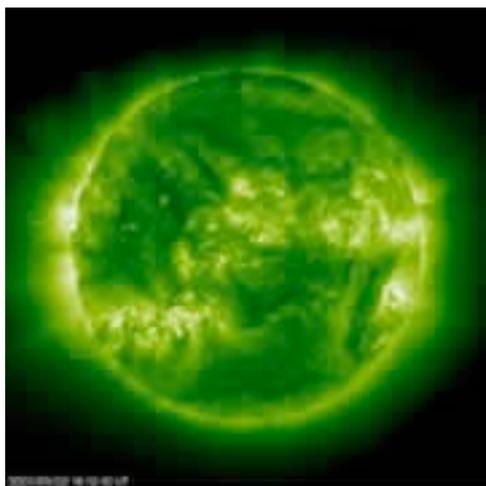


## Fontes de Energia Renovável

### Introdução

As energias renováveis, por vezes incorrectamente chamadas alternativas, incluem a energia solar, a energia eólica, a biomassa, a energia geotérmica, a energia hídrica e a energia dos oceanos (ondas, marés, correntes e gradiente da temperatura).



Fotografia do Sol, com recurso a técnicas de ionização do ferro (NASA)

Entre as vantagens da utilização das energias renováveis pode-se dizer que são pouco ou nada poluentes, são descentralizadas, estando assim mais próximo dos consumidores de energia, e estão disponíveis em todos os países, ainda que com recursos e potenciais distintos. A utilização das energias renováveis conduz também a uma redução dos custos energéticos, pois a utilização da maioria dos recursos renováveis é gratuita (sol, vento, geotermia, hídrica, oceanos) ou mais barata (biomassa).

Como barreiras à sua utilização mais generalizada, a mais importante diz respeito ao seu elevado custo inicial: as energias renováveis necessitam de equipamentos que são geralmente mais caros no momento da sua aquisição, representando assim uma dificuldade para as pessoas interessadas na sua utilização. Não podemos esquecer que as tecnologias associadas aos combustíveis fósseis tiveram muitos anos de grande desenvolvimento e de utilização generalizada. Por outro lado, algumas tecnologias que utilizam energias renováveis ainda são pouco conhecidas ou testadas, provocando alguma insegurança

nas pessoas ou empresas que poderiam estar interessadas na sua utilização.

## A Energia Solar

A energia solar consiste no aproveitamento da radiação solar emitida pelo Sol e que chega à Terra, atingindo o topo da atmosfera com uma potência térmica média de  $1370 \text{ W/m}^2$ . Se bem que nem toda a energia que chega ao topo da atmosfera a atravesse, ainda assim uma parte significativa dessa energia atinge a superfície terrestre.



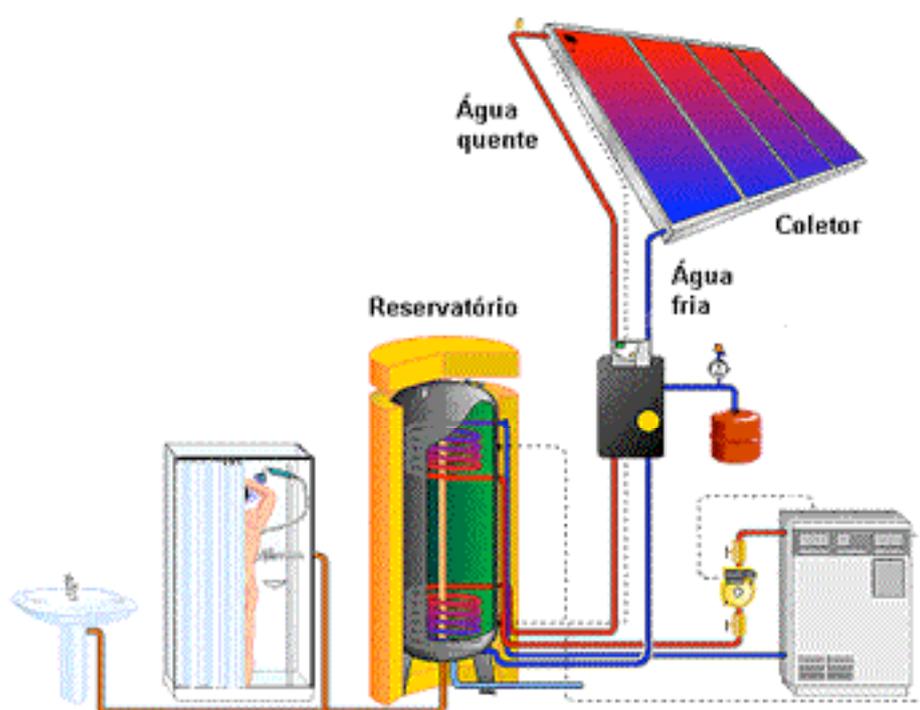
Radiação solar na superfície terrestre  
Retirado de:  
<http://www.cresesb.cepel.br/>

