

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE**

FLÁVIA MILLA DE MATTOS AMBRÓSIO

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Juiz de Fora

2010

M-007
2010
M-00106

FLÁVIA MILLA DE MATTOS AMBRÓSIO

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Monografia de conclusão de curso apresentada ao
Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente
da Universidade Presidente Antônio Carlos como
requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo
em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Sérgio Augusto Jorge Guedes.



Juiz de Fora

2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Lucilene e José Carlos que além de custearem meus estudos, me incentivaram e aturaram meu mau humor constante.

A meus irmãos Vítor, Flávio e João que me incentivaram de várias formas.

À Fernanda pela força e incentivo.

Ao professor e orientador Sérgio Augusto Jorge Guedes, por doar parte de seu tempo a esse trabalho.

Agradeço especialmente ao professor Marco Aurélio Miguel Silva, pela paciência e vontade de passar seus conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Lucilene e José Carlos que além de custearem meus estudos, me incentivaram e aturaram meu mau humor constante.

A meus irmãos Vítor, Flávio e João que me incentivaram de várias formas.

À Fernanda pela força e incentivo.

Ao professor e orientador Sérgio Augusto Jorge Guedes, por doar parte de seu tempo a esse trabalho.

Agradeço especialmente ao professor Marco Aurélio Miguel Silva, pela paciência e vontade de passar seus conhecimentos.

Pensar é mais interessante que saber, mas é menos interessante que olhar.
Goethe.

RESUMO

A busca por fontes alternativas e renováveis de energia tornou-se uma constante no mundo moderno, devido à escassez e aos impactos ambientais gerados por fontes não renováveis. Somados aos problemas ambientais, podemos citar também os problemas de saúde que afetam os seres humanos e os animais. O presente trabalho tem por objetivo demonstrar a importância da necessidade de se procurar substituir as tradicionais fontes de energia por fontes alternativas.

Palavras-chave: meio ambiente; fontes alternativas; impactos.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO -----	6
1	FONTES CONVENCIONAIS (OU NÃO RENOVÁVEIS) E SEUS EFEITOS --	7
1.2	POR QUE USAR FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA -----	11
2	FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA -----	12
2.1	BIODIESEL (ÉSTERES MONO ALQUILA) -----	12
2.2	BIOMASSA -----	13
2.3	CÉLULAS À COMBUSTÍVEL -----	17
2.4	ENERGIA EÓLICA -----	23
2.5	ENERGIA GEOTÉRMICA -----	25
2.6	ENERGIA NUCLEAR -----	28
2.7	ENERGIA SOLAR -----	31
	CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	36

INTRODUÇÃO

O uso racional de energia é um fator básico para o desenvolvimento das nações.

A busca dos países em desenvolvimento por um padrão civilizatório igualável ao de países desenvolvidos é cada vez mais crescente.

O problema enfrentado pela humanidade hoje é como aumentar a disponibilidade de energia sem por em risco ainda maior o meio ambiente. Para isso precisamos de avanços tecnológicos e um maior senso de cidadania, para que possamos melhorar a eficiência nos processos de geração de energia e utilizá-la de forma racional, evitando desperdícios.

A demanda de energia no Brasil apresenta-se de forma totalmente irregular, originando períodos críticos de consumo, exigindo geração máxima, e em outros de baixa demanda, a geração torna-se ociosa.

A crescente escassez de combustíveis fósseis exigirá no futuro, um substituto à altura de seu rendimento.

1 FONTES CONVENCIONAIS (OU NÃO RENOVÁVEIS) E SEUS EFEITOS.

Existem fontes de energia que vêm sendo utilizadas pelo homem há muito tempo e, por isso são ditas convencionais. São caracterizadas pelo baixo custo, grande impacto ambiental e tecnologia difundida.

As fontes de energia convencionais ou não renováveis são aquelas que se encontram na natureza em quantidades limitadas e se extinguem com a sua utilização. Uma vez esgotadas, as reservas não podem ser regeneradas. São também chamadas de energias sujas já que causam, diretamente, importantes danos para o meio ambiente e para a sociedade: destruição de ecossistemas, danos em aquíferos, doenças, redução da produtividade agrícola, corrosão de edificações, monumentos e infra-estruturas, sem esquecer os efeitos indiretos como os acidentes em sondagens e produção petrolíferas e em minas de carvão ou a contaminação ambiental por derramamentos químicos ou de combustível.

Atualmente um dos problemas ambientais mais graves, resultante de um sistema energético que privilegia o uso de fontes de energia convencional é o denominado efeito estufa, pois as instalações que utilizam combustíveis fósseis não produzem apenas energia, mas também grandes quantidades de vapor de água e de dióxido de carbono (CO_2), gás que é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa do planeta. São ainda emitidos para a atmosfera outros gases nocivos como os óxidos de nitrogênio (NO_x), de enxofre (SO_2) e os hidrocarbonetos (C_xH_y). Estes gases, por sua vez, provocam uma série de modificações ambientais graves e cuja concentração na atmosfera contribuem com a poluição das cidades, a formação de chuvas ácidas, de névoa (smog fotoquímico) e concentrações elevadas de ozônio.

Hidrelétricas: a energia de quedas de água é utilizada há muito tempo. Inicialmente usada para movimentar uma roda d'água que podia movimentar eixos e outras rodas, ou por meio de polias e cintas, colocar máquinas em funcionamento. Mais tarde, passou a servir para acionar geradores elétricos, e atualmente é nossa principal fonte de energia (energia hidrelétrica).

As hidrelétricas estão associadas a barragens de grande, média ou pequena capacidade, que formam:

Reservatórios pelo represamento das águas dos rios. Tais reservatórios também são conhecidos por lagos ou represas. O vertedouro é a parte mais visível da hidrelétrica e não participa da geração de energia, serve para controlar o nível da represa, quando chove demais e a água transborda por ele. O conduto da entrada, é o aqueduto, geralmente subterrâneo, por onde a água do reservatório é captada e levada em direção as turbinas. A água atinge as turbinas com grande pressão e gira suas pás montadas em torno de um eixo. A movimentação do eixo, por sua vez, aciona o gerador. Este último, é formado pelo estator (parte fixa) e pelo rotor (parte rotativa), que, com o movimento das turbinas, transformam a energia mecânica em elétrica. O transformador fica localizado acima do gerador e recebe a corrente elétrica aumentando sua tensão para que a energia possa ser enviada a grandes distâncias, "viajando" pelos fios de alta tensão. Por último, temos o canal de fuga, por onde, depois de movimentar a turbina, a água volta para o leito do rio.

Esta energia também tem sido aproveitada através da aplicação do que se designa pequena central hidrelétrica, PCH, que consistem na construção de pequenos reservatórios, que desviam uma parte do caudal do rio, para lhe devolver num local desnivelado (onde são instaladas as turbinas), produzindo assim eletricidade, que é depois distribuída pela rede elétrica.

Os inconvenientes causados pelas hidrelétricas são o desmatamento para sua construção, o alagamento de uma grande área, e o desvio do leito do rio.

