

Energia Solar



Energia Solar

Energia solar é a energia proveniente da luz e do calor do Sol que é aproveitada e utilizada por meio de diferentes tecnologias, principalmente como o aquecimento solar, energia solar fotovoltaica, energia heliotérmica e arquitetura solar. A energia solar é considerada uma fonte de energia renovável e sustentável.

Energia Solar é a energia derivada do Sol na forma de radiação solar.

Para que serve a energia solar

A energia solar é uma forma limpa e sem danos a natureza de se gerar energia elétrica e por ser uma fonte de energia renovável baseada no sol a energia solar tem um grande aproveitamento como fonte de calor e luz sendo uma das mais aproveitáveis e promissoras energias no mundo

Para que serve a energia solar

A energia solar é uma forma limpa e sem danos a natureza de se gerar energia elétrica e por ser uma fonte de energia renovável baseada no sol a energia solar tem um grande aproveitamento como fonte de calor e luz sendo uma das mais aproveitáveis e promissoras energias no mundo

O Potencial da Energia Solar

A energia do sol é considerada como inesgotável do ponto de vista humano. O potencial de energia solar é excepcional em comparação com todas as outras fontes de energia. Veja abaixo o potencial da energia solar em comparação com as outras fontes de energia. Ao lado direito da figura observamos o potencial total das fontes de energia não renováveis, ou seja, que provavelmente irão se esgotar algum dia, ao lado esquerdo vemos o potencial anual das energias alternativas que consideramos renováveis, ou seja, que se renovam anualmente.

Existem as mais variadas formas de aproveitar a energia solar como uma fonte de energia renovável. As principais tecnologias utilizadas são as seguintes:

1 - Energia Solar Térmica

É uma forma de energia alternativa e, uma tecnologia, para o aproveitamento da energia solar para gerar energia térmica ou energia elétrica para uso na indústria e ou residências. A primeira instalação de equipamentos de energia solar térmica ocorreu no deserto do Saara, aproximadamente em 1910, quando

um motor foi alimentado pelo vapor produzido através do aquecimento d'água utilizando-se a luz solar.

2 - Coletor Solar - Aquecedor de Água Solar

É a forma mais conhecida de aproveitamento da energia solar térmica e é utilizado para aquecer água para banho em residências (os famosos aquecedores solares) e também para gerar água quente para uso industrial.

3 - Energia Solar Heliotérmica

Esta é uma outra forma de se utilizar o calor da energia solar para gerar energia elétrica. Na maioria das vezes utilizam-se concentradores, como espelhos, para focar a energia em um ponto específico, seja no topo de uma torre ou em um tubo a vácuo, para aquecer o líquido que há dentro e usar este líquido para gerar vapor e alimentar uma turbina elétrica a vapor. Nas fotos a baixo você consegue ver estes dois tipos de tecnologias de energia solar utilizadas para gerar energia limpa.

4 - Energia Solar Fotovoltaica - Conversão Direta da Radiação Solar em Energia Elétrica

Além dos processos térmicos descritos acima, a energia solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica. A energia fotovoltaica é hoje a fonte de energia limpa que mais cresce no mundo. Ela usa materiais semicondutores como o silício cristalino para converter a luz solar em energia fotovoltaica (Energia solar elétrica). A energia fotovoltaica existe a mais de 100 anos e hoje é utilizada para gerar energia elétrica para milhares de residências e indústrias no mundo todo. Para ela ser aproveitada para gerar energia elétrica para casas e empresas as células fotovoltaicas (foto à direita) precisam ser montadas dentro de um painel solar visando proteção e durabilidade e por sua vez, este painel solar, será conectado em outros painéis em um sistema solar fotovoltaico. O sistema solar fotovoltaico é composto por: Painéis solares,

inversor solar, sistema de fixação das placas solares, cabeamentos, conectores e outros materiais elétricos padrões.

Energia solar

Energia solar é um termo que se refere à energia proveniente da luz e do calor do Sol. É utilizada por meio de diferentes tecnologias em constante evolução, como o aquecimento solar, a energia solar fotovoltaica, a energia heliotérmica, a arquitetura solar e a fotossíntese artificial. Tecnologias solares são amplamente caracterizadas como ativas ou passivas, dependendo da forma como capturam, convertem e distribuem a energia solar. Entre as técnicas solares ativas estão o uso de painéis fotovoltaicos, concentradores solares térmicos das usinas heliotérmicas e os aquecedores solares. Entre as técnicas solares passivas estão a orientação de um edifício para o Sol, a seleção de materiais com massa térmica favorável ou propriedades translúcidas e projetar espaços que façam o ar circular naturalmente.

Na geração fotovoltaica, a energia luminosa é convertida diretamente em energia elétrica. Nas usinas heliotérmicas, a produção de eletricidade acontece em dois passos: primeiro, os raios solares concentrados aquecem um receptor e, depois, este calor (350 °C - 1000 °C) é usado para iniciar o processo convencional da geração de energia elétrica por meio da movimentação de uma turbina. No aquecimento solar, a luz do Sol é utilizada para aquecer a água de casas e prédios (≈80 °C), o objetivo aqui não sendo a geração de energia elétrica.

No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe 1 410 W/m² de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Disso, aproximadamente 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é reflectido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta. As plantas utilizam diretamente essa energia no processo de fotossíntese. Nós usamos essa energia quando queimamos lenha ou combustíveis minerais. Existem técnicas experimentais para criar combustível a partir da absorção da luz solar em uma reação química de modo similar à fotossíntese vegetal — mas sem a presença destes organismos. A radiação solar, juntamente com outros recursos secundários de alimentação, tal como a energia eólica e das ondas, hidro-electricidade e biomassa, são responsáveis por grande parte da energia renovável disponível na Terra. Apenas uma minúscula fracção da energia solar disponível é utilizada.

Em 2011, a Agência Internacional de Energia disse que "o desenvolvimento de tecnologias de fontes de energia solar acessíveis, inesgotáveis e limpas terá enormes benefícios a longo prazo. Ele vai aumentar a segurança energética dos países através da dependência de um recurso endógeno, inesgotável e, principalmente, independente de importação, o que aumentará a sustentabilidade, reduzirá a poluição, reduzirá os custos de mitigação das mudanças climáticas e manterá os preços dos combustíveis fósseis mais baixos. Estas vantagens são globais. Sendo assim, entre os custos adicionais dos incentivos para a implantação precoce dessa tecnologia devem ser considerados investimentos em aprendizagem; que deve ser gasto com sabedoria e precisam ser amplamente compartilhados".

Energia térmica



Usina heliotérmica a base de calhas cilindro-parabólicas.

Tecnologias solares térmicas podem ser usadas para aquecimento de água, aquecimento e refrigeração de ambientes, além da geração do processo de calor.

Adaptação comercial inicial

Em 1897, Frank Shuman, um inventor e engenheiro estadunidense, pioneiro da energia solar, construiu um pequeno motor de energia solar de demonstração que funcionava ao refletir a energia solar para caixas quadradas cheias de éter, que tem um ponto de ebulição mais baixo do que o da água, e era equipado internamente com tubulações pretas que por sua vez alimentavam um motor a vapor. Em 1908, ele criou a Shuman Power Company Sun com a intenção de construir usinas de energia solar de maior dimensão.

Shuman, juntamente com o seu consultor técnico A. S. E. Ackermann e o físico britânico Sir Charles Vernon Boys, desenvolveu um sistema melhorado usando espelhos para refletir a energia solar em caixas coletoras, aumentando a capacidade de aquecimento, na medida em que a água poderia agora ser usada, ao invés de éter. Shuman então construiu um pequeno motor de escala alimentado por vapor de água de baixa pressão, que lhe permitiu patentear todo o sistema de motor solar em 1912.

Shuman construiu a primeira estação de energia térmica solar do mundo em Maadi, Egito, entre 1912 e 1913. A fábrica da Shuman usava parabólicas para alimentar um 45-52 quilowatts (60-70 cv) do motor, que bombeava mais de 22 mil litros de água por minuto a partir do rio Nilo para campos de algodão adjacentes. Embora a eclosão da Primeira Guerra Mundial e a descoberta de petróleo barato na década de 1930 tenham desencorajado o avanço da energia solar, o design de Shuman foi ressuscitado na década de 1970 com uma nova onda de interesse em energia solar térmica. Em 1916, Shuman foi citado nos meios de comunicação que defendiam a utilização da energia solar, com a frase:

Provamos o lucro comercial da energia solar nos trópicos e, mais particularmente, provamos que depois que nossas reservas de petróleo e carvão estiveram esgotadas a raça humana possa receber o poder ilimitado dos raios do sol.

—Frank Shuman, The New York Times, 2 de julho de 1916

Aquecimento de água



Aquecedores solares de água virado para o sol para maximizar o ganho.

Sistemas solares de água quente podem usar a luz solar para aquecer a água. Em baixas latitudes geográficas (abaixo de 40 graus) de 60% a 70% do uso da água quente com temperaturas de até 60 °C pode ser fornecida por sistemas de aquecimento solar. Os tipos mais comuns de aquecedores solares de água são coletores de tubo evacuado (44%) e coletores de chapa de vidros (34%), geralmente utilizados para uso doméstico; e coletores de plástico não vidrados (21%), utilizados principalmente para aquecer piscinas.

Em 2007, a capacidade total instalada de sistemas solares de água quente era de cerca de 154 gigawatt térmicos (GWth). A China é o líder mundial, com 70 GWth instalados em 2006 e uma meta de longo prazo de 210 GWth até 2020.> Israel e Chipre são os líderes no uso de sistemas solares de água quente, com mais de 90% das casas destes países usam tais sistemas. Nos Estados Unidos, Canadá e Austrália o aquecimento de piscinas é a aplicação dominante de energia solar água térmica, com uma capacidade instalada de 18 GWth em 2005.

Aquecimento, refrigeração e ventilação



Coletor solar termal



Casa Solar Nº 1 do MIT (1939)

Nos Estados Unidos, os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) são responsáveis por 30% da energia usada em edifícios comerciais e quase 50% da energia usada em edifícios residenciais. Aquecimento solar, tecnologias de refrigeração e ventilação podem ser usadas para compensar uma parte desta energia.

Massa térmica é qualquer material que pode ser usado para armazenar calor, ou calor do sol, no caso da energia solar. Materiais de massa térmica comuns incluem pedra, cimento e água. Historicamente eles têm sido usados em climas áridos ou em regiões temperadas quentes para manter os edifícios resfriados, absorvendo a energia solar durante o dia e irradiando calor armazenado para a atmosfera à noite. No entanto, eles podem ser usados em áreas de clima temperado a frio para manter ambientes aquecidos.

O tamanho e a colocação de massa térmica pode depender de vários fatores, tais como condições climáticas, iluminação natural e sombreamento. Quando devidamente incorporada, a massa térmica mantém temperaturas em uma faixa confortável e reduz a necessidade de aquecimento auxiliar e/ou equipamentos de refrigeração.

Uma chaminé solar (ou chaminé térmica, neste contexto) é um sistema solar passivo de ventilação composto por um duto vertical que liga o interior e o exterior de um edifício. Conforme a chaminé aquece, o ar interior também é aquecido fazendo com que uma corrente ascendente puxe o ar através do prédio. O desempenho pode ser melhorado usando vidros e materiais de massa térmica de uma maneira que imite estufas.

Plantas caducifólias têm sido promovidas como um meio de controlar o aquecimento e a refrigeração solares. Quando plantadas no lado sul de um edifício no hemisfério norte (ou do lado do norte no hemisfério sul), as folhas fornecem sombra durante o verão, enquanto seus galhos permitem a passagem de luz durante o inverno. Árvores deste tipo podem sombrear de 1/3 a 1/2 da radiação solar incidente, sendo que há um equilíbrio entre os benefícios do sombreamento no verão e a perda correspondente de aquecimento no inverno.

Em climas com cargas de aquecimento significativas, árvores caducifólias não devem ser plantadas na face virada para o equador de um edifício, porque elas vão interferir na disponibilidade solar durante o inverno. Eles podem, contudo, ser usadas nos lados leste e oeste para fornecer um grau de sombreamento durante verão sem afectar significativamente o ganho solar no inverno.

Cozimento



Prato parabólico produz vapor para cozinhar em Auroville, Índia

Fornos solares usam a luz solar para cozinhar, secar e pasteurização. Eles podem ser agrupados em três grandes categorias: fornos, painelas e fornos refletores. O forno solar mais simples é o construído por Horace de Saussure em 1767. Um fogão de caixa básico consiste em um recipiente isolado com uma tampa transparente. Ele pode ser usado eficazmente com céu parcialmente nublado e tipicamente irá atingir temperaturas de 90-150 °C.

Fornos refletores usam um painel refletor que direcionada a luz solar para um recipiente isolado e atinge temperaturas comparáveis às do forno solar. Este tipo de equipamento usa vários tipos de geometrias de enriquecimento para focalizar a luz em um recipiente de cozedura. Essas painelas podem atingir temperaturas de 315 °C ou mais, mas necessitam de luz direta para funcionar corretamente e devem ser reposicionadas para acompanhar o Sol.