A energia total que atinge determinada área da superfície da terra é composta pela radiação directa (luz solar directa) e pela radiação solar difusa (energia reflectida pelo meio envolvente e pela atmosfera). Isto significa que mesmo num dia de Sol encoberto, temos disponível cerca de metade da radiação solar que se verifica num dia soalheiro. Em Portugal, a energia recebida por  $\text{m}^2$  de terreno horizontal por ano é, em média, cerca de 1700 kWh.

A energia solar pode ser utilizada directamente para aquecimento – energia solar térmica – ou para a produção directa de electricidade – energia solar fotovoltaica. Por sua vez, a energia solar térmica divide-se frequentemente em dois grupos: os sistemas activos e os sistemas passivos.

## O solar térmico – Sistemas Activos

Os sistemas activos convertem a energia solar em calor utilizando dispositivos chamados colectores solares. Neste colectores circula um fluido (geralmente a água, mas também pode ser o ar ou outro), que é aquecido e irá transportar o calor até ao local de utilização ou de armazenamento da energia (depósito). Existem vários tipos de colectores solares, dependendo a opção pela utilização de um determinado tipo de colector da temperatura exigida pela necessidade a satisfazer (por exemplo, para aquecimento de águas de piscinas ao ar livre a temperatura será da ordem dos 25 °C).



Esquema de produção de águas quentes sanitárias com energia solar. **Retirado de:**  
<http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.htm>

Os colectores típicos para aquecimento de águas são geralmente constituídos por uma caixa metálica, bem isolada termicamente na sua parte posterior, providos de uma cobertura transparente instalada na sua parte frontal (frequentemente o vidro) que proporciona o efeito de estufa no interior do colector, uma placa metálica escura que absorve o máximo da radiação solar e um conjunto de tubos ligados intimamente a esta no interior dos quais a água circula e aquece. Os colectores solares são instalados em locais isentos de sombras, na maioria das vezes nos telhados dos edifícios, orientados para Sul (no hemisfério

norte), e com uma inclinação em relação ao plano horizontal de modo a minimizar a captação da radiação solar.

A aplicação mais usual dos colectores solares é o aquecimento de águas sanitárias, nas habitações, em pavilhões desportivos e em outras instalações. Outras aplicações dos colectores solares são o aquecimento de águas para piscinas, para aquecimento ambiente, o pré-aquecimento de água para máquinas de lavar roupa e louça pré-térmicas, e até para fornecimento de água quente em processos industriais.



Aquecimento de águas de uma estalagem.

**Retirado de:** [www.aosol.pt](http://www.aosol.pt)

Também existem sistemas solares térmicos activos que podem ser utilizados na produção de energia eléctrica. Estes sistemas produzem calor a “alta temperatura”, utilizando colectores concentradores, que são equipamentos que reflectem a radiação solar incidente para um tubo ou para um ponto, onde circula o fluido e que vai absorver a energia solar. Este fluido aquecerá até atingir uma temperatura elevada (entre centenas a milhares de graus Celsius) sendo depois encaminhado para uma turbina ou motor, produzindo movimento mecânico de rotação, o qual será convertido em energia eléctrica por um alternador.

## O solar térmico – Sistemas Passivos

Os sistemas passivos não recorrem a equipamentos específicos. São sistemas que captam, armazenam e usam directamente a energia solar. Os edifícios são um bom exemplo, pois através das suas janelas captam a radiação solar, as paredes e outros elementos construtivos armazenam essa energia e aquecem depois o ar no seu interior.



