm carga elétrica do mesmo sinal. Para que a fusão possa ocorrer, é preciso aproximar os núcleos a distâncias tão ínfimas, a tal ponto que as forças de atração superem as de repulsão. Descobriu-se que os candidatos naturais para esse casamento são os isótopos (ou variedades) de hidrogênio, como o deutério (com um próton e um nêutron no núcleo). Usando a força bruta, ou seja, aquecendo as partículas de matéria a milhões de graus e em altas densidades, os pesquisadores fazem com que tais isótopos se transformem numa mistura de elétrons livres e núcleos de átomos. É o plasma, nem líquido, nem sólido, nem gás: o quarto estado da matéria.

Nesse estado meio fantasmagórico, as partículas colidem umas com as outras em velocidades altíssimas até que, em razão dos choques, acabam por unir-se, produzindo núcleos mais pesados, algumas partículas soltas - e, o mais importante, grandes quantidades de energia. Assim, pode resultar da colisão hélio 3 (formado por dois prótons e um nêutron) mais um nêutron excedente; ou trítio (um próton e dois nêutrons), mais um próton excedente. É raro, mas também pode acontecer que a fusão produza hélio 4 (dois prótons e dois nêutrons) e mais energia.

Em 1945, o físico húngaro naturalizado americano Edward Teller sugeriu que se usasse a bomba atômica recém-inventada como espoleta para desencadear a fusão nuclear, pois a força de sua explosão forneceria as temperaturas e pressões necessárias.

A idéia seria posta em prática alguns anos depois. No dia 1 de novembro de 1952, de fato, os americanos detonaram a primeira bomba de hidrogênio, a bomba H, numa ilha do oceano Pacífico. Provou-se assim que a fusão na Terra era possível, mas, para que ela tivesse outra finalidade que não acabar com a vida na Terra, teria de ser controlada.

No entanto, para a construção de qualquer reator que produzisse energia pela fusão de hidrogênio, as condições pareciam proibitivas: seria preciso investir inicialmente uma quantidade de energia seis vezes superior à temperatura do interior do Sol, para compensar a diferença de pressão. Em cada centímetro cúbico desse reator deveriam existir no mínimo 100 trilhões de partículas que, devido ao calor, estariam sob forte pressão. A energia contida nesse gás teria de se manter durante pelo menos um segundo. A única facilidade seria o combustível. Afinal, em cada metro cúbico de água do mar há 33 gramas de deutério, o primo pesado do hidrogênio. Mas qualquer material que entrasse em contato com o plasma, à temperatura de centenas de milhões de graus, acabaria derretido. Por isso se pensou usar como recipiente uma estranha gaiola magnética que impedisse o gás de se aproximar da parede metálica do reator.

4.1.6. Gás Hidrogênio

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

Embora não exista sistemas de distribuição e transporte de hidrogênio, a habilidade de criar o combustível de uma variedade de fontes e suas características limpas fazem do hidrogênio uma fonte desejável de energia alternativa.

A NASA usa o Hidrogênio há anos no seu programa espacial. O Hidrogênio é o combustível principal dos foguetes que levam o ônibus espacial até a órbita. Baterias de hidrogênio, também chamadas de células de combustível alimentam o sistema elétrico da espaçonave. O único produto dessa bateria é água pura, que é aproveitada pela tripulação como bebida.

A maioria das células de combustível usam Hidrogênio, que reagem com o oxigênio, para produzir água e energia. O formato das células as torna extraordinariamente fácil de usar.

Células de combustível a hidrogênio geram eletricidade. São muito eficientes mas caras de se fazer. Algum dia pequenas células alimentaram carros elétricos, enquanto células maiores gerarão eletricidade em locais isolados.

Devido ao custo, usinas elétricas de hidrogênio não são viáveis. Mas o hidrogênio poderá em breve ser adicionado a outros combustíveis para reduzir a poluição de plantas existentes. Será também adicionado a gasolina para aumentar a performance e reduzir a poluição. Adicionando em torno de 5% de Hidrogênio a gasolina, pode-se reduzir a emissão de gases em até 30 a 40%. Um motor que queima só hidrogênio, não produz poluição. Mas a falta de tecnologias baratas atrasarão o dia em que você vai andar num carro desse por uns 20 anos.