Evaporação

Tecnologias de concentração solar, como refletores parabólicos, podem fornecer calor para aplicações comerciais e industriais. O primeiro sistema comercial foi o Solar Total Energy Project (STEP) na comunidade planejada de Shenandoah, agora parte da cidade de Newnan, no estado da Geórgia, Estados Unidos, onde um campo com 114 refletores parabólicos fornecem mais de 50% do aquecimento, ar condicionado e eletricidade de uma fábrica de roupas. Este sistema de co-geração conectada à rede fornecida 400 kW de eletricidade.

Lagoas de evaporação são piscinas rasas que concentram sólidos dissolvidos através da evaporação. O uso de lagoas de evaporação para se obter o sal da água do mar é uma das aplicações mais antigas da energia solar. Entre os usos modernos estão a concentração de soluções

de salmoura utilizadas na mineração por lixiviação e a remoção de sólidos dissolvidos em fluxos de resíduos.

Varais são outro exemplo de uso deste tipo de fonte energética, pois secam as roupas por evaporação pelo vento e luz solar sem consumir eletricidade ou gás. Em alguns estados dos Estados Unidos legislações específicas protegem o "direito a secar" roupas.

Coletores transparentes não vidrados (UTC) são paredes voltadas para o Sol utilizadas para o pré-aquecimento do ar de ventilação. UTCs pode elevar a temperatura do ar de entrada em até 22 °C e entregar temperaturas de saída de 45-60 °C.

Em 2003, mais de 80 sistemas de coletores que, combinados, tinham uma área de 35 mil metros quadrados, estavam instalados em todo o mundo, incluindo um coletor de 860 m² na Costa Rica usado para secar grãos de café e coletor de 1,3 mil m² em Coimbatore, Índia, usado para secagem de malmequeres.

Tratamento de água

O processo de destilação solar pode ser usado para fazer água salobra tornar-se potável. O primeiro caso registrado deste método foi de alquimistas árabes do século XVI. Um projeto de destilação solar em larga escala foi construído pela primeira vez em 1872 na cidade mineira de Las Salinas, atualmente um bairro da cidade de Viña del Mar, no Chile. A fábrica, que tinha um coletor de energia solar com 4.700 m² de área, poderia produzir até 22.700 litros por dia e operar por 40 anos.

A desinfecção solar da água envolve a exposição de garrafas de plástico de politereftalato de etileno (PET) cheias de água ao Sol por várias horas. Os tempos de exposição variam dependendo do tempo e do clima, de um mínimo de seis horas a dois dias em condições totalmente nubladas. É recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um método viável para o tratamento doméstico de água e armazenamento seguro. Mais de dois milhões de pessoas nos países em desenvolvimento usam este método para obter água potável diariamente.

A energia solar também pode ser utilizada num tanque para o tratamento de águas residuais, sem o uso de produtos químicos ou de eletricidade. Uma outra vantagem ambiental é que as algas que crescem em tais lagoas consomem dióxido de carbono durante o processo de fotossíntese, embora as algas também possam produzir substâncias tóxicas que tornam a água inutilizável.

Energia elétrica



Um projeto comunitário de habitação sustentável em Freiburg, Alemanha

A energia solar é a conversão da luz solar em eletricidade, quer diretamente utiliza energia fotovoltaica (PV - sigla em inglês), ou indiretamente, utiliza energia solar concentrada (CSP). Sistemas CSP usam lentes ou espelhos para focar uma grande área de luz solar em uma pequena viga, enquanto a PV converte a luz em corrente elétrica usando o efeito fotoelétrico. Em 2013, a energia solar gerava menos de 1% do total da rede mundial de eletricidade.

Estima-se que a energia solar se torne a maior fonte mundial de eletricidade em 2050, sendo que a energia solar fotovoltaica e a energia solar concentrada contribuirão com 16 e 11 por cento da demanda de consumo global, respectivamente.

Usinas solares comerciais foram desenvolvidas na década de 1980. Desde 1985 a instalação SEGS CSP, de 354 MW, no deserto de Mojave, na Califórnia, é a maior usina de energia solar do mundo. Outras grandes usinas incluem a Usina Solar de Solnova (150 MW) e a Usina Solar de Andasol (100 MW), ambas na Espanha. O Água Caliente Solar Project, de 250 MW, nos Estados Unidos, e o Parque Solar Charanka (221 MW), na Índia, são maiores centrais fotovoltaicas do mundo. Estão sendo desenvolvidos projetos de energia solar superiores a 1 GW, mas a maioria das células fotovoltaicas implantadas estão em pequenas matrizes de telhado de menos de 5 kW, que são ligadas à rede.

Fotovoltaica

Nas últimas duas décadas, a energia fotovoltaica (PV) evoluiu de um nicho de mercado puro de aplicações de pequena escala para se tornar uma fonte de eletricidade relevante. Uma célula solar é um dispositivo que converte a luz em

energia elétrica diretamente, através do uso do efeito fotoelétrico. A primeira célula solar foi construída por Charles Fritts na década de 1880. Em 1931, um engenheiro alemão, Dr. Bruno Lange, desenvolveu uma célula fotovoltaica usando selenito de prata no lugar de óxido de cobre.

Embora os protótipos das células de selênio convertessem menos de 1% da luz incidente em eletricidade, tanto Ernst Werner von Siemens quanto James Clerk Maxwell reconheceram a importância desta descoberta. Na sequência do trabalho de Russell Ohl na década de 1940, os pesquisadores Gerald Pearson, Calvin Fuller e Daryl Chapin criaram a célula solar de silício cristalino, em 1954. Estas primeiras células solares custavam US\$ 286/watt e alcançavam eficiências de 4,5-6%. Até 2012 eficiências disponíveis excediam 20%, sendo que o máximo de eficiência da energia fotovoltaica é superior a 40%.

O maior complexo de energia fotovoltaica do mundo em funcionamento é a Solar Star, uma usina solar de 579 megawatt localizada próxima de Rosamond, na Califórnia, Estados Unidos. Foi inaugurada em junho de 2015. No entanto, quando o Parque Solar de Charanka, no estado de Gujarat, na Índia, estiver em pleno funcionamento, ele irá se tornar a maior usina fotovoltaica do planeta, com uma capacidade instalada de 600 MW.

Outro projeto inaugurado recentemente, foi uma estrada pavimentada com painéis solares fotovoltaicos. Construída a noroeste da França, na Normandia, esta em fase de testes com o objetivo de garantir a geração da iluminação pública no futuro.

Um condomínio solar é uma usina fotovoltaica com geração compartilhada oferecendo uma solução para poder aproveitar energia solar a quem não possui acesso ao telhado. Desde 1º de Março 2016 a resolução normativa 687/15 da ANEEL estabeleceu essa modalidade de cooperativa e condomínio solar no Brasil. Por conta da economia de escala, a maior radiação solar no local da usina e o uso de rastreamento solar, essa modalidade oferece uma eficiência econômica elevada.



Estação solar fotovoltaica de Cariñena, província de Saragoça, Espanha. Os painéis são montados em dispositivos de rastreo de duplo eixo para maximizar a intensidade da radiação incidente. Esta solução permite que os painéis acompanhem o sol durante sua órbita diurna.

Concentrada



PS10, Andaluzia, Espanha

Sistema de concentração de energia solar (CSP) usam lentes ou espelhos e sistemas de rastreamento para focar uma grande área de luz solar em uma pequena viga. O calor concentrado é então usado como uma fonte de calor para uma central de energia convencional.

Uma vasta gama de tecnologias de concentração existem atualmente; as mais desenvolvidas são as calhas parabólicas, o refletor linear, o motor Stirling e a torre de energia solar. Várias técnicas são usadas para rastrear o Sol e focalizar a sua luz. Em todos estes sistemas, um fluido de trabalho (líquido que torna a máquina mais precisa) é aquecido pela luz solar concentrada e é então utilizado para geração de energia ou armazenamento de energia.

A maior usina solar térmica do mundo, que usa sistemas de concentração de energia solar, é a Usina de Ivanpah, no deserto de Mojave, na Califórnia, a 64 quilômetros da cidade de Las Vegas. O complexo tem uma capacidade bruta de produzir 392 MW.

Outros usos

Agricultura e horticultura



Estufa em Ohio, Estados Unidos

A agricultura e a horticultura procuram otimizar a captura de energia solar, para aumentar a produtividade de plantas. Técnicas como os ciclos de plantio cronometrados, a orientação de linha sob medida, as alturas escalonadas entre linhas e a mistura de variedades de plantas podem melhorar o rendimento das culturas.

Apesar da luz solar ser geralmente considerada um recurso abundante, as exceções destacam a importância do Sol para agricultura. Durante as estações de crescimento da Pequena Idade do Gelo, os agricultores franceses e ingleses usavam espaldeiras para maximizar a captura de energia solar. Estas espaldeiras atuavam como massas térmicas e aceleravam a maturação, mantendo as plantas quentes. As primeiras espaldeiras foram construídas perpendicularmente ao chão e de frente para o sul, mas ao longo do tempo, paredes inclinadas foram desenvolvidas para fazer melhor uso da luz solar. Em 1699, Nicolas Fatio de Duillier sugeriu o uso de um mecanismo de rastreamento que seguir a luz solar. Entre as aplicações da energia solar na agricultura no lado do cultivo de culturas estão o bombeamento de água, a secagem de culturas, a produção de pintinhos e a secagem de esterco de galinha. Mais recentemente, a tecnologia tem sido abraçada por vinicultores, que usam a energia gerada por painéis solares para poder prensar a uva.

As estufas convertem a luz solar para aquecer o ambiente, permitindo a produção durante todo o ano e o crescimento (em ambientes fechados) de culturas especiais e de outras plantas não naturalmente adaptadas às condições climáticas locais. Estufas primitivas foram utilizados pela primeira vez durante a época romana para produzir pepinos durante todo o ano para o imperador romano Tibério. As primeiras estufas modernas foram construídas na Europa no século XVI para manter plantas exóticas trazidas de explorações no exterior. As estufas permanecem como uma parte importante da horticultura atual.

Transportes



Veículo solar desenvolvido pela Universidade de Tokai, Tóquio, Japão, vencedor do Desafio Solar Mundial de 2009

O desenvolvimento de um carro movido a energia solar tem sido uma meta de engenharia desde os anos 1980. O Desafio Solar Mundial é uma corrida bianual de carros movidos a energia solar, onde as equipes de universidades e empresas percorrem 3.021 quilômetros por toda a região central da Austrália, entre as cidades de Darwin a Adelaide. Em 1987, quando foi fundada, a velocidade média do vencedor era de 67 quilômetros por hora e até 2007 a velocidade média do vencedor tinha melhorado para 90,87 quilômetros por hora. O American Solar Challenge, nos Estados Unidos, e o South African Solar Challenge, na África do Sul, são competições comparáveis que refletem um interesse internacional na engenharia e no desenvolvimento de veículos movidos a energia solar.

Alguns veículos usam painéis solares para alimentação de equipamentos auxiliares, tais como ar condicionado, para manter o interior fresco, reduzindo assim o consumo de combustível.

Em 1975, o primeiro barco solar prático foi construído no Reino Unido. Em 1995, barcos de passageiros que incorporavam painéis fotovoltaicos começaram a aparecer e agora são usados extensivamente. Em 1996, o japonês Kenichi Horie fez a primeira travessia do Oceano Pacífico em um catamarã movido a energia solar, o Sun21. Horie fez a primeira travessia movida a energia solar do Oceano Atlântico, realizada no inverno de 2006-2007.



NASA Pathfinder, avião movido a energia solar desenvolvido pela NASA.

Em 1974, o avião não tripulado AstroFlight Sunrise fez o primeiro voo solar. Em 29 de abril de 1979, o Riser Solar fez o primeiro voo movido a energia solar, totalmente controlado por um piloto, atingindo uma altura de 12 metros. Em 1980, o Gossamer Albatross fez os primeiros voos pilotados movidos exclusivamente por energia fotovoltaica. Este foi rapidamente seguido pelo MacCready Solar Challenger, que cruzou o Canal da Mancha em julho de 1981. Em 1990, Eric Scott Raymond em voou da Califórnia a Carolina do

Norte usando energia solar. Em seguida, a evolução tecnológica virou-se para veículos aéreos não tripulados (UAV) com o NASA Pathfinder (1997) e modelos posteriores, culminando com o Helios, que estabeleceu o recorde de altitude para uma aeronave não-propelidas por foguete com 29,524 metros em 2001. O Zephyr é um exemplo de linha de aeronaves solares, desenvolvida pela BAE Systems. Em 2015, o Solar Impulse, um avião elétrico, estava a circunavegar o globo. É um avião de assento único alimentado por células solares e capaz de decolar por meios próprios. O projeto concebido permite a aeronave para permanecer no ar durante 36 horas.

Um balão solar é um balão de ar normal só que com a sua superfície completamente preta. Conforme a luz solar brilha no balão, o ar no interior é aquecido e se expande, o que causa uma força de empuxo ascendente, muito parecido com o que acontece com um balão de ar quente aquecido artificialmente. Alguns balões solares são grandes o suficiente para o voo humano, mas o uso é geralmente limitado ao mercado de brinquedos, visto que a relação entre a área de superfície e o peso da carga é relativamente alta.

Arquitetura e planejamento urbano



A Universidade Técnica de Darmstadt, na Alemanha, venceu o Solar Decathlon em 2007 em Washington, D.C., com esta casa passiva planejada para climas húmidos e subtropicais.

A luz solar influenciou projetos de construção desde o início da história da arquitetura. Avançados métodos de arquitetura e urbanismo solar foram utilizados pela primeira vez pelos gregos e chineses, que construíam seus edifícios orientados para o sul para fornecer luz e calor.