Rocky Mountain Institute, Colorado, EUA

**Retirado de:** [www.rmi.org](http://www.rmi.org)

No entanto, quando se fala de sistemas passivos em edifícios, faz-se referência a elementos de construção tais como as janelas, paredes, coberturas, persianas, entradas de ar, que são alterados relativamente à maneira de construir tradicional, de modo a melhor captar, armazenar e utilizar a energia solar no Inverno, ou a impedir a captação e armazenamento durante o Verão, através de sombreamentos e ventilação natural, ou até a aumentar a dissipação de calor.

Com a introdução de tecnologias solares passivas podem conseguir-se edifícios com reduzidas necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento ambiente ou, até, em situação de clima ameno e condições interiores favoráveis, edifícios sem necessidades de sistemas mecânicos ou eléctricos e por conseguinte, com nulas necessidades energéticas de energias convencionais.

Existem outras aplicações de energia solar “de baixa temperatura” (sendo por vezes não aplicável a distinção entre sistemas activos e passivos) nomeadamente para instalações de dessalinização da água do mar, em estufas para a agricultura, em secadores solares e até fornos solares.

## O solar fotovoltaico

Os sistemas fotovoltaicos captam a radiação solar, entre 0.25 e 2.5  $\mu\text{m}$ , para a converterem directamente em energia eléctrica. Esta conversão é efectuada por materiais chamados semi-condutores, sendo o de uso mais generalizado o silício. A partir do silício são produzidas células fotovoltaicas que depois são reunidas em painéis fotovoltaicos. Os painéis fotovoltaicos, tal como os colectores solares térmicos, também devem ser montados em locais isentos de sombras, orientados a Sul (no hemisfério norte) e, de preferência com uma ligeira inclinação relativamente ao plano horizontal. Porém, muitas vezes por falta de espaço, são montadas células fotovoltaicas em paredes de edifícios (no plano vertical, portanto), sendo esta uma solução de menor rendimento.



Fornecimento de energia para telecomunicações:  
Energia solar fotovoltaica

A produção de energia eléctrica através de sistemas solares fotovoltaicos, apesar do seu custo inicial algo elevado, já é a solução competitiva para algumas aplicações, como sejam a electrificação de edifícios de habitação e outros em locais afastados da rede eléctrica, a bombagem de água para povoações ou regadio também em locais remotos, a alimentação de retransmissores telefónicos, TV, Rádio, a alimentação de cabines telefónicas, a sinalização fluvial, marítima, ferroviária e rodoviária, a alimentação de satélites, entre outras.

## A Energia Eólica

A energia eólica ou energia do vento provém da energia fornecida pelo Sol às diferentes camadas da atmosfera. Por isso, varia diariamente, de hora a hora, de local para local. Trata-se de uma forma de energia que já é usada desde tempos antigos, sendo um bom exemplo da sua aplicação os barcos à vela. A energia eólica converte a energia cinética do ar em energia mecânica (moinhos para moer os cereais ou bombagem de água) ou em energia eléctrica, que é a aplicação mais usual na actualidade, através dos chamados aerogeradores.



Aproveitamento da energia eólica em Portugal

A irregularidade e a falta de continuidade do vento colocam alguns obstáculos a um maior aproveitamento deste recurso renovável abundante e não poluente. As orlas marítimas e as zonas costeiras, bem como algumas regiões montanhosas, são os locais mais favoráveis à exploração do recurso eólico.

## A Energia Geotérmica

A energia geotérmica é a energia, na forma de calor, que se pode retirar do interior da terra. Este calor tem origem na actividade interna da terra, resultando em grande parte da desintegração de elementos radioactivos presentes nas camadas mais profundas do planeta.

À medida que se avança para o interior da Terra o calor aumenta – é o chamado gradiente geotérmico. À superfície terrestre, o gradiente geotérmico é normalmente de cerca de 3°C por cada 100 m. No entanto, em certas zonas como as zonas vulcânicas, o gradiente geotérmico pode atingir 50 °C por 100 m.