Hidrogênio é o melhor combustível para jatos foguetes. Sua energia é alta, portanto precisa-se de menos Hidrogênio, ficando mais leve e podendo levar mais carga útil. Se o Preço do Hidrogênio continuar a cair, logo aviões de carreira estarão usando esse combustível.

4.1.7. Energia das ondas

São surpreendentes as especulações sobre o aproveitamento energético do movimento das ondas: em teoria, se fosse possível equipar os litorais do planeta com conversores energéticos, as centrais elétricas existentes poderiam ser desativadas.

Basta pensar que uma onda de 3 metros de altura contém pelo menos 25 kW de energia por metro de frente. O difícil, talvez impossível, é transformar eficientemente toda essa energia em eletricidade — os dispositivos desenhados até hoje são em geral de baixo rendimento. E não é por falta de idéias — desde 1890, somente na Inglaterra foram concedidas mais de 350 patentes a dispositivos para aquela finalidade.

A maioria usa o mesmo princípio: a onda pressiona um corpo oco, comprimindo o ar ou um líquido que move uma turbina ligada a um gerador. Com esse processo, a central experimental de Kaimei, uma balsa de 80 por 12 metros, equipada com turbinas verticais, funciona desde 1979 em frente da costa japonesa, produzindo 2 MW de potência. Na Noruega, cujo litoral é constantemente fustigado por poderosas ondas, foi construída em 1985 uma minicentral numa ilha perto da cidade de Bergen, na costa Oeste. Ao contrário do sistema japonês, o equipamento não flutua no mar, mas está encravado numa escarpa. Produz 0,5 MW, o suficiente para abastecer uma vila de cinqüenta casas.Abaixo podemos ver três formas de conversores.

A instalação consiste em um cilindro de concreto, disposto verticalmente num nicho aberto com explosivos na rocha. A extremidade inferior, submersa, recebe o impacto das ondas, que comprimem o ar coluna acima no cilindro. O ar, sob pressão, movimenta a turbina, antes de escapar pela extremidade superior.

Uma oura forma consiste numa série de flutuadores, semelhantes ao flap dos aviões, ligados a um eixo paralelo à praia. A parte mais bojuda enfrenta as ondas, cujo movimento

rítmico faz bater os flutuadores, girando o eixo que aciona a turbina como um pedal de bicicleta, que só transmite o movimento numa direção. O rendimento desse sistema promete ser excelente, pois parece capaz de aproveitar 80% da energia das ondas. É esperar para ver.

4.1.8. Energia térmica das marés

Os oceanos cobrem em torne de 70% da superfície da terra. Isso os torna os maiores coletores e armazenadores de energia solar do planeta. Num dia qualquer, 60 Milhões de Km2 de mar tropical absorve radiação solar igual em energia a 250 bilhões de barris de petróleo. Se um décimo dessa energia pudesse ser convertida em energia elétrica, Daria para suprir toda a necessidade energética do mundo atual.

OTEC, sigla inglesa para conversão da energia térmica dos oceanos, é uma tecnologia que converte radiação solar em energia elétrica. Sistemas OTEC usam a diferença térmica natural dos oceanos, ou seja o fato de que camadas diferentes do oceano tem temperaturas diferentes, Para produzir energia elétrica. Desde que a diferença de temperatura entre a superfície morna e o fundo frio seja superior a 20°C, sistemas OTEC podem produzir quantidades significativa de energia. Os oceanos dispõem de vastos recursos renováveis, com a capacidade de produzir aproximadamente 10^{13} watts. A água fria das profundezas dos oceanos utilizada pelo sistema OTEC é também rica em nutrientes, podendo ser usada em culturas marinhas e até terrestres.

A economia de produção de energia hoje vem retardando o financiamento de construção de usinas OTEC, devido ao seu alto custo. De qualquer forma os sistemas OTEC são uma promessa como fonte de energia, principalmente para comunidades insulares que vem ao longo da história importando grandes quantidades de combustível. Usinas OTEC

nessas comunidades, forneceriam muita energia, podendo ser usada para dessalinização e indústria.

Dois sistemas básicos OTEC já se demonstraram úteis na produção de eletricidade: são chamados de sistema ciclo fechado e ciclo aberto.