Há impactos geográficos e biológicos na construção de uma barragem, pois este elemento estrutural altera a fauna e flora do local, a paisagem e a sedimentação do rio.

Carvão: inicialmente, o carvão era utilizado em todos os processos industriais, as primeiras máquinas a vapor utilizavam madeira como combustível, que logo foi substituída pelo carvão, com maior poder calorífico. Foi, inclusive, o primeiro combustível fóssil a ser utilizado para a produção de energia elétrica nas centrais térmicas. Em 1950, o carvão cobria 60% das necessidades energéticas mundiais, mas atualmente esta porcentagem sofreu uma redução significativa. Nos dias

de hoje, devido ao petróleo e seus derivados, deixou de ser utilizado na indústria, com exceção da metalúrgica.

O carvão é uma rocha orgânica com propriedades combustíveis, em sua maior parte constituída por carbono. A exploração de jazidas de carvão é feita em mais de 50 países, o que demonstra a sua abundância. Esta situação contribui, em grande parte, para que este combustível seja também o mais barato.

Estima-se que, com o atual ritmo de consumo, as reservas disponíveis durem os próximos 120 anos.

O principal problema da utilização do carvão são com os poluentes resultantes da sua combustão que conduz à formação de cinzas, dióxido de carbono, dióxidos de enxofre e óxidos de azoto, em maiores quantidades do que os produzidos na combustão dos outros combustíveis fósseis.

Petróleo: o petróleo é um óleo mineral, de cor escura e cheiro forte, constituído basicamente por hidrocarbonetos. A refinação do petróleo bruto consiste na sua separação em diversos componentes e permite obter os mais variados combustíveis e matérias-primas.

O primeiro poço de petróleo só foi perfurado em 1859, na Pensilvânia, e noventa anos mais tarde a primeira plataforma de exploração marítima entrou em operação no Golfo do México. Atualmente grande parte da produção mundial de petróleo é obtida em jazidas que estão sob águas oceânicas. Em 1996 existiam cerca de 6.500(seis mil e quinhentas) plataformas de exploração marítima em operação nas águas oceânicas, sendo 4.000(quatro mil) apenas no Golfo do México. O Brasil extrai cerca de $\frac{3}{4}$ (três quartos) de sua produção nacional, de 7(sete) bacias submarinas, pela operação de 91(noventa e uma) plataformas.

Existem vários tipos de plataformas em uso no mundo, de concreto ou de aço, flutuantes ou fixas, que podem operar a diferentes profundidades. O sistema empregado para a extração do petróleo é basicamente o mesmo em qualquer tipo de plataforma. Uma única plataforma petrolífera pode ter mais de 40(quarenta) poços.

As primeiras frações da refinação (isto é, os primeiros produtos obtidos) são os gases butano e o propano, que são separados e comercializados individualmente. No entanto, podem também ser misturados com o etano constituindo, assim, os gases liquefeitos de petróleo(GLP).

Um dos principais objetivos das refinarias é obter a maior quantidade possível de gasolina, pois é a fração mais utilizada do petróleo e, também, a mais rentável, já que os transportes, a nível mundial, dependem da gasolina e do *jet fuel* (usado pelos aviões). Por esta razão, as refinarias vêm desenvolvendo, cada vez mais, os processos de transformação das frações mais pesadas do petróleo bruto em gasolina.

Estima-se que, com o atual ritmo de consumo, as reservas planetárias de petróleo se esgotem nos próximos 30 ou 40 anos.

É um produto muito nocivo para o ambiente em todas suas fases:

durante a extração, devido ao perigo de possibilidade de derramamento no local;

durante o transporte, pois há o perigo de ocorrerem acidentes;

durante a refinação, em que há o perigo de contaminação através dos resíduos;

durante a combustão, devido à emissão de gases tóxicos na atmosfera.

Gás natural: é um combustível fóssil com origem muito semelhante à do petróleo bruto, ou seja, formou-se durante milhões de anos a partir dos sedimentos de animais e plantas, como o petróleo, encontra-se em jazidas subterrâneas de onde é extraído. A principal diferença é a possibilidade de ser usado tal como é extraído na origem, sem necessidade de refinação.

Junto às zonas de consumo, urbano e/ou industrial, o gás natural passa dos gasodutos para as redes de distribuição, através das quais chega aos consumidores.

Constituído por pequenas moléculas apenas com carbono e hidrogênio, o gás natural apresenta uma combustão mais limpa do que qualquer derivado do petróleo, e no que diz respeito à emissão de gases com efeito estufa (dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de azoto), a combustão do gás natural apenas origina dióxido de carbono e uma quantidade de óxidos de azoto muito inferior à que resulta da combustão da gasolina ou do *jet fuel* (usado pelos aviões).

1.2 PORQUE USAR FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ?

É necessário viabilizar novas fontes energéticas, já que o consumo de energia no mundo aumenta de forma alarmante. Além disso não é mais possível suportar a degradação ambiental produzida por algumas das fontes convencionais.

Estas fontes de energia têm reservas finitas, uma vez que é necessário muito tempo para repô-las, e a sua distribuição geográfica não é homogênea, ao contrário das fontes de energia renováveis, originadas graças ao fluxo contínuo de energia proveniente da natureza.

As principais vantagens resultantes da utilização de fontes alternativas consistem no fato de não serem poluentes e poderem ser exploradas no local de consumo. A exploração local das energias renováveis contribui para reduzir a necessidade de importação de energia, ou seja, atenua a dependência energética relativamente aos países produtores de petróleo e gás natural.

A utilização da maior parte das energias renováveis não conduz à emissão de gases com efeito estufa.

Outro aspecto interessante nas fontes alternativas de energia é que, além da venda de eletricidade aos consumidores, os investidores também contam com a possibilidade de receita adicional com a venda de créditos de carbono, pois essas usinas produzem energia limpa e com isso, contribuem para evitar a emissão de gases causadores do efeito estufa.

2 FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

2.1 Biodiesel (ésteres mono alquila)

É um combustível biodegradável, de queima limpa, derivado de fontes naturais e renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais, existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras. É uma alternativa renovável, que resolve dois problemas ambientais ao mesmo tempo: aproveita um resíduo, aliviando os aterros sanitários, e reduz a poluição atmosférica.

O biodiesel reduz 78% das emissões poluentes como o dióxido de carbono que é o gás responsável pelo efeito estufa que está alterando o clima em escala mundial, e 98% de enxofre na atmosfera.

