

WORKSHOPS TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA RENOVÁVEL NOS EDIFÍCIOS



1. Enquadramento
2. Principais tecnologias renováveis e sua integração
3. Exemplos
4. Tendências Futuras

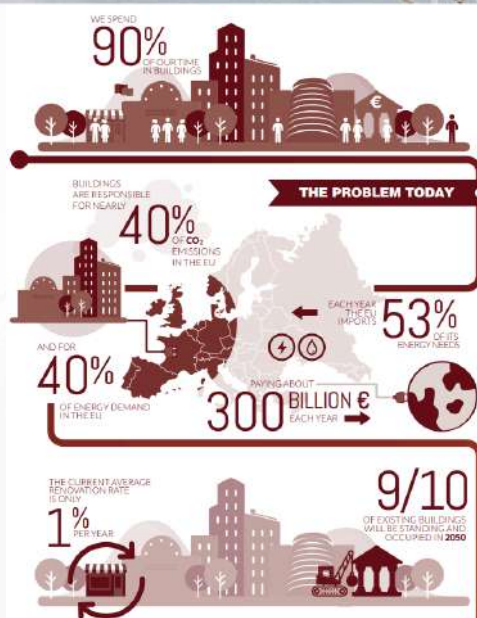
Enquadramento

Os edifícios representam:

- ~40% do consumo energético na UE;
- ~36% das emissões de CO₂ relacionadas com energia;
- elevado potencial de redução de consumo.

A eletrificação e as renováveis são fundamentais para:

- reduzir dependência energética;
- reduzir emissões;
- aumentar resiliência energética.



A Lei Europeia do Clima (ECL) de 2021 estabelece o objetivo de uma UE com impacto neutro no clima até 2050



A Diretiva sobre o Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) estabelece o principal quadro regulatório para melhorar o desempenho energético dos edifícios e alcançar um património edificado totalmente descarbonizado até 2050.

Os principais alvos incluem:

Edifícios de emissões zero para edifícios públicos até 2028

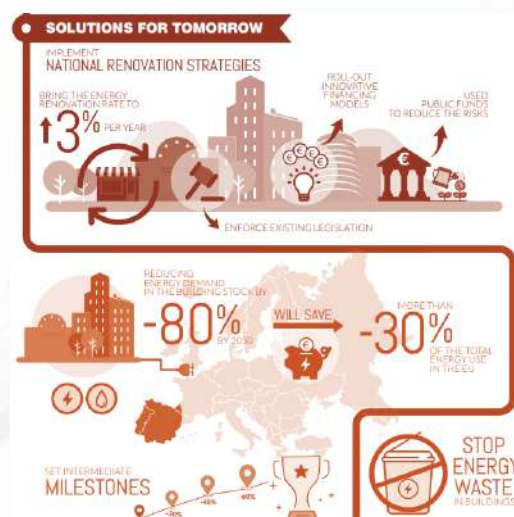
Requisitos de zero emissões para todos os novos edifícios até 2030

Redução do consumo de energia primária no setor residencial em 16% até 2030 e 20-22% até 2035

A Diretiva da Promoção das Energias Renováveis

A atual Diretiva RED III estabelece uma meta vinculativa para que pelo menos 42,5% de toda a energia consumida na União Europeia (UE) seja proveniente de fontes renováveis até 2030, com um esforço coletivo adicional para atingir os 45%. Promove:

- autoconsumo;
- comunidades de energia;
- simplificação licenciamento;
- integração renováveis nos edifícios.
- Conceitos importantes
- UPAC;
- autoconsumo coletivo;
- partilha energia.



Diretiva da Eficiência Energética (Diretiva (UE) 2023/1791): Em conjunto com as diretivas de renováveis, determina limites para o consumo de energia e obrigações para as empresas, exigindo um esforço contínuo de poupança energética. Estabelece metas vinculativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 55% até 2030, abrindo caminho para a neutralidade carbónica até 2050.

Citizen Energy Package

Parte essencial do Plano de Ação para Energia Acessível, a Comissão apresentou o Pacote de Energia dos Cidadãos em março de 2026, incluindo uma Comunicação, acompanhada de um relatório de sinopse, apresentando ações concretas para

- Contas de energia mais baixas para os agregados familiares
- Proteger e capacitar os consumidores
- Combater a Pobreza Energética

implementar eficazmente as leis existentes da UE



©AdobestockHalfpoint

Evolução da intensidade energética:

2010 a 2015 – 2,1%

2015 a 2020 – 1,4%

2020 e 2021 – 1%

Para cumprir RNC e neutralidade carbónica em 2050 – 4% entre 2020 e 2030

É urgente atuar!

Os edifícios terão de usar menos 50% de energia para aquecer (ou arrefecer) até 2030, em comparação com 2020, segundo a Agência Internacional de Energia (AIE).

A transformação energética dos edifícios assenta em:

1. Eficiência energética;
2. Eletrificação;
3. Produção renovável local;
4. Gestão inteligente;
5. Flexibilidade energética.

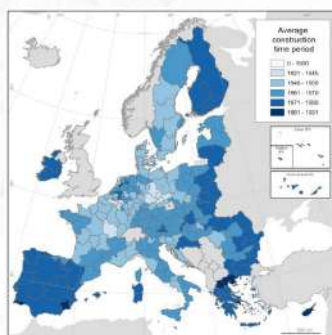
Os edifícios deixam de ser apenas consumidores e passam a:

- produzir energia;
- armazenar energia;
- interagir com a rede.



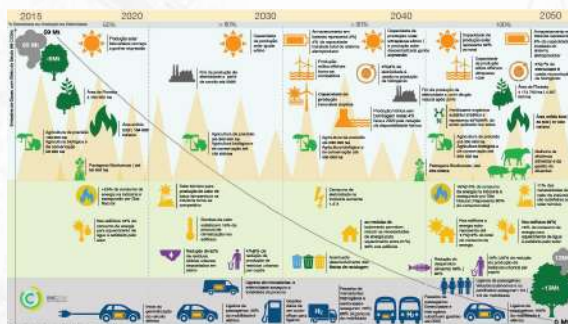
@Pachon in Motion

- Uma grande proporção do património edificado europeu é antiga e energeticamente ineficiente.
- Muitos edifícios foram construídos antes de 1970, quando os padrões de eficiência energética eram limitados ou inexistentes.
- Aproximadamente 75% dos edifícios existentes são considerados ineficientes em termos energéticos.
- Quase metade do parque imobiliário tem classificações EPC inferiores às da classe D.
- Isto destaca a necessidade urgente e o grande potencial de renovação energética em toda a Europa



Período médio de construção do
parque habitacional na UE

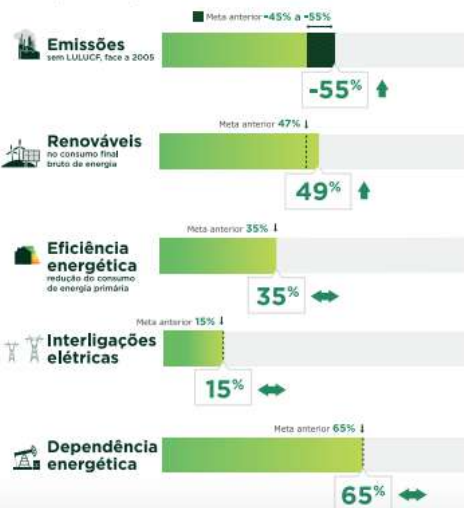




PNEC 2030

RNC 2050

Principais metas IPNEC 2030



Alterações do PNEC 2030



	Versão 2020	Revisão de dezembro de 2024
Redução de emissões de GEE	-45% a -55% até 2030 (face a 2005)	-55% até 2030 (valor único)
Energia renovável no consumo final bruto	47%	51%
<u>Produção renovável de eletricidade</u>	80% até 2030	85% até 2030 e 80% já em 2026
<u>Capacidade solar fotovoltaica</u>	8,4 GW	20,8 GW
Capacidade eólica em terra	6,3 GW	10,4 GW
<u>Capacidade eólica offshore</u>	0,03 GW (projeto-piloto)	2 GW até 2030 (leilões para 10 GW)
Hidrogénio verde – eletrolisadores	2,5 GW	5,5 GW (revisão da Estratégia Nacional do Hidrogénio)
Redução do consumo de energia primária	-35% (face a PRIMES 2007)	15% para edifícios residenciais 7% para não residenciais até 2030
<u>Reabilitação energética de edifícios</u>	Incentivo a NZEB (Nearly Zero-Energy Buildings)	Promoção de ZEB (Zero-Emission Buildings)
Governança	8 objetivos e 214 medidas	8 objetivos, 65 linhas e atuação e 297 medidas
<u>Pobreza Energética</u>	Menção genérica	Introdução de indicadores e metas de acompanhamento
<u>Neutralidade Carbónica</u>	Até 2050	Até 2045

Em Portugal:

SCE

Sistema de Certificação Energética.

REH

Regulamento de desempenho energético habitação.

RECS

Regulamento edifícios comércio e serviços.

Decreto Lei 101-D/2020

Atualização do quadro regulamentar nacional.

Decreto-Lei nº 15/2022, de 14 de janeiro

Estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, definindo, entre outros assuntos, o enquadramento legal para as Comunidades de Energia Renovável e para os Cidadãos;



A certificação avalia:

- necessidades energéticas;
- eficiência da envolvente;
- sistemas técnicos;
- integração renováveis.

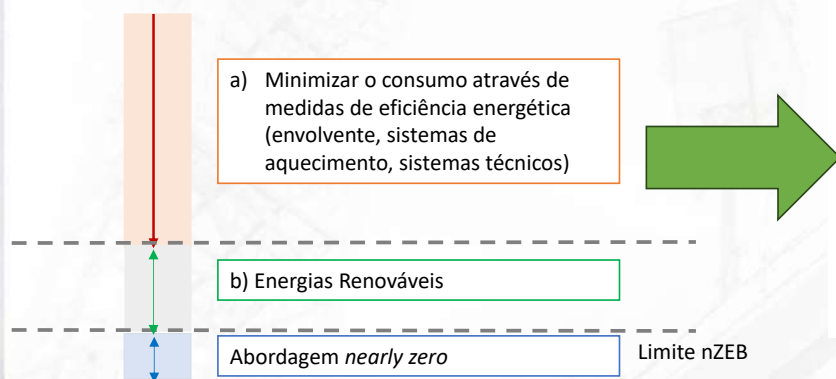
Impacto das renováveis

- melhoria da classe energética;
- redução necessidades energia primária.



O conceito nZEB é associado à aplicação de um conjunto otimizado de soluções e não só à aplicação de uma medida isolada

- necessidades reduzidas
- elevada eficiência
- parte significativa de energia de renováveis



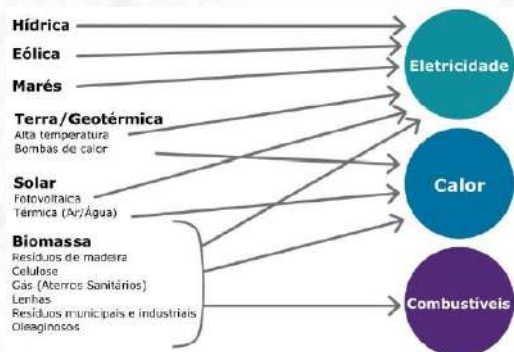
Zero-emission buildings (Articles 7, 11, Annex III)

- All new buildings to be zero-emission buildings (ZEBs):
 - From 2028 public buildings owned by public bodies
 - From 2030 all new buildings
- ZEB will require:
 - Zero on-site emissions from fossil fuels
 - A very low amount of energy with a view to cost-optimal level but at least (NZEB -10%)
 - Supplied by:
 - renewables from onsite, nearby, renewable energy communities
 - energy efficient DH&C
 - energy from carbon-free sources
- Life cycle GWP calculation (from 2028 for new bldgs >1000m² useful floor area, from 2030 for all new buildings) and disclosure through EPC
- Indoor Environmental Quality requirements (monitoring and control)



As fontes de **energia renovável** são por definição fontes de energia que são naturalmente regeneradas num curto espaço de tempo, são abundantes, distribuídas por todo o mundo e disponíveis gratuitamente, com exceção dos processos de conversão.

Ex: Solar, Eólica, Biomassa, Geotermia e Hídrica.



