

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
LEB0244 – Recursos Energéticos e Ambiente

Energia Solar

Piracicaba
2013

Sumário

Introdução	3
Objetivo Geral	4
Objetivos Específicos	4
1. Panorama energético mundial e nacional	5
1.1 Panorama Mundial.....	5
1.2. Panorama Nacional	6
2. Aspectos Físicos da Fonte de Energia	9
2.1 O Sol.....	9
2.2 Processos de obtenção	10
3. Histórico	10
3.1 Importância das Fontes Renováveis.....	12
4. Energia Solar Fotovoltaica	12
4.1 Sistemas Isolados ou Autônomos.....	13
4.2 Sistemas Conectados à Rede	14
4.3 Utilização do Aquecedor Solar.....	14
4.3.1 Aquecimento da Água para o Banho.....	15
4.3.2 Outras Aplicações da Energia Solar Térmica.....	17
4.3.3 Outras Formas de Uso da Energia Solar	17
5. Vantagens e Desvantagens do uso da energia solar	18
5.1 Vantagens.....	18
5.1.1 Benefícios ambientais da energia solar Fotovoltaica	19
5.1.2 Benefícios sociais da energia solar Fotovoltaica.....	19
5.1.3 Benefícios econômicos da energia solar Fotovoltaica.....	19
5.2 Desvantagens	19
6. Análise econômica	20
6.1 Comparação de preços pelo custo de implantação por unidade de potência..	21
6.2 Comparação de preços pela geração de energia durante a vida útil do sistema (30 anos).....	22
7. Legislação	25
7.1 Benefícios Fiscais ou formas de incentivar o uso de energia solar	25
8. Conclusão	28
Referências	30

Introdução

A escassez de recursos energéticos representa uma temática preocupante no cenário atual, a substituição das energias poluentes por energias limpas com impacto reduzido ao ambiente é um dos focos da sustentabilidade no mundo.

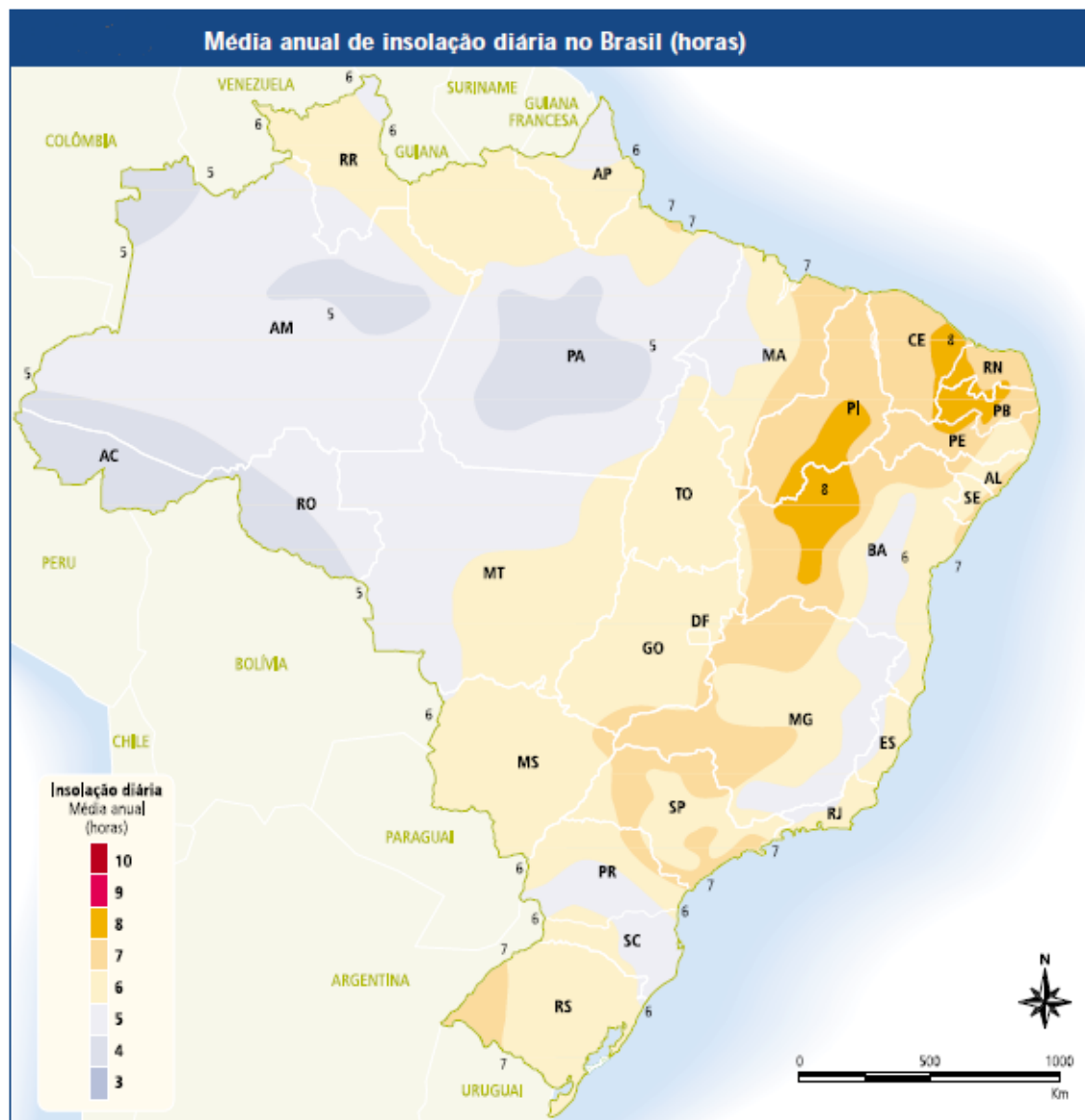
A maior parte da energia utilizada pelas residências brasileiras atualmente provém das hidrelétricas - cerca de 84% segundo censo do IBGE 2010, (BBC Brasil, 2010). Porém, nota-se que o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética nacional vem ocorrendo de forma gradativa, embora sejam de extrema importância tanto para a economia quanto para o ambiente. Desta forma, abre-se a possibilidade de um mercado nacional a ser explorado ao passo que o sistema de geração atual aproxima-se de seu limite de produção, fato este agravado pela dificuldade de se obter licenças ambientais para a construção de novas usinas, uma vez que segundo especialistas, a construção dos reservatórios afeta o ecossistema, além do agregado econômico utilizado na construção, “ainda que a geração hidrelétrica seja sustentável, algumas regiões atingidas para que ela fosse gerada tiveram, em lugar de desenvolvimento, retrocesso insustentável”. (MÜLLER, 1995).

Dessa forma, a energia solar apresenta-se como uma das soluções considerada ecologicamente viável, pois é uma energia renovável, possui potencial calorífico e pelo seu baixo impacto ambiental. Embora já exista uma infinidade de pequenos aproveitamentos da energia solar no Brasil, é pouco significativo, diante do grande potencial existente. Os principais entraves para sua utilização da energia solar são:

- Altos custos dos equipamentos;
- A falta de informação por parte dos consumidores;
- O baixo número de análises quantitativas qualificadas; e.
- Ausência de uma política de incentivo adequada.

O Brasil possui uma grande vantagem na utilização deste fonte: sua posição geográfica. Estudos mostram que o Brasil é, anualmente, ‘inundado’ com uma quantidade de energia equivalente a 15 trilhões de MWh (CONPET, 2010), isso é 50 mil vezes mais do que o consumo nacional de energia elétrica registrado no Brasil em 1999 e não utilizado pela ausência de investimento no setor.

A imagem abaixo demonstra a insolação que atinge o Brasil diariamente:



Assim sendo, o presente trabalho visa apresentar um panorama geral desta importante fonte de energia mundial, demonstrar sua viabilidade econômica, social e ambiental, oferecendo subsídios para discussões pertinentes ao tema.

Objetivo Geral

O presente trabalho visa apresentar um panorama da Energia Solar no Brasil e no mundo englobando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Objetivos Específicos

Dentro do panorama geral, pretende-se detalhar:

- i. os processos de obtenção;
- ii. os aspectos físicos da fonte de energia;

- iii. legislação;
- iv. vantagens e desvantagens;
- v. identificar métodos alternativos às placas fotovoltaicas; e.
- vi. viabilidade econômica.

