

Desenvolvimento de serviços energéticos inteligentes inovadores, que valorizem a eficiência energética e a flexibilidade do lado da procura

Criação de flexibilidade através de orquestração/conjugação de serviços energéticos
Projeto piloto realizado no DEEC/ISR-Universidade de Coimbra



Co-funded by
The European Union



REGIÃO CENTRO

Evento: Seminário Flexibilidade como estratégia de redução de custos e mitigação de falhas no sistema elétrico nacional

Local: Ordem dos Engenheiros Região Centro – Coimbra

Data: 25-Junho-2025

Nuno Quaresma – nquaresma@isr.uc.pt

Objetivos do BungEES

~~Criação de um modelo de negócio inovador para serviços inteligentes de eficiência energética~~

Mais de 100 projetos piloto estão a decorrer nos países envolvidos;

~~Análise dos drivers e barreiras do mercado de serviços de energia;~~

~~Criadas de 6 plataformas de Prosumidores (simultaneamente consumidores e produtores de energia) nos países abrangidos pelo projeto;~~

~~Mais de 1 Milhão de pessoas irão beneficiar com os resultados do projeto na União Europeia.~~



25 Edifícios habitacionais com bombas de calor

Espanha



Santander - Cantabria
Bombas calor (ar-água)

Catalunha
Bombas calor (ar-ar)

Projetos Piloto



80 Edifícios com bombas de calor ar-água e ar-ar de diferentes dimensões

Chéquia



Praga
(Hotel, Moradias, Edifícios de apartamentos)

Eslováquia



Bratislava
2 Edifícios (moradia e apartamento) com bomba de calor (ar-água)



Co-funded by
The European Union

Projeto Piloto DEEC/ISR-Universidade de Coimbra



Co-funded by
The European Union



Serviços de energia envolvidos neste piloto



- **Solar fotovoltaico 80 kW** (está neste em processo de duplicação);
- **Armazenamento de energia** com baterias 30kWh;
- Controlo de **bombas de calor ar-ar de alto rendimento** com **termóstatos inteligentes**;
- **Carregamento inteligente** de veículos elétricos;



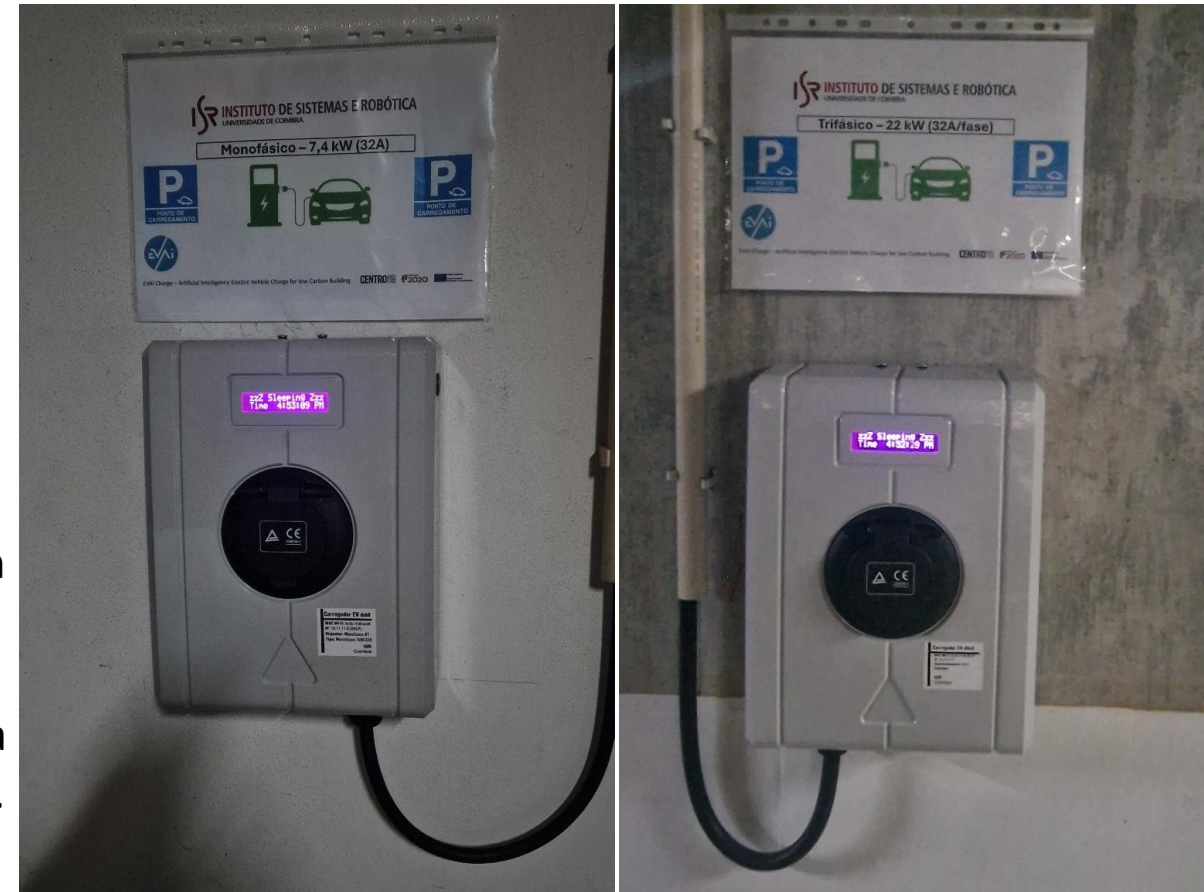
O principal objetivo deste piloto é analisar e quantificar a criação de flexibilidade através da orquestração/conjugação dos diversos serviços de energia.