A existência de elevados valores de gradientes geotérmicos explica-se pela actividade vulcânica recente. Abaixo da crosta terrestre existe uma camada superior constituída por uma rocha líquida – o magma – que se encontra a altas temperaturas. A crosta terrestre flutua nesse magma, mas, por vezes, o magma quebra a crosta chegando à superfície. A este fenómeno natural chama-se vulcão e o magma no exterior passa a designar-se por lava.

O valor do gradiente geotérmico permite considerar dois tipos de energia geotérmica: de alta entalpia (elevada temperatura) ou de baixa entalpia (baixa temperatura).



Central Geotérmica da Ribeira Grande, Açores

**Retirado de:** [www.seth.pt](http://www.seth.pt)

A energia geotérmica de alta entalpia liberta calor do interior da terra a uma temperatura rotativamente elevada (superior a 150 °C), geralmente sob a forma de vapor. Este vapor pode ser conduzido a uma turbina, que assim é accionada, a qual acoplada a um alternador produz energia eléctrica. Em Portugal, nos Açores, existe uma central para produção de energia eléctrica deste tipo – a Central Geotérmica de S. Miguel. Este tipo de centrais é raro, pois este recurso não abunda à superfície da Terra. Outros exemplos deste tipo de centrais localizam-se na Califórnia/Estados Unidos da América, em Larderello/Itália e em Matsukawa/Japão.

A energia geotérmica de baixa entalpia resulta da existência de gradientes geotérmicos médios ou ligeiramente superiores à média. Estes gradientes aparecem em virtude da existência de aquíferos a grande profundidade (entre 1000 a 2000 m), com temperaturas de fluido entre os 50 a 100 °C. O fluido (água, por vezes com elevada salinidade) é extraído por meio de bombas circuladoras de água, sendo o seu calor aproveitado para aquecer edifícios, tanques de piscinas e diversões aquáticas, para o aquecimento de águas sanitárias, para estufas, utilizações industriais, piscicultura, aquacultura, etc. Em Portugal, este tipo de recurso está disponível em Chaves, S. Pedro do Sul e Manteigas, entre outros, decorrendo estudos para o seu aproveitamento.

## A Energia Hídrica

A energia hídrica é uma das formas de energia que começou a ser utilizada há mais tempo. Com efeito, as antigas civilizações tiravam partido da morfologia do terreno para elevar a água e utilizá-la posteriormente na agricultura, em terrenos de regadio. Os Romanos começaram a utilizar a roda hidráulica e a nora para moagem dos cereais, sistemas que vieram a ter grande utilização mais tarde. Já no século XX, a energia hídrica começou a ser aproveitada para produção de energia eléctrica.



Barragem do Alqueva em construção (cortesia da EDIA, SA)

A energia hídrica provém da água dos rios em movimento, em direcção ao mar. Sabe-se que os rios para além de conduzirem a água das nascentes, também captam a água das chuvas. O movimento ou a queda da água contém energia cinética que pode ser aproveitada como fonte de energia. Actualmente, a grande maioria do aproveitamento da energia hídrica tem por finalidade a produção de energia eléctrica nas chamadas centrais hidroeléctricas. Estas centrais necessitam geralmente da construção de barragens, podendo a energia hídrica resultar da queda de água ou do seu movimento horizontal (caudal). A energia cinética da água é convertida em trabalho mecânico ao passar por uma turbina hidráulica, a qual associada a geradores/alternadores, produz energia eléctrica.

A maior parte dos possíveis grandes aproveitamentos de energia hídrica já foram efectuados. Os grandes aproveitamentos hídricos, que envolvem a construção de grandes barragens, e que ainda não foram realizados, deparam-se com grandes obstáculos à sua concretização. Sobretudo devido aos impactes ambientais e sociais que podem causar, devido ao desaparecimento de terras, de habitats de muitas espécies e até da transferência de populações inteiras para outras povoações. É hoje cada vez mais difícil a construção de novas centrais hidroeléctricas de grande porte, designadas de grande hídrica, na casa das centenas de MW.

Contudo, existe ainda um grande potencial de aproveitamento de pequenas centrais hidroeléctricas (designadas por mini-hídricas), cujas potências podem variar entre as dezenas de kW até aos 10 MW. As centrais mini-hídricas têm um impacto ambiental muito menor, pois aproveitam quedas de água já existentes, respeitando assim a morfologia do terreno e destruindo menos os habitats em presença.