1. Panorama energético mundial e nacional

1.1 Panorama Mundial

Conforme a IEA - International Energy Agency (2013) - a capacidade instalada acumulada de energia solar fotovoltaica chegou a cerca de 65 gigawatts no final de 2011, contra apenas 1,5 GW em 2000. Em 2011, Alemanha e Itália, foram os responsáveis por mais da metade da capacidade cumulativa global, seguido pelo Japão, Espanha, Estados Unidos e China. Segundo especialistas, Entre 12h e 13h do dia 26 de maio de 2012, o país gerou 22 gigawatts de eletricidade usando apenas a luz do Sol — um recorde mundial. É o equivalente, por exemplo, a 1,5 vezes a produção de Itaipu no mesmo período, na média mensal, placas fotovoltaicas geraram 10% da energia consumida no país. (GALILEU, 2012)

A oferta mundial de energia primária está distribuída por fonte energética do seguinte modo: petróleo (34,3%), carvão mineral (25,1%), gás natural (20,9%), energias renováveis (10,6%), nuclear (6,5%), hidráulica (2,2%) e outras (0,4%) (IEA, 2007). Já o consumo final é distribuído da seguinte maneira: derivados do petróleo (42,3%), eletricidade (16,2%), gás natural (16,0%), energias renováveis (13,7%), carvão mineral (8,4%) e outras (3,5%). O petróleo deverá permanecer como a principal fonte de energia mundial até que haja restrição de oferta, após o atingir o pico de produção mundial (WEIGMANN, 2002). Quanto à energia elétrica, que corresponde a 16,2% do consumo mundial final de energia, contribuem para sua geração várias fontes de energias primárias, na seguinte proporção: 39,8% de carvão mineral; 19,6% de gás natural; 16,1% de energia hidráulica; 15,7% de energia nuclear; 6,7% de petróleo e 2,1% de outras fontes energéticas (IEA, 2006).

O cenário contemporâneo caminha para países cada vez mais temerosos dos impactos negativos dos combustíveis fósseis sobre o clima, o desenvolvimento de tecnologias para utilização de energias renováveis e para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as nações. De um lado, existe a pressão pelo aumento do desenvolvimento e, do outro, para que esse aumento não provoque a destruição do meio ambiente.

1.2. Panorama Nacional

Desde a Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são influenciadas pela economia e consequentemente pela disponibilidade de energia. Em um mercado essa influência se mostra cada vez mais decisiva. Nesse contexto, as economias melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas. Na atualidade, essa questão se apresenta para o Brasil como um desafio e uma oportunidade. Desafio, porque o desenvolvimento econômico e social demandará uma expressiva quantidade de energia e com isso um alto grau de segurança e de sustentabilidade energéticas. Oportunidade, porque o Brasil dispõe de condições especiais de recursos energéticos renováveis e de tecnologia para transformar suas riquezas naturais em energia e dessa forma agregar valor à sua produção de riqueza (EPE, 2009).

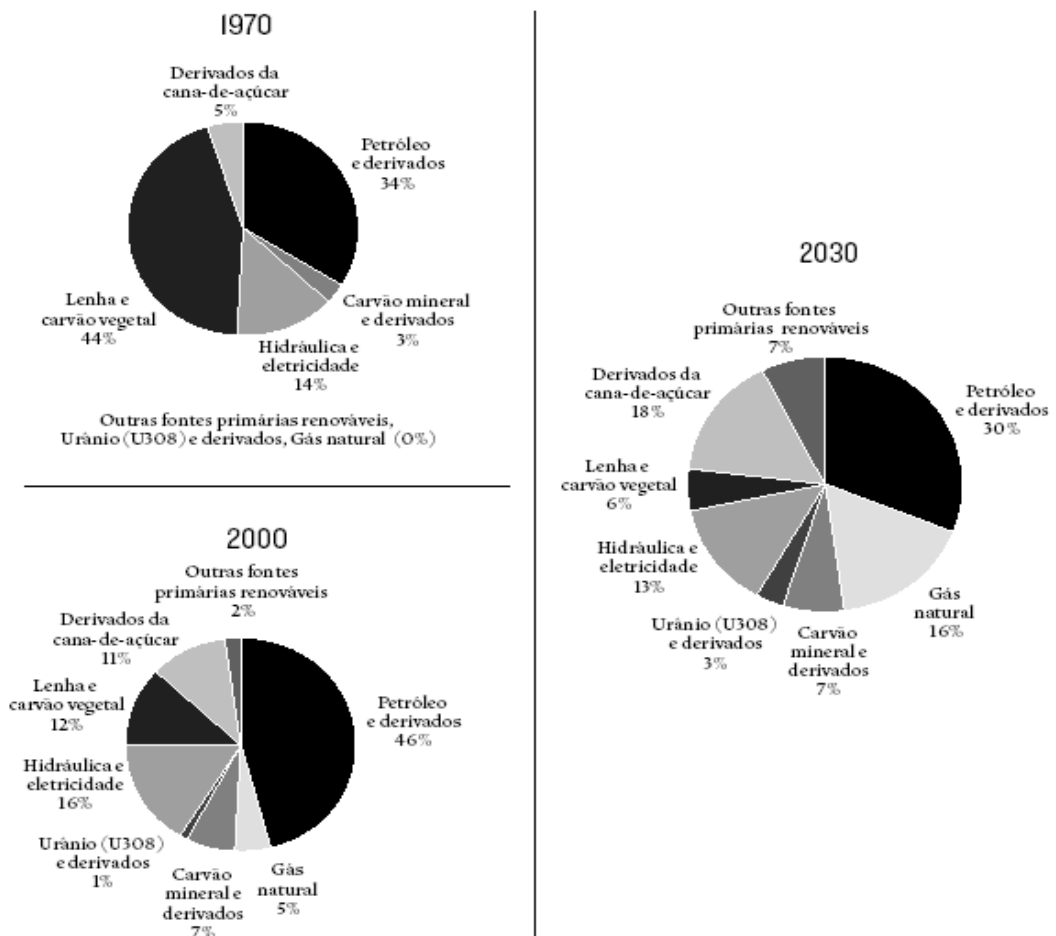


Gráfico 1: Evolução da Estrutura da Oferta de Energia. Brasil: 1970-2030, EPE.

A partir da análise dos gráficos acima, podemos notar que a principal fonte da matriz energética brasileira na década de 70 era o carvão vegetal e a lenha, atualmente, é baseada nos subprodutos do petróleo, e a previsão para 2030 é uma diminuição da dependência do petróleo, porém este não deixará de ser a fonte primordial (EPE, 2009).

Outro ponto relevante é que a crescente busca pela sustentabilidade e preocupações ambientais reflete, aparentemente, no aumento do oferecimento e uso de outras fontes renováveis, que aumentarão de 2% para 7%. Dentre estas fontes renováveis está inserida a participação da energia solar. Além das mudanças nas fontes energéticas haverá também um aumento do consumo, seja pelo crescimento populacional, seja pela evolução econômica. (EPE, 2009).

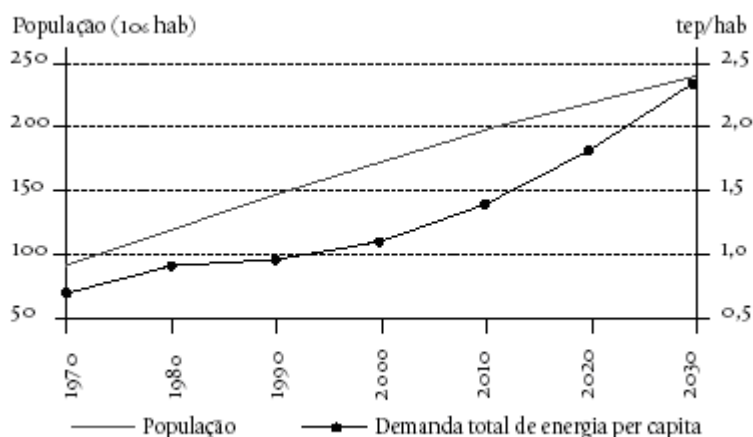


Gráfico 2: Evolução do Crescimento Populacional e da Demanda de Energia Per capita. EPE.

Este gráfico permite-nos visualizar que em 2000 a população ultrapassou 150 milhões de habitantes e o consumo de energia estava acima dos 100 milhões de tep, de modo que o crescimento quase triplicou, como já observado. Contudo, o consumo per capita de energia sempre foi muito baixo. O cenário traçado para 2030 estima um consumo de energia primária de cerca de 560 milhões de tep para uma população de mais de 238 milhões de habitantes (EPE, 2009).

Não podemos deixar de ponderar que a eficiência energética cresce com a demanda, uma medida dinâmica dessa eficiência é dada pela evolução do conteúdo energético do PIB. Entre 1970 e 1980 houve redução drástica desse parâmetro, indicando que o produto nacional aumentou com menor uso relativo de energia. O fator decisivo dessa dinâmica foi à substituição de fontes de energia menos

eficientes (lenha) por outras mais eficientes (derivados do petróleo e eletricidade). Já nos períodos subsequentes houve aumento da intensidade energética, o que encontra respaldo no estágio de desenvolvimento econômico do país, em especial no setor industrial. Nos anos iniciais do período de projeção esse indicador ainda cresceria, em virtude de componentes inerciais da oferta e da demanda de energia.