➤ Infraestrutura de carregamento de veículos elétricos

- Seis carregadores de Veículos Elétricos (VE) estão ligados à Plataforma **ISR-EVSE**;
- Esta plataforma permite controlar e gerir de forma inteligente o carregamento do VE (corrente máxima, tempo de carregamento, energia utilizada, etc.);
- Este carregamento inteligente ajusta em tempo real a corrente de carregamento de acordo com a energia solar disponível e com a tarifa de electricidade;
- A plataforma faz também um balanceamento integrado de forma que o total da corrente de carregamento não ultrapasse os 125A.



EVSE - Electric Vehicle Supply Equipment



Co-funded by
The European Union



Bombas de calor ar-ar



➤ Atualmente, oito bombas de calor de diferentes marcas (Becken, Daikin, Fujitsu, LG, Midea, Mitsubishi e Panasonic) estão a ser monitorizadas;



➤ As bombas de calor estão em salas com diferentes utilizações (salas de aula, escritórios e laboratórios de investigação) e diferentes orientações solares para garantir que todos os tipos de utilizações e perfis de temperatura ambiente são abrangidos pelo piloto;



➤ Abrange também diferentes tipos de utilizadores finais (docentes, estudantes, funcionários da Universidade e investigadores) para garantir que os diferentes hábitos/comportamentos dos utilizadores também são abrangidos pelo projeto-piloto.





Controlo de bombas de calor ar-ar com termóstatos inteligentes



Termóstato Inteligente

Sensor Temperatura

Contador inteligente de energia

Descrição

- As Bombas de calor foram equipadas com Termóstatos Inteligentes (TI) e Contadores Inteligentes de Energia (CIE).
- Estes sistemas estão a recolher dados desde Junho 2024.
- Permite um controlo e gestão remota da bomba de calor;
- O CIE permite ainda a remoção total do consumo em standby fora do horário de funcionamento do edifício/espço.



Co-funded by
The European Union

Objetivo: Transformar as bombas de calor em cargas flexíveis

Controlo de bombas de calor ar-ar com termóstatos inteligentes

➤ Funcionalidades dos Termóstatos Inteligentes (TI)

- O Termóstato Inteligente (TI) utiliza um software multiplataforma disponível em Android/IOS assim como uma versão baseada para PC/MAC;
- Possui também ligação a uma plataforma de previsão meteorológica;
- Permite realizar uma monitorização contínua dos níveis de:
 - Temperatura e Humidade
 - Qualidade do Ar interior em termos de CO₂ e TVOC;
- Possui funções de alerta (configuráveis) e de resposta automática (ventilação forçada do espaço) em caso de aumento perigoso dos níveis de CO₂ e/ou TVOC.
- Criação de rotinas por geolocalização (p.e. AUTO OFF quando o administrador do sistema ou a última pessoa sai edifício a bomba de calor pode ser desligada).



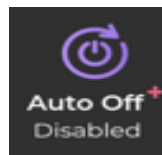
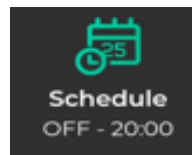
TVOC - Total Volatile Organic Compounds



Co-funded by
The European Union

Controlo de bombas de calor ar-ar com termóstatos inteligentes

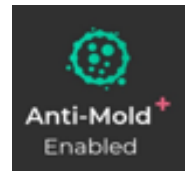
➤ Exemplos de Funcionalidades dos Termóstatos Inteligentes (TI)



Criação de rotinas e processos automatizados que asseguram o ON ou OFF automático ou em determinados períodos para evitar o uso desnecessário (noites, fins de semana, etc.)



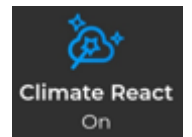
O TI aprende os hábitos do utilizador através de ferramentas de **Machine Learning e Artificial**



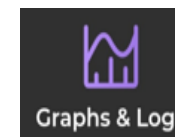
Função Anti Bolor, quando a bomba de calor é desligada o TI continua a funcionar para fazer a secagem do permutador térmico para evitar a formação de bolor



Monitorização contínua do estado dos filtros da bomba de calor e emite um aviso para limpeza/substituição



Reação automática às alterações do clima no exterior do edifício



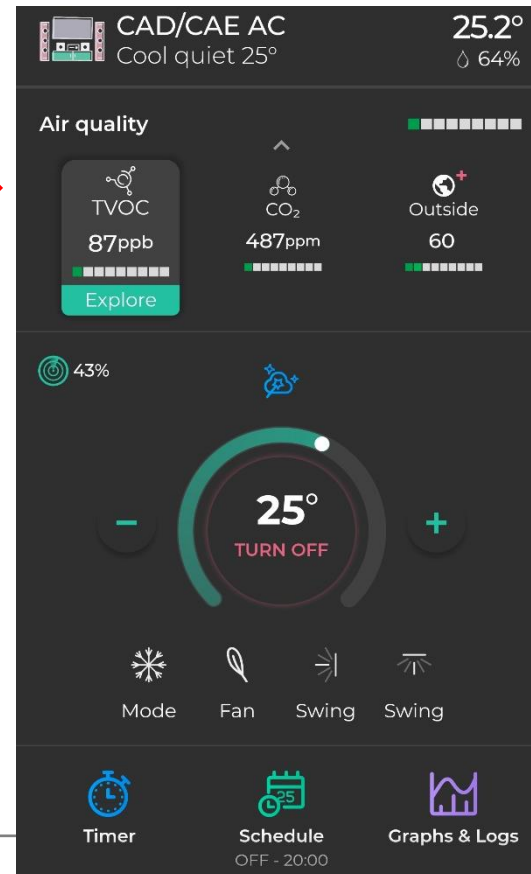
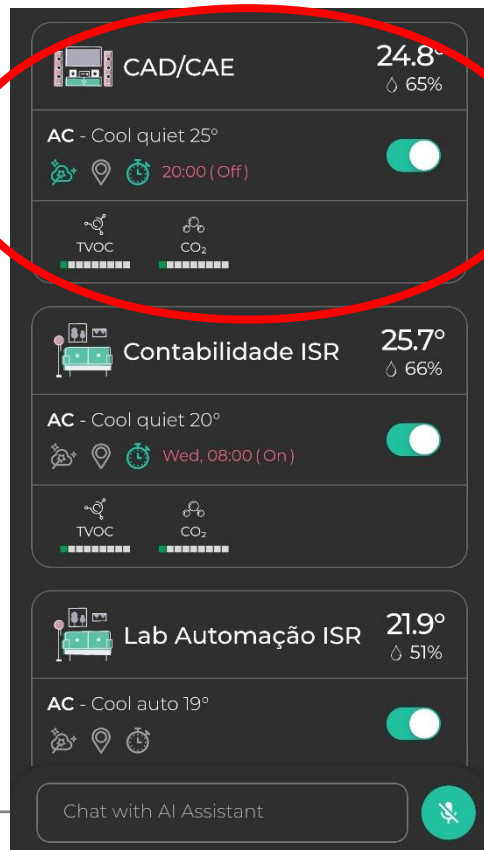
Registo de eventos e curvas de temperatura e humidade em tempo real