As características comuns de arquitetura solar passiva são a orientação em relação ao Sol, a proporção compacta (uma área de superfície baixa em relação ao volume), o sombreamento seletivo (saliências) e a massa térmica. Quando esses recursos são adaptados ao clima e ambiente locais, é possível produzir espaços bem iluminados em uma faixa de temperatura confortável. A casa mégaro de Sócrates é um exemplo clássico da arquitetura

solar passiva. As mais recentes abordagens para o uso deste tipo de fonte de energia é o projeto solar de modelagem de computador que unifica sistemas de iluminação, aquecimento e ventilação em conjunto solares em um pacote de designsolar integrado. Equipamentos de energia solar ativos, tais como bombas, ventiladores e janelas comutáveis, podem complementar projeto passivo e melhorar o desempenho do sistema.

Ilhas de calor são áreas urbanas com temperaturas mais elevadas do que a do ambiente circundante. As temperaturas mais elevadas são um resultado do aumento da absorção da luz solar por materiais urbanos, tais como asfalto e concreto, que têm albedos mais baixos e capacidades térmicas mais elevadas do que as do ambiente natural. Um método simples de neutralizar o efeito das ilhas de calor é pintar edifícios e estradas de branco e plantar árvores, através da criação de praças, parques e jardins verticais. Usar estes métodos, um projeto hipotético para Los Angeles projetou que as temperaturas urbanas poderiam ser reduzidas em cerca de 3 °C, a um custo estimado de 1 bilhão de dólares, o que traria um benefício anual de cerca de 530 milhões de dólares em redução de custos com ar condicionado e problemas de saúde.

Produção de combustível

Processos químicos usam energia solar para dirigir as reações químicas. Estes processos compensam a energia que de outra forma viria de uma fonte de combustível fóssil e também podem converter energia solar em combustíveis armazenáveis e transportáveis. As reações químicas solares induzidas podem ser divididas em termoquímicas ou fotoquímicas. Uma variedade de combustíveis pode ser produzida através da fotossíntese artificial. A química catalítica multieletrônica envolvida na produção de combustíveis à base de carbono (tal como metanol) a partir da redução do dióxido de carbono é um desafio; uma alternativa viável é a produção de hidrogênio a partir de prótons, embora o uso de água como fonte de elétrons (como as plantas fazem) requer dominar a oxidação multieletrônica de duas moléculas de água para oxigênio molecular. Estima-se que usinas de combustíveis solares funcionais em áreas metropolitanas costeiras existam até 2050. O processo faria a divisão da água do mar entre o fornecimento de hidrogênio para ser executado através de células de combustível em usinas elétricas adjacentes e a água pura que fica como subproduto, que seria distribuída diretamente para o sistema de água municipal. Outra visão envolve que todas as estruturas humanas que cobrem a superfície da Terra (ou

seja, estradas, veículos e edifícios) se tornem capazes de realizar fotossíntese de forma mais eficiente do que as plantas.

As tecnologias de produção de hidrogênio é uma área importante da pesquisa sobre química solar desde a década de 1970. Além da eletrólise impulsionada por células fotovoltaicas ou fotoquímicas, vários processos termoquímicos também têm sido explorados. Um destes usa concentradores para decompor a água em hidrogênio e oxigênio através de altas temperaturas (2.300–2.600°C). Outra abordagem utiliza o calor de concentradores solares para conduzir a reforma a vapor de gás natural, aumentando assim o rendimento de hidrogênio global em comparação a métodos convencionais de reforma. Os ciclos termoquímicos caracterizados pela decomposição e regeneração dos reagentes apresentam uma outra via para a produção de hidrogênio. O processo Solzinc, em desenvolvimento no Instituto Weizmann de Ciência, utiliza um forno solar de 1 MW para decompor o óxido de zinco (ZnO), a temperaturas acima de 1200 °C. Esta reação produz zinco puro inicialmente, que pode subsequentemente ser posto a reagir com a água para produzir hidrogênio.

Armazenamento



Armazenamento de energia térmica na Andaluzia, Espanha

Sistemas de massa térmica podem armazenar energia solar na forma de calor em temperaturas internamente úteis para durações diárias ou intersazonais. Sistemas de armazenamento térmico geralmente usam materiais facilmente disponíveis com capacidades térmicas especificamente altas, tais como água, terra e pedra. Sistemas bem concebidos podem reduzir a demanda de pico, deslocar o tempo de uso para horários fora do pico e reduzir os requisitos gerais de aquecimento e refrigeração.

Materiais de mudança de fase, tais como cera de parafina e sal de Glauber são outra forma de armazenamento térmico. Estes materiais são baratos, facilmente disponíveis e podem proporcionar temperaturas internamente úteis (aproximadamente 64 °C). A "Dover House" (em Dover, Massachusetts) foi a

primeira a usar o sistema de aquecimento de sal de Glauber, em 1948. A energia solar também pode ser armazenada em altas temperaturas utilizando sais fundidos. Os sais são um meio eficaz de armazenamento porque eles são de baixo custo, tem uma elevada capacidade de calor específico e podem fornecer calor a temperaturas compatíveis com as dos sistemas de energia convencionais. O "Solar Project", no deserto de Mojave, nos Estados Unidos, utiliza este método de armazenamento de energia, o que permite ao sistema armazenar 1,44 terajoules (400.000 kWh) em seu tanque de armazenamento de 68 metros cúbicos, com uma eficiência de armazenamento anual de cerca de 99%.

Sistemas fotovoltaicos também têm tradicionalmente usado baterias recarregáveis para armazenar o excesso de energia elétrica. Em sistemas conectados à rede, o excesso de eletricidade pode ser enviado para a rede de transmissão, enquanto a eletricidade padrão pode ser usado para atender carências. Sistemas domésticos dar um crédito para a eletricidade que entregam à rede. Isso é tratado pelo medidor de 'reversão' sempre que a casa produz mais eletricidade do que consome. Se o uso da eletricidade líquido for inferior a zero, então o utilitário rola o crédito por quilowatt-hora para o mês seguinte. Outras abordagens envolvem a utilização de dois medidores, para medir a energia elétrica consumida contra a eletricidade produzida. Este método é menos comum devido ao aumento do custo de instalação do segundo medidor. A maioria dos medidores padrão medem com precisão em ambas as direções, o que torna um segundo medidor desnecessário.

Centrais hidroelétricas reversíveis armazenam energia sob a forma de água bombeada quando a energia está disponível a partir de um reservatório de elevação mais baixo para um de maior elevação. A energia é recuperada quando a demanda é alta, liberando água, sendo que a bomba se torna um gerador de energia hidroelétrica.

Desenvolvimento, implantação e economia

Com o aumento da utilização do carvão, que acompanhou a Revolução Industrial, o consumo de energia tem transitado da madeira e biomassa até combustíveis fósseis. O desenvolvimento precoce de tecnologias solares a partir na década de 1860 foi impulsionado por uma expectativa de que o carvão viria a se tornar escasso. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias solares estagnou no início do século XX em face do aumento da disponibilidade, economia e utilidade do carvão e do petróleo.



Paines solares do Hubble

A crise do petróleo nos anos 1970 causou uma reorganização das políticas energéticas de todo o mundo e trouxe uma renovada atenção ao desenvolvimento de tecnologias solares. As estratégias de implantação focavam em programas de incentivo, como o Programa de Aproveitamento Federal Fotovoltaico, nos Estados Unidos, e o Programa Luz do Sol, no Japão. Outros esforços incluíram a formação de centros de pesquisa em nos Estados Unidos (SERI, agora NREL), Japão (NEDO) e Alemanha (Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energia Solar).

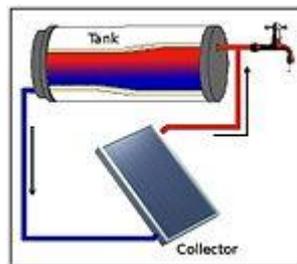
Aquecedores de água solares comerciais começaram a aparecer nos Estados Unidos na década de 1890. Estes sistemas tiveram um uso crescente até 1920, mas foram gradualmente substituídos por combustíveis fósseis, mais baratos e mais confiáveis. Tal como acontece com a energia fotovoltaica, o aquecimento solar de água também atraiu atenção renovada como resultado das crises do petróleo na década de 1970, mas o interesse abrandou na década de 1980, devido à queda dos preços do petróleo. O desenvolvimento do setor de aquecimento solar de água progrediu de forma constante ao longo dos anos 1990, com taxas de crescimento que foram em média de 20% ao ano desde 1999. Embora geralmente subestimado, o aquecimento solar de água e refrigeração é, de longe, a tecnologia solar mais amplamente difundida, com uma capacidade estimada de 154 GW em 2007.

Em 2011, um relatório da Agência Internacional de Energia (AIE) descobriu que tecnologias de energia solar, tais como a energia fotovoltaica, o aquecimento de água e a energia solar concentrada, poderiam fornecer um terço da energia do mundo até 2060 se os políticos se comprometessem a limitar as alterações climáticas. A energia do Sol pode desempenhar um papel-chave na descarbonização da economia global e trazer melhorias na eficiência energética, além de impor custos sobre emissores de gases de efeito estufa. "A força da energia solar é a incrível variedade e flexibilidade de suas aplicações, de pequena escala para grande escala".

Aquecimento solar



Um sistema de aquecimento solar composto por quatro coletores e um boiler.



Esquema de funcionamento do termosifão. Note que é necessário fornecer também água fria, para repor a água quente utilizada, o que não está representado no esquema.

O aquecimento solar é o uso de energia solar para o aquecimento de água para banho, piscina e processos industriais, interessante ser uma fonte energética abundante e gratuita.

O aquecimento de água pela utilização de coletores solares tem representado, assim como as células fotovoltaicas, uma das aplicações de maior viabilidade de uso, residencial ou industrialmente. Estes sistemas com coletores, entretanto, são ainda relativamente caros e por isto inacessíveis à maior parte da população. Por exemplo, para uma residência com quatro pessoas o custo ficava em torno de R\$ 3.000,00 em 2007.

Os aquecedores solares domésticos, largamente empregados na atualidade para produção de energia térmica solar a baixas temperaturas, têm sido objeto de várias pesquisas e estudos desde a década de 1950.

Coletor solar

Para aquecer água com energia solar são utilizados os coletores, e os sistemas de aquecimento geralmente possuem mais de um, ligados em paralelo por um armazenador térmico de cobre ou inox e tubos para condução de calor, geralmente o PVC (copolímero vinílico). O regime de trabalho mais utilizado é o de termosifão, mas fluxo forçado também tem uso considerável.

Os coletores dividem-se em dois grupos: os planos e os alternativos, onde os planos tem maior utilização. Em geral são constituídos por tubos absorvedores de cobre e chapa absorvedora de cobre ou alumínio, fechados por uma placa de vidro e isolados termicamente por lã de vidro. Normalmente esta grade absorvedora é construída com configuração em paralelo.

O custo dos coletores equivale a metade do custo total de um sistema de aquecimento de água. O melhor arranjo dos tubos é aquele de espaçamento zero entre estes.

Diversas grandezas podem ser atribuídas aos coletores, mas, a mais comum é sua capacidade de absorção de calor, em geral referida a área de exposição, que geralmente é de cor preta fosca.

Coletores com duas placas paralelas (TPPC) tem eficiência 6% maior que coletores com tubo em serpentina (STC) e 10% maior do que os que têm tubos paralelos (PTC).

Coletor solar comum



Corte de um coletor solar comum.

Um colector solar tem uma cobertura transparente. Normalmente esta área é feita de pyrex ou vidro isolado, com sistema de caixa de ar.

A reflexão e transferência de energia térmica para o fluido é feita através de uma placa reflectora, constituída por metais como alumínio ou cobre. Em colectores de alto rendimento é utilizado dióxido de cobre (II), silício, dióxido de

silício, aço banhado a ouro ou ainda cobre banhado a níquel. Claro que estes materiais são caros e, por isso, menos utilizados.

O fluido utilizado para aquecer a água da rede é normalmente água misturada com anticongelante, para que nos dias de inverno esta água não congele, podendo danificar os sistemas caso isso acontecesse, ou glicol. Tanto a água como o glicol têm elevada capacidade térmica, sendo por isso as substâncias escolhidas nestes sistemas.

A caixa isolada, ou seja, o exterior do colector, é isolada termicamente para minimizar as perdas, e também é bastante resistente, já que é esta que irá proteger o colector dos agentes externos.

Funcionamento

A cobertura do colector solar é de vidro, e logo, é transparente à radiação visível. Esta radiação irá, então, entrar no colector, aquecendo o seu interior, principalmente a placa coletora. Esta, é feita de um material bom absorvedor (absorve muita radiação), e logo, bom emissor (emite também muita radiação). Desta forma, a radiação solar que entrou no colector será absorvida pela placa, emitindo de seguida radiação menos energética, a infravermelha. Em princípio, acharíamos este processo de absorção/emissão pouco rentável, mas na verdade não é. O facto é que o vidro, de que é feita a cobertura, é opaco à radiação infravermelha. Logo, a energia emitida pela placa coletora não sairá facilmente do aparelho, contribuindo este processo para o aquecimento mais rápido do sistema, e logo, da água que nele circula.