No sistema OTEC de ciclo fechado um líquido (amônia, por exemplo) de baixo ponto de ebulição e levado a forma de vapor pela água da superfície do mar (evaporador). O vapor expande e com relativa pressão movimenta as pás de uma turbina gerando eletricidade. O vapor é então condensado utilizando a água fria bombeada do fundo do oceano (condensador). O líquido volta para o evaporador e o ciclo se repete.

No sistema OTEC de ciclo aberto, a água da superfície do mar é o fluído. A água e evaporada numa câmara de vácuo devido a alteração de pressão. Esse vapor se expande girando as pás da turbina. O vapor é então condensado utilizando a água fria bombeada do fundo do oceano (condensador).

Num sistema OTEC híbrido, a água da superfície do mar é o fluído. A água e evaporada numa câmara de vácuo devido a alteração de pressão, o que é similar ao processo de ciclo aberto. O vapor é utilizado para evaporar o fluído do ciclo fechado. O fluído vaporizado então movimenta as pás da turbina para produzir eletricidade. A água do mar condensa numa troca de calor e produz água dessalinizada.

Sistemas OTEC tem muitas aplicações e usos. OTEC pode ser usada para gerar eletricidade, água dessalinizada, cultura marinha, refrigeração entre outros. Esses produtos complementares dos sistemas OTEC os torna atrativos para comunidades e indústrias insulares, mesmo se o preço do petróleo continuar baixo.

4.1.9. Energia das Marés

Em qualquer lugar, a superfície do oceano oscila entre pontos altos e baixo, chamados marés. Em certas baías grandes essas marés são amplificadas grandemente. Elas podem também criar ondas que movem a velocidade de até 18m por minuto.

Teoricamente tanto a energia cinética como a energia potencial dessas marés poderiam ser aproveitadas. A atenção recentemente foi focada na energia potencial das marés.

As gigantescas massas de água que cobrem dois terços do planeta constituem o maior coletor de energia solar imaginável. As marés, originadas pela atração lunar, também representam uma tentadora fonte energética. Em conjunto, a temperatura dos oceanos, as ondas e as marés poderiam proporcionar muito mais energia do que a humanidade seria capaz de gastar - hoje ou no futuro, mesmo considerando que o consumo global simplesmente dobra de dez em dez anos.

O problema está em como aproveitar essas inesgotáveis reservas. É um desafio à altura do prêmio, algo comparável ao aproveitamento das fabulosas possibilidades da fusão nuclear. Apesar das experiências que se sucederam desde os anos 60, não se desenvolveu ainda uma tecnologia eficaz para a exploração comercial em grande escala desses tesouros marinhos, como aconteceu com as usinas hidrelétricas, alimentadas pelas águas represadas dos rios, que fornecem atualmente 10% da eletricidade consumida no mundo - no Brasil, 94%.

No Brasil, que não prima por marés de grande desnível, existem três lugares adequados à construção dessas usinas. na foz do rio Mearim, no Maranhão, na foz do Tocantins, no Pará, e na foz da margem esquerda do Amazonas, no Amapá. O impacto ambiental seria mínimo, pois a água represada pela barragem não inundaria terras novas, apenas aquelas que a própria maré já cobre.

4.1.10. Óleo Vegetal

A principal utilização dos óleos vegetais, agora e no futuro será como biodiesel, que é uma alternativa ao diesel derivado do petróleo.

O Biodiesel é um combustível diesel de queima limpa derivado de fontes naturais e renováveis como os vegetais, com isso contribui na redução do óleo de carbono (CO_2). Tal qual o diesel derivado de petróleo, o biodiesel opera em motores de ignição-combustão. Essencialmente não são requeridas modificações nos motores, e o biodiesel mantém as capacidades do diesel. O uso do biodiesel em motores convencionais a diesel resulta na redução substancial de hidrocarbonetos, monóxido de carbono e matéria particulada.

O biodiesel tem propriedades físicas muito semelhantes ao diesel. As emissões, no entanto são menores. Pode ser feito de vegetais ou de gordura animal, biodegradável, requer mínimas modificações de motores, podendo inclusive ser misturado a outros combustíveis.

Os óleos vegetais podem reagir quimicamente com um álcool, para produzir ésteres. Esses ésteres quando usados como combustíveis lavam o nome de Biodiesel. Atualmente, o biodiesel é produzido por um processo chamado transesterificação. O óleo vegetal é filtrado, e então processado com materiais alcalinos para remover gorduras ácidas. É então misturado com álcool e um catalisador. As reações formam então ésters e glicerol, que é separado.