Fonte: <https://www.portal-energia.com/Fontes-de-energia/>



Principais energias renováveis

A seleção da tecnologia mais adequada para integração no edificado construído está dependente da ponderação, de vários fatores, por exemplo (Hayter & Kandt, 2011):

- Recurso de **energia renovável** disponível no local ou na vizinhança do edifício
- **Área disponível** para implementação da tecnologia de energia renovável
- **Custo** da energia adquirida ao fornecedor de energia elétrica ou térmica para o edifício



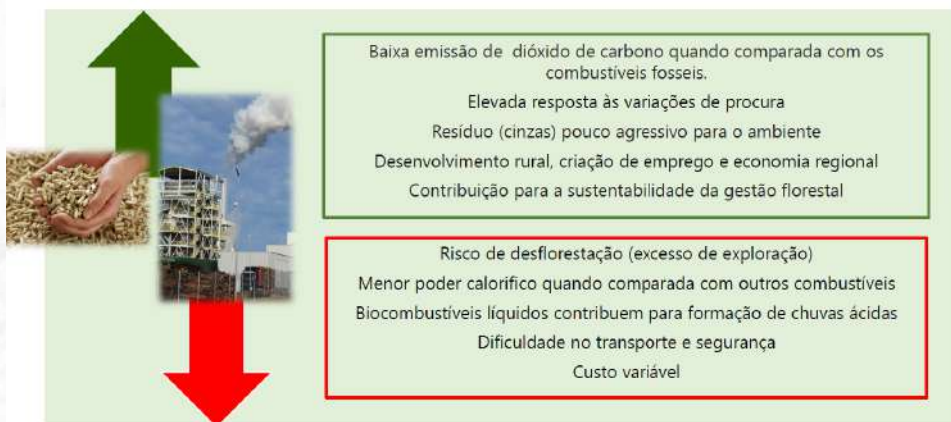
Theconstructor.org

E também

- **Acesso a incentivos financeiros ou fiscais**, para compensar o custo de instalação do sistema de energia renovável
- **Enquadramento regulamentar local**, que pode afetar a instalação do sistema de energia renovável
- Preservar ou não alterar as **características arquitetónicas** existentes
- **Caracterização dos perfis de consumo** de energia suscetíveis de serem compensados pela instalação de energia renovável



Energia Biomassa: Vantagens e Desvantagens



Caldeira a biomassa

- Combustíveis fósseis de biomassa
 - Maioritariamente utilizados pra fins não industriais



Peletes



Briquetes



Madeira



Aparas de madeira

Kanva Industries

Caldeira a biomassa

- Caldeira- combustão de combustíveis fósseis (em geral)
- Caldeira a biomassa - combustão de biomassa - sistema de energia renovável
- **Fácil integração nos sistemas existentes - apenas é necessário substituir a caldeira**

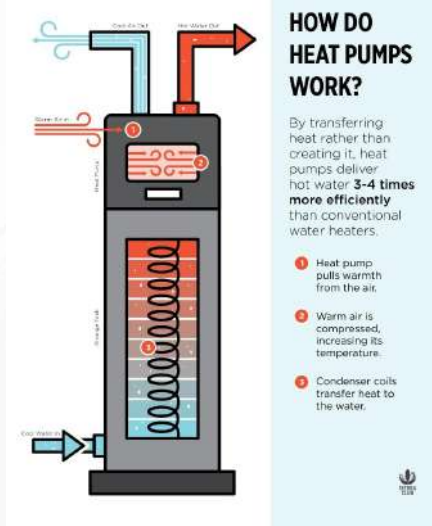
Biomassa

- Fonte de energia renovável se utilizada de forma adequado:
 - **O CO₂ é absorvido no ciclo de carbono e libertado quando a biomassa é queimada**
 - É mantido o equilíbrio se as árvores usadas para produzir a biomassa forem replantadas mais rápido do que a madeira é queimada (novas árvores captam o carbono produzido pela combustão)
- um material de origem biológica, excluindo o material incorporado em formações geológicas e / ou fossilizado (EN ISO 16559)
- Material orgânico, planta ou de base animal, como as culturas dedicadas à energia, culturas agrícolas e árvores, comida, resíduos agrícolas, plantas aquáticas, algas, resíduos florestais e de madeira, processamento de subprodutos e outros materiais não-fósseis.



Bombas de calor

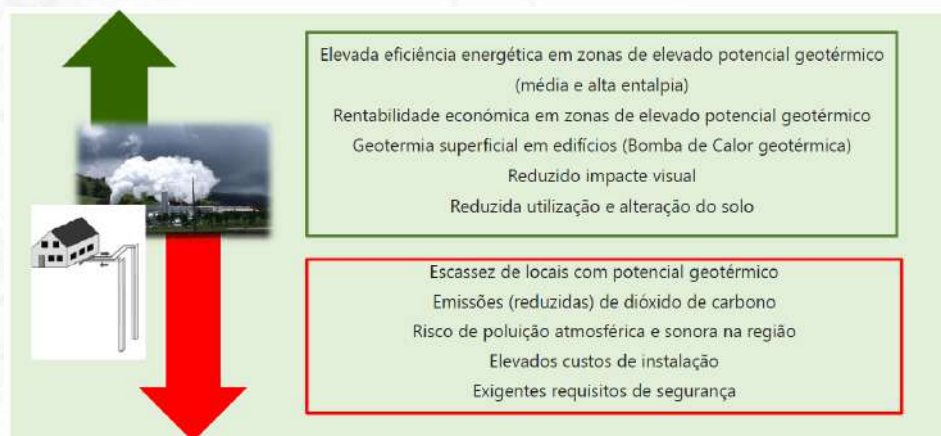
As bombas de calor são consideradas renováveis porque aproveitam a energia térmica natural e inesgotável presente no ambiente (como no ar, no solo ou na água). Em vez de queimar combustíveis fósseis, utilizam um pequeno consumo elétrico apenas para transferir esse calor para o interior das habitações



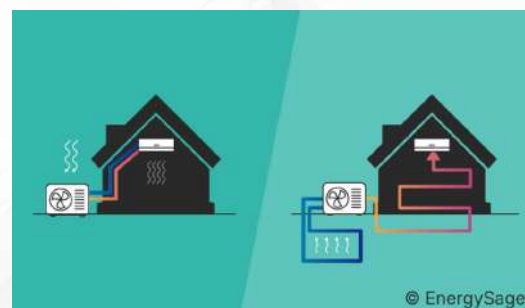
Aeroterminia (BC): Vantagens e Desvantagens



Geotermia (BC): Vantagens e Desvantagens



Critério	Bomba de Calor Ar-Ar	Bomba de Calor Geotérmica
Fonte de energia	Ar exterior	Temperatura solo
Eficiência (COP típico)	3 a 5	4 a 6
Eficiência no inverno rigoroso	Diminui com temperaturas muito baixas	Mantém-se estável todo o ano
Custo de instalação	Baixo a moderado	Elevado
Necessidade de obras	Mínima	Perfurações ou escavações
Espaço necessário	Unidade exterior	Terreno para sondas ou coletores
Custo de funcionamento	Baixo	Muito baixo
Vida útil do equipamento	10 a 15 anos	15 a 25 anos (sondas podem durar 50+ anos)
Manutenção	Simple	Baixa, mas especializada
Arrefecimento no verão	Excelente	Excelente
Produção de AQS	Geralmente não (Ar água sim)	Sim (facilmente integrada)
Adequado para apartamentos	Sim	Normalmente não
Adequado para moradias novas	Sim	Sim, especialmente em construção nova
Dependência das condições climáticas	Elevada	Muito reduzida
Tempo de retorno do investimento	3 a 7 anos	10 a 20 anos (dependendo da utilização)



Ao escolher uma **bomba de calor para um edifício residencial**:

É importante conhecer as tecnologias disponíveis: bombas de calor **ar-água (aerotérmica)**, **ar-ar (aerotérmica)**, **geotérmicas** e **hidrotérmicas**. A instalação em edifícios novos é, regra geral, mais simples, mas a adaptação de uma bomba de calor casa em habitações já existentes também é possível.

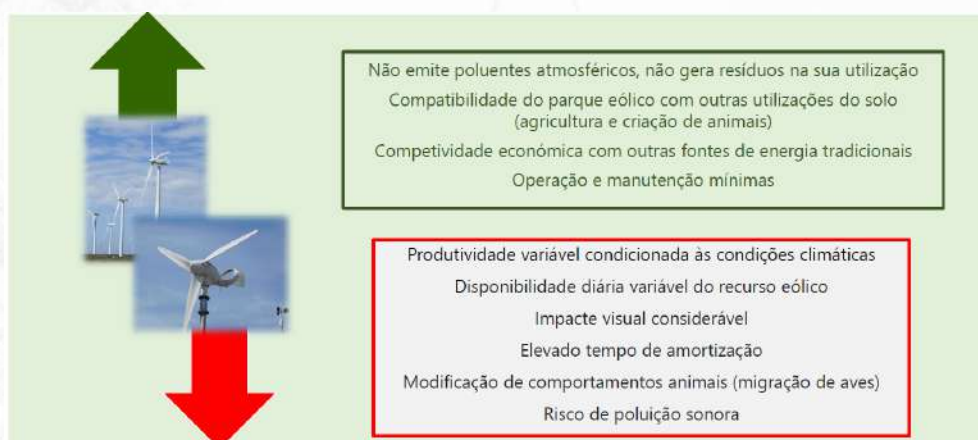
Os custos e a complexidade da instalação dependem do tipo de sistema escolhido e das necessidades de conforto, ou seja, da potência necessária.

As bombas de calor podem também ser utilizadas em **prédios**, desde que corretamente dimensionadas por um profissional certificado.

Na maioria das situações, a **bomba de calor ar-ar ou ar-água para casa** é a opção mais eficiente e versátil, graças à sua flexibilidade de instalação e à relação custo-benefício. Para quem procura a máxima eficiência energética, as soluções geotérmicas ou hidrotérmicas oferecem desempenhos superiores, embora impliquem maiores custos e autorizações específicas.



Energia Eólica: Vantagens e Desvantagens



Turbinas Eólicas de Pequena Escala – O que são e por que são úteis?



Aplicações

Aquecimento

- Abastecimento de água quente, acumuladores, sistema de circulação de água

Fornecimento de eletricidade (com bateria)

- carregamento simples da bateria (aparelhos CC) – ex. barco, caravana, etc.
- carregamento da bateria para uso com aparelhos de corrente alterna comuns

Fornecimento de eletricidade (com ligação à rede)

- (inversor) aparelhos de corrente alternada comuns

Turbinas Eólicas



A maioria dos sistemas para edifícios são pequenos, ou de apenas alguns kW

25 watts



300 watts



5,000 watts



7,000,000 watts

Tipos de torre



Lattice



Guy-rope
supports



Free-standing

Localização e requisitos

Tradicionalmente a uma distância de, pelo menos, 10 vezes a altura da obstrução mais próxima.

Pesquisa crescente em saúde e segurança de turbinas de pequena escala localizadas em áreas povoadas

Quanto vento é suficiente?