Verifica-se assim efeito de estufa. A temperatura da placa coletora irá aumentar, e este, por sua vez, irá transferir energia sob a forma de calor para a serpentina de tubos com o fluido que se encontra por baixo, até que se atinja o equilíbrio térmico entre o metal e o fluido no interior dos tubos de cobre. Como o fluido com temperatura elevada é menos denso, irá subir até ao depósito com água da rede. Ao passar no seu interior, o fluido irá transferir energia sob a forma de calor para a água no depósito. Esta, por sua vez, será utilizada na casa para as variadas tarefas. Após esta transferência, o fluido terá arrefecido, ficando mais denso e descendo de volta ao colector, onde reiniciará o seu ciclo.

Coletor solar a vácuo



Coletor solar a vácuo em corte. Note que os tubos é que possuem a camada absorvedora, e no lugar da placa absorvedora do modelo comum há neste uma placa refletora.

A tecnologia de aquecimento solar para água evoluiu a partir dos meados de 1995, quando na Alemanha foram desenvolvidos os coletores solares em forma tubular com sistema de isolamento térmico a vácuo.

O aquecedor solar a vácuo recebe este nome devido ao isolamento térmico existente em seus coletores solares. São coletores compostos basicamente por dois tubos concêntricos, um interno ao outro, unidos em suas extremidades e retirado entre suas paredes todos os gases existentes, formando desta forma um vácuo, que é o melhor isolante térmico existente, mas devido à grande dificuldade para obter-se e manter condições de vácuo, é empregado em muito poucas ocasiões, limitadas em escala.

Aliado ao isolamento térmico a vácuo, temos ainda o fato de que os coletores são confeccionados em vidro borossilicato temperado que possuem capacidade de absorção da energia solar de até 96%, quase 3X superior aos vidros convencionais, possuem formato tubular que converge e amplia os raios solares para o seu interior recebendo ainda radiação solar perpendicular na maior parte do dia.

Devido a sua grande eficiência em isolamento térmico e enorme absorção da energia solar incidente, existem coletores Solares a Vácuo que atingem temperaturas de até 350 °C e aquecem a água à temperatura de 100 °C.

Existem diversas variações da tecnologia e diversos fabricantes de tubos a vácuo, os modelos mais comuns comercializados no Brasil são os tubos de 47X1500 mm e 58X1800 mm, as empresas mais especializadas no ramo oferecem ainda medidas de 58X2100 mm e 70X1700 mm, variação na pintura seletiva interna dos tubos e ainda material absorvedor e potencializador interno aos tubos como barras lacradas ou tubos de cobre.

A tecnologia de aquecimento solar a vácuo é o único meio de utilização da energia solar térmica em muitos locais do mundo onde as temperaturas são sempre muito baixas, muitas vezes abaixo de 0 °C, principalmente no hemisfério setentrional.

Reservatório térmico

Os reservatórios empregados convencionalmente são nomeados boiler, e são normalmente feitos de aço inoxidável, cobre ou aço carbono, para volumes de

até 15 mil litros. Possuem duas superfícies, uma interna e outra externa, separadas por um isolante térmico que em geral é a lã de vidro. Podem ser horizontais ou verticais.

Dividem-se em baixa pressão ou alta pressão:

os de baixa pressão são mais econômicos e mais apropriados para construções onde a caixa de água fria estiver pouco acima do boiler, com no máximo 2 metros de desnível para os de cobre e 5 para os de aço inox. Não podem ser pressurizados ou ligados na rede pública;

os de alta pressão são mais apropriados para sistemas pressurizados ou onde a caixa de água fria estiver muito acima do boiler, com no máximo 40 metros de desnível.

O reservatório térmico é o elemento mais custoso em um sistema de aquecimento solar, custando, por exemplo R\$ 1.000,00 para 200 litros em 2007 (o volume mais utilizado em residências de pequeno porte).

Deve ser instalado, se possível, no interior das habitações (para protecção atmosférica e térmica) a um nível superior aos colectores, por forma a que a canalização seja o mais vertical possível, dispensando assim a bomba de circulação.

Energia solar

A Energia solar é a designação dada a todo tipo de captação de energia luminosa, energia térmica (e suas combinações) proveniente do sol, e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável pelo homem, seja diretamente para aquecimento de água ou ainda como energia elétrica ou energia térmica. No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe $1\,410\text{ W/m}^2$ de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Disso, aproximadamente 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é reflectido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta. As plantas utilizam diretamente essa energia no processo de fotossíntese. Nós usamos essa energia quando queimamos lenha ou combustíveis minerais. Existem técnicas experimentais para criar combustível a partir da absorção da luz solar em uma reação química de modo similar à fotossíntese vegetal - mas sem a presença destes organismos.

A radiação solar, juntamente com outros recursos secundários de alimentação, tal como a energia eólica e das ondas, hidro-electricidade e biomassa, são

responsáveis por grande parte da energia renovável disponível na terra. Apenas uma minúscula fracção da energia solar disponível é utilizada

A Terra recebe 174 petawatts (GT) de radiação solar (insolação) na zona superior da atmosfera. Dessa radiação, cerca de 30% é reflectida para o espaço, enquanto o restante é absorvido pelas nuvens, mares e massas terrestres. O espectro da luz solar na superfície da Terra é mais difundida em toda a gama visível e infravermelho e uma pequena gama de radiação ultravioleta. A superfície terrestre, os oceanos e atmosfera absorvem a radiação solar, e isso aumenta sua temperatura. O ar quente que contém a água evaporada dos oceanos sobe, provocando a circulação e convecção atmosférica. Quando o ar atinge uma altitude elevada, onde a temperatura é baixa, o vapor de água condensa-se, formando nuvens, que posteriormente provocam precipitação sobre a superfície da Terra, completando o ciclo da água. O calor latente de condensação de água aumenta a convecção, produzindo fenómenos atmosféricos, como o vento, ciclones e anti-ciclones. A luz solar absorvida pelos oceanos e as massas de terra mantém a superfície a uma temperatura média de 14 ° C. A fotossíntese das plantas verdes converte a energia solar em energia química, que produz alimentos, madeira e biomassa a partir do qual os combustíveis fósseis são derivados. O total de energia solar absorvida pela atmosfera terrestre, oceanos e as massas de terra é de aproximadamente 3.850.000 exajoules (EJ) por ano.

A energia solar pode ser aproveitado em diferentes níveis em todo o mundo. Consoante a localização geográfica, quanto mais perto do equador, mais energia solar pode ser potencialmente captada. As áreas de deserto, onde as nuvens são baixas e estão localizadas em latitudes próximas ao equador são mais favoráveis à captação energia solar. Os desertos que se encontram relativamente perto de zonas de maior consumo em países desenvolvidos têm a sofisticação técnica necessária para a captura de energia solar. Realizações cada vez mais importantes como o Deserto de Mojave (Califórnia), onde existe uma planta termosolar com uma capacidade total de 354 MW. De acordo com um estudo publicado em 2007 pelo Conselho Mundial da Energia, em 2100, 70% da energia consumida será de origem solar.

Tipos de energia solar

Os métodos de captura da energia solar classificam-se em diretos ou indiretos: Direto significa que há apenas uma transformação para fazer da energia solar um tipo de energia.

utilizável pelo homem. Exemplos: A energia solar atinge uma célula fotovoltaica criando eletricidade. (A conversão a partir de células fotovoltaicas é classificada como direta, apesar de que a energia elétrica gerada precisará de nova conversão - em energia luminosa ou mecânica, por exemplo - para se fazer útil.) A energia solar atinge uma superfície escura e é transformada em calor, que aquecerá uma quantidade de água, por exemplo - esse princípio é muito utilizado em aquecedores solares. Indireto significa que precisará haver mais de uma transformação para que surja energia utilizável. Exemplo: Sistemas que controlam automaticamente cortinas, de acordo com a disponibilidade de luz do Sol. Também se classificam em passivos e ativos: Sistemas passivos são geralmente diretos, apesar de envolverem (algumas vezes) fluxos em convecção, que é tecnicamente uma conversão de calor em energia mecânica. Sistemas ativos são sistemas que apelam ao auxílio de dispositivos elétricos, mecânicos ou químicos para aumentar a efetividade da coleta. Sistemas indiretos são quase sempre também ativos.

Vantagens

A energia solar não polui durante sua produção. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controles existentes atualmente. As centrais necessitam de manutenção mínima. Os painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável. A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão. Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética, sua utilização ajuda a diminuir a demanda energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

Desvantagens Um painel solar consome uma quantidade enorme de energia para ser fabricado. A energia para a fabricação de um painel solar pode ser maior do que a energia gerada por ele. Os preços são muito elevados em relação aos outros meios de energia. Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação atmosférica (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia. Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com frequente cobertura de nuvens (Curitiba, Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade. As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas,

por exemplo, aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), a energia hidroelétrica (água) e a biomassa (bagaço da cana ou bagaço da laranja). À semelhança de outros países do mundo, em Portugal desde Abril de 2008 um particular pode produzir e vender energia elétrica à rede elétrica nacional, desde que produzida a partir de fontes renováveis. Um sistema de microprodução ocupa cerca de 30 metros quadrados e permite ao particular receber perto de 4 mil euros/ano.

Energia solar no Brasil

Do total matriz energética brasileira, menos de 0,75% é produzido através sistemas solares fotovoltaicos, de acordo com dados de 2018, o equivalente a 1,19 GW de potência instalada. O Brasil recebe uma insolação (número de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas por ano, sendo que na região Nordeste há uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh. É o país com a maior taxa de irradiação solar do mundo.

Em agosto de 2011 foi inaugurada no município de Tauá, no sertão do Ceará, a MPX Tauá, primeira usina solar fotovoltaica a gerar eletricidade em escala comercial no Brasil. A usina tem capacidade inicial de geração de 1 megawatt. Até 2017, a maior usina solar do país era a Usina Solar Cidade Azul, construída pela Tractebel Energia, composta por 19.424 painéis solares e estando localizada em uma área de 10 hectares às margens da BR-101, no município de Tubarão, estado de Santa Catarina, e gerando energia 3 MW, suficiente para abastecer cerca de 2.500 residências. O projeto faz parte de um investimento de pesquisa e desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

No ano de 2017, entraram em operação as usinas Complexo Solar Lapa (BA), com 158 MW, Parque Solar Ituverava (BA), com 254 MW, e o Parque Solar Nova Olinda (PI), com 292 MW, consideradas as maiores usinas de geração solar da América Latina. Em 2018, foi inaugurado o Parque Solar Horizonte (BA), com 103 MW.

O governo brasileiro realizou dois leilões exclusivos para energia solar. O primeiro foi realizado a nível nacional, em outubro de 2014, e resultou na contratação de 890 MW, sendo que o valor final atingiu R\$ 215,12 / MWh. O segundo, realizado em agosto de 2015, terminou com a contratação de 833,80 MW, a um valor médio de R\$ 301,79 / MWh. Outro leilão deve ocorrer em novembro de 2015.

Em dezembro de 2017, a energia solar foi a grande vencedora do leilão realizado, com a contratação de 172,6 MW médios, envolvendo investimento de R\$ 3,8 bilhões, e uma potência de 790 megawatts-pico (MWp). O preço médio da fonte foi de R\$ 145,68/MWh, deságio de 55,7% em relação ao máximo estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

No leilão realizado em abril de 2018, as usinas solares também responderam pela maior parte da contratação, com 806,6 MW em capacidade, com preços entre R\$ 117 e R\$ 118, contra um recorde anterior de R\$ 143,50 reais, e com deságio de cerca de 60 %.

Em 2018, estavam em construção empreendimentos que acrescentariam 588 MW de energia solar à matriz energética brasileira, no Ceará, Bahia, Minas Gerais e Paraíba; e outros com capacidade total de 880 MW estavam a espera de a construção ser iniciada.

Em 2018, a Usina Solar Pirapora, em Minas Gerais deverá se tornar a maior usina solar do país, com potência instalada de 400 MW, devendo entrar em operação plena no primeiro semestre.

Geração distribuída (descentralizada)

A geração descentralizada, aquela gerada pelos sistemas instalados nos telhados das residências, é outra maneira de produzir energia através da luz solar. Em janeiro de 2013, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) publicou a Norma Resolutiva 482/2012, que estabeleceu regras para a micro (até 100 kW) e a mini geração (entre 100 kW e 1.000 kW) e permitiu, em tese, que consumidores possam gerar sua própria energia e trocar o excedente por créditos por descontos em futuras contas de luz.

A partir de 1º Março 2016 entrou em vigor a Resolução Normativa 687/15 oferecendo maiores incentivos para o mercado da geração distribuída.

Estabelecimento das modalidades de autoconsumo remoto e geração compartilhada: abrindo as portas para a geração em terrenos afastados do local de consumo (mas ainda na área da mesma distribuidora) e para vizinhos que queiram participar do sistema de compensação de energia;

Possibilidade de compensação de créditos de energia entre matrizes e filiais de grupos empresariais;

Sistemas de geração distribuída condominiais (pessoas físicas e jurídicas)

O potencial máximo permitido na geração distribuída para o fonte solar foi ampliado para 5 MW. Os créditos de energia elétrica podem ser utilizados dentro do prazo de 60 meses.

De acordo com a Aneel, o número de sistemas deste tipo implantados passou de 8 (de janeiro a março de 2013) para 725 (entre abril e junho de 2015), sendo 681 sistemas fotovoltaicos, 4 biogás, 1 biomassa, 11 solar/eólica, 1 hidráulico e 27 eólicos. O número é baixo em relação a países europeus que recebem menos irradiação solar que o Brasil.