Amendoim, sementes de algodão, sementes de girassol, dendê, mamona e soja são grandes fontes de óleos. Ésteres feitos de qualquer dessas fontes podem ser usados em motores, embora tenham variações nas suas propriedades físicas.

O Biodiesel ainda esbarra em vários obstáculos, como a falta de regulamentação e os preços atuais do diesel derivado do petróleo. Estima-se que no começo do próximo século, teremos condições de gerar biodiesel correspondente a 8% de todo o diesel consumido. Provavelmente ele será usado numa mistura com o diesel convencional que as pesquisas

conseguirem vegetais mas eficientes na produção de óleo e na medida que o preço do diesel vá subindo, que é o esperado.

É mais seguro do que o diesel de petróleo. O ponto de combustão do biodiesel na sua forma pura e de mais de 300 F contra 125 F do diesel comum. Equipamentos a biodiesel são portanto mais seguros.

Sua exaustão é menos ofensiva. O seu uso resulta numa notável redução dos odores, o que é um benefício real em espaços confinados. De fato se assemelha um pouco com o cheiro de batatas fritas. Não foram noticiados casos de irritação nos olhos. Como o biodiesel é oxigenado, ele apresenta uma combustão mais completa. Não requer armazenamento especial. Na sua forma natural pode ser armazenado em qualquer lugar onde o petróleo é armazenado, e pelo fato de ter maior ponto de fusão é ainda mais seguro o transporte deste.

4.1.11. Álcool

É, na química, o nome genérico de substâncias que tem grupos hidroxila (-OH) ligados a um átomo de carbono, mas para nós brasileiros é um velho companheiro e representa para os economistas a não dependência do mercado externo de combustíveis, a base de petróleo. Para os cientistas e ambientalistas é o chamado combustível verde.

O álcool que produzimos é o etanol, vindo principalmente da cana de açúcar, mas outros álcoois, gerados a partir de outras matérias primas, também são alternativas interessantes.

O etanol (álcool etílico) é limpo, sem cor e tem um odor agradável, diluído em água apresenta um sabor doce, mas na forma concentrada é um poderoso combustível. O etanol combustível é composto, aqui no Brasil, de 96% de etanol e 4% de água, e aparece na nossa gasolina, como substituto do chumbo, com 22%.

Em geral, os benefícios do uso do etanol são os seguintes: redução da dependência internacional; diminuição da poluição do ar; combustível renovável.

Para Brasil podemos ainda adicionar: geração de empregos; desenvolvimento do Nordeste - onde estão grande parte da nossa produção de cana; retenção do homem no campo; co-produção de eletricidade a baixo custo; utilização de uma infraestrutura já existente; disponibilidade de dois combustíveis distintos; mercado estratégico frente ao mercado futuro do petróleo; domínio da tecnologia; exportação de álcool, bem como de tecnologia; posição favorável frente a futuros acordo de não agressão ao meio ambiente; menos emissão de poluentes como o chumbo.

O Brasil e o álcool - apesar de todas as vantagens relacionadas acima o romance do Brasil com o álcool não passa por um bom momento.

Foram ao todo 21 anos de subsídios do governo, que geraram desenvolvimento em vários setores da economia, mas o preço baixo do petróleo e a dívida dos produtores acabaram com o Próalcool (Programa Nacional do Álcool). Mas se não é a melhor alternativa hoje, é uma promessa a curto prazo porque o Brasil importa grande parte do seu petróleo, que tende a ser um mercado perigoso daqui a diante.

Uma das grandes vantagens do álcool é seu caráter "verde", medições feitas comprovam que o carro a álcool polui apenas 30% do que polui um carro a gasolina, para a nossa sorte nossa gasolina possui 22% de álcool substituindo, inclusive o chumbo. Essa mistura chamada gasool adicionada aos modernos sistemas de injeção e carburação, garante ao carro movido a gasool o mesmo nível de poluição do carro a álcool.

Diversos países do mundo comprovam que o Brasil estava certo com o Proálcool e que não pode voltar atrás agora que já detem a tecnologia, é o caso dos Estados Unidos que desde 1990 tem leis de redução gradual da emissão de poluentes. As principais fontes de álcoois dos americanos são o milho, a beterraba, a cana, e a madeira, esta matéria prima do Metanol,

outro tipo de álcool. E os estudos e desenvolvimento de motores para os novos tipos de combustíveis que já vinha sendo feitos no Brasil desde a década de 70, agora são preocupação no mundo todo, ou seja o Brasil, ao contrário do que se pensava, não estava no caminho errado.