Isso se revela em inúmeros estudos apresentados onde as previsões para o mundo em relação ao aquecimento global são alarmantes. Na tentativa de inverter essa situação muitos países estão realizando pesquisas para desenvolver novas fontes de energia, entre essas pesquisas se destaca o biodiesel que é bastante prático para ser produzido, no entanto surge um novo fator que pode frear um pouco esse crescimento, é o desmatamento provocado para a plantação dos vegetais capazes de gerá-lo. Do que adiantaria ter um combustível renovável que tem baixo índice de poluição, se as florestas somem prejudicando ainda mais o ecossistema mundial. Diante disso, estão sendo realizadas novas pesquisas acerca do biodiesel, para que este venha causar o mínimo de impacto possível ao meio ambiente. As expectativas para os próximos anos são animadoras no âmbito econômico e social. O Brasil é um dos países mais capacitado a desenvolver esse tipo de combustível. Ele é o favorito a liderar a produção mundial desse combustível limpo.

Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. A mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100.

Segundo a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

Desvantagens do Biodiesel:

Os grandes volumes de glicerina previstos como subprodutos e equivalentes entre 5 e 10% do produto bruto e que não servem nem para piso asfáltico, não poderão ter colocação mesmo se negociados a preços irrisórios e desse modo, todo o programa de despoluição dos rios e lagos brasileiros incluindo a fauna, serão afetados.

No Brasil e na Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais, importantes bolsões de biodiversidade. Embora, aqui no Brasil, essas lavouras não tenham o objetivo de serem usadas para biodiesel, essa preocupação deve ser considerada.

A produção intensiva da matéria prima de origem vegetal leva a um esgotamento das capacidades do solo que provoca estragos a médio prazo, para além da destruição da fauna e flora natural, aumentando o risco de erradicação de espécies e aparecimento de novos parasitas e o retorno da malária.

2.2 Biomassa

São fontes orgânicas usadas para produzir energias usando o processo de fotossíntese, no qual as plantas capturam energia do sol e transformam em energia química. Esta energia pode ser convertida em eletricidade, combustível ou calor.

Os recursos renováveis representam cerca de 20% do suprimento total de energia no mundo, sendo 14% proveniente de biomassa.

Os combustíveis mais comuns da biomassa são os resíduos agrícolas, madeira e plantas como a cana-de-açúcar, que são colhidos com o objetivo de produzir energia. O lixo municipal pode ser convertido em combustível para o transporte, indústrias e mesmo residências.

A produção de energia elétrica a partir da biomassa é muito defendida como uma alternativa importante tanto para países em desenvolvimento como outros. Programas nacionais começaram a ser desenvolvidos visando o incremento da eficiência de sistemas para a combustão, gaseificação e pirólise da biomassa.

A energia química da biomassa pode ser convertida em calor e daí em outras formas de energia:

Direta - através da combustão na fase sólida, sempre foi a mais utilizada.

Indireta - quando através da pirólise, são produzidos gases e/ou líquidos combustíveis.

O processo de produção de um gás combustível a partir da biomassa é composta por três etapas:

Secagem - a secagem ou retirada da umidade pode ser feita quando a madeira é introduzida no gaseificador, aproveitando-se a temperatura ali existente, contudo a operação com madeira seca é mais eficiente;

Pirólise ou carbonização - durante a etapa de pirólise formam-se gases, vapor d'água, vapor de alcatrão e carvão;

Gaseificação - é liberada a energia necessária ao processo, pela combustão parcial dos produtos da pirólise.

Assim, o processo de gaseificação da biomassa, como da madeira, consiste na sua transformação em um gás combustível, contendo proporções variáveis de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrogênio, metano, vapor d'água e alcatrões. Esta composição do gás combustível depende de diversos fatores, tais como, tipo de

gaseificador, introdução ou não de vapor d'água, e principalmente do conteúdo de umidade da madeira a ser gaseificada.

Vantagens da gaseificação da biomassa:

As cinzas e o carbono residual permanecem no gaseificador, diminuindo assim a emissão de particulados.

O combustível resultante é mais limpo e, na maioria dos casos não há necessidade de controle de poluição.

Associada a catalizadores, como alumínio e zinco, a gaseificação aumenta a produção de hidrogênio e de monóxido de carbono e diminui a produção de dióxido de carbono.

No Brasil cerca de 30% das necessidades energéticas são supridas pela biomassa, como lenha para queima direta nas padarias e cerâmicas, carvão vegetal para produção de ferro gusa em fornos siderúrgicos e combustível alternativo nas fábricas de cimento do norte e do nordeste. No sul do país queima-se carvão mineral, álcool etílico ou álcool metílico para fins carburantes e para indústria química. O bagaço de cana e outros resíduos combustíveis são utilizados para geração de vapor que gera eletricidade, como nas usinas de açúcar e álcool, que não necessitam de outro combustível, pelo contrário ainda sobra bagaço para indústria de celulose.

Os sistemas de cogeração, que permitem produzir simultaneamente energia elétrica e calor útil, configuram a tecnologia mais racional para a utilização de combustíveis. É o caso das indústrias sucro-alcooleira e de papel e celulose, que além de demandar potência elétrica e térmica, dispõem de combustíveis residuais que se integram de modo favorável ao processo de cogeração. A cogeração é usada em grande escala no mundo, inclusive com incentivos de governos e distribuidoras de energia.

Usinas de açúcar e álcool:

A produção elétrica nas usinas de açúcar e álcool, em sistemas de cogeração que usam o bagaço de cana como combustível, é uma prática tradicional deste segmento, em todo o

mundo. O que diferencia seu uso é a eficiência com que o potencial do bagaço é aproveitado.

No Brasil, maior produtor mundial de cana-de-açúcar, a cogeração nas usinas de açúcar e álcool também é uma prática tradicional, produzindo-se entre 20 a 30 kWh por tonelada de cana moída, como energia elétrica e mecânica. Esta última usada no acionamento direto das moendas.

A forma mais eficiente e limpa de gerar energia elétrica com bagaço é através de tecnologias modernas, como a Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC). O processo gaseifica o bagaço e o gás produzido alimenta a câmara de combustão de uma turbina a gás. Esta tecnologia possibilita o aproveitamento integral da cana-de-açúcar.

Indústrias de papel e celulose

Do mesmo modo que na indústria sucro-alcooleira, a produção de papel e celulose apresenta interessantes perspectivas para a produção combinada de energia elétrica e calor útil, tendo em vista suas relações de demanda de eletricidade e vapor de baixa ou média pressão e a disponibilidade de combustíveis residuais de processo, como o licor negro e as cascas e resíduos de biomassa.

A tecnologia de produção de celulose mais difundida no Brasil é o processo Kraft, que emprega uma solução de hidróxido de sódio ou sulfito de sódio, o licor branco, para separar a celulose da matéria prima lenhosa, na etapa denominada digestão.

Outras indústrias

Ainda podem ser citadas as agroindústrias que empregam este combustível em sistemas de cogeração, como é o caso de diversas unidades de processamento de suco de laranja no Estado de São Paulo, que adotam tecnologias bastante similares às usinas de açúcar e álcool, utilizando turbinas à vapor de contrapressão com tipicamente 21 bar e 280 °C como condições para o vapor vivo.