Irradiação solar

A irradiação solar é a irradiância integrada em um intervalo de tempo especificado, geralmente uma hora ou um dia, e é dada em watt hora por metro quadrado (Wh/m²). Irradiação solar nada mais é do que uma determinada quantidade de radiação solar por unidade de área.

Energia renovável no Brasil



Usina Hidrelétrica de Itumbiara, em Araporã, localizada no Médio Paranaíba.

As energias renováveis no Brasil representaram mais de 85,4% da energia elétrica produzida internamente e utilizada no Brasil, segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional 2009, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Após os choques do petróleo de 1970, o Brasil passou a se concentrar no desenvolvimento de fontes alternativas de energia, principalmente o etanol. Suas grandes fazendas de cana-de-açúcar ajudaram muito nesse processo. No ano de 1985, 91% dos carros produzidos funcionavam em etanol de cana. Hoje, o país manteve o índice. Esta é uma grande conquista, considerando que outros países no mundo ainda dependem muito do petróleo.

O Brasil realizou o seu primeiro leilão de energia eólica em 2009, em um movimento para diversificar a sua matriz de energia. As empresas estrangeiras

estão se esforçando para participar. No início desta década, uma grande seca no Brasil limitou água às barragens hidroelétricas do país, causando uma grave escassez de energia. A crise, que devastou a economia do país e levou ao racionamento de energia elétrica, ressaltou a necessidade premente do país em diversificar suas fontes de energia. A licitação deve levar à construção de dois gigawatts de produção de energia eólica com um investimento de cerca de US\$ 6 bilhões, nos próximos dois anos. O Brasil dispõe da hidroeletricidade para mais de 3/4 de sua matriz energética, mas as autoridades estão incentivando as energias de biomassa e eólica como alternativas primárias. O maior potencial de energia eólica no Brasil é durante a estação seca, por isso esse tipo de energia é excelente contra a baixa pluviosidade e a distribuição geográfica dos recursos hídricos existentes no país. O potencial técnico do Brasil para a energia eólica é de 300 gigawatts. A Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica) e o governo definiram uma meta de alcançar mais de 20 gigawatts de capacidade de energia eólica até 2020. A indústria espera que o leilão ajude a lançar o setor da energia eólica, que já responde por 70% do total em toda a América Latina. Em 2012, o setor cresceu, conquistando dois pontos percentuais na matriz energética, empatando com a energia termoelétrica. Segundo a presidente da Abeeólica, Elbia Melo, a previsão para 2016 é de que a fonte eólica represente 5,5% da matriz elétrica brasileira.

Solar

Em agosto de 2011 foi inaugurada no município de Tauá, no sertão do Ceará, a MPX Tauá, primeira usina solar fotovoltaica a gerar eletricidade em escala comercial no Brasil. A usina tem capacidade inicial de geração de 1 megawatt. Foi construída e é operada pela empresa MPX, do grupo EBX do empresário Eike Batista.

A maior usina solar do Brasil, entrou em funcionamento em agosto de 2014

Qual é a fonte de energia do Sol?

É a fusão nuclear de átomos de hidrogênio, a mesma fonte de energia de muitas bombas atômicas. Essa fusão acontece no núcleo do Sol, onde há uma pressão 10 mil vezes maior que no centro da Terra. Apertados, os átomos dessa parte da estrela se unem: cada quatro átomos de hidrogênio formam um de hélio. Só que essa conta não é tão precisa assim, pois o quarteto de hidrogênio tem uma massa 0,7% maior que a do hélio. Parece uma migalha,

mas é justamente a sobra de matéria desse processo de fusão que se transforma em luz e calor.

“A cada segundo, 4,7 bilhões de toneladas da massa do Sol são convertidas em energia”, diz o astrônomo Roberto Dias da Costa, da USP. Isso ocorre há mais de cinco bilhões de anos e vai durar outro tanto, até que acabe o estoque de hidrogênio do núcleo. O Sol buscará, então, energia nas suas camadas mais superficiais, tornando-se uma estrela do tipo gigante vermelha. Será um desastre para nós, pois ele se expandirá a ponto de engolir a Terra.

Depois, ao entrar numa espécie de terceira idade espacial, o astro não vai suportar o crescimento do seu próprio peso, acabará se contraindo e, por fim, vai virar uma anã branca – um tipo de estrela pequena, quase do tamanho da Terra. Com o calor que sobrar dos tempos de juventude, o Sol continuará brilhando fraquinho, até apagar de vez.

1. No centro do Sol, por causa das altas temperaturas da estrela, a pressão é milhares de vezes maior que no centro da Terra
2. Pressionados, os átomos de hidrogênio se unem e viram hélio. A soma de cada quatro átomos de hidrogênio, porém, gera uma massa um pouco maior que a de um átomo de hélio. É essa sobra que se transforma em energia

Quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico. O aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento. Assim, um melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas de arquitetura e construção. O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.) para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes). Os concentradores solares destinam-se a aplicações que requerem temperaturas mais elevadas, como a secagem de grãos e a produção de vapor. Neste último caso, pode-se gerar energia mecânica com o

auxílio de uma turbina a vapor, e, posteriormente, eletricidade, por meio de um gerador. A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica.

Além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar etc.), a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Isso se deve à inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução). Desse modo, a duração solar do dia – período de visibilidade do Sol ou de claridade – varia, em algumas regiões e períodos do ano, de zero hora (Sol abaixo da linha do horizonte durante o dia todo) a 24 horas (Sol sempre acima da linha do horizonte). As variações são mais intensas nas regiões polares e nos períodos de solstício. O inverso ocorre próximo à linha do Equador e durante os equinócios. O mapa apresenta a média anual de insolação diária, segundo o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000). A maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de forma que não se observam grandes variações na duração solar do dia. Contudo, a maioria da população brasileira e das atividades socioeconômicas do País se concentra em regiões mais distantes do Equador. Em Porto Alegre, capital brasileira mais meridional (cerca de 30° S), a duração solar do dia varia de 10 horas e 13 minutos a 13 horas e 47 minutos, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente. Desse modo, para maximizar o aproveitamento da radiação solar, pode-se ajustar a posição do coletor ou painel solar de acordo com a latitude local e o período do ano em que se requer mais energia. No Hemisfério Sul, por exemplo, um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o Norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local.

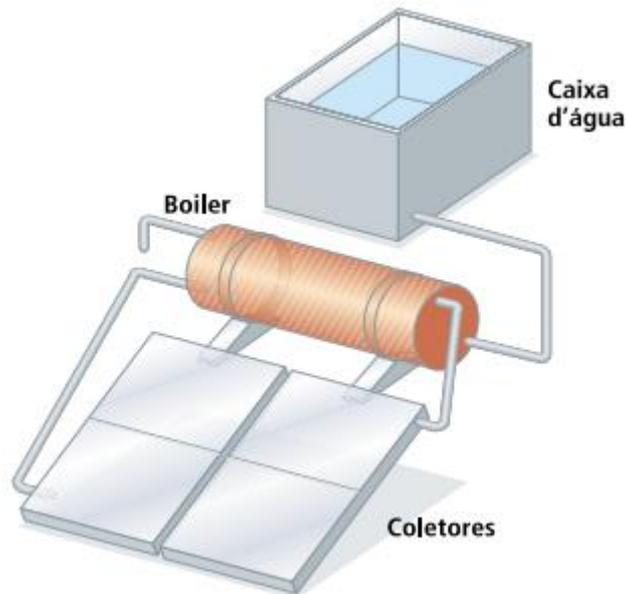
Como indicado anteriormente, a radiação solar depende também das condições climáticas e atmosféricas. Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético

mundial (CRESESB, 2000). No Brasil, entre os esforços mais recentes e efetivos de avaliação da disponibilidade de radiação solar, destacam-se os seguintes: a) Atlas Solarimétrico do Brasil, iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB; b) Atlas de Irradiação Solar no Brasil, elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e pelo Laboratório de Energia Solar – LABSOLAR, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O Atlas Solarimétrico do Brasil (2000) apresenta uma estimativa da radiação solar incidente no país, resultante da interpolação e extrapolação de dados obtidos em estações solarimétricas distribuídas em vários pontos do território nacional. Devido, porém, ao número relativamente reduzido de estações experimentais e às variações climáticas locais e regionais, o Atlas de Irradiação Solar no Brasil faz estimativas da radiação solar a partir de imagens de satélites.

Como lembrado por pesquisadores do Centro de Pesquisas de Eletricidade – CEPTEL, ambos os modelos apresentam falhas e limites e não devem ser vistos como concorrentes. Ao contrário, devem ser complementares, na medida em que reúnem o máximo possível de dados e podem, dessa forma, melhorar as estimativas e avaliações da disponibilidade de radiação solar no Brasil (CRESESB, 2000). As Figuras 3.4 e 3.5 apresentam o índice médio anual de radiação solar no País, segundo o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000) e o Atlas de Irradiação Solar no Brasil (1998), respectivamente. Como pode ser visto, os maiores índices de radiação são observados na região Nordeste, com destaque para o Vale do São Francisco. É importante ressaltar que mesmo as regiões com menores índices de radiação apresentam grande potencial de aproveitamento energético. Como se poderá observar nos próximos itens, existe uma infinidade de pequenos aproveitamentos da energia solar no Brasil, mas isso ainda é pouco significativo, diante do grande potencial existente.

Coletor solar: A radiação solar pode ser absorvida por coletores solares, principalmente para aquecimento de água, a temperaturas relativamente baixas (inferiores a 100°C). O uso dessa tecnologia ocorre predominantemente no setor residencial(7), mas há demanda significativa e aplicações em outros setores, como edifícios públicos e comerciais, hospitais, restaurantes, hotéis e similares. Esse sistema de aproveitamento térmico da energia solar, também denominado aquecimento solar ativo, envolve o uso de um coletor solar discreto. O coletor é instalado normalmente no teto das residências e edificações. Devido à baixa densidade da energia solar que incide sobre a superfície terrestre, o atendimento de uma única residência pode requerer a instalação de vários metros quadrados de coletores. Para o suprimento de água quente de uma residência típica (três ou quatro moradores), são

necessários cerca de 4 m² de coletor. Um exemplo de coletor solar plano é apresentado.

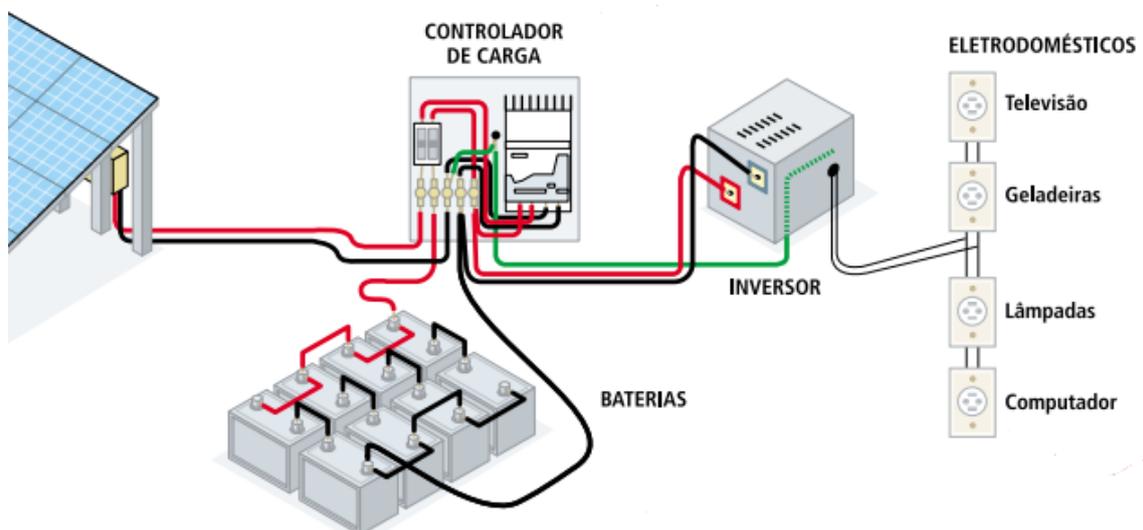


Concentrador solar: O aproveitamento da energia solar aplicado a sistemas que requerem temperaturas mais elevadas ocorre por meio de concentradores solares, cuja finalidade é captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, de modo que a temperatura desta última aumente substancialmente. A superfície refletora (espelho) dos concentradores tem forma parabólica ou esférica, de modo que os raios solares que nela incidem sejam refletidos para uma superfície bem menor, denominada foco, onde se localiza o material a ser aquecido. Os sistemas parabólicos de alta concentração atingem temperaturas bastante elevadas(8) e índices de eficiência que variam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente, podendo ser utilizada para a geração de vapor e, conseqüentemente, de energia elétrica. Contudo, a necessidade de focalizar a luz solar sobre uma pequena área exige algum dispositivo de orientação, acarretando custos adicionais ao sistema, os quais tendem a ser minimizados em sistemas de grande porte. Entre meados e final dos anos 1980, foram instalados nove sistemas parabólicos no sul da Califórnia, EUA, com tamanhos que variam entre 14 MW e 80 MW, totalizando 354 MW de potência instalada. Trata-se de sistemas híbridos, que operam com auxílio de gás natural, de modo a atender a demanda em horários de baixa incidência solar. Os custos da eletricidade gerada têm variado entre US\$ 90 e US\$ 280 por megaWatt-hora. Recentes melhoramentos têm sido feitos, visando a reduzir custos e aumentar a eficiência de conversão. Em lugar de pesados

espelhos de vidro, têm-se empregado folhas circulares de filme plástico aluminizado (NREL, 2000).