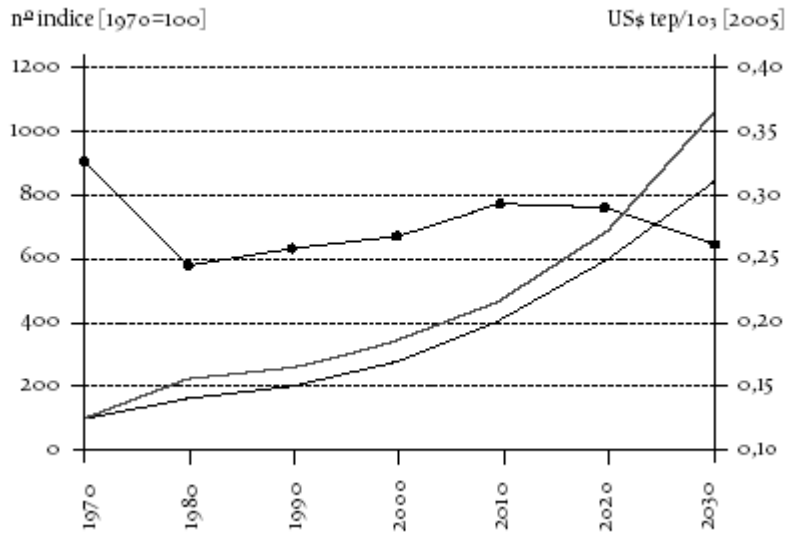


Gráfico 3: Evolução da Intensidade Energética, da Oferta de Energia e do PIB, Brasil: 1970-2030. Fonte: EPE.

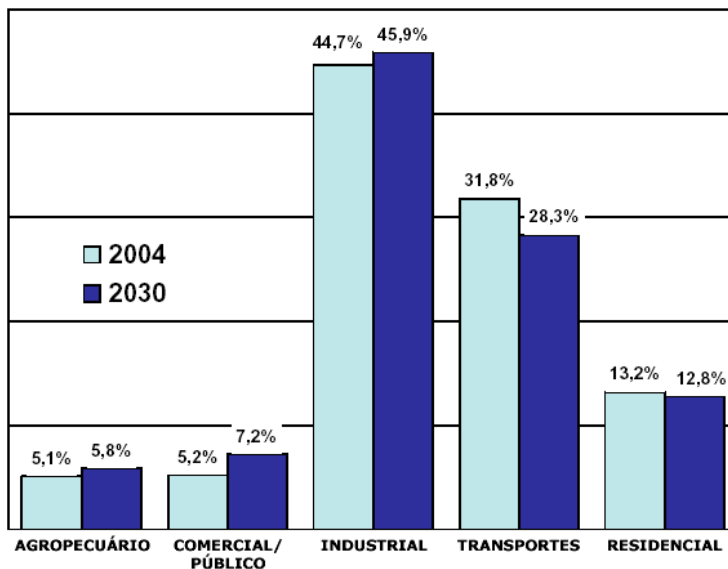


Gráfico 4: Estrutura do Consumo Final de Energia por Setor. Fonte: EPE

Quando se fala em abundância de recursos naturais e ambientais, o Brasil é um país que se encontra em posição privilegiada. Nele, há uma grande oferta de serviços ambientais que podem ser aproveitados de formas benéficas para a

economia brasileira, proporcionando bases para seu crescimento e desenvolvimento da qualidade de vida da sociedade.

Muitos consideram a energia elétrica usada na maior parte das residências brasileiras, uma das mais limpas no mundo, por ela não usar combustíveis fósseis, bem como ser renovável. Concomitantemente, o predomínio das hidrelétricas gera desconforto em alguns segmentos da sociedade, devido aos grandes impactos ambientais e sociais que elas causam (EPE, 2009).

Segundo a ABENS (Associação Brasileira de Energia Solar), em 2010, a indústria de coletores solares produziu 967 mil m² em 2010, totalizando 6,24 milhões de m² instalados no país até aquele ano. Sistemas fotovoltaicos também têm sido largamente utilizados em sistemas isolados para atender serviços de comunicação, eletrificação, sinalização, bombeamento de água.

2. Aspectos Físicos da Fonte de Energia

2.1 O Sol

O Sol é uma esfera gasosa, sustentada pela sua gravidade e pelas forças criadas em reações nucleares que acontecem em seu centro. As propriedades do Sol são:

- Raio: $6,96 \times 10^8$ m,
- Massa: $1,99 \times 10^{30}$ kg,
- Densidade: 1410 kg m^{-3} ,
- Luminosidade: $3.8 \times 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$,
- Temperatura superficial: 5780 K,
- Período de rotação: 24,9 dias (no equador) 29,8 (nos polos).

A parte de energia que chega ao nosso planeta, vem em forma de radiação eletromagnética e é transformada em outras formas de energia.

Os principais gases que se encontram no interior do Sol são o Hidrogênio e Hélio. Esses gases, juntamente com os outros de menor quantidade lá existentes, encontram-se praticamente ionizados, pois estão em uma temperatura, pressão e densidade muito elevadas, e aumentam proporcionalmente quanto mais próximos do centro. Assim, no centro solar as condições físicas geram reações termonucleares de transformação do hidrogênio em hélio, disponibilizando enormes quantidades de energia na forma de movimentos térmicos e fótons (ASTROWEB, 2010).

2.2 Processos de obtenção

A energia proveniente do Sol alcança a Terra por meio de raios solares. Estes raios podem seguir três destinos diferentes: podem ser refletidos, absorvidos ou transmitidos, a reflexão da radiação solar ocorre principalmente por agentes naturais como as nuvens, o gelo, a neve ou até mesmo a superfície terrestre. Estes atores, em conjunto, reenviam algo entre 30 e 40 por cento da radiação de volta à atmosfera (MARQUES, BRITO & CUNHA, [s.n.]).

A absorção dos raios solares pela atmosfera é fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, uma vez que essa radiação é transformada em calor, elemento essencial para o equilíbrio térmico dos seres vivos. Por fim, a energia que não é refletida e nem absorvida chega à superfície, mas com características muito diferentes de onde saiu devido à interação com gases e outros componentes existentes no percurso do Sol até a superfície. Devido à crescente preocupação com os problemas causados o meio ambiente, se torna cada vez mais frequente as discussões sobre a utilização de energias renováveis. Dentro destas se encontra a energia solar que juntamente com a eólica, hidroelétrica, biomassa etc., se apresenta como uma fonte inesgotável de obtenção de energia e com grande potencial para uso. (MARQUES, BRITO & CUNHA, [s.n.])

3. Histórico

A energia solar dentro do campo das energias renováveis, juntamente com a eólica e biomassa, apresenta um grande potencial como fonte de energia devido a inúmeros fatores. Sua utilização pela humanidade está presente desde o início dos tempos quando o sol era utilizado para secar alimentos e peles. Índícios arqueológicos comprovaram que no século 7 a.C. já eram utilizados lentes de vidros para concentrar a luz do sol em madeira e dessa forma obter fogo.

Com relação à geração de eletricidade pelo efeito fotovoltaico a primeira pessoa a observá-la foi o físico francês Alexandre Edmond Becquerel em 1839, quando verificou por acaso, que a exposição à luz dos eletrodos de platina ou de prata davam origem ao efeito fotovoltaico (UL, 2010). Após a Revolução Industrial a energia solar começou a ser utilizada para produção de energia mecânica, e entre 1864 a 1878 foram desenvolvidos inúmeros motores solares. No mesmo período nos Estados Unidos e a Europa pesquisadores realizaram experiências de aquecimento d'água e motorização também com esta energia (BAHIA, 2005).

Em 1877 Adams e seu aluno Richard Day desenvolveram o primeiro dispositivo sólido de fotoprodução de eletricidade. Este dispositivo apresentava uma eficiência de conversão de cerca de 0,5%, anos depois Charles Fritts duplicou esta eficiência construindo as primeiras células solares. Mesmo sendo Russel Ohl o inventor da primeira solar de silício, a era moderna da energia solar só teve início em 1954 quando Calvin Fuller desenvolveu o processo de dopagem do silício. Gerald Pearson, juntamente com Fuller, produziu uma junção p-n ou díodo mergulhando num banho de lítio uma barra de silício dopado com um elemento doador eletrônico. As primeiras células fotovoltaicas possuíam alguns problemas técnicos, que foram superadas pela química quando Fuller dopou silício primeiro com arsênio e depois com boro obtendo células com eficiência de cerca de 6% (UL, 2010).