Pode-se ainda citar neste contexto o aproveitamento de resíduos sólidos urbanos gerados à taxa média diária de 1 kg per capita – cada vez mais problemáticos quanto à sua disposição final. Estes resíduos contém: material reciclável (vidro, metais, papel limpo, alguns plásticos, etc.); compostos biodegradáveis passíveis de serem convertidos

em adubo orgânico; outros materiais, em sua maior parte celulósicos, de difícil reciclagem e de razoável poder calorífico.

Biogás: para gerar o biogás, os resíduos da biomassa devem passar por um processo de digestão anaeróbica, isto é, uma degradação por microorganismos, em atmosfera rarefeita de oxigênio, feita em aparelhos chamados biodigestores.

O biogás pode ser utilizado como substituto do gás de cozinha, o GLP originado do petróleo, em fornos industriais, em iluminação, e atualmente está sendo incentivado o seu uso em usinas termelétricas, para substituir os combustíveis fósseis.

Desvantagens da biomassa:

Há a possibilidade de explosões no biodigestor, a contaminação do solo e de lençóis de água nos locais de instalação do biodigestor, em virtude do descarte da água residual, vazamentos dos gases tóxicos, como o gás sulfídrico.

Mas o maior problema é na queima do biogás, quando ocorre a liberação dos gases que causam efeito estufa.

2.3 Células à Combustível

Uma célula de combustível é uma célula eletroquímica que converte continuamente a energia química de um combustível e de um oxidante em energia elétrica, através de um processo que envolve essencialmente um sistema eletrodo/eletrólito.

Todas as células de combustível são constituídas por dois eletrodos, um positivo e outro negativo, designados por cátodo e ânodo, respectivamente. Igualmente, todas as células têm um eletrólito, que tem a função de transportar os íons produzidos no ânodo, ou no cátodo, para o eletrodo contrário, e um catalisador, que acelera as reações eletroquímicas nos eletrodos.

A seleção do eletrólito é de extrema importância, visto que este deve permitir somente a transferência de íons do ânodo para o cátodo, ou vice-versa. Se os elétrons ou outras substâncias transferirem-se através do eletrólito do ânodo para o cátodo, ou vice-versa, a performance global da célula de combustível fica seriamente afetada. Para se obter o

funcionamento mais eficiente possível de uma célula de combustível, os eletrodos devem ter elevadas áreas de contato e o eletrólito deve ter uma espessura reduzida.

Na prática, cada uma das células de combustível pode produzir uma diferença de potencial inferior ou igual a 1 V. Isto significa que para se obterem níveis úteis de potência elétrica têm de se associar diversas células de combustível em série (pilha). Deste modo, um sistema de células de combustível apresenta a vantagem de ser modular e, por isso, tem a possibilidade de ser construído para uma ampla gama de potências elétricas. As células de combustível são interligadas entre si por pratos bipolares, que devem ser bons condutores de eletricidade, e ter canais ao longo da sua superfície, de maneira a possibilitar o escoamento do combustível no ânodo e do ar ou oxigênio no cátodo. Ao mesmo tempo, estes devem permitir um bom contato elétrico com os eletrodos e ser o menos espesso possível.

Os sistemas de células de combustível apresentam também a vantagem de emitirem baixos níveis de ruído. Esta qualidade possibilita a sua colocação junto dos pontos de consumo de energia elétrica. Estes sistemas apresentam igualmente eficiências superiores comparativamente com outros sistemas convencionais. A eficiência pode ainda ser aumentada com a utilização de um sistema de aproveitamento do calor libertado pela água residual produzida. Desta forma, pode utilizar-se um sistema combinado de produção de calor e de potência elétrica.

Uma célula de combustível pode converter mais de 90% da energia contida num combustível em energia elétrica e calor.

Há diferentes tipos de células:

Células de combustível com membrana de permuta protônica (CCMPP)

Apresenta a vantagem da sua simplicidade de funcionamento. O eletrólito é uma membrana de permuta iônica (polímero ácido sulfônico fluorizado ou outro polímero similar) que é boa condutora de prótons do ânodo para o cátodo. Por sua vez, o combustível utilizado é o hidrogênio com elevado grau de pureza.

O único líquido na célula é a água e, devido a esse fato, os problemas de corrosão são mínimos. A presença da água líquida na célula é de extrema importância porque a membrana de permuta protônica deve ser mantida hidratada durante o funcionamento da célula de combustível.

Células de combustível alcalinas (CCA)

Nesse tipo o eletrólito utilizado é uma solução concentrada de KOH (85 %peso) para temperaturas elevadas (~ 250 °C) e menos concentrada (35 – 50 %peso) para temperaturas inferiores (< 120 °C). As pilhas CCA utilizadas no programa Apollo da NASA utilizavam uma solução de KOH com 85 %peso e funcionavam à temperatura de 250 °C.

O problema das velocidades de reação baixas (baixas temperaturas) é superado com a utilização de eletrodos porosos, com platina impregnada, e com a utilização de pressões elevadas. Neste tipo de células de combustível, a redução do oxigênio no cátodo é mais rápida em eletrólitos alcalinos, comparativamente com os ácidos e, devido a isso, existe a possibilidade da utilização de metais não nobres neste tipo de células. As desvantagens desta tecnologia são o fato dos eletrólitos alcalinos (p. ex. NaOH e KOH) dissolverem o CO₂ e a circulação do eletrólito na célula, tornando o funcionamento desta mais complexo. No entanto o eletrólito apresenta custos reduzidos.

Células de combustível ácido fosfóricas (CCAF)

Estas foram as primeiras a ser produzidas comercialmente e apresentam uma ampla aplicação a nível mundial.

Neste tipo de células, o eletrólito utilizado é o ácido fosfórico a ~100%, funcionando a temperaturas entre 160 °C e 220 °C. Para temperaturas baixas, o ácido fosfórico é um mau condutor iônico e o envenenamento da platina pelo CO no ânodo torna-se mais severo. A estabilidade relativa do ácido fosfórico é elevada em comparação com outros ácidos comuns e, conseqüentemente, as CCAF podem produzir energia elétrica a temperaturas elevadas (220 °C). A utilização de um ácido concentrado (~100 %) minimiza a pressão de vapor da água, facilitando a gestão da água na célula. O suporte

utilizado universalmente para o ácido é o carboneto de silicone e o eletrocatalisador utilizado no ânodo e no cátodo é a platina.

Células de combustível de carbonato fundido (CCCF)

Utiliza como eletrólito uma combinação de carbonatos alcalinos (Na, K, Li), que são estabilizados num suporte de LiAlO_2 .

Este tipo de células funciona na gama de temperaturas entre 600 °C e 700 °C, para as quais os carbonatos alcalinos formam um sal altamente condutor de íons (íon carbonato). Para temperaturas elevadas pode-se utilizar o níquel como catalisador no ânodo e óxido de níquel no cátodo, não sendo necessária a utilização de metais nobres. Devido às temperaturas elevadas de operação, neste tipo de sistema pode-se utilizar diretamente gás natural, não havendo a necessidade da utilização de "reformadores" externos. No entanto, esta simplicidade é contraposta pela natureza do eletrólito, uma mistura quente e corrosiva de lítio, potássio e carbonatos de sódio.