Co-funded by
The European Union

Controlo de bombas de calor ar-ar com termóstatos inteligentes

➤ Termóstato Inteligente (TI)

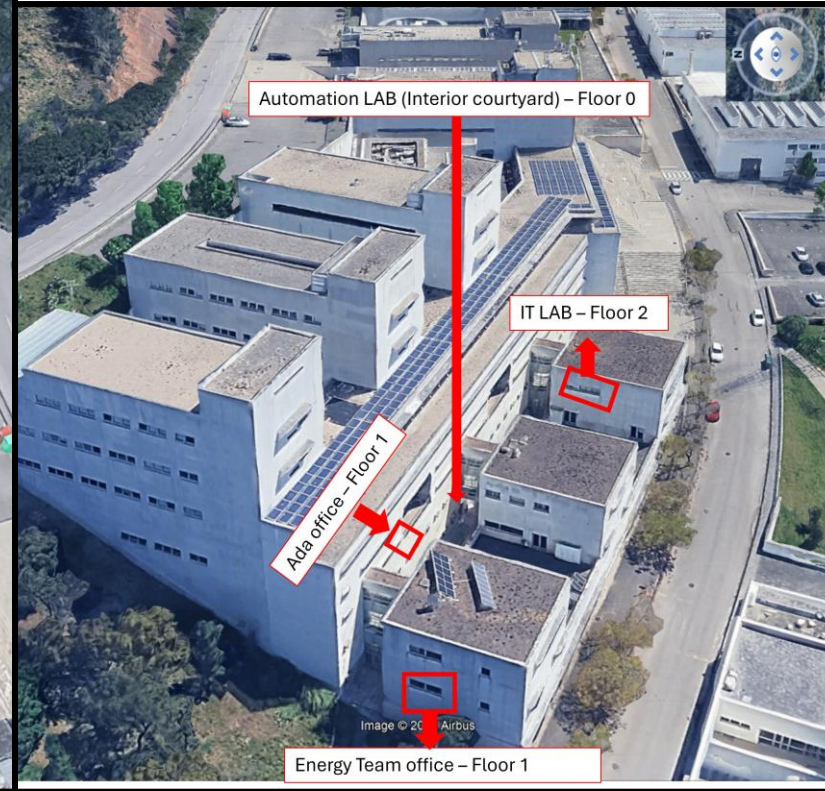
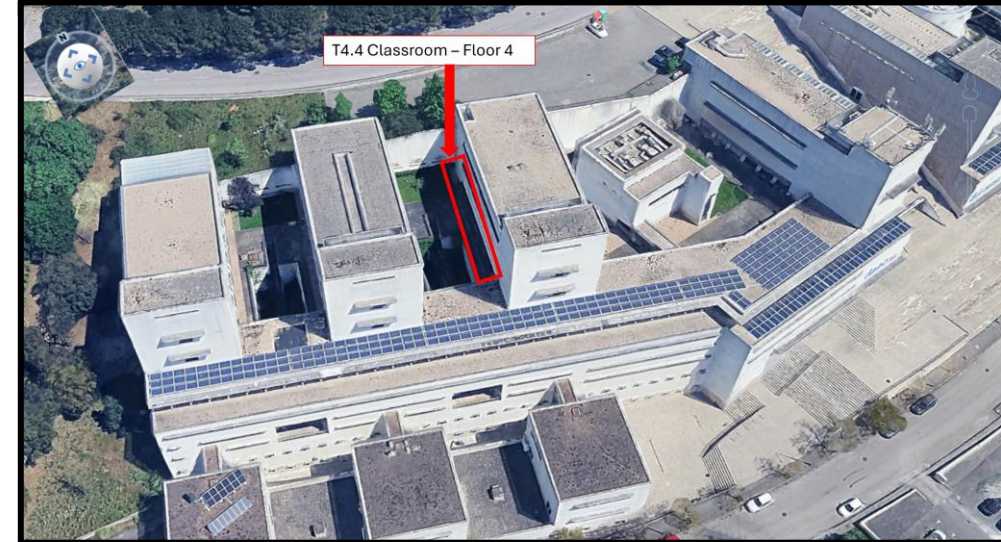
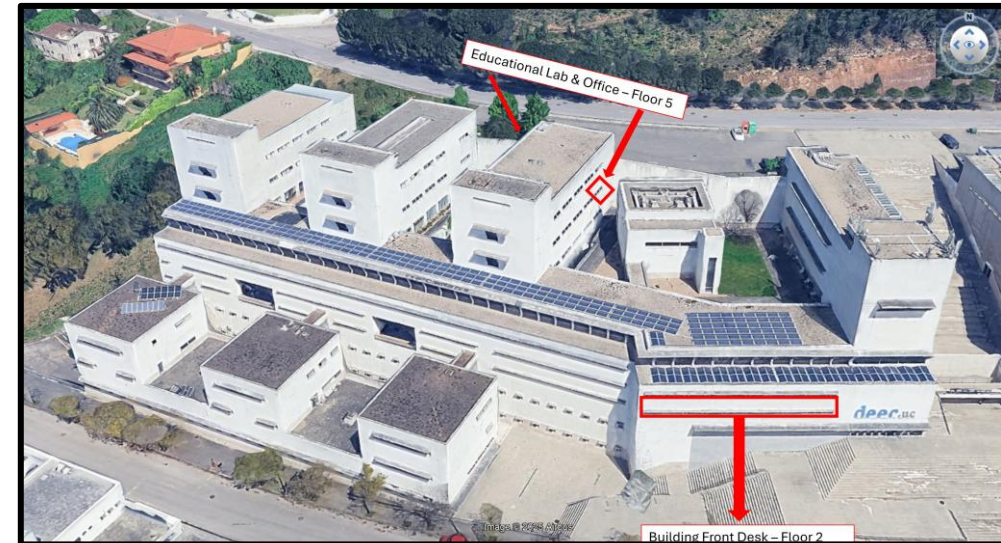