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e de álcool. Dos 13 milhões de hectares de plantações no mundo, 4,5 milhões estão em território nacional. Representam cerca de 8% da área cultivada do país.

O melhor de tudo é que na cana tudo se aproveita, do vinhoto pode-se fazer fertilizantes e retirar metano, do bagaço pode-se gerar energia através de biodigestores. Assim além das usinas poderem se tornar auto-suficientes, elas podem ainda vender a energia excedente, acredita-se num potencial equivalente a meia Itaipú, ou 5,2 Gigawatts de potência. Com isso, vale a pena continuar apostando no álcool.

4.1.12. Gás Natural

Gás Natural, que é uma mistura de hidrocarbonetos (principalmente metano), é um combustível sem cor e sem cheiro e que se caracteriza por ser mais limpo do que outros combustíveis fósseis. É uma das formas de energia mais populares nos dias de hoje. É usado para aquecer, para esfriar, para produzir eletricidade, e muitos outros usos, principalmente na indústria.

É encontrado na maioria das vezes quando se está perfurando o solo em busca de petróleo. O gás é trazido para a superfície e refinado. Geralmente, é transportado através de gasodutos. Fábricas e geradoras de energia pegam o gás diretamente do gasoduto, reduzindo drasticamente seus custos operacionais. Os consumidores residenciais geralmente recebem o gás de uma distribuidora, que adiciona odor ao produto por medida de segurança.

Nas primeiras procuras por gás e petróleo, as pessoas simplesmente olhavam para o terreno e tinha uma intuição sobre a possibilidade dele conter petróleo. Com o avanço da geologia e das tecnologias, as pessoas passaram a "ver" o subsolo, melhorando as chances e aumentando o cálculo das reservas.

Hoje as pessoas acreditam que o petróleo e seus derivados vieram da decomposição de animais. Processos naturais como a erosão levaram esses restos para debaixo de grandes camadas de terra. O trabalho de encontrar petróleo (ou gás natural), consiste em realizar um estudo geológico do solo, e traçar um mapa do mesmo, essa mapa é obtido por um processo chamado sismologia: Basicamente é provocado um pequeno abalo sísmico, com dinamite por exemplo, e diversos sensores no solo registram a reação.

A parte mais complicada da extração é a perfuração das rochas até chegar no petróleo, é feito com grande maquinas que se assemelha a furadeiras mas que envolve muito mais energia e tecnologia.

As plataformas permanentes são os marcos de uma economia centrada no petróleo. É a forma de extração mais cara existente, por isso o investimento só é justificado, por uma produção alta e duradoura e pela possibilidade de múltiplas minas. Estão entre as maiores estruturas já construídas pelos seres humanos. Podem ser construídas sobre 150 m de água. Feitas para durar, podem suportar ondas de até 18 m de altura e ventos de até 165 Km/h. Chegam atingir até 130 m em sua base e pesar até 550.000 toneladas. O preço geralmente passa de US$ 1 bilhão são sustentadas por concreto, aço e pernas tensoras, que admitem certo grau de movimento.

A produção é uma parte complicada, porque nem sempre se bombeia gás puro, ele pode estar misturado com o óleo. Os principais componentes são: Metano, Etano, Propano, Butano, Iso-Butano e gasolina natural, que é uma mistura de pentanos com hidrocarbonetos pesados.

O processamento final das refinarias de gás envolve 2 operações básicas: extração do gás natural do gás extraído e fracionamento do gás em componentes separados.

Esses componentes são obtidos tanto na forma líquida quanto na forma gasosa.

Após o processamento do gás, ele é transportado através de dutos até o centro consumidor, onde passa por grande consumidores e chega na distribuidora. Os dutos são confiáveis e eficientes. Apenas 3% dos gás transportado é perdido no processo. Considerando a eficiência do transporte, o gás é de longe o mas eficiente. O transporte da energia elétrica por exemplo chega a perder 30% do total, produção e transporte chegam a perder 70%, enquanto o gás entrega em sua casa o gás com até 90% de eficiência.