Em 25 de abril de 1954, na Reunião Anual da National Academy of Sciences, em Washington foi apresentada formalmente a primeira célula solar. Um ano depois, a célula de silício foi utilizada pela primeira vez como fonte de alimentação de uma rede telefônica em Americus, na Geórgia (UL, 2010).

Com o advento dos programas espaciais as pesquisas sobre a energia solar ganham novo fôlego, uma vez que os altos custos não impediam sua utilização. A partir da década de 60 as naves e satélites espaciais fizeram com que o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica fosse aperfeiçoada quanto ao rendimento, forma de fabricação e custos menores. No entanto, o custo ainda continuava elevado em comparação a outras fontes. Outro fato relevante foi à crise do petróleo que fez com que o mundo perceba que o petróleo era finito e que poderia sofrer perturbações. Assim, tornou-se necessário que novas fontes de energia fossem descobertas e/ou aperfeiçoadas. Nessa época, todas as outras fontes de energia foram elevadas em seu nível de importância. Atualmente a energia solar vem se firmando respaldada por todo o potencial que representa e pela tecnologia que já existe, com custos cada vez mais baixos quando comparados com as outras fontes (BAHIA, 2005).

No Brasil, o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético para Estados e Municípios) vem atendendo comunidades isoladas com a energia solar, atendendo a demanda por iluminação e bombeamento de água dessas regiões (BAHIA, 2005). De modo geral, as pessoas fazem uso da energia solar para aquecimento interno, de água e para gerar eletricidade para inúmeras finalidades (BAHIA, 2005).

3.1 Importância das Fontes Renováveis

As mudanças climáticas são parte natural de nosso planeta, mas a atividade humana tem acelerado esse processo, perturbando o equilíbrio da Terra.

O rápido avanço no desenvolvimento humano está ligado ao consumo de energia. Foi observado que a taxa de mortalidade infantil e o analfabetismo são elevados em países com um consumo baixo de energia per capita (IBGE, 2010).

A questão energética tem sido muito destacada nestes últimos tempos. Podemos observar que a humanidade segue às catástrofes ambientais, problemas ecológicos e ao aquecimento global devido a essa acelerada mudança no clima. O uso dos recursos naturais de forma certa é um passo significativo para que possamos mudar essa situação. Como algumas vantagens dessas fonte podemos destacar:

- i. disponibilizam maior quantidade de oferta de energia;
- ii. firmam a sustentabilidade e a renovação dos recursos;
- iii. diminuem as emissões atmosféricas de gases poluentes;
- iv. economicamente viáveis e abundantes; e v. normalmente, integram pequenas centrais geradoras (Pagliari, [s.n.]).

4. Energia Solar Fotovoltaica

A Energia Solar Fotovoltaica compreende na conversão direta da luz em eletricidade, o efeito fotovoltaico é o surgimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. (AMBIENTE BRASIL, 2010).

A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão de energia solar em elétrica, sendo composta por uma junção p-n, que são duas chapas de metal sobrepostas. A primeira chapa é fabricada de silício dopada com fósforo (n), passando a possuir elétrons extras, carregando a negativamente. A segunda chapa, também fabricada de silício, é dopada com boro (p), passando a possuir falta de elétrons (chamados de “buracos”) e carregada positivamente. Com a incidência da luz solar, os elétrons passam de n para p, visando à retirada dos elétrons extras em n e o fechamento dos “buracos” em p. com o fechamento do circuito, há a possibilidade de cada uma das partes da junção voltar ao seu estado natural (n com elétrons extras e p com elétrons em falta), formando assim uma corrente elétrica. Caso a incidência dos fótons seja interrompida, o fluxo de elétrons

também cessa. Para que isso ocorra, o material constituinte da célula deve possuir certas propriedades, fazendo-se uso então de materiais semicondutores. O silício é o mais utilizado por ser um elemento abundante na natureza e por já ser amplamente utilizado na indústria de computadores. Pode-se utilizar ainda o gálio, o cádmio, o cobre e o índio (MOTTA, [s.n.]).

O grande obstáculo para a implantação e difusão dos sistemas fotovoltaicos em grande escala é o custo das células solares (GTES, 2004). Basicamente, os sistemas solares fotovoltaicos podem ser caracterizados como: autônomos ou interligados à rede elétrica local. As principais diferenças entre eles referem-se à orientação dos painéis solares, tipo de configuração e se possui ou não um sistema que acumula energia, como uma bateria (RÜTHER, 1999).

A energia elétrica Fotovoltaica tem as mesmas utilidades da energia proveniente dos sistemas convencionais. Sendo assim, ela atende tanto a usuários domésticos quanto empresariais, governamentais ou agrícolas. Com a instalação dos painéis de energia solar Fotovoltaica, cada propriedade se transforma em uma micro usina de geração de energia— ou seja: o usuário deixa de ser apenas consumidor e passa a ser um autoprodutor de energia elétrica.

Os sistemas apresentam uma configuração básica e deverá ter uma unidade de controle de potência e uma unidade de armazenamento. (RÜTHER, 1999). A energia solar Fotovoltaica pode ser aplicada tanto em áreas remotas como em edificações integradas à rede convencional de energia elétrica, inclusive como complementação desta. Além disso, os sistemas solares podem ser classificados em ativos e passivos, os sistemas ativos são aqueles que necessitam a presença de um fluido circulante que possa recolher e transportar a energia de origem solar até o acumulador ou pontos de consumo, diferentemente, os sistemas passivos se baseiam em conceitos arquitetônicos ou geométricos que aperfeiçoam a energia incidente, de forma natural, obtendo a melhor climatização em um recinto ou em uma construção. Esse tipo de construção procura ser o menos frias possível no inverno e o menos quentes no verão, aproveitando ao máximo a luminosidade. (MOTTA, [s. n.]).

4.1 Sistemas Isolados ou Autônomos

Sistemas isolados, em geral, utilizam alguma forma de armazenamento de energia. Este armazenamento pode ser feito através de baterias, quando se deseje

utilizar aparelhos elétricos, ou armazena-se na forma de energia gravitacional, quando se bombeia água para tanques em sistemas de abastecimento. Alguns sistemas isolados não necessitam de armazenamento, o que é o caso da irrigação onde toda a água bombeada é diretamente consumida ou estocada em reservatórios.

Esse tipo de instalação apresenta diversas vantagens: minimiza as perdas por transmissão, pois a geração e o consumo estão próximos um do outro; alivia o sistema de distribuição da concessionária elétrica, aumentando a vida útil de transformadores e outros componentes (SANTOS; URBANETZ JUNIOR & RÜTHER, 2008). Os sistemas autônomos são normalmente utilizados quando o custo de estender a rede elétrica pública for proibitivo, ou quando o local for de difícil acesso (RÜTHER, 1999).

4.2 Sistemas Conectados à Rede

Este tipo faz uso de inúmeros painéis fotovoltaicos e não possuem armazenamento de energia, uma vez que toda a geração de energia é entregue diretamente na rede. Ele funciona como fonte complementar de energia ao sistema elétrico de grande porte. O sistema é conectado em inversores que guiam diretamente na rede. Devem ser de qualidade e de segurança para não comprometer o funcionamento da rede. Quando há produção de energia acima do necessário para o funcionamento da residência, o excesso é enviado para a rede pública. Dessa forma, o relógio “anda para trás” e a residência “vende” energia. Por outro lado, quando o sistema produz menos do que o requerido pela residência, a energia complementar é retirada da rede (RÜTHER, 1999).

4.3 Utilização do Aquecedor Solar

Os aquecedores solares já vêm sendo utilizados no Brasil desde 1960, quando surgiram as primeiras pesquisas. Em 1973 foi à vez das empresas começarem a fazer uso dessa tecnologia (ABRAVA, 2001).

Antonio Dias Leite deixa claro em seu livro intitulado “A Energia do Brasil” (1997) que já é possível à introdução em residências ou outros ambientes da energia solar como fonte de aquecimento de água. O autor cita ainda que no Brasil este tipo de aquecimento teria um papel fundamental, pois poderia substituir, em parte, o consumo de energia elétrica pelos chuveiros elétricos, valor este estimado

em mais de 2% do consumo total nacional (LEITE, 1997). Ainda segundo o autor, a Energia Solar é a única fonte energética que possui características suficientemente distributivas para esse tipo de uso.

A ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) afirma em suas publicações que mais de 6% de todo o consumo nacional de energia elétrica, três vezes mais que as estimativas referenciadas pelo Professor Dias Leite, é utilizado para alimentar chuveiros elétricos. O contraste de percentuais deixa dúvida quanto à exatidão numérica, porém, deixa clara a relevância do impacto. Vale ressaltar que o crescimento urbano ainda é elevado e que esse aumento implica numa alteração da participação do consumo de energia elétrica residencial e comercial, o que aumenta a participação, no consumo total nacional, do consumo de água aquecida através de eletricidade.

Dessa forma, é necessário que urgentemente ocorra à implementação de uma política do uso de energia solar para esse fim. Com tal política implementada as evoluções dos preços de tais equipamentos só tenderiam a declinar. O crescimento médio no setor, que já conta com aproximadamente 140 fabricantes e possui uma taxa histórica de crescimento anual de aproximadamente 35%, foi acima de 50% em 2001. Em 2002, foram produzidos no país 310.000 m² de coletores solares (ABRAVA, 2001).

4.3.1 Aquecimento da Água para o Banho

Trata-se da utilização mais conhecida no Brasil. Este sistema é geralmente composto por um conjunto de placas instaladas no telhado, ligadas a um reservatório de água quente, o chuveiro elétrico é um dos aparelhos domésticos que mais consomem energia elétrica. Segundo a ONG Sociedade do Sol, no Brasil 90% dos lares utiliza o chuveiro elétrico. Se adotarmos o aquecedor solar, poderíamos substituí-lo ou diminuir o seu uso, reduzindo o valor da conta de luz em até 30%, melhorando as condições de vida das famílias brasileiras que na sua grande maioria têm salários baixíssimos e tarifas altas para se manter.

O site da empresa de produtos de beleza Muriel, informa que a temperatura ideal da água no banho deve ser de morna para fria, e deve ser percebida pela própria sensação na pele. Se quiser medir a temperatura com o termômetro ela deve estar na marca dos 25° a 30° C.

Os maiores problemas gerados pelo banho quente são aqueles advindos do

ressecamento da pele que a água quente produz: coceira, infecção de pele além do aspecto estético de aspereza da pele. A água fria faz bem à pele, mas como o banho deve produzir também uma sensação de prazer o ideal é que o banho não seja muito frio, devendo-se preferir os banhos mornos, exceção feita aos banhos no verão que devem ser frios e aí sim produzem uma sensação de prazer e alívio do calor.

Uma forma simplificada para medir a economia mensal de energia elétrica de quando se utiliza o aquecedor solar (considerando que todo o dia do mês exista sol) é a descrita a seguir:

$$\text{Energia} = \text{Potência} \times \text{tempo}$$

Considerando $P = 4.500\text{W}$ (chuveiro) e $t = 20\text{min} = \text{um terço de hora}$ (tempo de banho). Temos:

$$E = 4.500\text{W} \times 1/3\text{h} = 1500 \text{ Wh} = 1,5 \text{ kWh}$$

Se houverem três pessoas por casa:

$$1,5 \text{ kWh} \times 3 = 4,5 \text{ kWh}$$

Preço de 1,0 kWh em São Paulo: R\$ 0,28 (ANEEL, 2006)

$$4,5\text{kWh} \times \text{R\$ } 0,28 = \text{R\$ } 1,26 \text{ por dia}$$

Durante 30 dias no mês, teremos

$$\text{R\$ } 1,26 \times 30 \text{ dias} = \text{R\$ } 37,80$$

Se multiplicarmos esta quantia por 12 meses, teríamos:

$$\text{R\$ } 37,80 \times 12 = \text{R\$ } 453,60$$

Segundo Marcel Neves da FAMEPIG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais) o país tem em torno de 19 milhões de chuveiros elétricos instalados, indicando que 73,10% das residências brasileiras possuem pelo menos um chuveiro elétrico.

Desta forma, com a adesão da ideia e a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares eficientes, o país poderia fazer uma economia, por mês de:

$$19.000.000 \times \text{R\$ } 37,80 = \text{R\$ } 718.200.000,00$$

O valor médio de um aquecedor solar para uma família de seis pessoas gira em torno de R\$ 1.600,00 (Editora Abril, 2009). Assim, podemos calcular o período de retorno do investimento:

$$\text{R\$ } 1600,00 / \text{R\$ } 453,60 = \text{Aproximadamente } 3 \text{ anos e meio}$$

4.3.2 Outras Aplicações da Energia Solar Térmica

Sabe-se que a maioria das instalações que aproveitam o poder térmico da energia solar o fazem para o aquecimento de água para fins domésticos ou industriais. No entanto, a energia solar como fonte primária pode ser utilizada em diversos processos, da mesma forma que qualquer outra fonte energética.

Pode-se aquecer água para piscinas por meio de coletores solares. Esse uso é bastante difundido nos países europeus, sendo em alguns casos proibido o uso de combustíveis fósseis para este fim. Uma outra utilização é nos processos de secagem em agricultura (grãos, folhas) ou em outros tipos de indústrias, pois a energia solar consegue aumentar a temperatura do ar o suficiente para a realização desses tipos de processos. (MOTTA, [s.n.]).

Outro uso refere-se à dessalinização da água, trata-se de uma aplicação que funciona evaporando a água, aproveitando seu aquecimento pela radiação solar. O vapor é retido por uma cobertura inclinada, densa e acumulado na forma de água dessalinizada em um vasilhame à parte. Há ainda o uso da energia solar para calefação de ambientes internos, refrigeração, em cozinhas solares com inúmeros equipamentos como fornos, fogões etc. Nesse processo os raios solares são concentrados em um foco, para que seja gerado um aquecimento similar ao do fogo ou ao calor gerado por resistências elétricas (MOTTA, [s.n.]).

4.3.3 Outras Formas de Uso da Energia Solar

No Brasil a utilização da energia solar é normalmente restrita as placas fotovoltaicas residenciais convencionais, no entanto esta energia solar pode ser produzida por grandes usinas e transportadas até o consumidor final. Exemplo disso ocorre na cidade de Sevilha, sul da Espanha. Lá existe uma usina em funcionamento que direciona a luz do sol para uma torre de uma altura equivalente a um prédio de 40 andares. A luz solar é refletida em 600 chapas de metal de 120 metros² cada uma, funcionando como espelhos. No alto da torre, há uma rede de canos com água, que é aquecida pelo processo. O vapor gerado move as turbinas, similarmente como acontece em uma usina de eletricidade (BBC BRASIL, 2010).

Outro exemplo é um projeto que visa à construção de uma mega usina no deserto do Saara, que produzirá energia equivalente a quatro usinas de Itaipu. Isso porque os desertos do planeta recebem mais energia do sol em seis horas do que todo o consumo da humanidade em um ano. De acordo com a revista Veja (2009),

acredita-se que somente 1% da superfície de 9,1 milhões de Km² do Saara, onde o sol brilha 4.800 horas por ano, seria suficiente para suprir as necessidades energéticas de todo o mundo. No entanto, todo esse potencial permanece até hoje mal aproveitado. Uma das razões é a limitação logística que a energia solar possui.

Ainda de acordo com a revista, os números envolvidos são exorbitantes: a conclusão da obra possui custo estimado de 400 bilhões de euros, um valor equivalente a 40% do PIB brasileiro; serão 6.000 Km², cobertos por espelhos refletores, redes de transmissão e usinas; ao ser concluída a usina teria uma capacidade instalada de 100 gigawatts; o sistema conseguiria atender a 15% da demanda europeia em 2050; serão necessário para sua construção 2.400 pessoas.

O projeto denominado Desertec nasceu de um anseio mundial em produzir energia limpa e atender as demandas energéticas crescentes. Seu funcionamento é similar ao que ocorre na usina em Sevilha. Os cabos percorrerão até 2.000 km, cruzando o fundo do Mediterrâneo (VEJA, 2009). Como estas formas de disponibilização da energia em grande escala é cara, o Brasil ainda não possui projetos deste porte.

5. Vantagens e Desvantagens do uso da energia solar

5.1 Vantagens

Dentre as vantagens de se utilizar a Energia solar podemos citar:

- 1) Não é necessário sua extração, refinamento ou transporte para o local da geração, uma vez que ele é próximo à carga. Evita-se assim, custos com transmissão em alta tensão (RÜTHER, 1999);
- 2) O processo de geração de energia é mais simples e não há emissão de gases poluentes ou ruídos (RÜTHER, 1999);
- 3) Necessita de mínima manutenção (RÜTHER, 1999);
- 4) Os painéis solares estão cada vez mais eficientes e o seu custo cada vez mais baixo (SILVA, 2007);
- 5) É recomendada em áreas de difícil acesso pois sua instalação em pequena não demanda investimentos altos em linhas de transmissão (SILVA, 2007);
- 6) Em países tropicais é viável em praticamente todo o território (SILVA, 2007);
- 7) Não necessita de turbinas ou geradores para a produção de energia (Ambiente Brasil, 2009);

8) Cada m² de coletor solar instalado evita a inundação de 56 m² de terras férteis pela construção de usinas hidrelétricas (Ambiente Brasil, 2009);

9) Proporciona elevada economia no uso de energia elétrica que acarreta diminuição no pagamento da conta de luz do usuário (ABRAVA, 2001);

10) Não apresenta risco para quem faz usos dela (ABRAVA, 2001).