Além dos processos térmicos descritos acima, a radiação solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica, por meio de efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro se caracteriza pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, quando tal junção está a uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios. Embora muito empregado na construção de medidores de temperatura, seu uso comercial para a geração de eletricidade tem sido impossibilitado pelos baixos rendimentos obtidos e pelos custos elevados dos materiais. O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (GREEN et al., 2000). Para a geração de eletricidade em escala comercial, o principal obstáculo tem sido o custo das células solares. Segundo B(2000), atualmente os custos de capital variam entre 5 e 15 vezes os custos unitários de uma usina a gás natural que opera com ciclo combinado. Contudo, nos últimos anos tem-se observado redução nos custos de capital. Os valores estão situados na faixa de US\$ 200 a US\$ 300 por megaWatt-hora e entre US\$ 3 e US\$ 7 mil por quiloWatt instalado

Como ilustra um sistema completo de geração fotovoltaica de energia elétrica.



Atualmente há vários projetos, em curso ou em operação, para o aproveitamento da energia solar no Brasil, particularmente por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade, visando ao atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional. Além do apoio técnico, científico e financeiro recebido de diversos órgãos e instituições brasileiras (MME, Eletrobrás/CEPEL e universidades, entre outros), esses projetos têm tido o suporte de organismos internacionais, particularmente da Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ e do Laboratório de Energia Renovável dos Estados Unidos (National Renewable Energy Laboratory) – NREL/DOE. Também a área de aproveitamento da energia solar para aquecimento de água tem adquirido importância nas regiões Sul e Sudeste do País, onde uma parcela expressiva do consumo de energia elétrica é destinada a esse fim, principalmente no setor residencial. A seguir, são descritos os principais projetos nacionais de aproveitamento da energia solar para aquecimento de água e de geração fotovoltaica.

A tecnologia do aquecedor solar já vem sendo usada no Brasil desde a década de 60, época em que surgiram as primeiras pesquisas. Em 1973, empresas passaram a utilizá-la comercialmente (ABRAVA, 2001). Segundo informações da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA, 2001), existiam até recentemente cerca de 500.000 coletores solares residenciais instalados no Brasil. Somente com aquecimento doméstico de água para banho, são gastos anualmente bilhões de kWh de energia elétrica(9), os quais poderiam ser supridos com energia solar, com enormes vantagens socioeconômicas e ambientais. Mais grave ainda é o fato de que quase toda essa energia costuma ser consumida em horas específicas do dia, o que gera uma sobrecarga no sistema elétrico. Além disso, há uma enorme demanda em prédios públicos e comerciais, que pode ser devidamente atendida por sistemas de aquecimento solar central.

Embora pouco significativos diante do grande potencial existente, já há vários projetos de aproveitamento da radiação solar para aquecimento de água no País. Essa tecnologia tem sido aplicada principalmente em residências, hotéis, motéis, hospitais, vestiários, restaurantes industriais e no aquecimento de piscinas. Em Belo Horizonte, por exemplo, já são mais de 950 edifícios que contam com este benefício e, em Porto Seguro, 130 hotéis e pousadas (ABRAVA, 2001). A Figura 3.8 ilustra um exemplo comercial de aproveitamento térmico da energia solar na cidade de Belo Horizonte – MG, o qual se tornou referência em energia solar térmica. O sistema possui área total de 804 m² de coletores solares e capacidade de armazenamento de água de 60.000 litros. Entre outros exemplos encontrados em Belo Horizonte, destaca-se o do Centro de Operações da ECT, que possui área total de 100 m² de coletores e capacidade de armazenamento de água de 10.000 litros (CRESESB, 2000). Um dos principais entraves à difusão da tecnologia de aquecimento solar de

água é o custo de aquisição dos equipamentos, particularmente para residências de baixa renda. Mas a tendência ao longo dos anos é a redução dos custos, em função da escala de produção, dos avanços tecnológicos, do aumento da concorrência e dos incentivos governamentais.

Fatores que têm contribuído para o crescimento do mercado são: a divulgação dos benefícios do uso da energia solar; a isenção de impostos que o setor obteve; financiamentos, como o da Caixa Econômica Federal, aos interessados em implantar o sistema; e a necessidade de reduzir os gastos com energia elétrica durante o racionamento em 2001 (ABRAVA, 2001). Também são crescentes as aplicações da energia solar para aquecimento de água em conjuntos habitacionais e casas populares, como nos projetos Ilha do Mel, Projeto Cingapura, Projeto Sapucaias em Contagem, Conjuntos Habitacionais SIR e Maria Eugênia (COHAB) em Governador Valadares (ABRAVA, 2001). Outro elemento propulsor dessa tecnologia é a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e a promoção da eficiência nas edificações construídas no País. 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).

Existem muitos pequenos projetos nacionais de geração fotovoltaica de energia elétrica, principalmente para o suprimento de eletricidade em comunidades rurais e/ou isoladas do Norte e Nordeste do Brasil. Esses projetos atuam basicamente com quatro tipos de sistemas: i) bombeamento de água, para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; ii) iluminação pública;

iii) sistemas de uso coletivo, tais como eletrificação de escolas, postos de saúde e centros comunitários; e iv) atendimento domiciliar. Entre outros, estão as estações de telefonia e monitoramento remoto, a eletrificação de cercas, a produção de gelo e a dessalinização de água. A seguir são apresentados alguns exemplos desses sistemas. A Figura 3.9 apresenta um exemplo de sistema flutuante de bombeamento de água para irrigação, instalado no Açude Rio dos Peixes, Município de Capim Grosso – BA. O sistema é formado por 16 painéis M55 da Siemens e uma bomba centrífuga de superfície Mc Donald de 1 HP DC. Em época de cheia, o sistema fica a 15 m da margem do açude e bombeia água a uma distância de 350 m, com vazão de 12 m³ por dia. Trata-se de uma parceria entre o National Renewable Energy Laboratory – NREL, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL e a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA, tendo ainda a participação da Secretaria de Agricultura e Irrigação do Estado da Bahia e da Associação de Moradores de Rio do Peixe (CRESESB, 2000).

Outro exemplo de bombeamento fotovoltaico de água, este na região do Pontal do Paranapanema (Extremo-Oeste do Estado de São Paulo), é apresentado na Figura 3.10. O reservatório tem capacidade de armazenamento de 7.500 litros e altura manométrica de 86 metros, abastecendo 43 famílias. O sistema fotovoltaico é constituído de 21 módulos MSX 70, com potência nominal de 1.470 Wp (USP; IEE, 2000). Entre novembro de 1998 e janeiro de 1999, cerca de 440 famílias foram beneficiadas em toda a região (Tabela 3.3) (USP; IEE, 2000).

No Vale do Ribeira, situado no litoral Sul de São Paulo, foram instalados diversos sistemas de eletrificação de escolas, postos de saúde e unidades de preservação ambiental (estações ecológicas, parques estaduais etc.), além de atendimento a pequenas comunidades rurais. A Figura apresenta o caso do Núcleo Perequê, constituído por laboratórios de pesquisa, tanques de cultivos para a fauna marinha, auditório para conferências e seminários, alojamentos com refeitório, cozinha e gabinetes de estudo (USP; IEE, 2000).

A Figura exemplifica um sistema de atendimento domiciliar instalado no âmbito do projeto Ribeirinhas. Esse projeto constitui uma ação estratégica do Programa Nacional de Eletrificação “Luz no Campo” e tem como objetivo a implantação, em localidades ribeirinhas na região amazônica, de sistemas baseados em fontes alternativas para geração de energia elétrica. O projeto é conduzido pelo CEPEL e pela ELETROBRAS, em colaboração com a Universidade Federal do Amazonas (GUSMÃO et al, 2001).

Existem também sistemas híbridos, integrando painéis fotovoltaicos e grupos geradores a diesel. No município de Nova Mamoré, Estado de Rondônia, está em operação, desde abril de 2001, o maior sistema híbrido solar-diesel do Brasil (Figura 3.13). O sistema a diesel possui 3 motores de 54 kW, totalizando 162 kW de potência instalada. O sistema fotovoltaico é constituído por 320 painéis de 64 W, perfazendo uma capacidade nominal de 20,48 kW. Os painéis estão dispostos em 20 colunas de 16 painéis, voltados para o Norte geográfico, com inclinação de 10 graus em relação ao plano horizontal, ocupando uma área de aproximadamente 300 m². Esse sistema foi instalado pelo Laboratório de Energia Solar – Labsolar da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, no âmbito do Projeto BRA/98/019, mediante contrato de prestação de serviços, celebrado entre a ANEEL/PNUD e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária – FAPEU daquela Universidade. Uma significativa parcela dos sistemas fotovoltaicos existentes no País foi instalada no âmbito do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM, instituído pelo Governo Federal, em dezembro de 1994, no âmbito da Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia – MME. Desde a sua criação, foram destinados US\$ 37,25 milhões para 8.956 projetos e 5.112 kWp (quilowatt-pico) de potência. Como indicado na Tabela 3.4, esses projetos incluem bombeamento de água, iluminação pública e

sistemas energéticos coletivos. A maioria dos sistemas do PRODEEM são sistemas energéticos e instalados em escolas rurais. Na Fase V todos os 3.000 sistemas são iguais, capazes de fornecer diariamente cerca de 1.820 Wh, com a seguinte composição: seis painéis de 120 Wp (total de 720 Wp); oito baterias de 150 Ah (total de 1.200 Ah); e um inversor de 900 Watts (110 ou 220 V) (MME, 2003).

Uma síntese por região e unidade da Federação dos sistemas fotovoltaicos de geração de energia elétrica no Brasil instalados pelo PRODEEM é apresentada na Tabela 3.5. Como se observa, a grande maioria desses sistemas localiza-se nas regiões Norte e Nordeste do País. Uma visão geográfica mais detalhada da distribuição dos sistemas fotovoltaicos instalados por todo o País é dificultada pelos seguintes fatores: a natureza desses projetos; a sua localização, espalhados por pequenas e remotas localidades no território nacional; e a multiplicidade empresas e instituições⁽¹⁰⁾ envolvidas na sua implantação e operação.

Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável. Comparada, contudo, a outras fontes, como a energia hidráulica, por exemplo, que muitas vezes requer grandes áreas inundadas, observa-se que a limitação de espaço não é tão restritiva ao aproveitamento da energia solar.

Energia Emitida pelo Sol

Do Sol a Terra recebe algo como a energia de 10 bilhões de Itaipus. E isso é apenas uma ínfima parcela da luz e calor que emite. Vista da superfície do astro-rei, a Terra é um irrisório grão de areia girando à remota distância de 150 milhões de quilômetros (uma unidade astronômica). A ínfima parcela de luz e calor que efetivamente alcança o planeta é suficiente para dar vida e movimento aos oceanos, ventos, florestas, a a cada um e a todos organismos. Essa energia, que os antigos atribuíam aos deuses, pode hoje ser calculada com precisão.

Após a Segunda Guerra Mundial, os astrônomos passaram a ter uma idéia mais precisa do que acontece por trás de sua face de fogo. É por prover a vida que o Sol é para nós o mais importante astro do céu, embora seja apenas uma das dezenas de bilhões de estrelas que giram conjuntamente nesse grande redemoinho que é a Via Láctea.

O Sol é uma estrela bastante comum. Suas principais características são:

Massa= $1,989 \times 10^{30}$ kg

Raio= 696000 km

Densidade Média = $1,409 \times 10^{-3}$ kgm⁻³

Densidade central= $1,6 \times 10^5$ kgm⁻³

Distância=1 UA = $1,499 \times 10^8$ km

Luminosidade(L) = $3,83 \times 10^{33}$ ergs/s

Temperatura Efetiva = 5785 K

Temperatura Central = $1,0 \times 10^7$ K

Tipo espectral e Classe de Luminosidade= G2V

Composição Química Principal:

Hidrogênio= 92,1%

Hélio=7,8%

Oxigênio=0,061%

Carbono=0,039%

Nitrogênio=0,0084%

Período Rotacional no Equador=25 dias

Período Rotacional na Latitude 60° = 29 dias

As várias temperaturas do Sol

A matéria do Sol é o plasma. No interior do Sol, o plasma atinge quase 20 milhões de graus, um valor que na superfície brilhante cai para 5 mil graus. Logo acima da superfície, porém, o plasma se torna muito rarefeito e sofre a ação de poderosas forças magnéticas. Sua temperatura, então, é mais alta que na superfície brilhante, alcançando até 2 milhões de graus.

Ventos Solares

Neste mundo incandescente existem os ventos solares. Na superfície há explosões violentas, gerando erupções de plasma que se estendem por até 200 mil quilômetros no espaço (trinta vezes o diâmetro da Terra).