- Necessária velocidade do vento média anual de, pelo menos, 4 m / s

Velocidade média do vento

Regime de vento

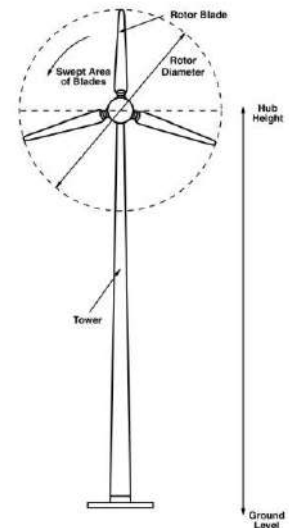
- | | |
|------------------------------------|------------------|
| • Até 4 m / s (cerca de 15 km / h) | Mau |
| • 5 m / s (18 km / h) | Pobre a moderado |
| • 6 m / s (22 km / h) | Moderado |
| • 7 m / s (25 km / h) | Moderado a Bom |
| • 8 m / s (29 km / h) | Bom a Excelente |



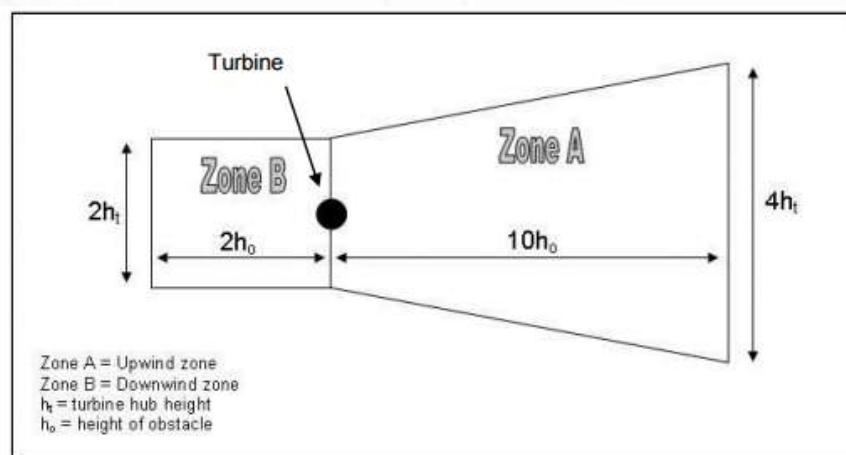
Proven Turbine. Picture Courtesy of Frances Crick

Resumo: Turbinas Urbanas / semi-urbanas: fatores a considerar

- **Recurso eólico**
 - Velocidade não deve ser muito elevada (>15 m/s), nem muito reduzida ($<4/5$ m/s)
- **Localização**
 - Maximizar captação de energia
 - Minimizar a turbulência
 - Vento predominante
 - Restrições? Existência de estrutura disponível para a fixação
- **Tipo de Máquina**
 - Capacidade nominal de saída
 - Prestação a diferentes velocidades



Excerto da UK MCS MIS3003 – zonas de obstrução significativa



Principais considerações

- Boa escolha do local – questão crítica
- Realizar levantamento detalhado da área e avaliação do local
 - Monitorização da velocidade do vento? 12 meses?
- Dimensionamento
- Design,
 - Projeto do sistema / integração
 - Fundação / Torre / turbina (autónomo)
 - Estrutura da habitação/edifício (montado em edifícios)
 - Instalação elétrica
- Licenciamento
 - Localização
 - Acústica - avaliação ambiental pode ser necessária
 - Interface com gestor da rede: ligação à rede
- Instalação (mecânica e elétrica)
- Comissionamento - verificações e ajustes de segurança gerais e operacionais
- Documentação (incl. Rotulagem)
- Operação e Manutenção
 - Crítico para a longevidade e segurança

Integração em edifícios

Turbinas instaladas em habitações



Camberwell, Londres

- Primeira casa em Londres a obter autorização para instalação de uma pequena turbina eólica ligada à rede, 2003.
- Turbina instalada em novembro de 2005, Stealthgen D400, (400watts).

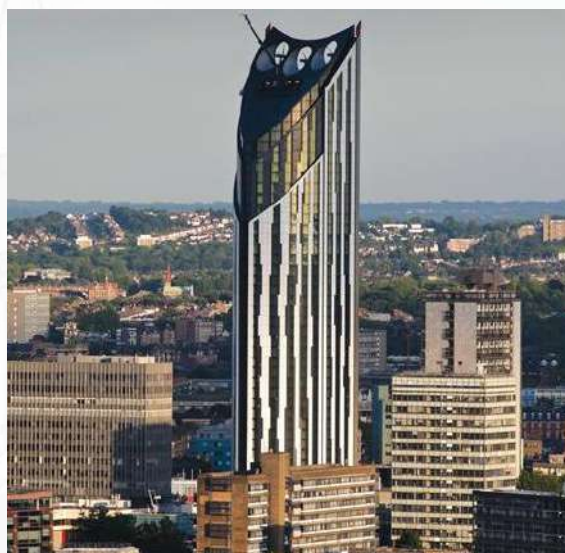


Integração em edifícios



Turbina eólica liam f1

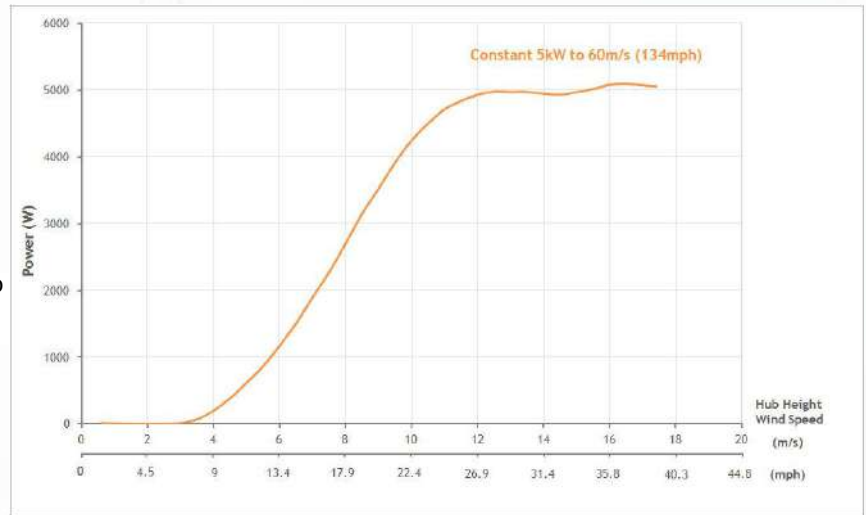
- capacidade de produção energética de **1500 kWh** por ano, quando na presença de vento à velocidade de 18 quilómetros por hora



Strata Tower, Londres

Energia do vento

- Energia cinética do vento
- Potência = Taxa de “recolha” de energia
 - Potência = $\frac{1}{2} \times \rho_{ar} \times A \times v^3$ (W or kW)
- Nota:
 - Potência varia com o raio ao quadrado
 - Potência varia com a velocidade ao cubo
- Lei de Betz
 - Potência máxima de uma turbina
 - ~60% da potência no vento
 - $P_t = 0.59 \times \frac{1}{2} \times \rho_{ar} \times A \times v^3$
- Realidade
- $P_t \sim 30\text{-}40\%$ da potência no vento
“coeficiente de potência (C_p)”



Desempenho anual do rendimento energético

Última atualização: 30 de outubro de 2024

Calculadora de Turbina Eólica

Criadores: Regina Szek

Tradutores: Luna Maldonado Fontes e Dr.(a) João Rafael Lucia das Santos

Revisores: Dr.(a) Dominiq Czernia e Jack Bowater

413 pessoas consideram esta calculadora útil

413 100% 5.0 4.9 4.8 4.7 4.6 4.5 4.4 4.3 4.2 4.1 4.0 3.9 3.8 3.7 3.6 3.5 3.4 3.3 3.2 3.1 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.5 2.4 2.3 2.2 2.1 2.0 1.9 1.8 1.7 1.6 1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0

Índice

- Qual é a diferença entre TEH e TEEV?
- Como calcular a energia gerada por uma turbina eólica?
- Recalculo obtido a partir da energia eólica
- Qual é a torque em uma turbina TEH ou TEEV?
- Perguntas frequentes

Potência de saída antes das perdas

Tipo de turbina

☒ Turbina eólica de eixo horizontal (TEH)

☐ Turbina eólica de eixo vertical (TEEV)

Comprimento da lâmina

3,5 m

Área de varredura

38,5 m²

Velocidade do vento

m/s

Energia eólica disponível

W

Eficiência da turbina

30 %

Perdas aerodinâmicas

-

<https://www.omnicalculator.com/pt/ecologia/calculadora-turbina-eolica>

Recursos técnicos - Eólica

- Building-mounted micro-wind turbines on high-rise and commercial buildings, BRE Trust report 22.
- Micro-wind turbines in urban environments - an assessment, BRE Trust report FB17
- Micro-wind turbines on tall buildings, BRE Information Paper 1/10
- Static and dynamic wind loads on building-mounted microwind turbines, BRE Information Paper 14/12

See <http://www.brebookshop.com/>



Energia Solar: Vantagens e Desvantagens



Coletores estacionários

- Coletores solares planos
- Coletores estacionários parabólicos compostos
- Coletores de vácuo

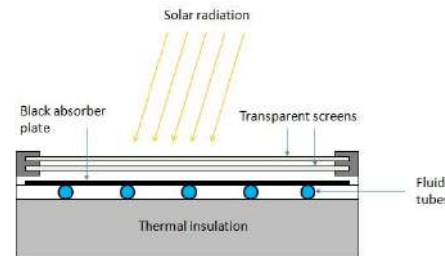
Coletores solares planos

- Constituídos por:

- Superfície envidraçada transparente
- Absorção escura
- Fluido de transferência de calor

} Coletores planos
não envidraçados

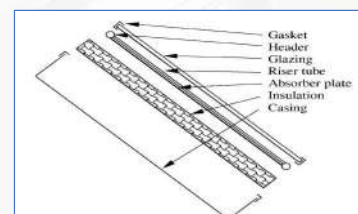
} Coletores planos
envidraçados



Coletores solares planos

- Componentes dos coletores solares planos

- **Superfície envidraçada**
 - Uma ou mais camadas de vidro ou outro material com características térmicas semelhantes
- **Tubos de circulação do fluido térmico**
 - Para a transferência de calor para o fluido
- **Absorção**
 - Plano, placa corrugada ou ondulado, onde os tubos são acoplados, podendo também ser uma parte integrante dos tubos
- **Elementos de entrada e saída do fluido de circulação**
 - Para a entrada e descarga do fluido térmico
- **Isolamento**
 - Minimização das perdas de calor do coletor
- **Contentor ou invólucro**
 - Para a proteção dos elementos de poeiras, humidade, etc.



S. Kalogirou, Solar thermal collectors and applications

Coletores solares planos (continuação)

- Coletores planos envidraçados:
 - Transmissão de 90% da radiação solar de onda curta incidente + sem emissão de radiação solar incidente de onda longa para o exterior do absorsor
- Coletores planos não envidraçados:
 - Filmes plástico:
 - Elevada transmissão de radiação de onda curta e longa
 - Sem capacidade para reter elevadas temperaturas e radiação ultravioleta □ deterioração ou alterações dimensionais
 - Não partem com granizo ou pedras
 - Flexíveis e com pouca massa

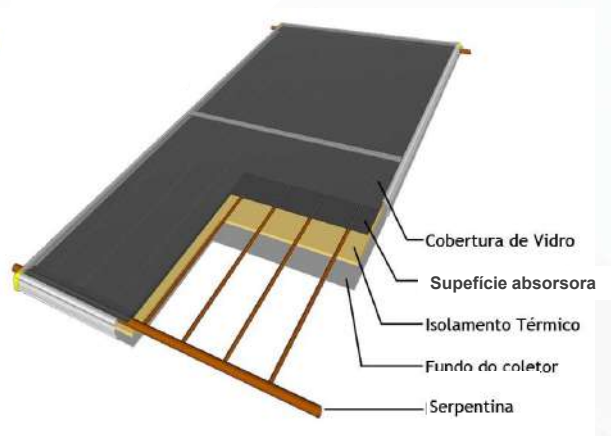


Coletores planos

A. Basnet, Architectural Integration of Photovoltaic and Solar Thermal Collector Systems into buildings

Coletores solares planos (continuação)

- Placa absorvente do coletor:
 - Elevada absorção da energia solar
 - Pequenas perdas de energia (para a atmosfera e para parte de trás da caixa)
 - Cor - geralmente preto
 - Material utilizado - geralmente cobre, alumínio e aço inoxidável
 - Fluido de transporte de calor:
 - Ar - principalmente para o pré-aquecimento do ar de ventilação ou aquecimento de espaços
 - Água
 - Anticongelante - em geral água e glicol



Coletores parabólicos compostos

- **Capacidade de refletir para o absorsor toda a radiação incidente dentro de limites amplos**
- **Recebe radiação de uma vasta gama de ângulos - reflexões - atingem a superfície de absorção**
- Normalmente coberto com um vidro □ evitar a entrada de poeiras e outros materiais □ redução da refletividade
- Fixos ou heliostáticos
 - Maior eixo na direção Norte-Sul - rastreamento do sol, outra situação (se fixo) - menos eficiente
 - Maior eixo na direção Este-Oeste - pode ser necessário um pequeno ajuste sazonal para uma maior eficiência