5.1.1 Benefícios ambientais da energia solar Fotovoltaica

A interação entre o silício e a luz solar, que gera a energia Fotovoltaica, não produz resíduos. Por isso, ela é considerada uma fonte de energia limpa/ecológica. Além disso, a radiação solar é abundante e inesgotável, com grande potencial de utilização, enquanto o silício, principal semicondutor utilizado nos painéis fotovoltaicos, é o segundo elemento mais encontrado na superfície terrestre.

5.1.2 Benefícios sociais da energia solar Fotovoltaica

A energia solar Fotovoltaica é uma excelente solução para levar energia elétrica a famílias e pequenos produtores que vivem em áreas remotas. Instalar uma microunidade autossuficiente em cada telhado de localidades afastadas dos grandes centros urbanos, como a região amazônica, por exemplo, resulta numa operação mais econômica que o empreendimento com redes elétricas.

5.1.3 Benefícios econômicos da energia solar Fotovoltaica

À parte do investimento inicial, com compra e instalação do equipamento, a energia elétrica gerada pelo sistema fotovoltaico não tem outros custos, dado que os painéis demandam pouca manutenção. Com a evolução tecnológica, o prazo de retorno deste investimento está cada vez menor.

5.2 Desvantagens

Segundo Rütger (1999) as principais desvantagens do uso da energia solar são:

1) As variações climáticas influenciam na quantidade de energia produzida (chuva, neve), além do que à noite, como não há produção nenhuma de energia é necessário que haja um sistema de armazenamento dessa energia;

2) Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) apresentam quedas bruscas de produção nos meses de

inverno devido à diminuição da incidência de energia solar. Regiões com muitas nuvens também podem apresentar essas variações na produção;

3) Como a produção aumenta no verão e diminui no inverno, o ideal seria armazenar esse excesso de um para a escassez de outro. No entanto, seria preciso um volume de armazenamento que é inviável e um reservatório que fosse perfeitamente isolado, o que é impossível executar.

4) Sua forma de armazenamento é pouco eficiente quando comparada com outras fontes (combustível fóssil, biomassa etc.).

5) Há alguns países, por razões culturais que são contra a construção de casas de concreto em ambientes não urbanos. Seria necessário adaptar os coletores para outros tipos de construções, porém nem sempre isso é possível.

6) Alto custo das placas devido ao alto valor do silício.

7) Técnicas específicas como a inclinação, posicionamento ideal etc., quando não respeitadas, fazem com que alguns projetos se tornem ineficientes.

8) Alto consumo de energia para a fabricação do painel;

9) Estes sistemas dependem de baterias que geralmente são do tipo chumbo-ácido, e possuem vida útil de dois anos (UFG, 2010).

6. Análise econômica

A introdução de um novo sistema de geração de energia exige uma comparação dos custos financeiros de instalação, operação e manutenção com o sistema já vigente, bem como com os outros que possuem algumas evidências, porém não são potencialmente explorados. Além disso, nesses estudos não devem ser analisados somente os encargos técnicos, mas também os sociais, ambientais e econômicos, a fim de evitar alguns danos financeiros, dada a alta complexidade desses tipos de empreendimento, bem como a pressão da sociedade civil para a incorporação desses quesitos nos custos desses projetos.

Porém, torna-se difícil a elaboração dessas análises, uma vez que não há uma padronização para estes tipos de cálculos. Isso ocorre devido às variações de taxas de câmbio, de inflação e de juros ao longo do tempo, bem como a depreciação de máquinas e equipamentos para implantação de um sistema de geração de energia a partir da luz solar. Somado a isso, há a dificuldade de se valorar os reais benefícios e custos sociais e ambientais advindos dessas mudanças, visto que estas técnicas são muitas vezes negligenciadas por falta de incentivos econômicos, o que

pode encarecer os projetos, e que há algumas especificidades regionais que devem ser levadas em consideração.

Tendo como base estes aspectos, neste item será realizada uma análise econômica para uso da energia solar, comparando-se os custos dela com os outros tipos de geração de energia elétrica.

6.1 Comparação de preços pelo custo de implantação por unidade de potência

Podemos observar que o custo de implantação de células fotovoltaicas é, em U\$/W, no mínimo, cinco vezes maior que o custo de implementação de uma pequena usina hidrelétrica. Isso se torna um dos motivos de os investidores preferirem aplicar seus recursos nas hidrelétricas.

Um estudo feito sobre o custo de implantação de sistemas fotovoltaicos analisou o preço de 47 sistemas isolados de 100 a 6.600 W de 1987 a 2004 e constatou que esses sistemas estão tendendo à redução de preços de aproximadamente Um U\$/W/ano, e variando os custos entre 7 e 10 U\$/W/ano. Outro estudo realizado confirma que os preços estão sofrendo redução ano após ano, e revelou que os sistemas isolados custam aproximadamente o dobro dos sistemas conectados à rede, uma vez que não necessitam de baterias e outros componentes associados. Em 2004, os sistemas isolados de até 1 kW variavam de preço entre 9 a 25 U\$/W, sendo o valor corriqueiro de 13 U\$/W. Nos sistemas maiores a variação é semelhante, porém os preços são um pouco menores. Os sistemas conectados à rede apresentam valores de até 6 U\$/W. (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

Segundo estudo realizado em 2012 pela Universidade de Campinas (UNICAMP), para o consumo médio de residências brasileiras de 250 kWh de energia por mês são necessários oito painéis para abastecer completamente a casa e um custo de instalação médio de 15 a 20 mil reais para a aquisição de painéis solares de silício cristalino e filmes finos, os mais comuns no mercado. A estimativa de retorno do investimento era de até 10 anos (OUL, 2013).

Quadro 1- Valores típicos de implantação de usinas geradoras de energia.

Tipo de geração	Custo de implantação ANEEL (U\$/W)	Custo de implantação CESP/IMT (U\$/W)
Termelétrica a diesel	0,40 a 0,50	0,35 a 0,50
Termelétrica a gás	0,40 a 0,65	0,35 a 0,50
Termelétrica a vapor	0,80 a 1,00	-
Termelétrico ciclo combinado	0,80 a 1,00	-
Pequenas centrais hidrelétricas	1,00	-
Geração eólica	1,20 a 1,50	1,00
Células fotovoltaicas	-	5,00 a 10,00

Fonte: ANEEL-SCG,2006, NEGRI et. Al., 2003

6.2 Comparação de preços pela geração de energia durante a vida útil do sistema (30 anos)

Este método se torna mais prático por utilizar somente critérios técnicos, desconsiderando os fatores sociais e ambientais incluídos nestes sistemas.

a) Comparação utilizando o preço da energia gerada, ao invés da potência instalada. Como a energia solar fotovoltaica possui custo de operação e manutenção desprezível, principalmente por não necessitar de combustível para operar e nem ter peças móveis para sofrer manutenção complexa, seu investimento de instalação é diluído por toda a sua vida útil, correspondente à energia gerada; e

b) Comparação com o preço da energia das fontes convencionais que é paga pela unidade consumidora, após o sistema de transmissão e distribuição, ao invés do valor cobrado pela usina geradora. (ANEEL, 2006).

Tabela 1: Valor da Energia Cobrada das Unidades Consumidoras Residenciais em 2005, descontados os Impostos ICMS, PIS/PASEP e COFINS.

Cidade/Estado	Tarifa de energia residencial [R\$/MWh]	Cidade/Estado	Tarifa de energia residencial [R\$/MWh]
Belo Horizonte/MG	406,36	Porto Alegre/RS	310,10
Campo Grande/MS	397,40	Maceió/AL	309,19
Palmas/TO	364,65	Rio Branco/AC	306,82
Cuiabá/MT	344,98	Manaus/AM	300,56
São Luís/MA	343,95	Goiânia/GO	299,93
Vitória/ES	332,35	Curitiba/PR	298,82
Rio de Janeiro/RJ	331,88	São Paulo/SP	287,21
João Pessoa/PB	330,57	Fortaleza/CE	280,98
Porto Velho/RO	329,42	Boa Vista/RR	275,80
Florianópolis/SC	328,10	Brasília/DF	270,13
Teresina/PI	321,90	Salvador/BA	265,74
Recife/PE	320,62	Aracaju/SE	261,91
Belém/PA	311,62	Natal/RN	238,25
Valor médio: 314,20 R\$/MWh			

Fonte: ANNEL (2006).