Células de combustível de óxido sólido (CCOS)

Funcionam na gama de temperaturas entre os 600 °C e os 1000 °C, possibilitando assim velocidades de reação elevadas sem a utilização de catalisadores nobres. O eletrólito utilizado neste tipo de célula é um metal óxido, sólido e não poroso, usualmente Y_2O_3 -estabilizado em ZrO_2 . Na gama de temperaturas elevadas de funcionamento, os íons de oxigênio são transportados do ânodo para o cátodo.

O metano pode ser utilizado diretamente, não sendo necessária a utilização de uma unidade de reformação externa. No entanto, os materiais cerâmicos que constituem estas células acarretam dificuldades adicionais na sua utilização, envolvendo custos de fabrico elevados e sendo necessários muitos equipamentos extras para que a célula produza energia elétrica. Apesar de funcionar a temperaturas superiores a 1000 °C, o eletrólito da CCOS mantém-se permanentemente no estado sólido.

Uma das características das células de combustível é o fato do tamanho exercer praticamente nenhuma influência sobre a eficiência. Isto significa que podem ser

desenvolvidas centrais de produção elétrica pequenas, com elevadas eficiências, evitando os custos excessivos envolvidos no desenvolvimento das centrais elétricas convencionais.

As aplicações mais importantes para as células de combustível são as centrais de produção de eletricidade estacionária e de distribuição, veículos elétricos motorizados e equipamentos elétricos portáteis.

Centrais elétricas estacionárias

Inicialmente, as centrais elétricas com células de combustível foram desenvolvidas para produzirem potências na gama dos kW até aos MW. Assim que estas unidades sejam comercializadas e a diminuição dos preços seja alcançada, as células de combustível podem passar a ser utilizadas em centrais estacionárias de produção de eletricidade devido à sua elevada eficiência.

Centrais elétricas de distribuição

As centrais elétricas de distribuição com células de combustível são sistemas pequenos e modulares que apresentam a possibilidade de serem implementadas nas proximidades do ponto de utilização. O sistema típico produz uma potência elétrica inferior a 30 MW, envolvendo emissões de poluentes consideradas desprezáveis, comparativamente com os sistemas tradicionais de combustão.

Sendo uma tecnologia recente, nos momentos iniciais de desenvolvimento esta envolvia custos elevados. No entanto, na atualidade os custos envolvidos são cada vez menores devido ao crescente aumento da capacidade de produção.

Veículos elétricos motorizados

Nos últimos anos da década de 1980 passou a existir um interesse crescente no desenvolvimento de células de combustível para utilização em veículos motorizados ligeiros e pesados. O principal interesse deste desenvolvimento é a necessidade de meios de transporte menos poluentes e eficientes. Um veículo motorizado que utilize o hidrogênio como combustível não emite qualquer poluente para a atmosfera. Como

outros combustíveis, o sistema de células de combustível utiliza um processador para converter esses mesmos combustíveis em hidrogênio, possibilitando um poder de tração elétrico eficiente e com uma emissão praticamente desprezível de gases associados às chuvas ácidas e efeito de estufa.

Além disso, os veículos que utilizam células de combustível apresentam as vantagens de disponibilizarem eletricidade extra para componentes do automóvel e de envolverem baixos custos de manutenção devido ao fato de terem poucas partes em movimento. A investigação e o desenvolvimento da tecnologia das células de combustível aplicada aos veículos motorizados é financiada pelos governos da América do Norte, Europa e Japão, assim como, pelas principais construtoras mundiais de automóveis.

Recentemente, a maior atividade no desenvolvimento de células de combustível para meios de transporte foi focada nas (CCMPP).

Em 1993, a empresa Ballard Power Systems apresentou um autocarro com 10 metros de comprimento com um sistema de 120 kW, seguido de um sistema de 200 kW, com 12 metros, em 1995. Estes autocarros utilizam o hidrogênio como combustível (veículos com emissões zero).

Em colaboração com a Ballard, a Daimler-Chrysler construiu uma série de veículos motorizados ligeiros que utilizam células de combustível do tipo CCMPP. Estes veículos foram intitulados pela abreviatura NECAR (Non Emission Car).

Equipamentos elétricos portáteis

O tipo de células de combustíveis mais utilizadas em equipamentos portáteis são as células de combustível alcalinas e com membrana de permuta protônica. Isto porque estes tipos de células são aquelas que apresentam uma maior independência da performance em relação ao tamanho. Os combustíveis com maior potencialidade de utilização são o metanol e o etanol, devido à sua facilidade de armazenamento e de abastecimento.

Estas miniaturas de células de combustível, quando disponíveis no mercado, irão possibilitar aos consumidores a utilização de celulares durante um mês sem a necessidade de recarga elétrica. As células de combustível irão revolucionar o mundo da energia portátil, fornecendo energia durante períodos de tempo muito maiores a computadores portáteis e equipamentos eletrônicos. Outras aplicações para células de combustível em miniatura são as câmeras de vídeo, agendas eletrônicas, televisores portáteis, leitores de DVD e todos os outros equipamentos portáteis que utilizam energia elétrica.

Recentemente, o Instituto de Tecnologia Avançada da empresa Samsung desenvolveu uma célula de combustível que pode ser utilizada em celulares. Trata-se de uma célula de combustível com alimentação direta de metanol (CCDM) que produz uma densidade de potência de 32 mW/cm^2 . O tamanho é igual ao de um cartão de crédito e a temperatura de funcionamento é de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. A transferência de metanol através da MPP foi reduzida em 30%, resultando num aumento da densidade de potência para 180 mW/cm^2 a $80 \text{ }^\circ\text{C}$, 100 mW/cm^2 a $30 \text{ }^\circ\text{C}$ e 32 mW/cm^2 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Desvantagens da energia proveniente de células à combustível:

A necessidade da utilização de metais nobres como, por exemplo, a platina que é um dos metais mais caros e raros no nosso planeta; elevado custo atual em comparação com as fontes de energia convencionais; elevada pureza que a corrente de alimentação hidrogênio deve ter para não contaminar o catalisador; os problemas e os custos associados ao transporte e distribuição de novos combustíveis como, por exemplo, o hidrogênio; os interesses econômicos associados às indústrias de combustíveis fósseis e aos países industrializados.

2.4 Energia Eólica

A energia eólica é a energia obtida pelo movimento do ar (vento). É uma abundante fonte de energia, renovável, limpa e disponível em todos os lugares.

Os moinhos de vento foram inventados na Pérsia no séc.V. Eles foram usados para bombear água para irrigação. Os mecanismos básicos de um moinho de vento não

mudaram desde então: o vento atinge uma hélice que ao movimentar-se gira um eixo que impulsiona uma bomba (gerador de eletricidade).

Os ventos são gerados pela diferença de temperatura da terra e das águas, das planícies e das montanhas, das regiões equatoriais e dos pólos do planeta Terra.