S. Panse, Compound Parabolic Solar Collectors for Process Heat



Normalmente: maior eixo colocado na direção Este-Oeste

Coletores de tubos de vácuo

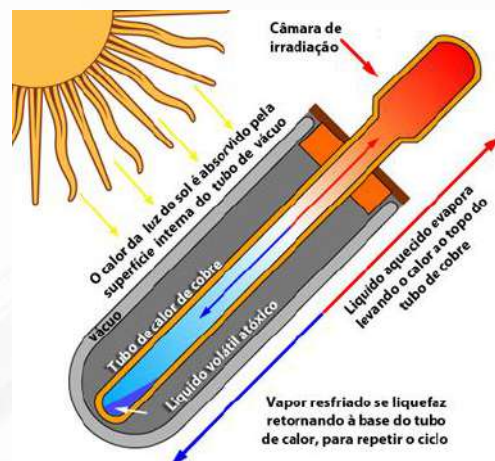
- **Bom desempenho e funcionamento a temperaturas mais elevadas do que coletores planos**
- Captação da radiação solar direta e difusa - **maior eficiência do que coletores planos para ângulos de incidência baixos**
- **Consistem num tubo (geralmente de cobre) no interior de um tubo de vácuo- redução das perdas por condução e convecção**
- O tubo contém um fluido- ciclo de evaporação-condensação- energia solar (calor) evapora o líquido- vapor viaja para o dissipador de calor- condensa e liberta o calor latente
- Não é possível evaporação ou condensação acima da temperatura de mudança de fase- proteção ao congelamento e superaquecimento



Coletores de tubos de vacuo

Colectores de tubos de vácuo

- A energia é absorvida por vaporização do líquido nos tubos centrais
- O calor é, então, libertado num condensador
- Calor conduzido pelo fluido nos tubos
- Vácuo reduz perdas de condução e convecção
- Mais eficiente do que os coletores planos



<http://www.newhome.com.br/entMLs/Ekobern/Solares/termicos/ColetorTubVac.htm>

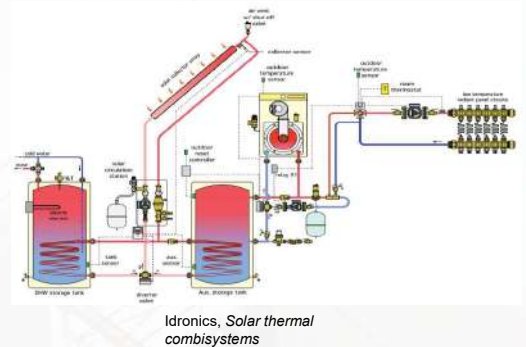
Orientação dos coletores

- O coletor deve estar orientado entre O-S-E (Hemisfério Norte)
- Ângulo de inclinação deve ser otimizado se possível
- Sombreamento deve ser minimizado

Período de consumo	Todo o ano	Verão	Inverno
Localização	Latitude -5°	Latitude -15°	Latitude +15°
Bragança (41,84°N)	37°	27°	57°
Lisboa (39,06°N)	34°	24°	54°
Faro (37,47°N)	32°	22°	52°

Sistemas combinados

- Coletores solares
- Fonte de calor não-solar auxiliar como apoio (eletricidade / combustível fóssil)
- Reservatório de armazenamento, unidade de preparação de água quente sanitária
- Aquecimento ambiente: também conectado ao sistema de distribuição de calor
- Arrefecimento de espaço: combinado com uma máquina frigorífica de absorção acionado termicamente



Aplicações dos coletores solares térmicos

- Sistemas solares de aquecimento de água
 - O calor (convertido pelo absorvedor) absorvido pelo fluido de transferência de calor - utilizado diretamente ou armazenado
 - Tipos de sistema
 - Termossifão
 - Coletor integrado de armazenamento
 - Circulação direta
 - Circulação indireta (bomba)
 - Ar (permutação de calor ar-líquido)

Sistemas Passivos

Sistemas ativos

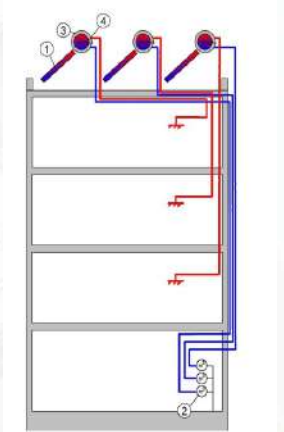
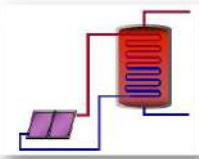
Vantagens

Elevado rendimento
Maturidade tecnológica

Sistemas solares térmicos (ST)

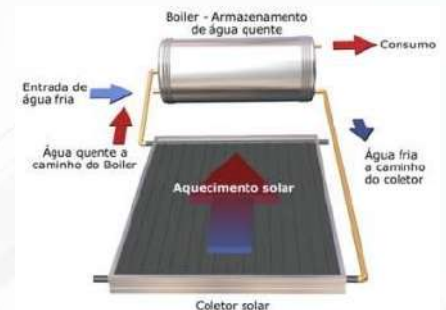
Um sistema **Solar Térmico** é um sistema solar ativo e uma tecnologia eficiente capaz de converter radiação solar em calor para preparação de **Água Quente Sanitária** (AQS), no uso doméstico ou em aplicações de aquecimento e de arrefecimento.

O sistema solar comercial de maior simplicidade para preparação de AQS é o modelo por **termossifão** composto por um coletor solar plano e por um acumulador de água, elevado do coletor.



Sistemas por termosifão

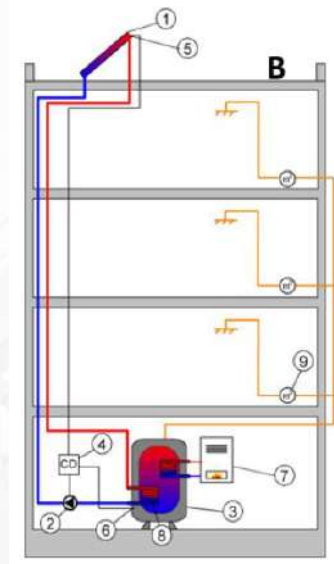
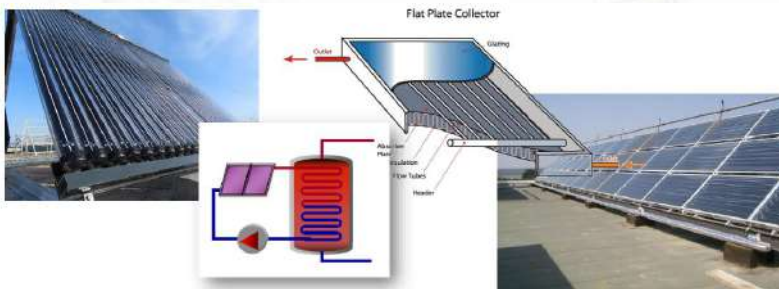
- Funciona de forma autónoma, sem recurso a bomba auxiliar para fazer a circulação do líquido solar.
- A radiação solar incide sobre a cobertura de vidro que compõe a parte superior do coletor solar, penetrando no interior do painel solar.
- O calor é transferido para o fluido que circula pela tubagem tornando-se menos denso, subindo do coletor para o depósito.
- A permuta é feita para a água de consumo, o fluido térmico arrefece e desce para os coletores, fechando –se o ciclo.
- O depósito deve ficar sempre acima dos coletores solares.



Sistemas solares térmicos (ST)

Sistema Solar de circulação forçada, com permutador de calor e dois circuitos distintos: primário e secundário.

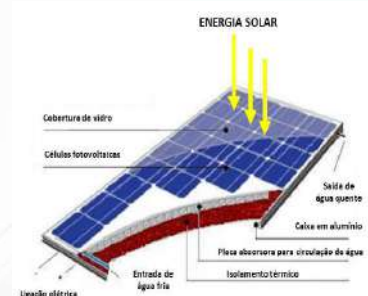
O sistema solar comercial de maior complexidade para preparação de AQS com diversas tipologias e exemplos



Sistemas solares térmicos (ST)

A **tecnologia solar híbrida PV-T** é uma tecnologia inovadora que pode ser aplicada quer em ambiente urbano quer na reabilitação de edifícios, onde a ocupação do espaço é essencial. Os sistemas solares híbridos PV-T, combinam os princípios básicos dos módulos fotovoltaicos com os coletores solares térmicos, fornecendo simultaneamente produção elétrica e produção térmica (água quente), na mesma área de abertura.

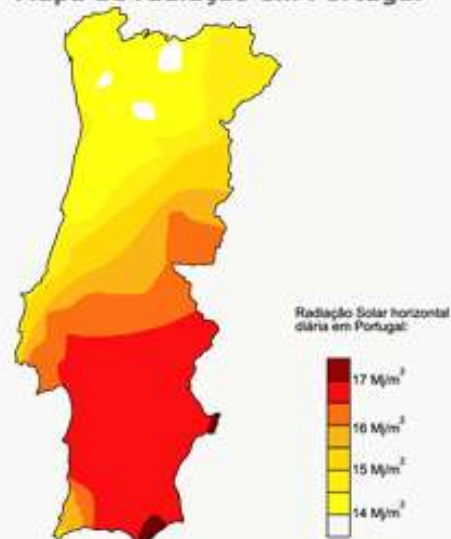
Esses sistemas são mais adequados para telhados pequenos e estruturalmente delicados, onde a instalação de dois sistemas, lado a lado, não é ideal ou em aplicações onde o calor e a eletricidade são necessários simultaneamente" (Ramos et al., 2017)



Energia Solar Portugal

- O diagrama mostra a energia solar média diária incidente por m² num plano horizontal em MJ (MJ/ m²)
- 1 kWh = 3.6 MJ/ 15MJ=4 kWh/m²
- Tamanho médio da cobertura ~ 30m²
- Habitação típica em Portugal requer entre 1.500 kWh e 4.500 kWh por ano para aquecimento de água doméstica

Mapa de radiação em Portugal



Integração em edifícios



Photo: Velux



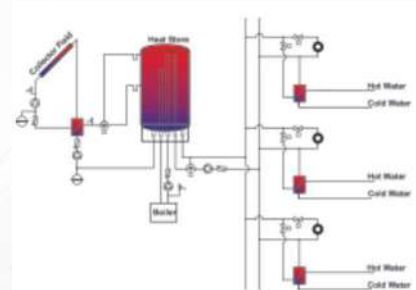
Photo: Aventa AS

Integração de sistemas solares em edifícios existentes

- Variedade de sistemas usados atualmente - define o tipo e a forma do sistema solar térmico que será instalado

Exemplos:

1. No caso de existir um reservatório de água interno com um único permutador de calor- sistema de energia solar ligado em paralelo ao sistema existente (caldeira convencional, bomba de calor etc), atuando como uma segunda caldeira.
2. Sistema autónomo com tanque de armazenamento com apoio elétrico



D. Jaehnig & C. Isaksson, *Solar integration*

Sistemas de distribuição podem normalmente ser aproveitados.

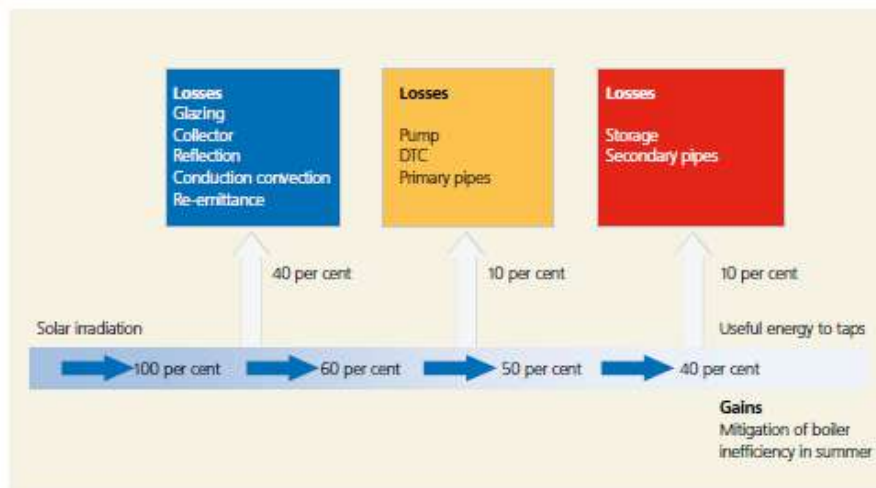
Utilização e operação

Sistemas solares térmicos para AQS inadequadamente concebidos, controlados e operados podem criar condições favoráveis à propagação da bactéria Legionella.