A energia solar possui um custo de operação e manutenção muito baixo, pois não necessita de combustível para funcionar e nem de peças para manutenção. O custo de instalação é diluído durante toda a sua vida útil. A geração de energia é diretamente na residência de quem a consome, não tendo que pagar os custos envolvidos nas linhas de transmissão, rede de distribuição, operação e manutenção, como é o caso quando se usa energia elétrica, por exemplo. (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

Foi definido um período de 30 anos porque é a expectativa de vida útil dos painéis fotovoltaicos. O banco de baterias possui 5 anos de vida útil, e os controladores de carregamento e inversores de frequência, 10 anos, dessa forma, o custo do sistema fotovoltaico durante 30 anos leva em conta a manutenção dos outros equipamentos que apresentam vida útil menor que as placas: 1 x custo do painel solar, 6 x custo do banco de baterias, 3 x custo do controlador de carga e 3 x custo do inversor de frequência (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

Tabela 2: Custo de Instalação de um Sistema Fotovoltaico de 1,98 kW Pico

Item	Preço unitário [R\$]	Valor total [R\$]
44 Painéis fotovoltaicos 15V 3A 45WPICO	720,00 (R\$ 16,00/W)	31.680,00
1 Controlador de carregamento 48Vcc 40A	700,00	700,00
1 Inversor 48Vcc 4000W	16.000,00	16.000,00
24 Bateria 105Ah	500,00	12.000,00
Valor total: R\$ 60.380,00		

Fonte: SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006.

Tabela 3: Custo do Sistema Fotovoltaico Durante 30 Anos.

Item	Custo [R\$]
1 x painéis	31.680,00
3 x controlador	2.100,00
3 x inversor	48.000,00
6 x baterias	72.000,00
Total: R\$ 153.780,00	

Fonte: (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

Com o valor a ser pago durante a vida útil do sistema, basta saber qual a energia produzida durante esse período, para se fazer uma comparação com as outras fontes. Estudos indicam que o sistema fotovoltaico aproveita apenas 50 % da energia gerada pelo painel, devido a perdas no banco de baterias, no inversor e, pela dificuldade de aproveitar toda a insolação incidente (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

Um sistema de 1,98 kW PICO, em um período com insolação média de 4,45 kWh/m², juntamente com o aproveitamento médio de 50%, gera por dia:

$$1,98 \text{ kW} \times 4,45 \text{ h} \times 0,5 = 4,4 \text{ kWh}$$

Em 30 anos esta energia corresponde à:

$$4,4 \text{ kWh/dia} \times 365 \text{ dias} \times 30 \text{ anos} = 48,18 \text{ MWh}$$

Assim, o custo da energia solar fotovoltaica isolada é de:

$\frac{153.780,00 \text{ R\$}}{48,18 \text{ MWh}} = 3.191,78 \text{ R\$ / MWh}$

Fonte: SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006.

O referente valor é aproximadamente 10 vezes maior que a energia gerada pelo sistema convencional.

Os sistemas fotovoltaicos interligados apresentam preços mais competitivos, porque além do seu rendimento passar de 50% para 84%, não tem perdas do sistema de armazenamento e a há mais eficiência da energia solar disponível sobre o painel, por ter cargas sempre conectadas e consumindo energia.

Custo dos equipamentos:

$$153.780,00 - 72.000,00 = 81.780,00 \text{ R\$}$$

Geração de energia:

$$1,98 \text{ kW} \times 4,45 \text{ h} \times 0,84 \times 365 \text{ dias} \times 30 \text{ anos} = 81,04 \text{ MWh}$$

Custo da energia solar conectada à rede:

$\frac{81.780,00 \text{ R\$}}{81,04 \text{ MWh}} = 1.009,13 \text{ R\$ / MWh}$
--

O Sistema interligado apresenta custo três vezes maior ao da energia convencional, sem os impostos, os quais aumentam sobre o valor 30%. Assim sendo incentivos fiscais podem reduzir essa relação para 2,5 vezes. Quando se inclui os custos ambientais, os valores podem se igualar.

Com a queda nos preços dos sistemas solares, em pouco tempo essa fonte de energia pode se tornar viável (SHAYANI, OLIVEIRA & CAMARGO, 2006).

7. Legislação

Segundo o site Cidades Solares até o ano de 2008, 53 cidades já possuíam leis que obrigavam a utilização de energia solar em novas construções. Porto Alegre foi à primeira cidade a implantar tal tipo de lei. Em São Paulo a Lei 14459/07 foi implementada com o mesmo objetivo. Acredita-se que com isso o mercado no Brasil se esqueça e haja a redução de custos (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

Para que as leis possam realmente auxiliar na utilização dessas fontes por toda a sociedade é necessário que:

- 1) As políticas necessitam ser de longo prazo, bem elaboradas e efetivamente implementadas;
- 2) As metas devem ser claras e proporcionar um ambiente de estabilidade para todos aqueles que estão envolvidos;
- 3) Ações que deem suporte às políticas como por exemplo, campanhas de divulgação, esquemas de treinamento, linhas de financiamento são fundamentais (CIDADES SOLARES, 2009).

Atualmente existe um projeto de lei (PL) número 1859/junho de 2011, circulando no congresso, a lei dispõe sobre incentivos à utilização da energia solar. Em nível municipal, o estado de São Paulo dispõe da lei nº 14.459, de 3 de julho de 2007, dispõe sobre a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo.

7.1 Benefícios Fiscais ou formas de incentivar o uso de energia solar

Como dito anteriormente, um grande empecilho para a instalação de sistemas de energia solar é seu alto custo, que muitas vezes está relacionado com o pagamento de altos tributos.

Uma forma de amenizar os custos e tornar a fonte de energia solar atraente são os estímulos fiscais, no qual o governo se compromete a incentivar por meio de

deduções fiscais usuários que investem em fontes alternativas de energia, baseadas em recursos renováveis e consideradas limpas.

Em todo mundo, inúmeros países possuem benefícios fiscais para usuários de energia solar. Em Israel, os aquecedores solares são obrigatórios desde 1980, sendo o primeiro país a impor este tipo de política. Nos Estados Unidos chegam a 52% ou mais do valor de instalação dos sistemas residenciais. Além do que, alguns consumidores recebem créditos pela energia excedente produzida pelos sistemas domésticos, e acabam por não pagar nada no final do mês (CONPET, 2007).

Na Europa também há diversos incentivos. Portugal criou uma taxa denominada IVA (Imposto sobre o Valor Acrescentado) que para diversos bens ela é de 20%, mas para as placas ela é de 12% (FORUM SOLAR.EU, 2010).

No Brasil de acordo com o site Cidades Solares não há uma política nacional de benefícios fiscais para usuários de energia solar, no entanto existem cidades que buscam incentivos legais para este fim. Assim, existem 26 leis já aprovadas e somente dois casos estão esperando o decreto oficial ser elaborado para que estas entrem em vigor. Um exemplo é a cidade de Piracicaba, São Paulo, que possui o projeto de lei 278/06 , dispendo sobre a criação, no âmbito do município de Piracicaba, de um programa de incentivos ao uso de energia solar nas edificações urbana.

Outro exemplo é Porto Alegre, onde o Projeto de Lei 04117 Institui o Programa de Incentivos do Uso de Energia Solar nas Edificações com o objetivo de incentivar a utilização desta fonte de energia (FORUM REGIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2007). No entanto, esses incentivos não são específicos, dessa forma nenhuma medida concreta vem sendo tomada.

Tabela 4: Situação atual das leis incentivadoras ao uso de energia solar.

Leis	Projetos/tramitações	Vetados/retirados/arquivados
Vitória	Manaus	Estado CE
Estado GO	Salvador	Campo Grande (MT)
Estado MT	Vitória	Estado MG
Belo Horizonte	Goiânia	Belo Horizonte
Juiz de Fora	Estado MG (2)	Curitiba
Varginha	Belo Horizonte (5)	Londrina

Leis	Projetos/tramitações	Vetados/retirados/arquivados
Estado PR (2)	Divinópolis	Rio de Janeiro (2)
Estado RJ	Montes Claros	Estado SC (2)
Gramado	Ponte Nova	Estado SP
Porto Alegre	Uberaba	Americana
Americana	João Pessoa	Araçatuba
Assis	Curitiba (2)	Campinas (2)
Avaré	Estado Pernambuco	Hortolândia
Birigüi	Rio de Janeiro (2)	Ilhabela
Diadema	Caxias do Sul	Osasco
Franca	Novo Hamburgo	Santos (2)
Jundiaí	Estado SC	Vinhedo
Marília	São José	Vitória
Peruíbe	Araraquara	
Piracicaba	Campinas	
Ribeirão Pires	Ribeirão Preto	
Ribeirão Preto	Santo André (2)	
São Caetano do Sul	São José dos Campos	
São J do Rio Preto		
São Paulo		
TOTAL:26	TOTAL:31	TOTAL:22

Fonte: Site Cidades Solares.