## A Energia dos Oceanos

A energia dos oceanos pode ser aproveitada para produzir energia eléctrica. Existem várias formas de aproveitar a energia dos oceanos: a energia das ondas, a energia das marés, a energia dos gradientes térmicos dos oceanos, a energia das correntes oceânicas e a energia dos gradientes de salinidade. Destas cinco formas de energia, só a energia das marés e das ondas foram aproveitadas em alguns casos, registando-se no entanto alguns desenvolvimentos recentes relativos ao aproveitamento da energia dos gradientes térmicos dos oceanos.



Estação de energia de marés no rio Rance, perto de Saint-Malo, França

**Retirado de:**

[www.p.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/marcos/index.htm](http://www.p.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/marcos/index.htm)

A energia das marés resulta da subida e descida do nível das águas do mar. À diferença entre o valor mais alto e o mais baixo chama-se amplitude. O aproveitamento da energia das marés é feito através da construção de diques ou barragens (semelhantes ao aproveitamentos hídricos), que se enchem quando a maré enche, sendo depois esvaziados quando a maré vazia. A passagem da água faz rodar uma turbina que por sua vez acciona um alternador/gerador e converte e produz energia eléctrica. Algumas baías, pela sua forma, aumentam a amplitude das marés. No Mundo, só existem duas dezenas de lugares em que as amplitudes das marés excedem a dezena de metros e é nestes locais que o aproveitamento desta forma de energia é economicamente possível. Em Portugal, existe um moinho das marés no Seixal, construído no século XVI para moagem de

cereais. No entanto, não existem locais com amplitude suficiente para o aproveitamento desta forma de energia.

A energia das ondas aproveita o movimento oscilatório das ondas para produzir energia mecânica e então convertê-la em energia eléctrica. As ondas resultam da acção do vento sobre a superfície dos oceanos. Existem diversas formas de aproveitar a energia do movimento oscilatório das ondas, sendo três as principais:

i) através de corpos flutuantes que adquirem um movimento oscilatório e o transmitem a um veio que acciona um alternador/gerador e produz energia eléctrica;

ii) através do enchimento de um coluna de água e subsequente esvaziamento, que comprime uma massa de ar que se expande numa turbina, provocando o movimento desta, que por sua vez acciona um alternador gerador produzindo energia eléctrica;

iii) através da elevação da água através de uma coluna até um reservatório a um nível superior, sendo de seguida o aproveitamento semelhante à energia hídrica.

## A Energia da Biomassa

A energia da biomassa provém da matéria orgânica que constitui as plantas e os animais, incluindo os seus resíduos, derivados ou detritos. Através da fotossíntese, as plantas captam a energia luminosa (que vem sobretudo do Sol) e transformam-na em energia química. Estes compostos orgânicos funcionam como verdadeiros armazéns de energia. Esta energia é libertada, ou convertida noutra forma de energia, quando as plantas se decompõem, ou entram na cadeia alimentar ou são queimadas, fermentadas, etc. Por outro lado, a fotossíntese realizada pelas plantas absorve o dióxido de carbono presente na atmosfera e liberta oxigénio, sendo desta forma que a natureza regenera o ar que respiramos.

Por este motivo, o uso da biomassa, nomeadamente através da sua queima, não contribui para o aumento das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. Com efeito, as plantas absorvem o dióxido de carbono enquanto crescem, e este é depois libertado quando o material lenhoso é queimado ou apodrece. Outras plantas usarão este dióxido de carbono para crescer e assim por diante. Por isso se diz que o balanço do CO<sub>2</sub> é zero para a utilização da biomassa, não contribuindo assim para o aquecimento global, que está na origem das alterações climáticas.