Estrutura do Sol

O Sol apresenta algumas regiões: núcleo solar é uma esfera de raio dez vezes menor que o da própria estrela, mas com uma densidade extremamente alta. Ele suporta todo o peso das camadas externas. Assim é mais compacto que o ferro. Mas continua sendo um gás porque compensa o esmagamento com a sua elevada temperatura: o calor, procurando expandir-se, contém a gravidade da massa acima do núcleo. É nessa região em que a energia é produzida por reações termonucleares. Acima do núcleo está a zona radiativa onde a energia flui por radiação. Logo acima dessa zona radiativa se localiza a zona convectiva se estendendo por cerca de 15% do raio solar. A camada visível do Sol é a fotosfera, com cerca de 330 km de espessura e temperatura de 5800K. A cromosfera é a camada da atmosfera solar logo acima da fotosfera. Ela tem cor avermelhada e é visível durante os eclipses solares, logo antes e após a totalidade. Estende-se por 10 mil quilômetros acima da fotosfera. A cromosfera ou "esfera de cor" é uma camada de gás (principalmente hidrogênio e hélio) que envolve o Sol. A superfície visível do Sol tem uma temperatura média de 6000 K enquanto a cromosfera atinge temperaturas superiores a 10 000 K. A explicação mais aceita para explicar essa temperatura elevada acima da fotosfera é que parte da energia que deixa a fotosfera é acústica. Isto é, sai da fotosfera como um ruído. Ao atingir a cromosfera essa energia sonora é dissipada em forma de calor. Mas, como os gases nessa região são rarefeitos, essa dissipação é suficiente para elevar a temperatura aos valores observados. Acima da cromosfera está a coroa, também visível durante os eclipses totais. A coroa se estende por cerca de dois raios solares.

Em 1926, o astrônomo inglês Arthur Eddington fez uma ousada sugestão sobre a origem da energia solar: ele só podia ser gerado por um reator nuclear. A comunidade científica se escandalizou porque então se conhecia muito pouco sobre as reações atômicas. Algumas décadas mais tarde, porém, viu-se que a teoria estava certa. O plasma no núcleo do Sol sofre transformações semelhantes às que ocorrem na explosão de uma bomba de hidrogênio e, também como neste caso, passa a emitir radiação principalmente sob a forma de luz e calor. Essa radiação não é visível, pois ainda tem de atravessar as camadas externas. Estima-se que um raio de luz leve milhões de anos chocando-se com as partículas de plasma até emergir na superfície brilhante. A maior parte do trajeto, no caso do calor, é feita em forma de radiação, como ocorre com a luz.

As estrelas constroem átomos pesados a partir de átomos mais leves. A luz e o calor que emitem é um simples resíduo do esforço empregado na construção. Todos os elementos conhecidos, tais como o ferro, o oxigênio, o ouro ou o urânio, nasceram dessa forma: assados nas fornalhas estelares. Até o aparecimento das estrelas, há cerca de 15 bilhões de anos, praticamente toda a matéria existente estava na forma de hidrogênio.

Cerca de 1 milhão de anos depois do seu nascimento, as massa de hidrogênio, agrupadas pela atração gravitacional, começam a criar estrelas e galáxias. Os átomos que ficaram presos nos núcleos estelares, sob forte pressão, fundiram-se sempre aos pares. Esta soma originou novos "tijolos" de matéria, contendo dois átomos soldados entre si, formando um novo elemento, o hélio. O Sol provavelmente nasceu dos restos de outra estrela, que por sua vez também pode ter nascido assim. Trata-se portanto de um astro de segunda ou terceira geração. Essa hipótese decorre de um fato simples: o Sol contém átomos muito pesados, como o urânio, que se constitui apenas quando uma estrela morre.

A luminosidade, que é a potência que o Sol produz foi determinada tão logo foi conhecida a distância do Sol, em 1673. As medidas mostram que cada metro quadrado na Terra recebe do Sol uma potência (energia/segundo) de 1400 watts, isto é, a potência de 14 lâmpadas de 100 watts. Por essa potência recebida na Terra, determina-se a luminosidade do Sol em 4×10^{26} watts, ou 4×10^{33} ergs/s.

Energia solar: Vantagens e Desvantagens

A energia solar é a energia eletromagnética cuja fonte é o sol. Ela pode ser transformada em energia térmica ou elétrica e aplicada em diversos usos. As duas principais formas de aproveitamento da energia solar são a geração de energia elétrica e o aquecimento solar de água.

Para a produção de energia elétrica são usados dois sistemas: o heliotérmico, em que a irradiação é convertida primeiramente em energia térmica e posteriormente em elétrica; e o fotovoltaico, em que a irradiação solar é convertida diretamente em energia elétrica.

Energia heliotérmica ou energia solar concentrada (CSP)

Segundo o Ministério de Minas e Energia, o Brasil tem cerca de 70% de sua matriz elétrica baseada em energia hidráulica, e mais recentemente outras fontes de energia, como a biomassa, a eólica e a nuclear vêm recebendo incentivos.

O que é energia hidrelétrica?

Em vista de condições hidrológicas desfavoráveis, com períodos de estiagem cada vez mais prolongados, a energia heliotérmica se apresenta como uma alternativa. Ainda mais se considerarmos que os períodos de seca estão associados ao aumento do potencial solar devido à baixa interferência de nuvens e radiação solar mais intensa.

Há vários tipos de coletores e a escolha do tipo apropriado depende da aplicação. Os mais utilizadas são: o cilindro parabólico, a torre central e o disco parabólico.

Como funciona?

Os coletores de energia solar heliotérmica são equipamentos que captam a radiação solar e a convertem em calor, transferindo este calor para um fluido (ar, água, ou óleo, em geral). Os coletores possuem uma superfície refletora, que direciona a radiação direta a um foco, onde está localizado um receptor. Uma vez tendo absorvido o calor, o fluido escoar pelo receptor.

Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é aquela na qual a irradiação solar é transformada diretamente em energia elétrica, sem passar pela fase de energia térmica (como seria no sistema heliotérmico).

Como funciona?

As células fotovoltaicas (ou células de energia solar) são feitas a partir de materiais semicondutores (normalmente o silício). Quando a célula é exposta à luz, parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons (partículas de energiapresentes na luz solar).

Os elétrons livres são transportados pelo semicondutor até serem puxados por um campo elétrico. Este campo elétrico é formado na área de junção dos materiais, por uma diferença de potencial elétrico existente entre esses materiais semicondutores. Os elétrons livres são levados para fora das células

de energia solar e ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica.

Ao contrário do sistema heliotérmico, o sistema fotovoltaico não requer alta irradiação solar para funcionar. Contudo, a quantidade de energia gerada depende da densidade das nuvens, de forma que um número baixo de nuvens pode resultar em uma menor produção de eletricidade em comparação a dias de céu completamente aberto.

A eficiência da conversão é medida pela proporção de radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Normalmente, as células mais eficientes proporcionam 25% de eficiência.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o governo desenvolve projetos de geração de energia solar fotovoltaica para suprir as demandas energéticas das comunidades rurais e isoladas. Estes projetos focam algumas áreas como: bombeamento de água para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; iluminação pública; sistemas de uso coletivo (eletrificação de escolas, postos de saúde e centros comunitários); atendimento domiciliar.

Outra forma de aproveitamento de radiação solar é o aquecimento térmico. O aquecimento térmico a partir de energia solar pode ser feito por meio de um processo de absorção da luz solar por coletores, que são normalmente instalados nos telhados das edificações e residências (conhecidos como painéis solares).

Como a incidência de radiação solar sobre a superfície terrestre é baixa, é necessário instalar alguns metros quadrados de coletores.

A energia solar é considerada uma fonte de energia renovável e inesgotável. Ao contrário dos combustíveis fósseis, o processo de geração de energia elétrica a partir da energia solar não emite dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de carbono (CO₂) - todos gases poluentes com efeitos nocivos à saúde humana e que contribuem para o aquecimento global.

A energia solar também se mostra vantajosa em comparação a outras fontes renováveis, como a hidráulica, pois requer áreas menos extensas do que hidrelétricas.

O incentivo à energia solar no Brasil é justificado pelo potencial do país, que possui grandes áreas com radiação solar incidente e está próximo à linha do Equador.

As regiões semiáridas do nordeste brasileiro são ideais para a geração de energia heliotérmica, pois atendem às condições de alta irradiação solar e baixa pluviosidade.

No entanto, a desvantagem da energia heliotérmica é que, apesar de não exigir áreas tão extensas quanto as hidrelétricas, ainda requer grandes espaços. Portanto, é crucial que se faça a análise do local mais apropriado para a implantação, uma vez que haverá a supressão da vegetação. Além disso, como já mencionado, o sistema heliotérmico não é indicado para todas as regiões, pois é considerado bastante intermitente.

A não dependência da alta irradiação é uma grande vantagem do sistema fotovoltaico, o que contribui para que seja uma alternativa.

No caso da energia fotovoltaica, a desvantagem mais frequentemente apontada é o alto custo de implantação e a baixa eficiência do processo, que varia de 15% a 25%.

No entanto, outro ponto de extrema importância a ser considerado na cadeia produtiva do sistema fotovoltaico é o impacto socioambiental causado pela matéria prima mais comumente usada para compor as células fotovoltaicas, o silício.

A mineração do silício, assim como qualquer outra atividade de mineração, tem impactos para o solo e a água subterrânea da área de extração. Além disso, é imprescindível que sejam proporcionadas boas condições ocupacionais aos trabalhadores, a fim de evitar acidentes de trabalho e desenvolvimento de doenças ocupacionais. A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) aponta, em relatório, que a sílica cristalina é cancerígena, podendo causar câncer de pulmão ao ser cronicamente inalada.

O relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia aponta outros dois pontos importantes relacionados ao sistema fotovoltaico: o descarte dos painéis deve receber destinação apropriada, uma vez que estes apresentam potenciais de toxicidade; e a reciclagem de painéis fotovoltaicos também não atingiu um nível satisfatório até o momento.

Outro ponto importante é que, apesar do Brasil ser o segundo maior produtor de silício metálico do mundo, perdendo apenas para a China, a tecnologia para a purificação do silício a nível solar ainda está em fase de desenvolvimento.

Um problema recentemente identificado, principalmente em plantas heliotérmicas, é a queima não intencional de pássaros que passam pela região.

Portanto, mesmo sendo renovável e não emitindo gases, a energia solar ainda esbarra em empecilhos tecnológicos e econômicos. Apesar de promissora, a energia solar se tornará viável economicamente apenas com a cooperação entre setores públicos e privados, e com o investimento em pesquisas para o aprimoramento das tecnologias que englobam o processo produtivo, desde a purificação do silício até o descarte das células fotovoltaicas.

Energia solar residencial

Petróleo e carvão são fontes de energia muito utilizadas, mas extremamente poluentes (queima libera para a atmosfera o gás carbônico - CO₂ - principal gás do efeito estufa e material particulado, que faz mal à saúde, entre outros problemas ambientais). Assim, buscando unir eficiência energética e baixos impactos sobre o planeta, busca-se cada vez mais a utilização de energias renováveis (também chamadas de energias alternativas), como eólica, hidráulica, biomassa, solar e geotérmica. Nesse meio, a energia solar tem se destacado e sendo cada vez mais explorada, tanto para geração no ramo empresarial quanto em sistemas residenciais.

O que é a energia solar?

A definição de energia solar é a energia eletromagnética, cuja fonte é o sol. Por esse motivo, é considerada uma fonte de energia sustentável e limpa, que não produz resíduos para além dos componentes do kit, e traz benefícios ambientais no que diz respeito à redução de emissões de gases de efeito estufa, reduzindo assim a pegada de carbono do consumidor final.

Ela pode ser transformada em energia térmica ou elétrica e aplicada em diversos usos. As duas principais formas de aproveitamento da energia solar são a geração de energia elétrica e o aquecimento solar de água.

Para a produção de energia elétrica através da energia solar, são usados dois sistemas: o heliotérmico, em que a radiação é convertida primeiramente em energia térmica e posteriormente em elétrica (utilizada principalmente em usinas, o que faz com que não seja abordada nessa matéria); e o fotovoltaico, em que a radiação solar é convertida diretamente em energia elétrica. Já a energia solar térmica é obtida pela captação da radiação eletromagnética e

sua transformação em calor (energia térmica), que não é transformado em energia elétrica posteriormente, como acontece no sistema heliotérmico.

Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica tem como conceito a geração de energia elétrica de forma não convencional, ou seja, através da radiação solar, sem que esta precise passar pela fase de energia térmica (característica do sistema heliotérmico), sendo essa a principal diferença entre a energia fotovoltaica e as demais energias solares.

Assim como no heliotérmico, no sistema de energia solar fotovoltaica existem vários modelos de coletores (ou painéis solares), que apresentam maior ou menor eficiência energética. Os mais comuns são os monocristalinos, policristalinos e os de filme fino.

Os principais componentes de um sistema de energia fotovoltaica são os painéis, a estrutura de suporte, os controladores de carga, inversores e baterias.

Lembre-se de garantir que os componentes utilizados tenham a certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), que realizou a implementação da Portaria n.º 357 em 2014, com o objetivo de estabelecer regras para os equipamentos de geração de energia fotovoltaica.

O tempo de retorno do investimento, no sistema fotovoltaico é variável, e depende da quantidade de energia que o imóvel demanda. Apesar disso, a vantagem do sistema caseiro é quanto o usuário poderá economizar: uma vez atingido este tempo de retorno, a conta de energia não precisará mais ser paga. Energia do sol se transforma em eletricidade “grátis”! Uma boa grana pode acabar indo para a poupança em vez de ser gasta sem trazer muitos benefícios.