A vezes, o transporte é tão seguro que ao empresas responsáveis pelos dutos, empregam robôs na sua manutenção, eles viajam por dentro do tubo, verificando sua integridade.Desta forma o transporte de gás está entre os meios mais seguros de distribuição de energia.

O gás transportado precisa ser armazenado em algum lugar, esperando para ser consumido, é prática comum armazenar o gás no subterrâneo, sendo mais usados reservatórios vazios, aqüíferos e até cavernas, todos especialmente preparados, não tão comum mas também usado é a armazenagem do gás na forma líquida, para isso são construídos grandes tonéis.

Embora no Brasil não seja muito comum, a distribuição do gás por tubos até o usuário final é muito comum mundo afora, embora seja considerado perigoso, é muito mais barato do que a distribuição em botijões como acontece muito por aqui. As grandes indústrias geralmente são alimentadas por linhas de gás.

Nas casas é muito usado para aquecimento, seja no chuveiro, na cozinha e até para o aquecimento do ambiente, o gás é uma ótima escolha por degradar menos o ambiente e ser

mais barato do que energia elétrica e óleo. Nas indústrias e escritórios o gás é usado para reduzir a conta de energia elétrica.

Produtores de energia no EUA, pressionados pela lei estão usando o gás no lugar de carvão para gerar eletricidade. Nas indústrias o gás natural é usado na manufatura de papel, metais, insumos químicos, vidro e até certos tipos de comida. É usado também no processamento do lixo. As leis de proteção ao meio ambiente, vão tornar o gás natural, a escolha energética mais popular.

Pelo fato do gás natural ser o combustível fóssil mais limpo ele pode ajudar a melhorar a qualidade do ar e da água, especialmente quando for usado no lugar de combustíveis mais poluentes. A combustão do gás natural não emite dióxido de enxofre (SO_2) ou matéria particulada, tem menos emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos reativos, óxido de nitrogênio (NO) e dióxido de carbono (CO_2) do que outros combustíveis fósseis.

5. CONCLUSÃO

Os rumos da política energética brasileira são decisivos no cenário econômico internacional e no equilíbrio ambiental do planeta. Se pensarmos nas potenciais matrizes energéticas substitutas ao petróleo no século XXI, o Brasil possui reservas de praticamente todas elas.

Mas, não devemos nos esquecer que a energia mais barata, limpa e eficiente é a energia não gasta. E o apagão foi um bom exemplo de energia não gasta, além de ter tido uma importância educativa. Todos começaram a trocar as lâmpadas tradicionais pelas "inteligentes", que gastavam quatro vezes menos energia. Isso era novidade, quando, na verdade, elas já eram fabricadas, desde 1979, e o mais interessante é que poucos sabiam disto.

Portanto, posturas devem ser repensadas não apenas em defesa do consumo sustentável. A educação e a formação do consumidor não devem ser consideradas apenas no seu direito individual. A discussão da mudança de hábitos; de compra e da defesa de consumir mais responsavelmente, passam pela construção da cidadania.

6. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. **Agenda 21**. Brasília: MMA, 2002.

BRASIL. **Convenção do Clima e Mudanças Globais.** Coordenação de Pesquisa em Mudanças Climáticas. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1999.

BRASIL. **Gestão dos Recursos Naturais.** Brasília: IBAMA, 2000.

ECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO. Rio de Janeiro: Editora: ETM, ano 12, n. 107.

EM ECOLOGIA. Belo Horizonte: Ed: Estado de Minas, n. 16, nov. 2002.

GALILEU. Rio de Janeiro: Editora Globo, ano 10, n. 120, jul. 2001.

_____. Rio de Janeiro: Editora Globo, ano 11, n. 127, fev. 2002.

_____. Rio de Janeiro: Editora Globo, ano 13, n. 140, mar. 2003.

JB ECOLÓGICO. Rio de Janeiro: Ed. JB, ano 3, n.27, 08 abr. 2004.

<http:// www.sciam.com.br. Acesso em: 15 de outubro de 2004.

<http:// www.cienciahoje.com.br. Acesso em: 15 de novembro de 2004.

<http:// www.mme.gov.br. Acesso em: 15 de novembro de 2004.

<http:// www.eletrobras.gov.br. Acesso em: 20 de novembro de 2004.

<http:// www.cemig.com.gov.br. Acesso em: 20 de novembro de 2004.