A topografia e a rugosidade do solo também tem grande influência na distribuição de frequência de ocorrência dos ventos e de sua velocidade em um local. Além disso, a quantidade de energia eólica extraível numa região depende das características de desempenho, altura de operação e espaçamento horizontal dos sistemas de conversão de energia eólica instalados.

A avaliação precisa do potencial de vento em uma região é o primeiro e fundamental passo para o aproveitamento do recurso eólico como fonte de energia. A instalação de turbinas eólicas tem interesse em locais em que a velocidade média anual dos ventos seja superior a 3,6 m/s.

A quantidade de energia disponível no vento varia de acordo com as estações do ano e as horas do dia. Para a avaliação do potencial eólico de uma região é necessária a coleta de dados de vento com precisão e qualidade. As hélices de uma turbina de vento são diferentes das lâminas dos antigos moinhos, elas são mais eficientes e tem o formato de asas de aviões e usam a mesma aerodinâmica. As hélices em movimento ativam um eixo que está ligado à caixa de mudança. Através de uma série de engrenagens a velocidade do eixo de rotação aumenta. O eixo de rotação está conectado ao gerador de eletricidade que com a rotação em alta velocidade gera energia.

Um aerogerador consiste num gerador elétrico movido por uma hélice, que por sua vez é movida pela força do vento. A hélice pode ser vista como um motor a vento, cuja quantidade de eletricidade que pode ser gerada depende de quatro fatores: da quantidade de vento que passa pela hélice; do diâmetro da hélice; da dimensão do gerador; do rendimento de todo o sistema. A turbina tem um sistema de abrandamento para o caso do vento se tornar muito forte, impedindo assim a rotação demasiado rápida da ventoinha.

Na crise energética atual, as perspectivas da utilização da energia eólica são cada vez maiores no panorama energético geral, pois apresentam um custo reduzido em relação a outras opções de energia.

Existem 30 mil turbinas eólicas de grande porte em operação no mundo, com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW.

A energia eólica pode garantir 10% das necessidades mundiais de eletricidade até 2020, pode criar 1,7 milhão de novos empregos e reduzir a emissão global de dióxido de carbono na atmosfera em mais de 10 bilhões de toneladas.

No âmbito nacional, o estado do Ceará destaca-se por ter sido um dos primeiros locais a realizar um programa de levantamento do potencial eólico, que já é consumido por cerca de 160 mil pessoas. Outras medições foram feitas também no Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, litoral do Rio de Janeiro e de Pernambuco e na ilha de Marajó. A capacidade instalada no Brasil é de 20,3 MW, com turbinas eólicas de médio e grande portes conectadas à rede elétrica.

Vários estados brasileiros seguiram os passos do Ceará, iniciando programas de levantamento de dados de vento. Hoje existem mais de cem anemógrafos computadorizados espalhados pelo território nacional. Considerando o grande potencial eólico do Brasil, confirmado através de estudos recentes, é possível produzir eletricidade a custos competitivos com centrais termoelétricas, nucleares e hidroelétricas, com custo reduzido.

Desvantagens da energia eólica:

Apesar de ser a energia mais limpa que existe, como é preciso vento para fazer girar as hélices, há interrupções temporárias, então não é toda hora que se produz energia, outro aspecto ruim é quando os ventos não são fortes, e o processo fica mais lento.

2.5 Energia Geotérmica

É a energia produzida de rochas derretidas no subsolo (magma) que aquecem a água no interior da Terra. Esse calor é transformado, na usina geotérmica, em eletricidade.

A temperatura na crosta terrestre aumenta 1°C a cada 30 metros de profundidade, havendo lugares em que essa variação de temperatura acontece a cada 10 metros ou menos ainda. Existem regiões do planeta onde a água aparece em temperaturas superiores a 60°C, seja na forma de jatos – gêiseres – ou na forma de regatos e lagos.

A água aquecida geotermicamente é utilizada para piscicultura, agricultura, aquecimento de casas, processos industriais (secagem de madeira e de alimentos), para impedir que as estradas gelem no inverno (através da instalação de tubos por baixo do pavimento).

O aproveitamento da energia geotérmica, bem como a escolha do tipo do sistema, são determinados por uma série de condições e características geológicas (como temperatura e pressão) que estabelecem a existência de jazidas geotérmicas.

Central Flash

Neste tipo de central, aproveita-se a existência de reservatórios de água subterrânea a elevada temperatura, que pode atingir os 360 °C, em virtude do contato com as rochas quentes. Abrem-se buracos fundos no chão até chegar aos reservatórios de água e vapor que são drenados até a superfície por meio de tubos e canos apropriados. Através destes tubos, o vapor é conduzido até à central elétrica geotérmica. O princípio é semelhante ao de uma central elétrica normal, o vapor faz girar as lâminas da turbina. A energia mecânica da turbina é então transformada em energia elétrica através do gerador. Após passar pela turbina o vapor é conduzido para um tanque onde vai ser arrefecido transformando-se novamente em água (esta se condensa) devido ao processo de arrefecimento. A água é de novo canalizada para o reservatório subterrâneo onde será naturalmente aquecida pelas rochas quentes com que se encontra em contato, de forma a sustentar a produção. Em muitas centrais geotérmicas observa-se a emissão de um vapor branco, contudo é apenas vapor de água e não qualquer outro gás resultante da combustão de óleo, carvão, como nas centrais térmicas. Este tipo de central contribui para a diversificação das energias alternativas e poupa as fontes não renováveis, sendo, por isso, muito usada em diversos países.

Vapor Seco

Em casos raríssimos pode ser encontrado o que os cientistas chamam de fonte de vapor seco, em que a pressão é altíssima. Uma reserva desse tipo produz vapor, porém muito pouca água. O vapor é entubado diretamente em uma central de vapor seco que proporciona a força para girar o gerador da turbina.

Pedra Seca Quente

Existem regiões de alto fluxo de calor que possuem rochas a temperaturas altíssimas, porém essas rochas são impermeáveis de tal modo que não há circulação de líquido para transportar calor. O sistema funciona basicamente da seguinte maneira: em um poço injeta-se água que se aquece ao entrar em contato com a rocha quente. Essa água vira vapor e é expelida por outro poço, onde há uma usina geotérmica instalada.

Ciclo Binário

Algumas reservas que possuem fluidos a temperaturas menores que 220°C, não possuem calor suficiente para produzir rapidamente vapor e gerar energia. Utiliza-se, então, uma central binária onde a água geotérmica transfere calor a um líquido que ferve à temperatura mais baixa que a água, convertendo-o em vapor e movendo as hélices da turbina.

Desvantagens da energia geotérmica:

A extração dessa energia só é possível acontecer em poucos lugares. Além disso, é muito caro perfurar a terra para chegar nas rochas aquecidas.

O fato de que só existir essa energia perto de vulcões, muito poucos países geram essa energia.

2.6 Energia Nuclear

As usinas nucleares, apesar de sua complexidade tecnológica, funcionam basicamente como termelétricas. A diferença é que a energia térmica que aciona as turbinas por meio da evaporação da água, em vez de ser proveniente da queima de um combustível, é obtida a partir dos núcleos atômicos.