- Legionella
 - Método mais comum de prevenção - controlo da temperatura
 - Os depósitos e os termoacumuladores de armazenamento de água devem manter a temperatura da água próxima dos 60°C, de modo a permitir em qualquer ponto da rede uma temperatura mínima de 50°C.
 - É importante que os sistemas de aquecimento auxiliar não sejam desligados durante longos períodos.
 - Podem ser usado temporizadores automático para programar os ciclos de esterilização.

Eficiências

A eficiência de sistemas bem projetados varia tipicamente entre 38 e 55%



Estimativa de desempenho energético (método da AIE)

Método de estimativa do potencial de produção:

Produção de energia ~ $H_0 \times A_a \times 0,44$ (kWh térmico por ano)

Notas:

- método AIE
- assume coletor envidraçado para o sistema de AQS

Onde:

- H_0 = Radiação anual global na horizontal (kWh/m²) (a partir de base de dados)
- A_a = área do coletor solar (m²)

AVISO: Método aproximado. Para valores com maior grau de precisão utilizar ferramentas de cálculo informático.

Desempenho energético - exemplo

Produção de energia ~ $H_0 \times A_a \times 0,44$ (kWh térmico / ano)

Onde:

H_0 = radiação anual global sobre a horizontal (kWh/m²) = 1 600

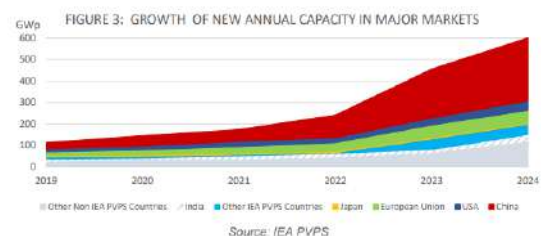
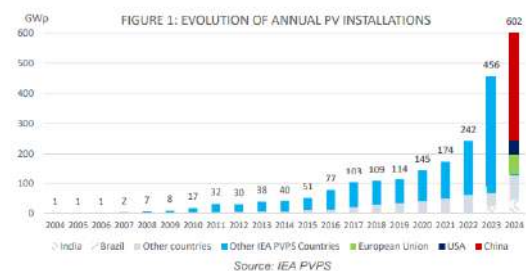
A_a = área do coletor solar (m²) = 2,33 m² (por painel)

Produção de energia ~ $1600 \times 2,33 \times 0,44 = 1\,640$ kWh térmico/ano

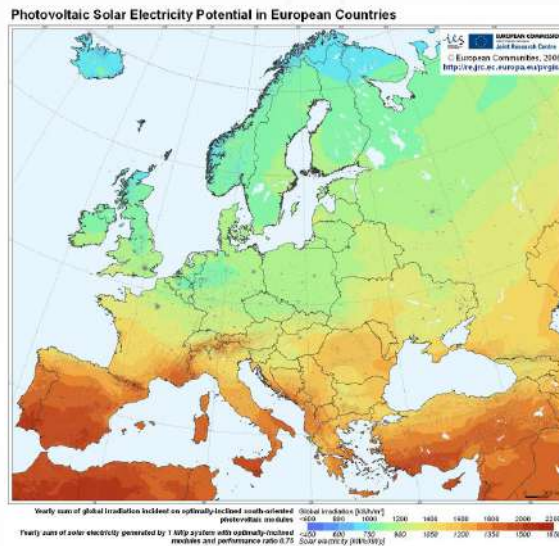
AVISO: Método aproximado. Para valores com maior grau de precisão utilizar ferramentas de cálculo informático.

Solar Fotovoltaico

- A energia solar fotovoltaica é atualmente a tecnologia renovável que mais cresce a nível mundial, representando **mais de 75% da nova capacidade renovável instalada em 2024**.
- Em **2024** foram instalados cerca de **550–600 GW** de nova capacidade fotovoltaica, estabelecendo um novo recorde mundial.
- A capacidade fotovoltaica acumulada mundial ultrapassou **2,2 TW (2 200 GW)** em **2024**, um aumento superior a 14 vezes relativamente aos cerca de 150 GW existentes em 2014.
- Os preços dos módulos fotovoltaicos registaram uma redução muito acentuada ao longo da última década. Entre 2010 e 2024, os custos dos módulos de silício cristalino diminuíram aproximadamente **97%**, atingindo níveis historicamente baixos em 2024..
- A energia solar fotovoltaica de grande escala constitui atualmente a **fonte de produção de eletricidade de menor custo na maioria das regiões do mundo**. Em **2024**, a energia fotovoltaica passou a fornecer **mais de 10% do consumo mundial de eletricidade**, consolidando-se como um dos pilares da transição energética global.



Energia Solar na Europa



Fonte:

Comissão Europeia

PVGIS © European Communities

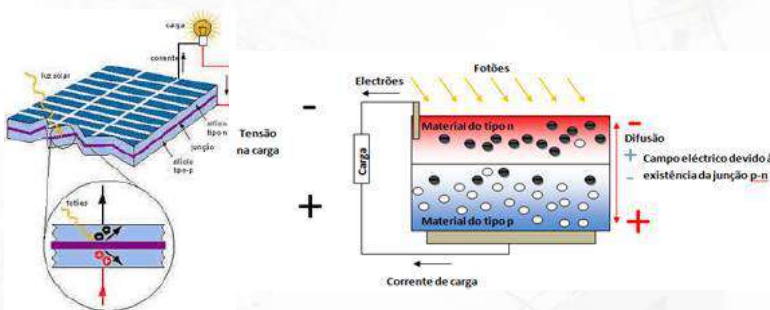
Mapas por país disponíveis em:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/countries-europe.htm>

Como Funciona a energia Fotovoltaica

Princípio descoberto em 1839 por Edmund Becquerel em France - fenómeno físico através do qual determinados materiais semicondutores convertem diretamente a energia da radiação solar em energia elétrica.

Painéis solares são usados pela primeira vez em 1958 para produzir potência elétrica (0.1 W) para o satélite Vanguard 1 (EUA).

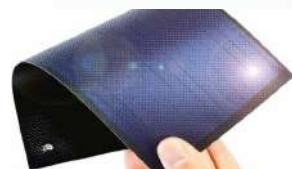
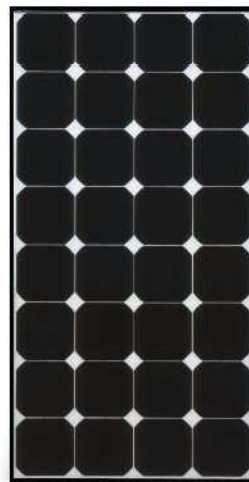


- Radiação solar
- ↓
- Fotões atingem a célula fotovoltaica
- ↓
- Libertação de eletrões no semicondutor
- ↓
- Separação das cargas pela junção p-n (semi condutores de silício)
- ↓
- Produção de corrente contínua (CC)
- ↓
- Inversor fotovoltaico
- ↓
- Corrente alternada (CA)
- ↓
- Consumo local / Armazenamento / Rede elétrica

Tipos de painéis

- São conjuntos de células fotovoltaicas montadas numa moldura e protegidas por vidro ou resina
- **Monocristalinos** - as células que os constituem são feitas a partir de seccionamentos de uma só peça de cristal de silício
- **Policristalinos** - as células que os constituem são feitas a partir de um processo menos rigoroso do que os monocristalinos em que as células são feitas a partir de vários cristais.

Silício amorfo- Reagem melhor a luz difusa e fluorescente, menor perda em altas temperaturas
Mais baratos
Menos silício/m²
Menos eficiente por m²
Ideais para pequenas aplicações (ex. Calculadoras)



Tecnologia

Vantagens

- Maior eficiência de conversão (≈ 20–24%)
- Requer menor área para a mesma potência instalada
- Melhor desempenho em condições de baixa irradiância
- Maior vida útil (tipicamente >25 anos)
- Aspetto uniforme e esteticamente mais apelativo

Silício Monocristalino (c-Si)

- Custo de fabrico inferior ao monocristalino
- Processo de produção menos exigente e com menor desperdício de material
- Boa durabilidade (25–30 anos)
- Tecnologia madura e amplamente disponível

Silício Policristalino (mc-Si)

- Menor custo potencial de produção
- Bom desempenho em condições de radiação difusa e temperaturas elevadas
- Pode ser fabricado sobre substratos flexíveis
- Menor peso e possibilidade de integração em edifícios (BIPV)
- Melhor comportamento sob sombreamento parcial

Silício Amorfo (a-Si) – Filme Fino

Desvantagens

- Custo de fabrico mais elevado
- Maior consumo de energia no processo produtivo
- Sensível ao aumento da temperatura, com diminuição do rendimento

- Eficiência inferior ao monocristalino (≈ 15–20%)
- Necessita de maior área para produzir a mesma energia
- Desempenho ligeiramente inferior em condições de baixa luminosidade
- Aspetto menos homogéneo

- Baixa eficiência (≈ 6–10%)
- Requer áreas significativamente maiores para a mesma potência
- Degradação inicial mais acentuada (efeito Staebler-Wronski)
- Vida útil geralmente inferior à das tecnologias cristalinas
- Menor disponibilidade comercial atualmente



Fonte: Foto de Serg Karpow no Pexels:
<https://www.pexels.com/pt-br/foto/exterior-de-casa-de-tijolos-moderna-com-energia-sustentavel-31912311/> pexels

Como são classificados os painéis fotovoltaicos

Dimensão elétrica:

A potência é classificada em Watt pico (Wp)

ex. um painel de 80 Wp produz 80W de potência nas condições padrão de teste

1 kWp de uma instalação fotovoltaica bem orientada pode produzir:

Reino Unido: ~ 700-800 kWh / ano
Sul de Espanha: ~ 1600 kWh / ano

Condições Padrão de teste:

- 1000W/m² de irradiância solar
- 25°C (eficiência pode decrescer a temperaturas mais elevadas)
- Massa do ar=1.5

Dimensão física:

- Cristalino – aprox. 100Wp/m²
- Amorfo – aprox. 60Wp/m²

Sistemas solares fotovoltaicos (PV)

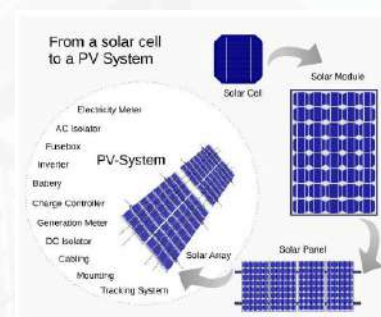
Um sistema solar fotovoltaico (PV) é um sistema que permite a conversão direta da radiação solar em eletricidade.

O sistema PV contém:

- **Módulo(s) fotovoltaico(s)**, que converte(m) a radiação solar em corrente contínua (CC),
- **Inversor(es)**, que converte(m) a corrente contínua produzida em corrente alternada (CA), de modo a injetar na rede elétrica,
- Conjunto de **cabos e elementos** de proteção Elétrica
- **Estrutura** de fixação e suporte

Produção depende de:

- radiação;
- orientação;
- inclinação;
- temperatura



Sistemas solares fotovoltaicos (PV)

- A produção de energia elétrica gerada por PV pode ser inferior, igual ou maior que o consumo no edifício.
- O projeto pode ficar **condicionado** pela **área disponível no edifício** para a instalação dos módulos fotovoltaicos.
- É importante salientar que **nem todos os locais são adequados** para instalação de tecnologias solares.
- É necessário ter em conta a eficiência de cada tipo de módulo fotovoltaico, exposição solar e instalação.

Sistemas solares fotovoltaicos (PV)

Os **sistemas PV** instalados em edifícios são habitualmente do *tipo kit* pré-montado. Estes sistemas destinam-se à geração de eletricidade e são instalados em estruturas de suporte adaptadas ao local e aos materiais de construção do edifício.