Curvas de temperatura e humidade

Registo (Log) de eventos

Projeto Piloto – DEEC/ISR-Universidade de Coimbra

Descrição: Localização dos espaços equipados com bombas de calor, Termóstatos Inteligentes (TI) e Contadores de Inteligentes de Energia (CIE)



Co-funded by
The European Union

Objetivos do piloto:

- Aproveitar os períodos de tarifa mais baixa (vazio) e a massa térmica do edifício, os espaços são pré-climatizados (aquecidos no inverno e arrefecidos no verão) no início da manhã, entre as 06:00H e as 08:00H;
- O principal objetivo era testar se esta ação teria impacto no período de funcionamento das bombas de calor, porque normalmente estas eram ligadas assim que os utilizadores chegavam ao edifício pela manhã;
- O objetivo era “transferir” o consumo energético das bombas de calor para mais tarde no dia, “fugindo” assim ao período de ponta (tarifa mais elevada) da manhã;
- Esta ação poderia criar flexibilidade durante os períodos de tarifa de pico (ponta) da rede elétrica nacional (das 09:00H às 10:30H no inverno e das 10:30H às 13:00H no verão);
- Além disso, se as bombas de calor funcionassem apenas à tarde (p.e. após as 13:00h), esta ação poderia também ter impacto na redução da procura global do edifício, uma vez que nesse período do dia a produção solar no local está no seu pico;



Co-funded by
The European Union

Objetivo: Transformar as bombas de calor em cargas flexíveis para criar flexibilidade

Condições e condicionantes do piloto:

- Criação de 2 cenários de teste:
 - Cenário 1 - BAU- Business As Usual
 - e
 - Cenário 2 - TI + CIE (Termóstato Inteligente + Contador Inteligente de Energia);
- No cenário BAU o utilizador tem controlo total da bomba de calor, o TI+CIE não atua sobre a bomba de calor;
- No cenário 2 o TI é utilizado para controlar a bomba de calor e o CIE é usado para remoção do consumo de Standby (StB) durante o período em que o edifício está encerrado (noites, feriados e fins de semana);
- Além disso, no Cenário 2 foi criada uma rotina de AUTO-OFF para todos os espaços (com exceção dos laboratórios de investigação que têm horário alargado) para evitar que os utilizadores se esqueçam de desligar as bombas de calor no final do dia de trabalho;



Co-funded by
The European Union

Projeto Piloto – DEEC/ISR-Universidade de Coimbra



Verão - Dia Mais Representativo - 24 Julho 2024		
Local	kWh/dia	
	Cenário 1	Cenário 2
Escritório Equipa Energia	9,12	6,05
Contabilidade ISR	8,09	6,28
Laboratório Automação	16,94	13,53
Secretaria/Receção DEEC	16,79	13,8
Laboratório Educacional + Escritório	9,37	6,68
Gabinete AdA	3,18	2,35
Sala Aulas T4.4	7,51	4,1
Laboratório IT	19,21	14,86
Total	90,2	67,7

Inverno - Dia Mais Representativo - 20 Janeiro 2025		
Local	kWh/dia	
	Cenário 1	Cenário 2
Escritório Equipa Energia	12,78	11,62
Contabilidade ISR	5,94	5,40
Laboratório Automação	20,19	17,23
Secretaria/Receção DEEC	15,95	14,50
Laboratório Educacional + Escritório	9,50	7,92
Gabinete AdA	5,137	4,67
Sala Aulas T4.4	8,01	5,40
Laboratório IT	6,55	10,06
Total	84,1	76,8

Verão - Estação Arrefecimento	kWh
Cenário 1 - Consumo Total Bombas Calor	2 118,5
Cenário 2 - Consumo Total Bombas Calor	1 802,7