A energia nuclear provém da fissão nuclear do urânio, do plutônio ou do tório ou da fusão nuclear do hidrogênio. É energia liberada dos núcleos atômicos, quando os mesmos são levados por processos artificiais, a condições instáveis.

Todos os materiais são formados por um número limitado de átomos, que, por sua vez, são caracterizados pela carga elétrica de seu núcleo e simbolizados pela letra Z . Em física, a descrição adequada do átomo para a compreensão de um determinado fenômeno depende do contexto considerado. Para os objetivos deste trabalho, podemos considerar o núcleo como composto de prótons, com carga elétrica positiva, e nêutrons, sem carga. Ambos são denominados genericamente núcleons. A letra Z que caracteriza cada um dos átomos, naturais ou artificiais, representa o número de prótons no núcleo.

A maior parte da massa do átomo está concentrada em seu núcleo, que é muito pequeno. Prótons e nêutrons têm massa aproximadamente igual, e são caracterizados por parâmetros específicos (números quânticos) definidos pela mecânica quântica, teoria que lida com os fenômenos na escala atômica e molecular.

Os prótons, por terem a mesma carga, se repelem fortemente devido à força eletrostática. Isso tenderia a fazer com que essas partículas se afastassem umas das outras, o que inviabilizaria o modelo. Mas, como os núcleos existem, podemos concluir que deve existir uma força de natureza diferente da força eletromagnética ou da força gravitacional – e muito mais intensa que estas – que mantém os núcleos coesos.

Quanto maior a energia de ligação média (soma de todos os valores das energias de ligação dividida pelo número de partículas), maior a força de coesão do núcleo.

Três tipos de reações nucleares produzem grandes quantidades de energia:

Desintegração radioativa: ocorre segundo as leis da probabilidade, onde o núcleo se transforma no de um outro elemento ao ter sua carga elétrica mudada pela emissão de radiação, mudando o número de prótons e/ou nêutrons. Pode ocorrer sucessivamente, causando uma cadeia de desintegrações, até que resulte um elemento estável. O tempo que um certo número de núcleons de um radioisótopo leva para que metade de sua população decaia para outro elemento por desintegração é denominado meia-vida do radioisótopo.

A radiação emitida é composta de partículas e/ou radiação gama e é característica da desintegração. Assim, os radioisótopos podem ser caracterizados pelas emissões produzidas, que servem como uma “assinatura” para cada um deles.

A desintegração pode ocorrer espontaneamente ou ser provocada pela instabilidade criada em núcleos estáveis, pelo bombardeio com partículas ou com radiação eletromagnética. Na natureza, os elementos apresentam-se geralmente como uma mistura de diferentes isótopos, estáveis ou radioativos. Por exemplo, o urânio, que tem 92 prótons ($Z = 92$), é encontrado como uma mistura de 99,3% de urânio-238 (U238, com 146 nêutrons) e 0,7% de urânio-235 (U235, 143 nêutrons), além de frações muito pequenas de outros isótopos – o número que segue o nome do elemento químico ou antecede sua sigla é o chamado número de massa, ou seja, a soma de seus prótons e nêutrons.

Cada isótopo instável tem sua meia-vida característica. A meia-vida do U238 é de 4470000000 anos, o que significa que são necessários 4,47 bilhões de anos para reduzir à metade sua quantidade inicial. Ao decair, o U238 produz outro elemento instável, o tório-234, cuja meia-vida é de 24,1 dias. Este, por sua vez, também decai, produzindo outro isótopo instável (protactínio-234) e assim por diante, até que a estabilidade seja alcançada com a formação do chumbo com 206 núcleos (206Pb).

Fissão Nuclear: ocorre quando núcleos pesados, como o U235, são quebrados em núcleos menores pela colisão com outras partículas.

A fissão nuclear foi observada pela primeira vez em 1938 por Otto Hann e Fritz Strassman, que bombardearam urânio com nêutrons, obtendo como produto de reação, dois novos elementos com massas intermediárias, o bário e o lantânio, liberando assim, cerca de 208MeV de energia.

Uma usina de fissão nuclear que produz cerca de 1.000 MW de eletricidade, com uma eficiência média de 40%, consome cerca de 2,5 Kg de U235 por dia, como a abundância natural é de apenas 0,72%, costuma-se enriquecer minério de urânio para aumentar a concentração para até 90%.

Fusão Nuclear: dois núcleos atômicos leves, submetidos a temperaturas elevadíssimas, reagem para formar um único núcleo, de peso maior.

Prótons e nêutrons (núcleons), são mantidos ligados entre si pela força nuclear forte, que é extremamente intensa, porém de alcance limitado às dimensões do núcleo atômico. Quando dois núcleos se ligam para formar núcleos mais pesados, eles liberam grande quantidade de energia.

O processo de fusão mais simples é o da formação do deutério, a partir da colisão inelástica entre um próton e um nêutron, com a conseqüente liberação de 2,2 MeV de energia na forma de radiação gama.

Fusão nuclear é o processo de geração de energia das estrelas. Cerca de 90% das estrelas, incluindo nosso Sol, fundem hidrogênio, gerando hélio. Estrelas mais velhas fundem hélio e elementos mais pesados.

Temos dois tipos de combustível nuclear:

Físsil: é aquele com o qual é possível obter-se uma reação de fissão em cadeia auto-sustentável, isto é, uma vez iniciada é capaz de manter-se sem necessidade de agente externo e vem a ser o combustível nuclear principal.

Fértil: é o combustível nuclear que pode transformar-se em físsil. A transformação do combustível fértil em físsil é denominada regeneradora (Breeder), quando um reator

nuclear produz mais combustível fissil do que o fértil que consome é denominado reator regenerador (Breeder Reator), ou superconversor. O U235 é combustível fissil, bem como o Pu239 e Pu241. O U238, o Th232, o Pu240 e o Pu242 são combustíveis do tipo fértil e necessitam de combustível fissil para transformá-los também no tipo fissil.

Desvantagens da energia nuclear:

Um dos maiores problemas do uso pacífico da energia nuclear são os rejeitos do processo, que formam o denominado lixo nuclear, geralmente radioativo e portanto tóxico.

Dois fatores devem ser levados em conta no trato com o lixo nuclear: o nível de atividade radioativa e o volume ocupado. O lixo dos reatores ocupa pouco espaço, porém é muito radioativo (lixo de alto nível). O da mineração do urânio é de baixa atividade (lixo de baixo nível), porém ocupa grandes volumes.

O lixo nuclear não pode ser enterrado em áreas onde haja lençóis de água subterrânea, pois a possível erosão causada pela água poderia levar o lixo para grandes centros populacionais. Da mesma forma o lixo não deve ser depositados em sítios geologicamente instáveis, pois qualquer movimento do solo poderia romper os contêineres.