Existem vários modos de classificar as diferentes fontes de biomassa. Uma das classificações possíveis é a seguinte:

- \* Biomassa sólida
- \* Biocombustíveis gasosos (biogás)
- \* Biocombustíveis líquidos

## **A Biomassa Sólida**

A Biomassa sólida tem como fonte os produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), os resíduos da floresta e das indústrias com ela relacionadas, e a fracção biodegradável dos resíduos industriais e urbanos. O processo de conversão de energia passa primeiro pela recolha dos vários resíduos que irão ser objecto de transformação, seguido do transporte para os locais de consumo, onde se faz o aproveitamento energético por combustão directa ou gaseificação. A transformação dos resíduos florestais em estilhas de madeira proporciona uma redução de custos no transporte. A combustão pode ocorrer em centrais térmicas (com tecnologias de grelha ou de leito fluidizado) para a produção de energia eléctrica, ou em centrais de cogeração para a produção de energia eléctrica e de água quente, ou em caldeiras para a produção de água quente para aquecimento central e/ou águas quentes sanitárias, ou ainda a queima directa em lareiras (lenha) para a produção directa de calor.

## A Biomassa Gasosa

Os Biocombustíveis gasosos são designados por Biogás. O biogás tem origem nos efluentes agro-pecuários, da agro-indústria e urbanos (lamas das ETAR – Estações de Tratamento de Águas Residuais) e ainda nos aterros de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos). O biogás resulta da degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica contida nos resíduos anteriormente referidos e é constituído por uma mistura de metano ( $\text{CH}_4$ ) em percentagens que variam entre os 50% e os 70% sendo o restante essencialmente  $\text{CO}_2$ . O biogás também pode utilizado em centrais de cogeração para a produção de energia eléctrica e de água quente ou em caldeiras para a produção de água quente para aquecimento central e/ou águas quentes sanitárias.



Aterro sanitário de Vila Franca de Xira,  
com aproveitamento de biogás

**Retirado de:** [www.valorsul.pt](http://www.valorsul.pt)

## A Biomassa Líquida

Os Biocombustíveis líquidos podem ainda dividir-se em biomassa líquida ou em biocarburantes.

A biomassa líquida ("bio-oil") é constituída por compostos muito oxigenados que podem ser obtidos por pirólise rápida a partir de uma enorme variedade de produtos tais como: resíduos florestais, resíduos da indústria da madeira, bagaço de cana-de-açúcar, cascas de cereais. A biomassa líquida pode ser armazenada, bombeada e transportada como os produtos derivados do petróleo. A sua utilização passa pela queima directa em caldeiras, turbinas de gás e motores a diesel para cogeração.

Os biocarburantes têm origem em "culturas energéticas" com potencial de utilização em motores ou outros equipamentos de queima, e que podem ser de três tipos:

- \* O biodiesel, a partir de oleaginosas como a colza ou girassol, por exemplo, ou através do tratamento de óleos alimentares usados (oau);

- \* O etanol (bioálcool) produzido a partir da fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido, celulose).

Os biocombustíveis podem ser utilizados, em substituição total ou parcial da gasolina ou do gasóleo, e utilizados como combustíveis nos veículos motorizados. No caso do biodiesel a sua utilização, com uma percentagem até 30%, é possível em motores de Diesel convencionais, sem alterações ao motor. O etanol e o metanol (que tem origem fóssil) podem ser utilizados em veículos com motores de ciclo Otto (a gasolina).



O óleo de girassol pode ser utilizado na produção de biodiesel

## **Para saber mais sobre as Energias Renováveis**

### **Sítios Internacionais**

[Comissão Europeia, DGTREN, Energias novas e renováveis](#)

[National Renewable Energy Laboratory \(NREL\) do US Department of Energy](#)

[US Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy](#)

[Energy Efficiency and Renewable Energy](#)

[Site brasileiro sobre energias renováveis](#)

[Software para avaliação de sistemas de energias renováveis](#)

[AGORES, uma iniciativa da Comissão Europeia](#)

[Sítio australiano governamental](#)

[Observ'ER](#)

### **Sítios Nacionais**

[Direcção Geral de Geologia e Energia \(DGGE\)](#)

[Sociedade Portuguesa de Energia Solar \(SPES\)](#)

[Portal das Energias Renováveis](#)

[Iniciativa Pública "Água Quente Solar para Portugal"](#)

[Sítio sobre energia dedicado aos mais novos](#)

[Associação Portuguesa dos Produtores Independentes de Energia Eléctrica de Fontes Renováveis \(APREN\)](#)