Poupanças Verão [%]	15%
----------------------------	------------



Poupança Energética

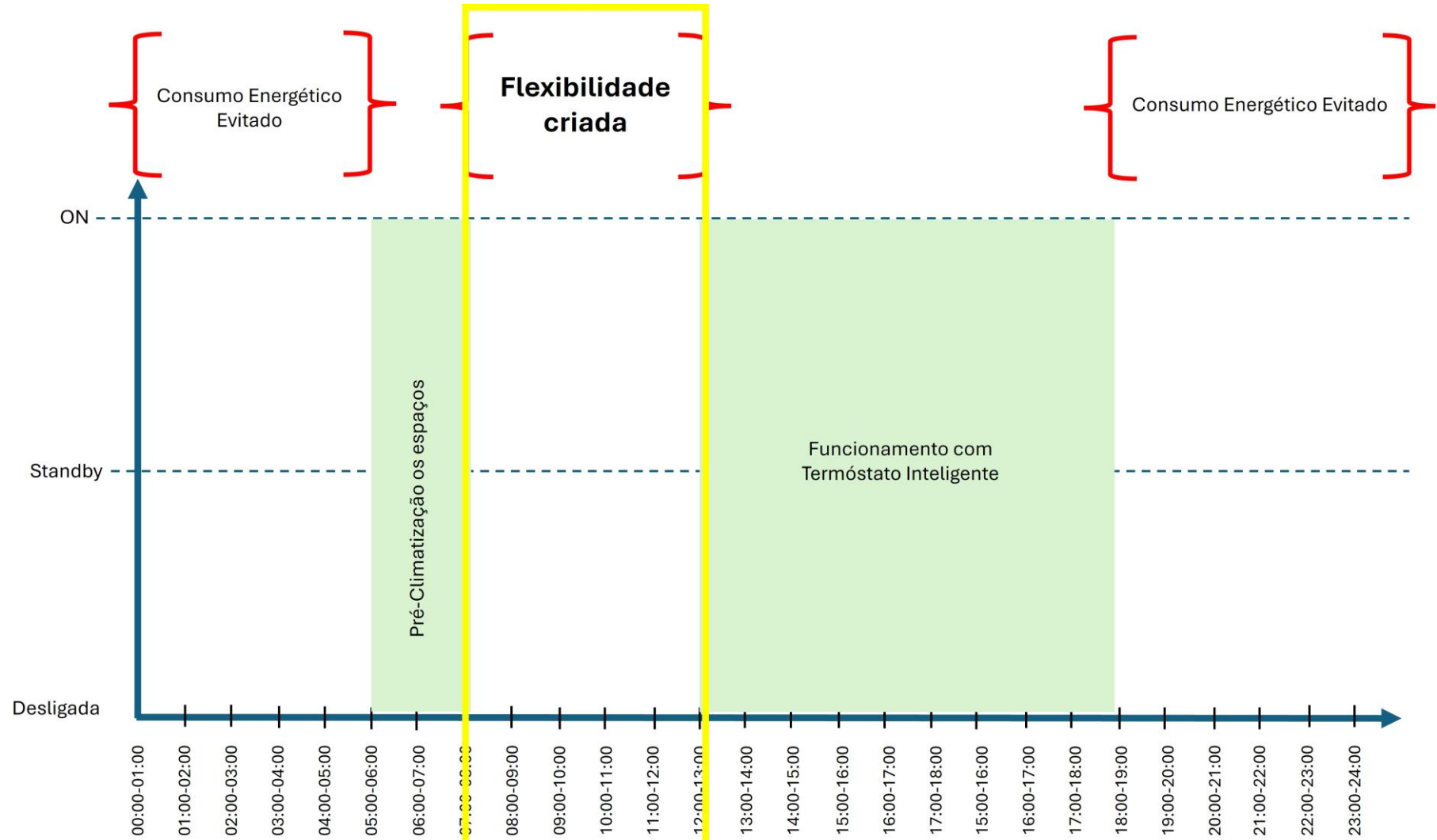
Inverno Estação Aquecimento	kWh
Cenário 1 - Consumo Total Bombas Calor	7 179,4
Cenário 2 - Consumo Total Bombas Calor	5 518,2

Poupanças Inverno [%]	23%
------------------------------	------------



Co-funded by
The European Union

Projeto Piloto – DEEC/ISR-Universidade de Coimbra



Co-funded by
The European Union



- ✓ Estas economias resultam de novos padrões/hábitos de consumo diretamente relacionados com a utilização de termóstatos inteligentes;
- ✓ Antes do projeto-piloto BungEES, os utilizadores ligavam as bombas de calor ao chegarem de manhã ao edifício. Ao pré-climatizar as divisões pela madrugada, o início de funcionamento das bombas de calor foi alterado das 09:00H para depois das 13:00H;
- ✓ Isto resulta numa menor procura de energia da rede durante a manhã (quando ocorre um dos períodos de tarifa de pico);
- ✓ Este projeto-piloto permitiu transformar as bombas de calor em cargas flexíveis ao transferir o seu consumo para o início da tarde, permitindo assim aproveitar a geração solar, que atinge o seu pico durante a tarde, criando flexibilidade durante o período de pico da procura pela manhã;