2.7 Energia Solar

Poderíamos dizer que, com raras exceções, a energia das fontes convencionais provém da energia que nosso planeta recebe do Sol. Entretanto, quando falamos no aproveitamento da energia solar, estamos nos referindo à energia captada diretamente das radiações que estamos recebendo do Sol, e não da energia armazenada nos vegetais, combustíveis fósseis, etc.

A Terra recebe continuamente do Sol energia equivalente a $1,9 \text{ cal/cm}^2 \times \text{min}$. (aproximadamente, $1,3 \text{ kW/m}^2$). Esse valor é conhecido como constante solar, entretanto,

é preciso lembrar, que boa parte dessa energia é refletida pela atmosfera, não alcançando a superfície do planeta.

A energia solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema, 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.

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.

Para cada metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 m² de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas. Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano poderia nos dar 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 hidrelétrica.

Existem basicamente quatro maneiras de efetuar o aproveitamento da energia solar:

Captação Passiva: é o processo mais antigo e rudimentar de uso da energia solar que se tem conhecimento. Essa energia é utilizada para o aquecimento de construções através de estratégias arquitetônicas e vem sendo aprimorada cada vez mais com o tempo, visando otimizar esse aproveitamento energético.

Captação por Coletores Solares: são sistemas que utilizam a energia do sol para o aquecimento de água, para as mais diversas aplicações como banho substituindo os chuveiros elétricos, em saunas, piscinas, hotéis, indústrias.

É constituído de placas solares e reservatório térmico, denominado boiler, o funcionamento do sistema é simples, e um sistema de termo sifão (circulação natural) por diferença de densidade em que a água quente por ser mais leve tem seu fluxo dirigido pela água fria que vem do reservatório localizado acima dos coletores. As placas são responsáveis pela absorção da radiação, a energia térmica absorvida por elas é

transmitida para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre e o reservatório que são cilindros de cobre ou aço inoxidável, isolados termicamente com poliuretano expandido (sem CFC) armazena a água que permanece aquecida a qualquer hora do dia ou da noite.

SEGS - Sistemas de geração de energia solar: são sistemas baseados no mesmo princípio de funcionamento e geração de energia elétrica das usinas hidroelétricas, são chamados de usinas Termosolares só que o princípio ativo é o sol e não a água.

O funcionamento se dá através de um grupo de coletores solares por onde passa a água, esta é aquecida, entra em contato com um segundo elemento que é um tipo de óleo, e quando é superaquecido, ocorre o processo de evaporação, o ar quente desloca-se por um duto até uma turbina que é posta em funcionamento gerando assim, alguns kW de energia.

No Brasil existem estudos feitos pela Chesf que mostram duas regiões na Paraíba, ótimas para a aplicação do modelo.

Captação por Painéis Fotovoltaicos: é a energia obtida por painéis, cada um deles constituídos por várias células que sob a incidência do sol geram energia elétrica. Uma única célula de silício cristalino, com uma superfície de cerca de 100 cm² gera uma tensão de 0,4 V, em caso de irradiação forte. É necessário conectar então várias células em série para gerar uma tensão da ordem de 12 V, como é exigido num circuito simples. A energia gerada pelos painéis é armazenada em bancos de bateria, para que seja usada em período de baixa radiação e durante a noite

A conversão direta de energia solar em energia elétrica é realizada nas células solares através do efeito fotovoltaico, que consiste na geração de uma diferença de potencial elétrico através da radiação. O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (energia que o sol carrega) incidem sobre átomos (no caso átomos de silício), provocando a emissão de elétrons, gerando corrente elétrica. Este processo não depende da quantidade de calor, pelo contrário, o rendimento da célula solar cai quando sua temperatura aumenta.

O uso de painéis fotovoltaicos para conversão de energia solar em elétrica é viável para pequenas instalações, em regiões remotas ou de difícil acesso. É muito utilizada para a alimentação de dispositivos eletrônicos existentes em foguetes, satélites e aeronaves. O sistema de co-geração fotovoltaica também é uma solução, onde uma fonte de energia fotovoltaica é conectada em paralelo com uma fonte local de eletricidade.

Uma possibilidade futura de melhorar as condições de aproveitamento da energia solar é praticar uma associação de dois processos de captação: utilizar coletores solares quando a necessidade for apenas de aquecimento (a energia solar não é transformada em elétrica) e usar os painéis fotovoltaicos somente para a geração de energia elétrica necessária para fazer funcionarem os aparelhos em que a eletricidade é indispensável.

Desvantagens da energia solar:

Como à noite e em dias chuvosos não tem sol, a desvantagem da energia solar, é que nesses casos ela não pode ser aproveitada, por isso é melhor produzir energia solar em lugares secos e ensolarados. A produção de baterias eficientes e baratas que devem se carregadas para acumular energia para os períodos chuvosos e nublados, ainda não é uma questão plenamente resolvida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades relacionadas à disseminação das fontes alternativas de energia é devido aos custos de instalação, à inexistência de tecnologias e redes de distribuição experimentadas e, em geral, ao desconhecimento e falta de sensibilização para o assunto por parte dos consumidores, dos municípios e principalmente por falta de incentivos fiscais.

A produção alternativa de energia deve priorizar os recursos renováveis, para não ocorrer o mesmo problema dos combustíveis fósseis, cujas reservas estão quase acabando e sem possibilidade de renovação.

O desafio ainda é priorizar recursos para desenvolver tecnologia para viabilizar as fontes alternativas de energia em tempo hábil para que o planeta possa se recuperar e não haja colapso entre o crescimento populacional e a disponibilidade de um ambiente favorável à vida.

Nós, seres humanos somos capazes de conciliar desenvolvimento e ao mesmo tempo, preservar o planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Energia Eólica, disponível em: www.abcdenergia.com/enervivas/cap10.html. Acesso em 16/04/2010 e 19/04/2010

Ambiente Brasil, disponível em: www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?...=/energia. Acesso em 21/04/2010

Células de combustível, disponível em: www.celulasdecombustivel.planetaclix.pt/tiposem. Acesso em 17/04/2010

Energia Alternativa, disponível em: www.biodiesel.br.com/energia/nuclear/brasil-energia-nuclear.html. Acesso em 21/05/2010

Fontes de Energia, disponível em: www.brasilecola.com/quimica/energia-nuclear-no-brasil.html. Acesso em 21/05/2010

Energia Geotérmica, disponível em: www.dee.feis.unesp.br/usinaeoletrica/geotermica/geo.html. Acesso em 02/04/2010 e 15/04/2010

Fontes Alternativas de Energia, disponível em: www.portalsaofrancisco.com.br/energia.html. Acesso em 21/04/2010, 01/05/2010 e 17/05/2010

Branco, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente**. São Paulo, Editora Moderna, 13.ed., 1996, Coleção Polêmica.

Ferraro, Nicolau Gilberto; Penteado, Paulo César; Soares, Paulo Toledo; Torres, Carlos Magno. **Física Ciência e Tecnologia**. São Paulo, Editora Moderna, Volume Único, 2001.