Como funciona?

Painéis ou placas solares são sistemas de microgeração de energia compostos por células fotovoltaicas. Um conjunto de painéis forma um módulo solar. As células fotovoltaicas (ou células solares) são feitas a partir de materiais semicondutores (normalmente o silício). Quando a célula de uma placa é

exposta à luz e capta sua energia, parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons (partículas de energia presentes na luz solar).

Os elétrons livres são transportados em fluxo pelo semicondutor até serem puxados por um campo elétrico. Este campo elétrico é formado na área de junção dos materiais, por uma diferença de potencial elétrico existente entre esses materiais semicondutores. Os elétrons livres são levados para fora da célula solar e ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica.

Ao contrário do sistema heliotérmico, o sistema fotovoltaico não requer alta irradiação solar para seu funcionamento. Contudo, a quantidade de energia gerada depende da densidade das nuvens, de forma que um número baixo de nuvens pode resultar em uma maior produção de eletricidade em comparação a dias de céu completamente aberto, devido ao fenômeno da reflexão da luz solar.

A eficiência da conversão é medida pela proporção de radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as células mais eficientes proporcionam 25% de eficiência.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o governo atualmente desenvolve projetos de geração de energia fotovoltaica para suprir as demandas energéticas das comunidades rurais e isoladas. Estes projetos focam algumas áreas como: bombeamento de água para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; iluminação pública; sistemas de uso coletivo (eletrificação de escolas, postos de saúde e centros comunitários); atendimento domiciliar.

Aproveitamento térmico

Outra forma de aproveitar a radiação solar é o aquecimento térmico. O aquecimento térmico a partir de energia solar pode ser feito por meio de um processo de absorção da luz solar por coletores, que são normalmente instalados nos telhados (rooftop) das edificações, condomínios, residências dentre outras construções.

Como a incidência de radiação solar sobre a superfície terrestre é baixa, é necessário instalar alguns metros quadrados de coletores. Cada modelo de coletor (que pode ser plano aberto, fechado, ou tubular à vácuo), possui uma eficiência energética característica, e pode aquecer a água a temperaturas específicas. Sendo assim, há sempre um modelo mais indicado, dependendo da intenção de aplicação da água aquecida (que pode ser para banhos, piscinas, aquecimento de ambientes, dentre outros).

Como funciona?

O princípio de funcionamento do aproveitamento térmico através da energia solar é mais simples: a superfície do painel possui aletas feitas de cobre ou alumínio, comumente pintadas de uma cor escura para maior absorção da radiação solar. Assim, estas aletas captam essa radiação para então transformá-la em calor. O calor é absorvido pelo fluido presente no interior dos painéis (geralmente a água), que é em seguida transportado por bombeamento através de tubos isolados, até que chegue ao depósito de água quente (reservatório térmico ou boiler).

O depósito de água quente é composto por material isolante, que impede o resfriamento da água, permitindo que seja fornecida água quente mesmo em períodos sem sol, como à noite.

Há ainda um sistema auxiliar de aquecimento (que pode ser elétrico ou a gás), que atua garantindo que haja água quente mesmo nos momentos em que a radiação solar não é suficiente para aquecê-la completamente.

A energia solar é considerada uma fonte de energia renovável e inesgotável. Ao contrário dos combustíveis fósseis, o processo de geração de energia elétrica a partir da energia solar não emite dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de carbono (CO₂) - todos gases poluentes com efeitos nocivos à saúde humana e que contribuem para o aquecimento global.

A energia solar também se mostra vantajosa em comparação a outras fontes renováveis, como a hidráulica, pois requer áreas menos extensas do que hidrelétricas. A energia solar é também de instalação rápida e é um sistema totalmente silencioso.

A energia que vem do sol

O uso de energia solar é um passo importante para o desenvolvimento sustentável.

Está no artigo 225 da Constituição do Brasil: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Como se sabe, nem tudo o que está na Constituição é prática na vida dos cidadãos. Uma das mais graves conseqüências do desequilíbrio ambiental é o

aquecimento global e, embora ele esteja no centro dos debates, a maioria das pessoas ainda desconsidera seus reais perigos. Falta-lhes não só dar a devida importância política ao tema como traduzir em gestos conscientes a necessidade de defender e preservar o planeta.

O potencial brasileiro de uso da energia solar é enorme

Um gesto possível em termos de consumo consciente é o uso da energia solar. Ela pode gerar eletricidade basicamente de duas formas: via células fotovoltaicas, que aproveitam diretamente a luz solar, e via usinas térmicas, que aquecem um fluido como parte inicial do processo. Outro emprego, cada vez mais disseminado, é em sistemas de aquecimento de água, que absorvem a energia solar através de um coletor.

O aquecedor solar é o único eletrodoméstico que produz energia, em vez de consumi-la. Com isso, a economia é certa: se, por exemplo, os quase 11 milhões de paulistanos tomassem banho usando aquecedor solar por um ano, a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava) calcula que a cidade pouparia R\$ 4,9 bilhões em energia – afora deixar de emitir 496 mil toneladas de CO₂. A troca significaria mais saúde para as finanças e o ambiente.

A principal aplicação da tecnologia termo-solar (dos aquecedores solares) é esquentar a água unicamente com a luz do sol. O sistema possui dois componentes básicos: o coletor e o reservatório térmico. O coletor é instalado sobre o telhado e absorve o calor, aquecendo a água que circula em seu interior. A água aquecida é armazenada no reservatório, cujo tamanho varia conforme a necessidade de consumo.

Os veículos movidos a energia solar ainda não têm aproveitamento comercial, mas a evolução tecnológica no setor pode alterar esse quadro no futuro.

O Brasil tem uma enorme capacidade de aproveitamento da energia solar: quase toda sua área recebe mais de 2.200 horas anuais de insolação, com potencial equivalente a 15 trilhões de megawatts-hora – o correspondente a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade. Mesmo assim, aqui se investe pouco nessa fonte de energia. Grande parte das residências brasileiras é refém ou do chuveiro a gás, que colabora com o efeito estufa, ou do chuveiro elétrico – que, embora tenha baixo custo inicial e seja fácil de instalar, consome muita energia em sua vida útil.

O Brasil usa mais de 6% da eletricidade que gera para aquecer água em residências, e os chuveiros são os maiores responsáveis por esse consumo, o que representa um enorme problema econômico e ambiental: a cada chuveiro instalado com valor a partir de R\$ 30,00 o setor elétrico brasileiro tem de investir entre R\$ 2 mil e R\$ 3 mil para fornecer a energia demandada.

Células fotovoltaicas, como as dispostas no teto desse barco, transformam a luz que vem do Sol diretamente em eletricidade.

Em nenhum outro país o emprego de chuveiros elétricos é tão disseminado como no Brasil. Segundo a Eletrobrás e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), esses aparelhos estão hoje em cerca de 91% dos lares brasileiros. A tendência se ampliou nos anos 1970, com a crise do petróleo e o incentivo ao uso de aparelhos elétricos. Os grandes empreendimentos hidrelétricos daquela década (Itaipu, por exemplo) trouxeram excesso de energia elétrica no mercado e nenhuma preocupação quanto a consumo.

Fonte inesgotável

A cada ano, o Sol envia para a Terra uma quantidade de energia equivalente a mais de 10 mil vezes o consumo mundial registrado nesse período. Aproveitá-la em grande escala, porém, não é fácil: para tanto, são necessárias grandes superfícies de captação. Quem investe na área obtém uma energia limpa e permanente, que pode ser usada para aquecer e iluminar edifícios, fornecer água quente em residências, serviços, indústria e agropecuária, aquecer a água de piscinas e produzir energia elétrica. Tecnologias que concentram a radiação propiciam ainda a geração de eletricidade a partir de módulos fotovoltaicos.

Graças a coletores concentradores, calcula-se que a Terra terá um potencial de produção de 100 mil megawatts de energia solar até 2025. Essa meta pode ser facilitada em virtude dos avanços tecnológicos no setor, que têm reduzido constantemente os custos da eletricidade originada da energia solar. Entre os países que podem receber as centrais necessárias para se atingir esse objetivo estão Brasil, China, Tunísia, Libéria, Portugal, Itália e Grécia.

Essa distorção é incentivada por algumas determinações que precisam ser urgentemente revistas. Por exemplo, até 2007 as novas edificações tinham de preparar instalações elétricas para receber o chuveiro elétrico e deixar tubulações de espera para o uso de gás. Como resultado, os chuveiros elétricos foram produzidos em larga escala. Com a falta de investimentos no setor e o aumento da demanda, porém, mais cedo ou mais tarde essa solução

tecnológica acarretaria problemas para o setor energético. Esse momento chegou – e, ao mesmo tempo, o aquecimento global exige respostas rápidas.

Segundo Carlos Faria, diretor do Departamento de Aquecimento Solar da Abrava e coordenador da iniciativa Cidades Solares, os chuveiros elétricos respondem hoje pela construção e operação de 18% das usinas do Brasil (ou seja, cerca de 12.600 megawatts de potência) no horário de ponta, o de maior consumo. É nesse período que as termelétricas são acionadas para gerar a energia necessária ao nosso banho – e ajudam a poluir mais o ar.

Os aquecedores solares de água apresentam amplas vantagens ambientais, econômicas e sociais. Como substitui a hidreletricidade e os combustíveis fósseis, cada aquecedor solar instalado reduz substancialmente o dano ambiental associado às fontes de energia convencionais. Os aparelhos não emitem gases tóxicos ou causadores do efeito estufa nem geram lixo radiativo. Também apresentam vantagens sociais, como a redução da conta de energia elétrica e a criação de empregos por unidade de energia transformada – a produção anual de 1 milhão de m² de coletores gera cerca de 30 mil empregos diretos descentralizados. Por fim, o aquecedor solar pode oferecer economia anual de energia entre 40% e 70% em qualquer região do Brasil.

O esforço para disseminar uma idéia

Um dos maiores defensores do emprego da energia solar no Brasil, o engenheiro eletrônico e professor Augustin Woelz preside a ONG Sociedade do Sol (SoSol), instalada no Cietec (Centro Incubador de Empresas Tecnológicas), da USP. Há mais de seis anos ele atua com o Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC), projeto que permite construir um equipamento para aquecer água com energia solar usando materiais simples e baratos, encontrados em lojas de materiais para construção. Esse aquecedor foi patenteado pela SoSol, mas Woelz abriu mão da patente, visando à rápida divulgação da tecnologia no País. O objetivo é disseminar o uso da energia solar no aquecimento de água para cerca de 32 milhões de lares brasileiros. A SoSol também trabalha em outros projetos de cunho socioambiental, como forno solar e reúso da água do banho para descarga.

O uso da tecnologia solar é pensado como um sistema híbrido, ou seja, o aquecedor solar é sempre acompanhado de outra tecnologia – chuveiro elétrico ou aquecedor a gás. Um sistema de aquecimento solar bem dimensionado pode suprir mais de 70% da demanda de água quente durante o ano, enquanto os outros 30%, que representam dias nublados ou chuvosos, são supridos por uma tecnologia convencional.

Usar a luz solar para aquecer a água do banho pode poupar anualmente entre 40% e 70% da energia consumida no País.

Em países menos ensolarados que o nosso, os aquecedores solares são uma ótima alternativa para fornecer água quente a lares, estabelecimentos comerciais e de serviços. Alemanha e Áustria, os europeus líderes no seu uso, têm insolação bem menor do que qualquer região do Brasil e índices de difusão superiores aos nossos.

Segundo a Asociación de Promotores Constructores de España (APCE), quando integrado ao projeto inicial de uma construção, o aquecedor solar aumenta entre 0,5% e 1% o custo da obra, mas a economia que propicia paga seu preço em menos de três anos. Durante a vida útil do aparelho, cada pessoa deixará de gastar ao menos R\$ 10 mil. E se os 185 milhões de brasileiros optassem por tomar banho com energia solar, fariam nesse período uma economia total de cerca de R\$ 1,7 trilhão.

Com tantas vantagens assim, por que o uso dos aquecedores solares não é mais disseminado? Segundo Délcio Rodrigues, físico e pesquisador associado ao Instituto Vitae Civilis, uma das principais barreiras está na ausência de normas para se preparar uma infra-estrutura favorável à instalação desses aparelhos. Tais orientações, que deveriam integrar o código de obras municipais, poderiam criar novo hábito entre arquitetos, construtores e moradores. Outra barreira, lembra Rodrigues, é o desinteresse do setor elétrico: implementar programas de substituição do chuveiro por aquecedores solares implicaria perda de faturamento para as empresas da área.

Sanar essas dificuldades exige o envolvimento dos diferentes níveis de governo, de fabricantes, universidades, organizações não governamentais, com iniciativas que incluam programas educacionais e eventos para conscientização, assim como a atuação de agências financiadoras. Os bancos têm papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias limpas, como é o caso do aquecedor solar, pois têm contato direto com os consumidores, representando forte canal de informação e de acessibilidade ao abrir financiamentos específicos.

Alguns passos nesse sentido têm sido dados. Instituída pela primeira vez em 1980, em Israel, a obrigatoriedade da instalação de aquecedores solares está se espalhando por outros países. Em algumas cidades brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, já vigoram legislações específicas a esse respeito, e há projetos de lei tramitando em cerca de 60 municípios.