Co-funded by
The European Union



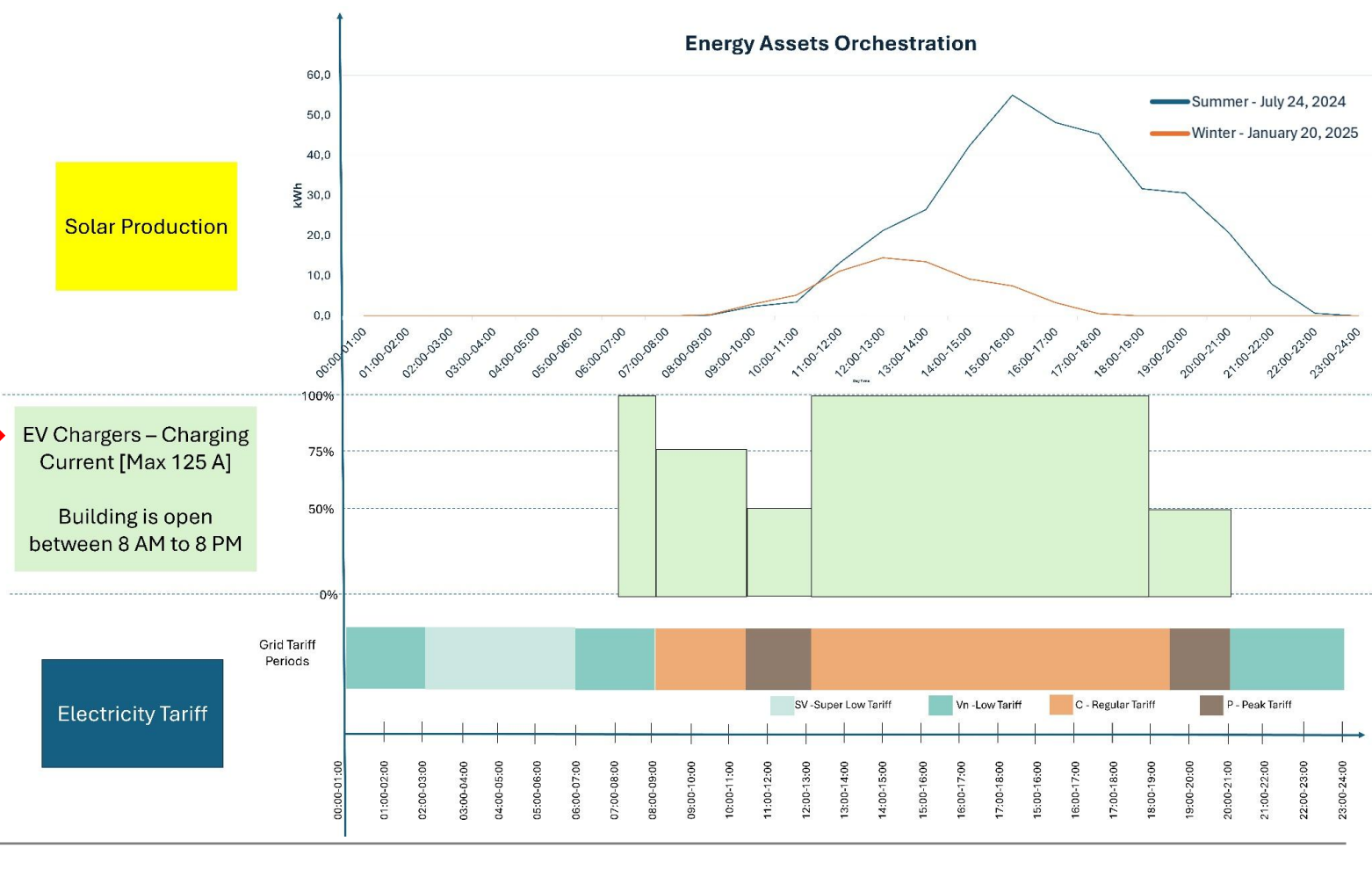
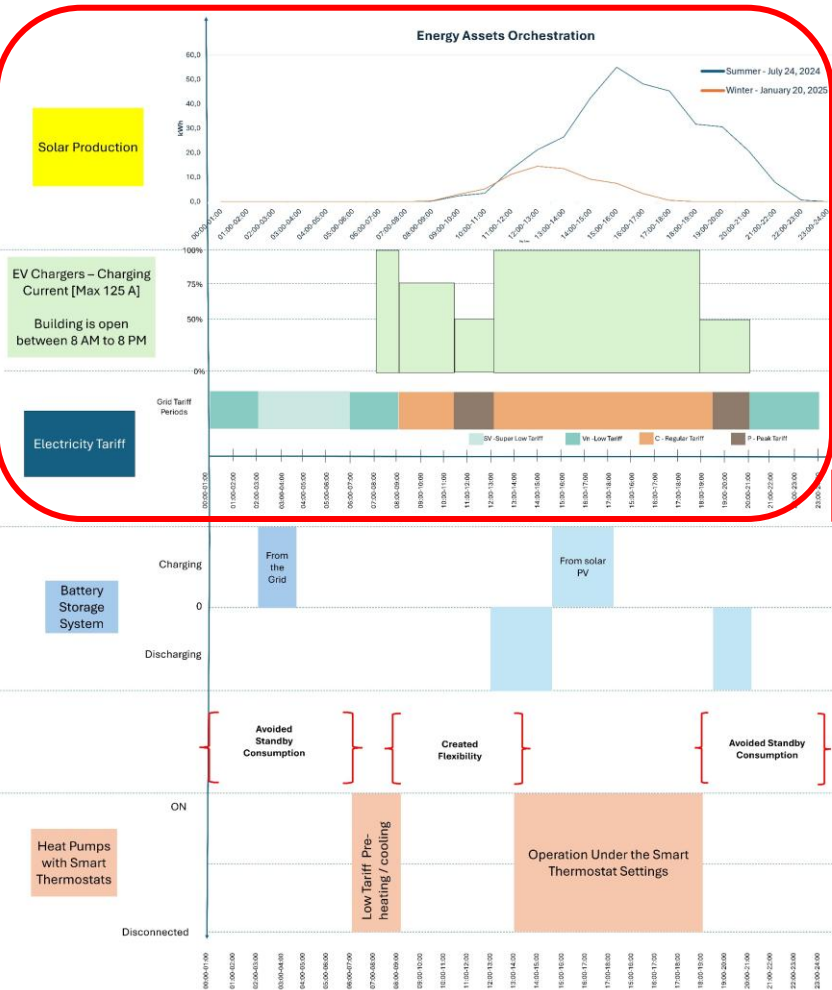
- ✓ Se realizado a nível nacional (em todas as bombas de calor), a flexibilidade criada pode reduzir a procura consideravelmente e ser utilizada para apoiar o equilíbrio/balanceamento da rede, minimizando assim potenciais impactos de eventos extremos, como o recente apagão que ocorreu em Portugal e Espanha em abril;

- ✓ Se este desfasamento temporal no consumo das bombas de calor for conjugado/orquestrado com a utilização de outros ativos energéticos permite maximizar a utilização das fontes renováveis e potenciar ainda mais a criação de flexibilidade;
- ✓ Neste piloto fizemos a orquestração/conjugação dos diversos ativos energético do edifício.
- ✓ Por exemplo, reduzindo a corrente de carregamento disponível para veículos elétricos e em determinadas horas injetando energia no edifício a partir do sistema de armazenamento, permitiu reduzir significativamente a procura global de energia, especialmente nos períodos de tarifa de pico.