A maioria dos sistemas **fotovoltaicos** como os sistemas instalados em estruturas metálicas (do inglês *rack-mounted PV*) são instalados em **telhados** ou **coberturas** e poucos são integrados na fachada do edifício

Os sistemas solares PV também podem ser usados como dispositivos de **sombreamento** ou combinados com outras estruturas localizadas no local com funções específicas, como por exemplo em palas ou num **parque de estacionamento**



Fonte: © Laboratório Nacional de Energia e Geologia – LNEG

O sistema fotovoltaico **aplicado em edifícios**, designado BAPV (Building-Applied Photovoltaics), consiste na instalação de módulos fotovoltaicos sobre a envolvente existente do edifício, nomeadamente em coberturas ou fachadas, com a função principal de gerar eletricidade. Ao contrário dos sistemas BIPV, os sistemas BAPV não substituem os materiais de construção tradicionais nem desempenham funções construtivas significativas, sendo adicionados posteriormente à estrutura do edifício.



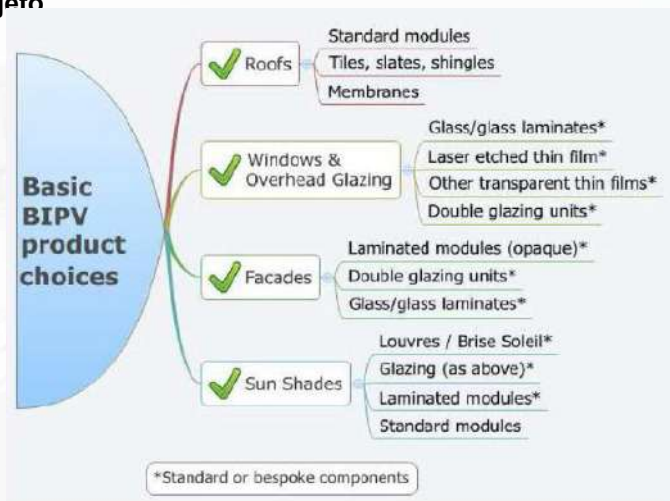
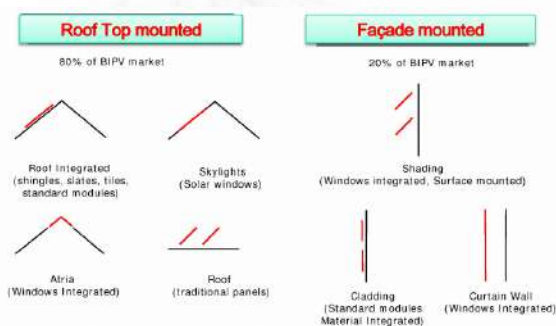
O sistema **PV integrado em edifício**, designado BIPV (do inglês *building-integrated PV*), é um produto multifuncional que gera eletricidade e substitui os materiais de construção tradicionais, servindo como uma barreira climática significativa em superfícies de edifícios residenciais.



Fotovoltaico integrado nos edifícios (BIPV - Building Integrated PV)

Têm que ser considerados numa fase preliminar do projeto

Aplicações e tipos de produto



- Substituição de elementos de construção tradicionais

- Telhas
- Vidros / átrios
- Varandas
- Divisórias
- Dispositivos de sombreamento (fixo / móveis)
- Revestimentos
- Membranas de telhado



Telhas fotovoltaicas em cor terracota em Évora. Fonte:cm.evora.pt



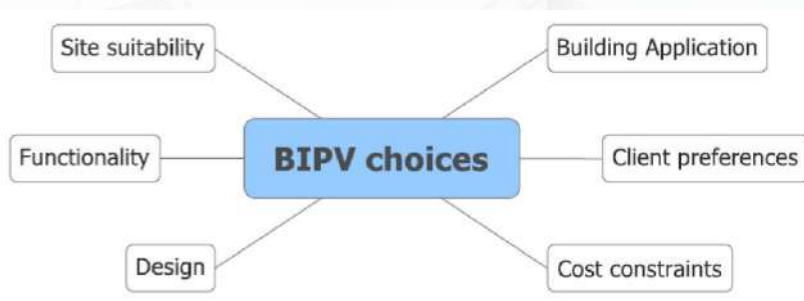
Rotterdam Railway Station
Photo: Scheuten Solar



Fotovoltaico integrado nos edifícios (BIPV)

Fatores fundamentais

- Funções correntes
 - Integridade estrutural
 - Poupança energética, no caso de sombreamento, iluminação natural, isolamento térmico
 - Proteção ao fogo
 - Proteção ao ruído



Desempenho Energético

Método de cálculo aproximado do potencial de produção:

Energia elétrica $\sim H_0 \times A_a \times r \times PR$ (kWh por ano)

onde:

- H_0 = radiação global anual a uma inclinação e orientação específicas (kWh/m^2) (a partir de uma base de dados)
- A_a = área ativa do coletor solar (m^2)
- r = rendimento do painel (kWp / m^2)
- PR = perdas (adimensional) (entre 0.5 e 0.9, valor por defeito = 0.75)

AVISO: Método aproximado. Para valores com maior grau de precisão utilizar ferramentas de cálculo informático.

Fotovoltaicos autónomos - exemplos

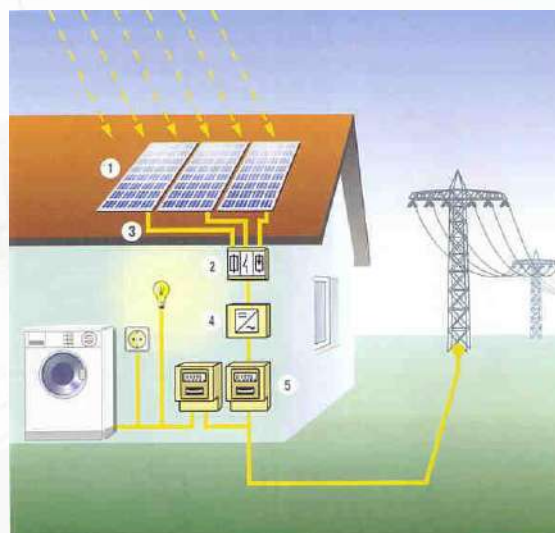
Figure 1.8 (left).
Alpine hut with small PV stand-alone
system. Source: Fa. Sonnenschein

Figure 1.9 (right).
Excursion Inn Rappenecker Hof – 70%
of energy supplied by PV system

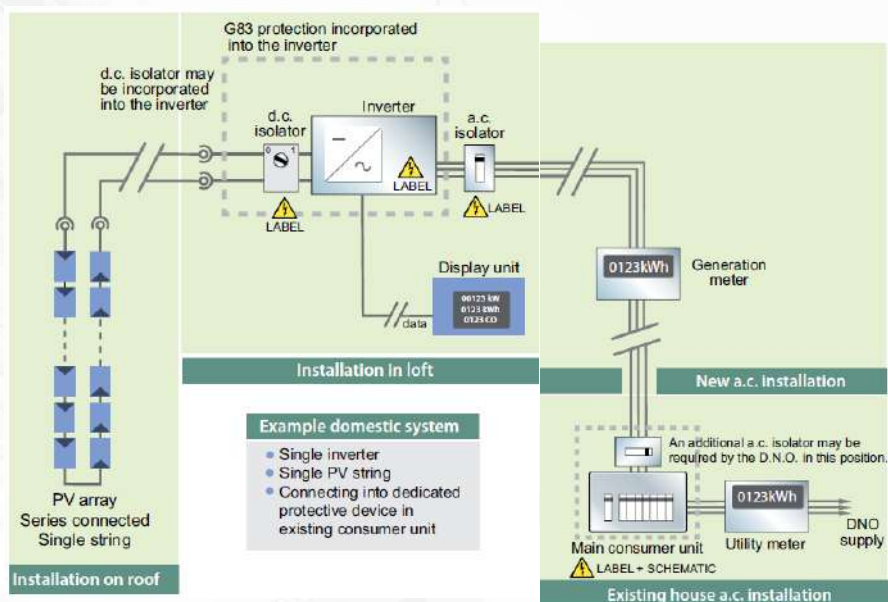


Sistemas ligados à rede

- Ligado à rede elétrica / exportação de excedentes de energia / benefício influenciada por níveis tarifários e de subsídios locais
- Não necessita de baterias (tipicamente melhor em termos económicos e menos passível de manutenção)
- Apoio ao balanço anual de energia de um nZEB (ou seja, importação / exportação permite balanço anual)



Sistema fotovoltaico básico ligado à rede



Aspetos de projeto : sistemas ligados à rede

Considerações importantes de design

- Sombreamento!
- Área de cobertura
- Orientação
- Ângulo do sol (e variação por temporada ou seja, quando é a produção mais necessária?)
- Montagem / design estrutural
 - peso do painel
 - carga de vento
- Localização dos inversores, contadores, controles de isolamento
- Acesso

Outras Considerações / Barreiras

- Licenciamento/ regulamentos locais
- Limitações de ligação à rede

Principais desafios das renováveis

- Altos e baixos da procura
 - Previsível, mas muito variável
 - Caro para assegurar capacidade de pico
- Resiliência e segurança da rede
- Variabilidade de fontes renováveis
 - Previsível no curto prazo, mas não controlável



Fonte: Expresso

Soluções

- Gestão da procura (apresenta problemas e limitações)
- Interconectividade Internacional (R.E.I.) – Redes Inteligentes
- Armazenamento
 - Nível do edifício
 - Nível da rede



Tipos de armazenamento:

- Spinning reserve
- Peak shaving
- Deslocamento de carga
- Estabilização de tensão e frequência

Spinning reserve:

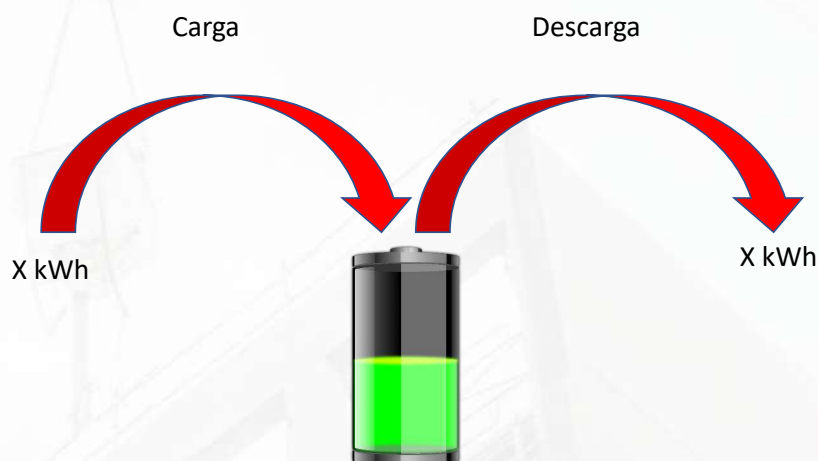
Capacidade de geração em carga que pode responder durante cerca de 10 min para compensar transmissões fora do período de vida. A reserve responde no período de 10 seg para manter a frequência do Sistema.

Peak Shaving:

O objetivo é evitar a existência de picos altamente variáveis ao fornecer energia à instalação. O armazenamento da energia providencia uma rápida resposta e uma operação livre de emissões, tornando-a a solução ideal para esta aplicação. As instalações “Peak Shaving” são propriedade dos consumidores em vez dos fornecedores de energia.

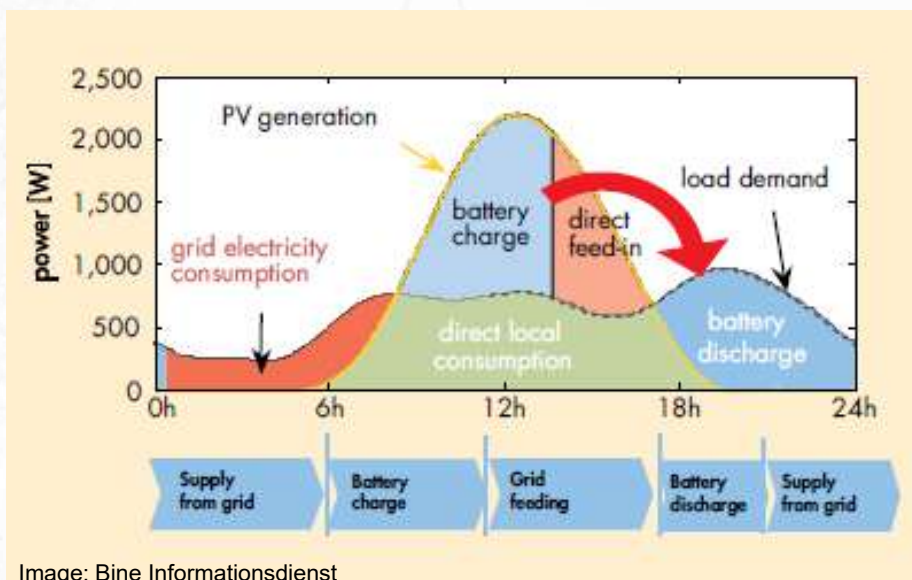
Como se comportam as baterias?