Outro ponto a ser ressaltado nestas leis é que muitas impõem obrigatoriedade da instalação de geração de energia solar nas novas residências, porém há um entrave econômico, devido aos altos custos desta fonte de energia, há dificuldade, por obrigar também quem não tem condições financeiras para tal.

Assim muitas destas leis são por vezes inaplicáveis à realidade local, deixando evidente a necessidade da reformulação e detalhamento das formas de incentivo, de utilização da energia e de formas a subsidiar ou financiar quem não

tem condições financeiras para usufruir deste recurso energético. Outra forma de incentivo são as facilidades para o financiamento na compra das placas para transformação da energia solar em elétrica e das formas armazenamento. No Brasil, correntistas do Banco Real (atual banco Santander) e do Bradesco financiam a compra destes, com taxas reduzidas em relação às de um empréstimo. (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2009).

8. Conclusão

As fontes de energia de origem solar apresentam processo de geração de eletricidade mais simples do que a obtenção de energia através de combustíveis fósseis ou nucleares. A sua utilização de forma distribuída apresenta as vantagens de redução de gastos com os sistemas de transmissão e distribuição, além de permitir desenvolvimento social para localidades não eletrificadas. O preço da energia solar é comparado com o valor pago pelos consumidores em suas residências, uma vez que a energia final consumida chega a ser 5 vezes mais caro que o valor cobrado pela usina convencional.

O custo de implantação de um sistema solar isolado pode chegar a 50 vezes o valor de uma pequena central hidrelétrica de mesma capacidade, entretanto fazendo o cálculo considerando a energia gerada durante a vida útil do equipamento solar, de aproximadamente 30 anos, é obtido o valor correspondente a 10 vezes o custo da energia entregue ao consumidor. Ao considerar um sistema interligado à rede, a relação passa de 10 para 3. Ao serem agregados os impostos, custos ambientais e sociais, a energia solar fotovoltaica passa a ser, em um futuro breve, economicamente competitiva.

O Brasil está aumentando a quantidade de emissões de gases de efeito estufa durante o processo de geração de eletricidade, além de constatar aumentos nos preços do gás natural e do CCC. Neste ritmo, o custo da energia subirá 200% em 10 anos, superando o valor da energia solar fotovoltaica interligada à rede, a qual continuará reduzindo seu preço neste período.

No que diz respeito ao aquecimento de água para o banho, observamos que o sistema de aquecedor solar pode ser instalado em praticamente qualquer tipo de residência e pode representar uma economia de até 35% na conta de luz. E sabendo-se que, de acordo com a ABRAVA, o consumo de energia elétrica pelos chuveiros elétricos corresponde a 5% de toda energia elétrica nacional, a

implantação de aquecedores poderia ser subsidiada por uma política nacional, séria, comprometida com o bem estar social e o meio ambiente, uma vez que simbolizaria um benefício social para as populações de baixa renda que poderiam gastar sua verba em outros setores da economia ao invés do setor energético que tende a chegar ao seu limite de produção, além de um claro benefício ambiental.

Referências

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. Disponível em: < <http://www.abrava.com.br/>> Acesso em: 12 maio de 2010.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em <www.ambientebrasil.com.br> Acesso em 05 de Maio de 2010.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)> Acesso em 05 de Maio 2013.

BBC BRASIL. Disponível em <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/020814_energia1ae.shtml> Acesso em 06 de Mai de 2010.

BAHIA. G. A Energia Solar: Teoria e Aplicações. 2005.

BARROS, E. V.; A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das Nações: Base de uma Nova Geopolítica. Disponível em: <http://www.uff.br/engevista/9_1Engevista5.pdf> Acesso em 14 de Maio de 2010.

BARRUCHO, L. G. Uma Megausina Solar no Saara. Revista Veja. Ed. 2122. Julho de 2009.

BIODIESELBR. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/agro-energia.htm>> Acesso em 14 de Maio de 2010.

CAMARA DO GOVERNO BRASILEIRO. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=AEC616A61E51692A85000F00221590D3.node1?codteor=900064&filename=PL+1859/2011> Acesso em 11 de Maio de 2013

CIDADES SOLARES. Disponível em:

<http://www.cidadessolares.org.br/conteudo_view.php?sec_id=7> Acesso em 08 de Maio de 2010.

Cidades Sustentáveis, 2011.

(http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas_praticas/exibir/33)

CONPET. Incentivo Fiscal Ajuda Mercado de Energia Solar. 2007.

Disponível em:

<http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?id_noticia=487&segmento=> Acesso em 06 de Maio de de 2010.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em:

<<http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>> Acesso em 10 de Maio de 2010.

FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

Disponível em:

<<http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/Chuveiro%20economico.pdf>>

Acesso em 05 Maio de 2010.

FORUM REGIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. DISPONIVEL EM: <

<http://www.docstoc.com/docs/21095402/Fomento-al-uso-de-energia-solar-en-Porto-Alegre/>> Acesso em: 11 Maio de 2010.

FORUM SOLAR.EU. Disponível em:

<<http://www.forumsolar.eu/forum/viewtopic.php?f=16&t=15>> Acesso em: 11 Maio de 2010.

GTES - Grupo de Trabalho de Energia Solar. Manual de engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 13 Maio de 2010.

IEA – Internacional Energy Agency. Disponível em: <<http://www.iea.org/>> Acesso em 13 Maio de 2010.

IPCC. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>> Acesso em: 13 Maio de 2010.

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO. Universidade de Lisboa. Breve História da Energia Solar. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/palmira/solar3.html>> Acesso em: 12 Maio de 2010.

LEITE, A. D. A Energia do Brasil. Ed. Nova Fronteira. 1997.

MARQUES, D. Dom; BRITO, A. U. B.; CUNHA, A. Estudo da Radiação Solar para Geração de Energia em Sistemas Descentralizados no Estado do Amapá. [s.n.]

MOTTA, M. Energia Solar: Sociologia e Legislação. [s.n].

Muriel Cosméticos. Disponível em: < <http://www.muriel.com.br/>> Acesso em: 10 de Maio de 2010.

ONG SOCIEDADE DO SOL. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br/home.htm>> Acesso em 12 Maio de 2010.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em:

<<http://www.estado.com.br/suplementos/cons/2008/01/27/cons1.93.22.20080127.1.1.xml>> Acesso em: 13 Maio de 2010.

PLANETA SUSTENTÁVEL. Crédito Verde. 2009. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_451463.shtml> Acesso em: 11 Maio de 2010.

PORTAL TERRA. Espanha: Usina Pioneira de Energia Solar será Expandida. 2007. Disponível em:

<<http://noticias.terra.com.br/mundo/interna/0,,O11589976-EI8142,00.html>> Acesso em 08 de Maio de 2010.

REVISTA GALILEU. Disponível em:

<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI314126-18537,00-ALEMANHA+BATE+RECORDES+DE+PRODUCAO+DE+ENERGIA+SOLAR.html>

Acesso em 11 de Maio de 2013.

ROIG, C. A.; Eficiência Energética e o Retorno e o Retorno às Energias Renováveis no Século XXI. 2009

RÜTHER, R. Panorama Atual da Utilização da Energia Solar Fotovoltaica e O Trabalho do Labsolar nesta Área. 1999.

SHAYANI. R. A; OLIVEIRA, M. A. G.; CAMARGO, I. M. T. Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais. 2006.

SILVA, G. G. Avaliação Ambiental dos Benefícios da Utilização da Energia. 2007.

SANTOS, I. P.; JUNIOR URBANETZ, J. ; RÜTHER, R. Energia solar Fotovoltaica como Fonte Complementar de Energia Elétrica para residências na Busca da Sustentabilidade. 2008.

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS. Disponível em:

http://www.ucg.br/ACAD_WEB/professor/SiteDocente/admin/arquivosUpload/7502/material/Apostila%20de%20Energia%20Eletrica%20I%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia.PDF

Acesso em 06 de Maio de 2010.

UOL – Julia Passos. Disponível em:

<http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/03/18/energia-solar-sai-carro-na-casa-toda-mas-vale-para-esquentar-chuveiro.htm>

Acesso em 11 de Maio de 2013.