Co-funded by
The European Union

Orquestração de Ativos Energéticos Como Fonte de Flexibilidade



Co-funded by
The European Union

Projeto Piloto – DEEC/ISR-Universidade de Coimbra



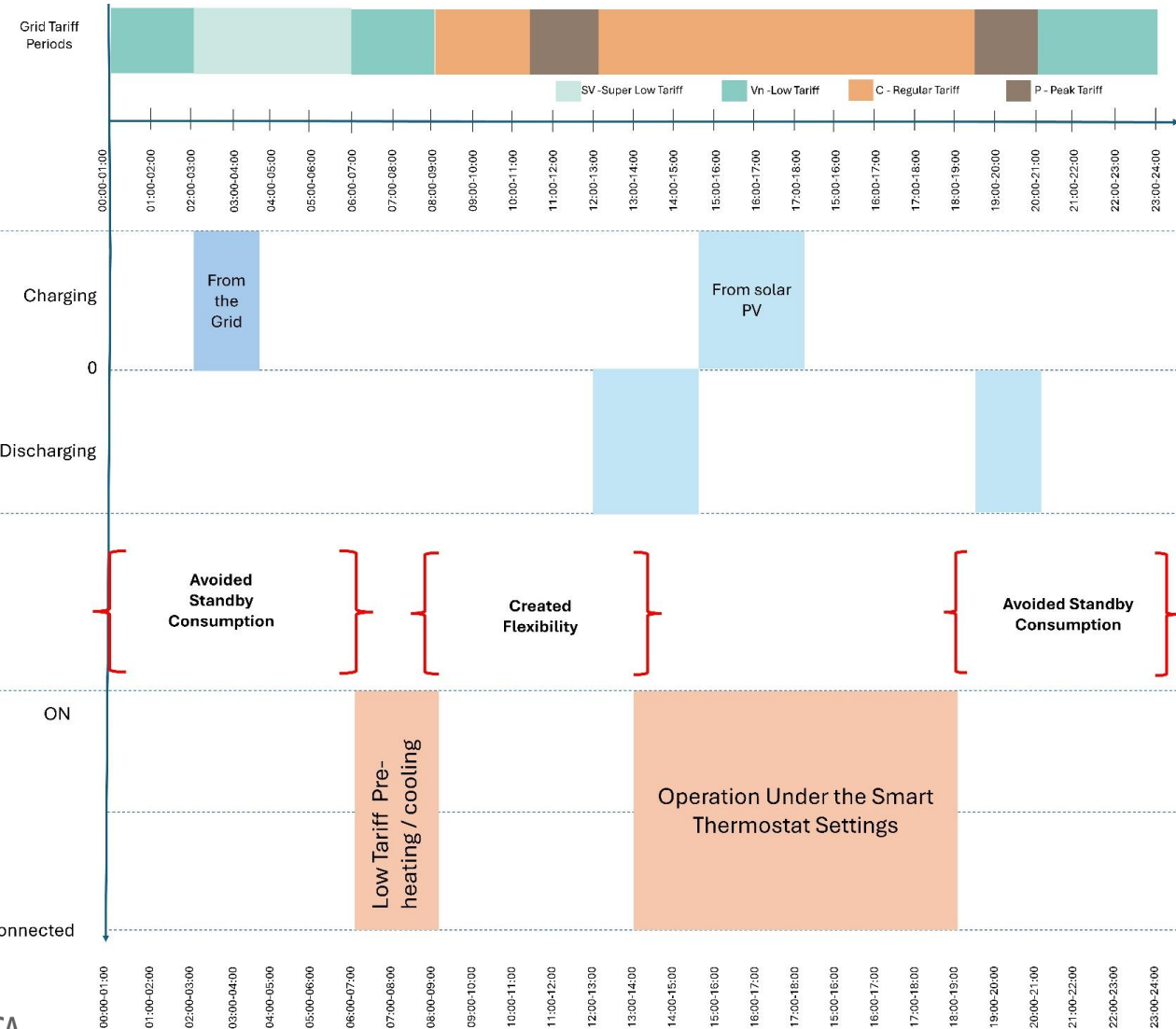
Orquestração de Ativos Energéticos Como Fonte de Flexibilidade



Electricity Tariff

Battery Storage System

Heat Pumps with Smart Thermostats



Co-funded by
The European Union



Monetização da Flexibilidade

Fluxos Financeiros Gerados Pelo Piloto



Poupança Energética (kWh)  **240,00€**

Flexibilidade  **32,81€ (mFRR)***

Tarifas rede evitadas  **68,09€**

* Mecanismo de balanceamento de frequência - mFRR - Energia Reserva de Restabelecimento de Frequência com Ativação Manual feita pelo operador da rede de transporte (<https://mercado.ren.pt/PT/Electr/InfoMercado/InfSistema/mFRR/Paginas/mfrr-Energia.aspx>). Ativação total das cargas ao longo de um ano.