A bateria é um acumulador Chumbo-Ácido capaz de transformar energia química em energia elétrica e vice-versa, em reações quase completamente reversíveis, destinada a armazenar, sob forma de energia química, a energia elétrica que lhe tenha sido fornecida e restituí-la em condições determinadas.



Não exatamente...

Como o armazenamento pode funcionar com o FV



Principais tipos de baterias associadas ao FV

Tecnologia de bateria	Vantagens	Desvantagens	Vida útil típica*	Profundidade de descarga (DoD)
Chumbo-ácido inundada (FLA)	Baixo custo inicial; tecnologia madura e amplamente disponível; elevada robustez	Requer manutenção periódica; menor eficiência; sensível a descargas profundas; necessita de ventilação	500–1 500 ciclos	50–60 %
Chumbo-ácido selada (AGM)	Sem manutenção; menor emissão de gases; instalação simples	Vida útil inferior às baterias de lítio; menor tolerância a descargas profundas	600–1 200 ciclos	50–70 %
Chumbo-ácido Gel	Boa resistência a ciclos profundos; sem manutenção; adequado para temperaturas moderadas	Sensível a sobrecarga; custo superior às inundadas	800–2 000 ciclos	50–80 %
Íões de lítio (NMC)	Elevada densidade energética; elevada eficiência (>95 %); reduzido peso e volume; longa vida útil	Custo inicial elevado; requer sistema de gestão de bateria (BMS)	4 000–8 000 ciclos	80–95 %
Fosfato de ferro-lítio (LiFePO₄ ou LFP)	Muito elevada segurança; longa vida útil; elevada eficiência; baixa manutenção	Custo inicial relativamente elevado	6 000–10 000 ciclos	80–100 %
Sódio-ion (Na-ion)	Utiliza materiais abundantes; maior sustentabilidade; boa segurança térmica	Tecnologia ainda emergente; menor densidade energética que o lítio	3 000–6 000 ciclos	80–100 %
Baterias de fluxo (Vanádio)	Elevadíssima vida útil; capacidade facilmente escalável; elevada segurança	Elevado custo inicial; grandes dimensões; baixa densidade energética	>10 000 ciclos	100 %

Principais tipos de baterias associadas ao FV

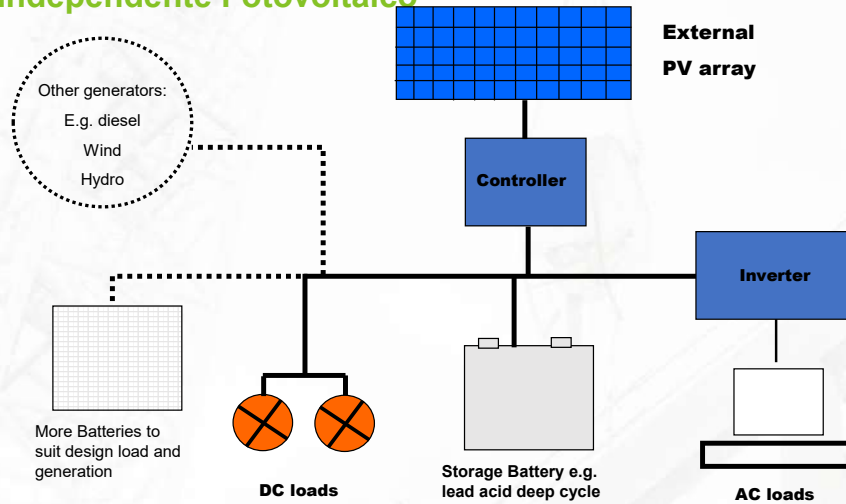
Aplicação	Tecnologia recomendada
Pequenos sistemas isolados de baixo custo	Chumbo-ácido inundada ou AGM
Sistemas residenciais com autoconsumo	LiFePO ₄ (LFP)
Sistemas comerciais e industriais	LiFePO ₄ (LFP) ou NMC
Armazenamento estacionário de grande escala	Baterias de fluxo ou LiFePO ₄
Aplicações com elevada exigência de segurança e durabilidade	LiFePO ₄

Sistemas Independentes (off-grid)



- Sem ligação à rede eléctrica
- Energia armazenada nas baterias
- A vida útil das baterias é limitada
- Economia dita que off-grid é adequado para edifícios isolados, especialmente para iluminação

Sistema Independente Fotovoltaico



Geralmente não ligado à rede – providencia segurança de abastecimento remoto e muitas vezes é mais barato do que a extensão até à rede.

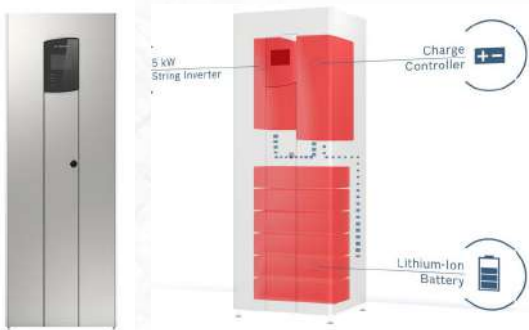
Usando um inversor especial, pode ser interligada a uma rede ou outro gerador

Pode melhorar substancialmente um grupo gerador diesel de grandes dimensões ao permitir reduzir o seu horário de funcionamento, o ruído, aumentar a eficiência, usar menos combustível e menos manutenção.

Útil por ex. para habitações em zonas remotas

Armazenamento (ligado à rede)

- Muitos produtos emergente nesta área, por exemplo,
 - Dispositivos integrados inversor/controlador de carga/bateria
 - Inversores ativados pelo armazenamento
- Fomentado por razões económicas da parte dos utilizadores ou por restrições de ligação à rede



Definição das tecnologias a adotar

Definir as tecnologias de baixo carbono apropriadas para o local/aplicação considerando:

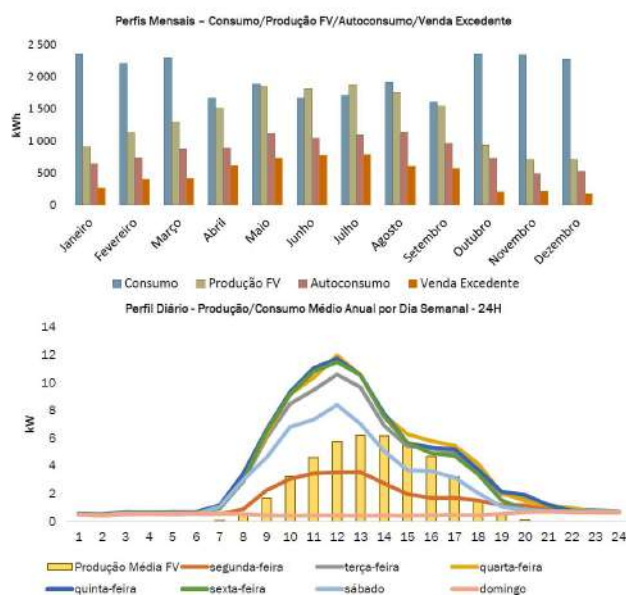
- As necessidades energéticas do local
- Os constrangimentos do local
- Custo-benefício
- Potencial de poupança de energia/carbono
 - Que combustíveis estão a ser substituídos?
- Atitude para com o risco
- Valor promocional (ex. Escolas)
- A alteração da paisagem financeira/de subsídios

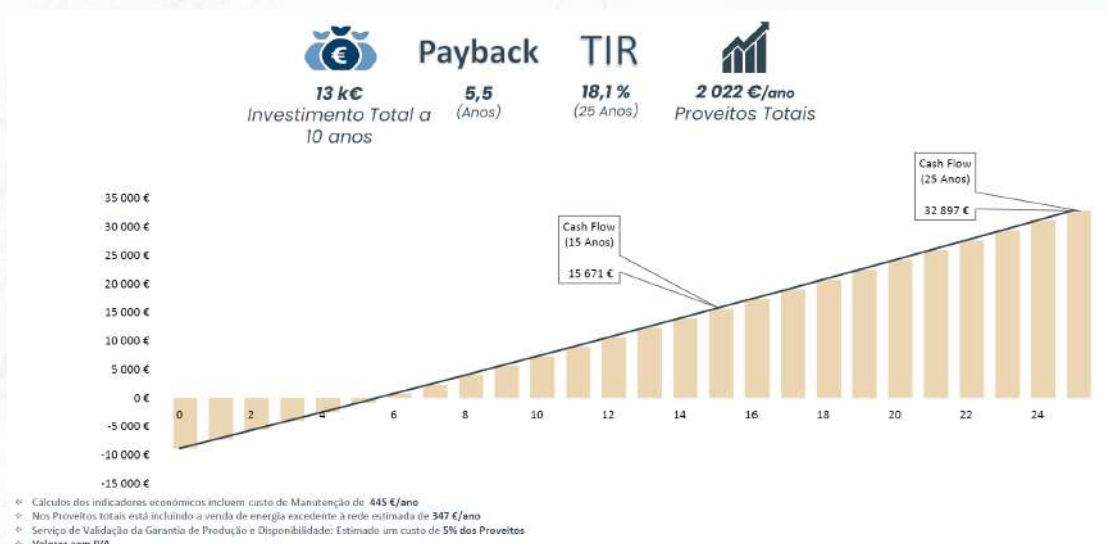
Exemplo Escola



Layout Sujeito a Validação no Local

Excesso de produção	36,11 %
Supressão da dependência da rede	42,13 %





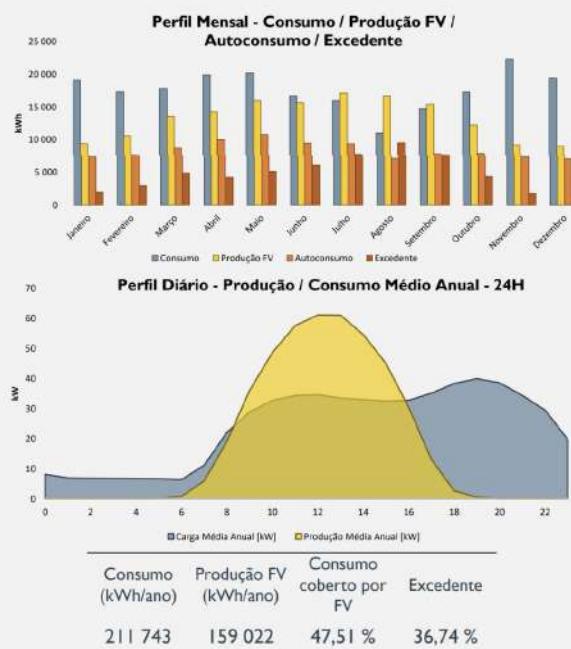
Implementação e dimensionamento

COMPLEXO MUNICIPAL TÊNIS



99.55 kWp

Layout Sujeito a Validação no Local

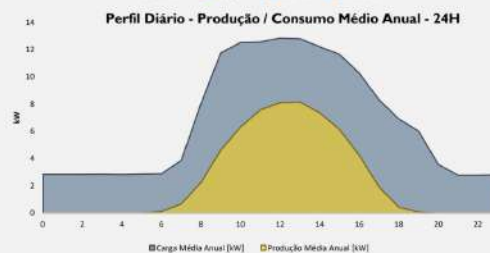


Implementação e dimensionamento

UNIDADE SAÚDE FAMILIAR TERRAS DA MAIA

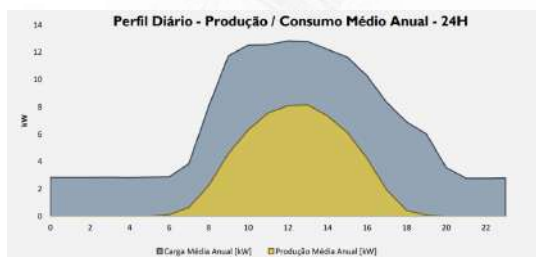


Layout Sujeito a Validação no Local

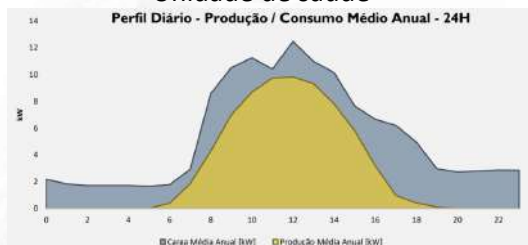


Consumo (kWh/ano)	Produção FV (kWh/ano)	Consumo coberto por FV	Excedente
59 056	21 080	32,29 %	9,53 %