Co-funded by
The European Union

Potencial Financeiro da Flexibilidade

Segundo dados do Barómetro Europeu de bombas de calor o número de bombas de calor instaladas em Portugal é de:

- 2022 – 2.327 587
 - 2023 – 2. 587 683
- } Junho 2025 → ± 3.000 000 bombas de calor instaladas em Portugal*

❖ Se o setor terciário tiver 50% destas bombas de calor, ou seja 1.5 Milhões de bombas de calor



Poupança Energética → ± 45 Milhões de €uros

Flexibilidade → ± 6,5 Milhões de €uros (mFRR)

Tarifas rede evitadas → ± 13 Milhões de €uros

TOTAL 64,5 Milhões de €uros/Ano*



Co-funded by
The European Union

* Valor aproximado

Mensagens importantes

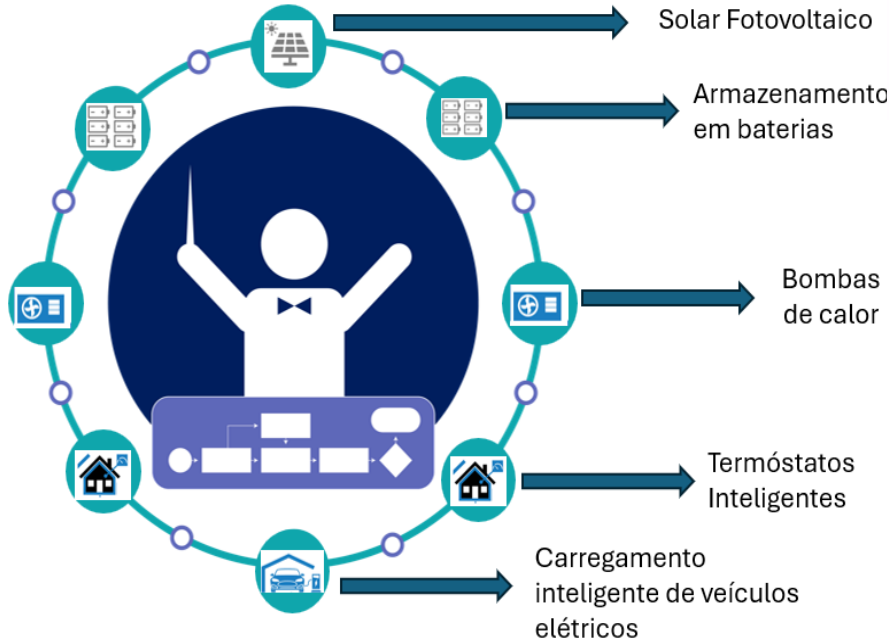
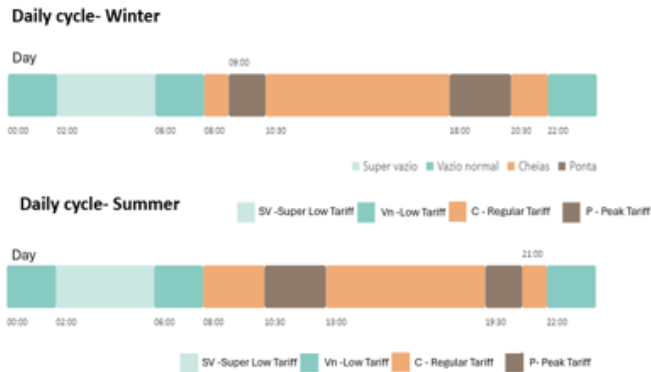
- Ao utilizar eletricidade verde, as bombas de calor podem contribuir eficazmente para a descarbonização dos edifícios e promover uma transição energética sustentável;
- O projeto BungEES e os seus mais de 100 pilotos estão a demonstrar que a orquestração dos ativos energéticos é uma ferramenta fundamental na transição para um mercado energético europeu que forneça energia acessível, segura e sustentável aos seus cidadãos.
- A Flexibilidade é um ferramenta essencial na gestão de qualquer rede elétrica e tendencialmente irá assumir ainda mais relevância devido à crescente integração de fontes intermitentes no SEN e também para a mitigação de eventos extraordinários que ponham em causa a qualidade e/ou continuidade de serviço no SEN;
- Será importante rever/reforçar os mecanismos de remuneração de forma a alavancar e aumentar as reservas estratégicas de flexibilidade no SEN;



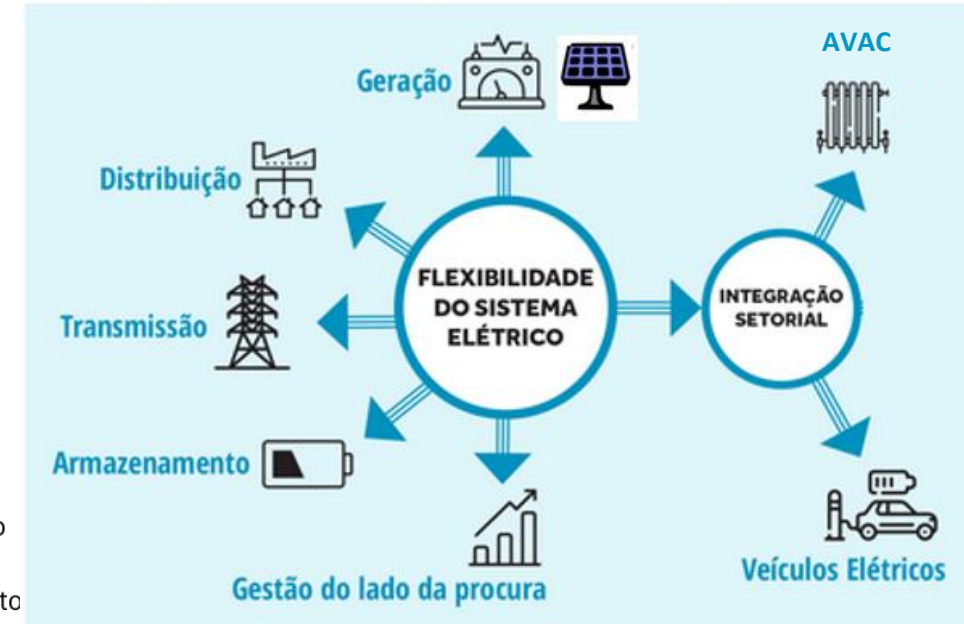
KEY
MESSAGE



Tarifa eletricidade



Mensagens importantes



Co-funded by
The European Union

Parceiros



VIAEUROPA®



Muito Obrigado



Co-funded by
The European Union