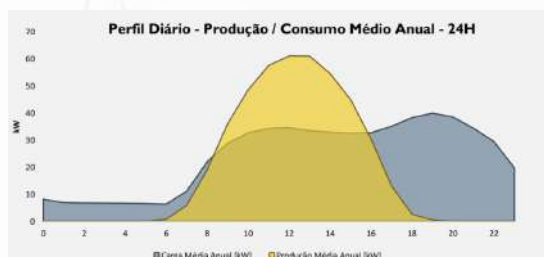
Comparação perfis



Unidade de saúde



Escola



Pavilhão desportivo

Adequação produção consumo

Adequar a potência instalada da UPAC ao consumo - A escolha acertada da quantidade de painéis permite maximizar o aproveitamento de energia em autoconsumo e reduzir o excedente injetado na rede

Deslocação de consumos para horas em que existe produção disponível - Quanto maior o aproveitamento da energia mais rápido é o retorno do investimento inicial - É possível aumentar o aproveitamento da energia solar através da gestão do consumo (máquinas de lavar, carregamento de veículo elétrico)

Armazenar excesso de energia utilizar em períodos com menor ou sem produção disponível - A utilização de armazenamento (baterias) permite aumentar o aproveitamento da produção de energia em alturas de consumo reduzido ou inexistente

AC e CER

Decreto Lei 162/2019 – DL 15/2022

- aprova o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável e resulta da transposição parcial da Diretiva UE 2018/2001.
- define também o que são comunidades de energia renovável, das quais podem fazer parte pessoas singulares ou coletivas, públicas ou privadas, o que inclui pequenas e médias empresas e também as autarquias locais.



Fonte: energysage.com



ACC e CER

Autoconsumo coletivo destina-se à satisfação das necessidades de energia elétrica dos autoconsumidores que constituem o coletivo, sendo estes proprietários da(s) UPAC(s) e das instalações de consumo, devendo partilhar energia segundo coeficientes definidos pelos próprios. Os autoconsumidores constituintes são detentores dos contratos de fornecimento de energia elétrica dos CPE que deverão ser alimentados pelo coletivo.

A CER destina-se à satisfação das necessidades de energia elétrica dos seus membros, não tendo necessariamente de ser proprietária das instalações de consumo que deverá alimentar, mas apenas da(s) unidade(s) de produção. Por outra palavras, a produção de energia no seio de uma CER não se define como autoconsumo dado que a CER não é detentora dos CPE que deverá alimentar, mas sim como partilha de energia entre membros da CER.

Em qualquer dos casos, tanto os autoconsumidores que constituem o coletivo como os membros da CER mantêm os seus direitos e obrigações enquanto consumidores de energia elétrica. No caso do autoconsumo coletivo, os autoconsumidores respondem conjuntamente aos deveres e obrigações estabelecidos no Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, só podendo vender a energia excedente. Numa CER, enquanto entidade jurídica autónoma, responde individualmente aos deveres e obrigações previstos, podendo vender toda a energia produzida.

ACI e ACC

Autoconsumo individual - UPAC
está associada a uma instalação de
utilização (IU)

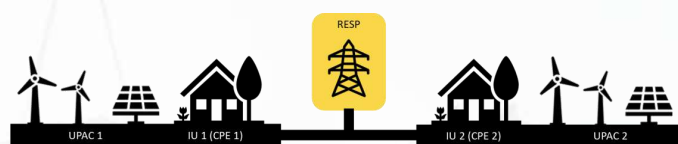


Ilustração de modelo de ACI.

Autoconsumo coletivo - UPAC
associada a mais do que uma
instalação de utilização (IU)



Exemplo de ACC onde a RESP é usada para veicular as UPAC às IU.

Configurações AC

ACI-Produção renovável dentro de uma instalação de utilização (IU)*

ACC em rede interna- Produção renovável de energia para partilha entre participantes ligados por rede privada

ACC com uso da rede elétrica de serviço público- Produção renovável de energia para partilha entre participantes ligados pela rede pública

Diferenças significativas:

Necessidade de constituição de EGAC

Pagamento de tarifas

Definição de coeficientes de partilha (fixo, proporcional, hierárquico, etc)

A energia produzida e não consumida pode ser:
Armazenada
Cedida à rede (gratuitamente)
Vendida a um comercializador ou agregador

Comunidade de Energia Renovável e Comunidade de Cidadãos para a Energia

Adesão e
Governação

CER: Adesão limitada e Governação específica

CCE: Governação específica mas adesão não limitada

Vetor
Energético

CER: Todos os vetores

CCE: Apenas eletricidade

Fonte
Energética

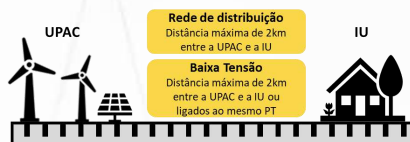
CER: Apenas fontes renováveis

CCE: Tecnicamente neutra

Proximidade

A proximidade entre a(s) UPAC e a(s) IU é uma condição importante para o exercício da atividade de AC, não podendo elas distar entre si uma distância superior a:

- 2 km se ligadas à rede de distribuição de energia elétrica em baixa tensão (BT), ou se encontrem ligadas ao mesmo posto de transformação (PT) no caso de ligação às redes de BT;
- 4 km no caso de ligação em média tensão (MT), 10 km em caso de ligação em alta tensão (AT) e 20 km em caso de ligação em muito alta tensão (MAT), e estejam ligadas na mesma subestação, para UPAC ligadas à rede nacional de distribuição (RND) e à rede nacional de transporte (RNT).



Proximidade entre UPAC e IU, ligados à rede de distribuição ou em BT



MT inferior a 4km AT inferior a 10km MAT inferior a 10km

Proximidade entre UPAC e IU com ligação em MT, AT e MAT

De notar que sempre que a RESP seja utilizada para veicular a atividade de autoconsumo, deve ser considerado o pagamento de tarifas de acesso às redes assim como os demais encargos, taxas e impostos aplicáveis.

Licenciamento

> 700 W e ≤ 30 kW

Comunicação
Prévia

Comunicação Prévia

- Preenchimento de formulário disponível na plataforma DGEG
- Comprovativo de comunicação prévia fica automaticamente disponível logo após a submissão e validação do formulário, habilitando a instalação
- Caso se queira fazer ligação à rede, o operador da rede de distribuição comunica as condições e orçamento pela plataforma DGEG

> 30 kW e ≤ 1 MW

Registo Prévio e
Certificado de
Exploração

Registo Prévio

- Preenchimento de formulário disponível na plataforma DGEG
- Caso se queira fazer injeção na rede, será necessário o parecer do operador da rede de distribuição e da REN

Certificado de Exploração

- Após inspeção feita por entidade inspetora qualificada e registada na DGEG
- Se o relatório de inspeção for favorável à entrada em exploração, é autorizada a ligação à rede

Certificado provisório

- Emissão de certificado a título provisório para projetos pendentes da realização de vistoria ou inspeção.

> 1 MW

Licença de Produção e de
Exploração

Título de reserva de capacidade

- Título que confere o direito de injeção na rede com determinada capacidade.

Licença de produção

- Preenchimento de formulário disponível na plataforma DGEG

Licença de exploração

- A ser pedida imediatamente antes de entrar em funcionamento
- Vistoria para atestar conformidade da UPAC com termos da licença

Exemplo Agra do Amial



- Primeira Comunidade de Energia Renovável com esta dimensão do País, **em funcionamento desde Maio 2024.**
- **83 habitações + EB1 Agra do Amial** beneficiadas pela produção de energia descentralizada e renovável.
- **3 carregadores de veículos elétricos (CVE 22kW)**
- **1 contentor de baterias (100 kVA | 133kWh)**
- Baterias de 2ª vida (EB1 Agra do Amial - 16 kWh)

Exemplo Agra do Amial

- **Redução da dependência da rede: 37.47%**
- **Produção de energia total: 134 580 kWh**
- **Excedente total: 67 905 kWh**
(51% da produção total foi injetada na rede pública)

Período	Produção fotovoltaica (kWh)	Poupança com Energia Solar (kWh)	Autossuficiência (Peso da energia solar no consumo medido)	Redução global na fatura da eletricidade
05/2024 até 05/2025	134 580	67 663	[Sem título] 37,47%	≈ 34%

Exemplo Telheiras Lumiar



Fonte: <https://jf-lumiar.pt/>

Implementação em 3 fases
Cerca de 115 kWp

Habitantes podem comprar o direito de usar parte da energia através da aquisição de senhas.

O sistema foi desenhado para que quase toda a energia seja autoconsumida. Caso haja excedentes, a Associação Viver Telheiras será responsável pela sua venda.

COMUNIDADE DE ENERGIA RENOVÁVEL DE TELHEIRAS: EM QUE CONSISTE? QUAIS OS BENEFÍCIOS? COMO POSSO PARTICIPAR?
Resumo de apresentação e convite à participação

DATA: 8 DE MAIO DE 2020, 10H - 12H30
LOCAL: AUDITÓRIO DA BIBLIOTECA ORLANDO RIBEIRO*

- Partilha de energia renovável na comunidade
- Redução das faturas de energia
- Participação em projeto sustentável e inovador
- Investimento local com retorno positivo
- Apoio a famílias em pobreza energética
- Redução da pegada carbónica

Para mais informações: www.vivertelheiras.pt

Quer ser um dos primeiros membros da Comunidade de Energia Renovável de Telheiras?

Leia este guia informativo e participe na sessão pública de apresentação do projeto para saber quais as vantagens de participar neste projeto inovador e sustentável no nosso bairro!

Para mais informações: <http://www.vivertelheiras.pt>

Exemplo Telheiras Lumiar

Fase 1: Instalação de 13 painéis (potência de 7,15 kWp) no Antigo Lagar da Quinta de São Vicente.

Fase 2: Instalação de 44 painéis no Pavilhão Gimnodesportivo do Alto da Faia.

Fase 3: Instalação de cerca de 142 painéis (potência de 83,8 kWp) na Escola Básica n.º 1 de Telheiras

Poupanças estimadas de até 27%

Fonte: Viver Telheiras

2. Quais os seus objetivos?

- ✓ **Comunicação e sensibilização** sobre energia, alterações climáticas e pobreza energética.
- ✓ **Aconselhamento gratuito** – famílias, condomínios e [sem títulos] locais – sobre poupança energética, energia renovável e apoios financeiros.
- ✓ **Produção e partilha de energia renovável em Telheiras e no Lumiar:** “Vamos produzir a nossa própria energia renovável e partilhá-la entre vizinhos!”



10. Qual o papel da Associação Viver Telheiras?

A Associação Viver Telheiras, que coordena a Parceria Local de Telheiras e é uma associação sem fins lucrativos, gere a CER. Tem as seguintes responsabilidades:

- Efetuar o licenciamento da comunidade de energia
- Recolher o investimento inicial e as quotas anuais
- Efetuar o pagamento das tarifas e taxas aplicáveis
- Fazer a manutenção anual do sistema fotovoltaico
- Informar os participantes sobre a distribuição da energia
- Organizar assembleias gerais com os participantes
- Vender o excedente de produção



Qual o futuro?

- Usar a capacidade de armazenamento em veículos elétricos:
 - Vehicle to Building (V2B) ou Vehicle to Grid (V2G)
- edifícios e bairros positivos;
- IA aplicada energia;
- vehicle-to-grid;
- comunidades locais flexíveis



Imagem cortesia: Nissan

Obrigado pela vossa atenção!