



TRAINREBUILD
“Formar para Reabilitar a Europa”

WORKSHOP
Reabilitação Energética de Edifícios

Cascais, 19 de Abril de 2012



INDICE

- Lisboa E-Nova
- Enquadramento
- Conceitos
- Metodologia
- Oportunidades de Melhoria
- Casos de estudo
- Conclusões



LISBOA E-NOVA

Contribuir para o desenvolvimento sustentável da cidade de Lisboa através da promoção, dinamização e divulgação de boas práticas nas áreas da energia e ambiente.



ENQUADRAMENTO

Directiva 2002/91/CE – Desempenho Energético de Edifícios (EPBD)

SCE – Sistema de Certificação Energética

- RSECE - Decreto-Lei 79/2006
- RCCTE - Decreto-Lei 80/2006

Directiva 2010/31/CE - Recast da Directiva EPBD

Artigo 9.º

Edifícios com necessidades quase nulas de energia

1. Os Estados Membros asseguram que:
 - a) O mais tardar em 31 de Dezembro de 2020, todos os edifícios novos sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia; e
 - b) Após 31 de Dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia.

Artigo 7.º

Edifícios existentes

Os Estados-Membros tomam as medidas necessárias para assegurar que, aquando da realização de grandes renovações em edifícios, o desempenho energético do edifício ou da sua parte renovada seja melhorado, a fim de cumprir os requisitos mínimos de desempenho energético estabelecidos em conformidade com o artigo 4.º, na medida em que tal seja possível do ponto de vista técnico, funcional e económico.

Os requisitos são aplicáveis ao edifício renovado ou à fracção autónoma no seu conjunto. Adicionalmente ou em alternativa, podem ser aplicados requisitos aos componentes renovados.

OBJECTIVOS

Reabilitação é uma operação que visa conferir aos edifícios uma melhoria de qualidade, quer em relação ao seu estado actual, quer em relação à qualidade à data da sua construção.

Prof. Moret Rodrigues, 2009

Reabilitação Energética visa melhorar a qualidade térmica, as condições de conforto habitacional e a eficiência energética dos equipamentos, reduzindo simultaneamente os consumos energéticos.

Custo marginal de investimento em medidas de reabilitação energética será compensado:

- redução da factura energética no período de exploração do edifício;
- melhoria das condições de conforto e salubridade.

MOTIVAÇÃO - PARQUE HABITACIONAL

- **Renovar Telemóveis ~ 1-2 anos**
- Central a gás de ciclo combinado 2~3 anos
- Uma legislatura 4 anos
- Uma central termoelétrica a carvão 7 anos
- **Renovar um parque automóvel ~5-10 anos**
- Uma Central Nuclear 10-15 anos
- Campo petrolífero ~ 10 -15 anos
- Um grande barragem hidroelétrica -10 anos
- **Renovar um parque habitacional >~ 50 anos**

Prof. Delgado Domingos Abril, 2009

METODOLOGIA

Quantificar

Qualificar

Identificar
oportunidades de
melhoria

ANÁLISE PRELIMINAR

ANÁLISE DETALHADA

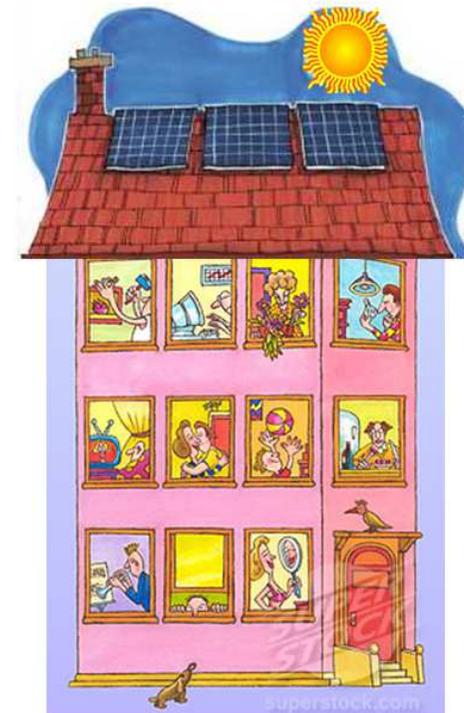
QUANTO ?

ENERGIA

ONDE ?

QUANDO ?

COMO ?



OPORTUNIDADE DE MELHORIA



Envolvente

- isolamentos térmicos;
- caixilharias de qualidade;
- vidros duplos;
- (ventilação);

Equipamentos

- climatização;
- produção de AQS

Energias Renováveis

- solar térmico;
- solar fotovoltaico.

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – ISOLAMENTOS TÉRMICOS

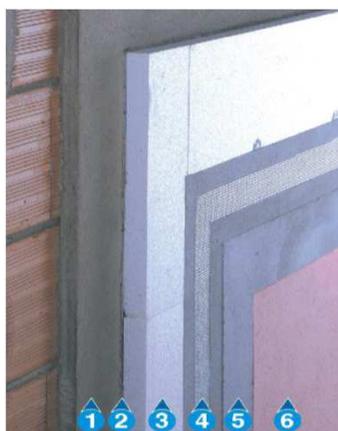


Principal característica atenuar as diferenças climáticas sentidas no interior e exterior dos edifícios.

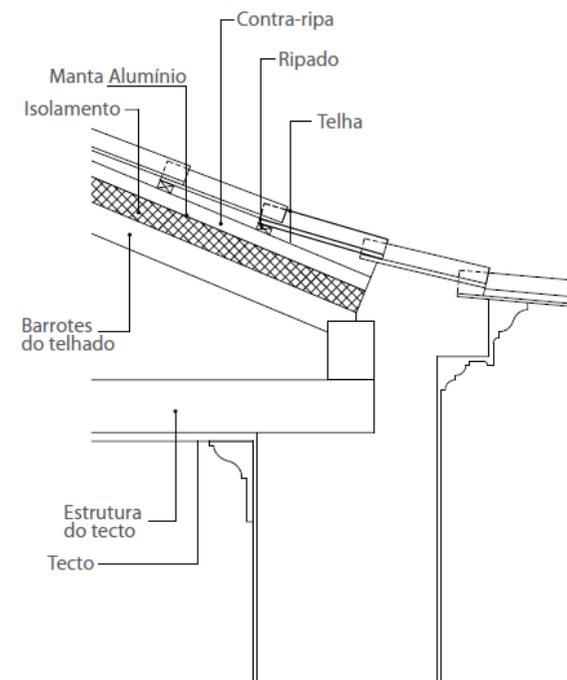
- Aplicação pelo exterior ou pelo interior, em fachadas ou coberturas;
- Deve ser considerado o coeficiente de transmissão térmica U ($W/m^2.C$), uma medida da quantidade de calor, por unidade de tempo, que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa [RCCTE].
- Materiais isolantes, este indicador é melhor quanto mais baixo for o seu valor.
- Instalado por profissionais para garantir a sua efectiva “aderência” à parede.

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – ISOLAMENTOS TÉRMICOS



- 1 – Camada de reboco pré preparado;
- 2 – adesivo integral;
- 3 – painel isolante e aplicação de cavilhas ;
- 4 – barramento em duas demãos, armado com rede em fibra de vidro;
- 5 – 1ª demão de primário e acabamento
- 6 – 2ª demão de acabamento



Isolante térmico	
Produto (massa vol.) [kg/m ³]	λ [W/(m.°C)]
XPS (25-40)	0,037
EPS (15-20) MW (35-100) PIR/PUR (20-50)	0,040
EPS (13-15)	0,042
ICB (90-140)	0,045

Abreviaturas dos produtos de isolamento térmico

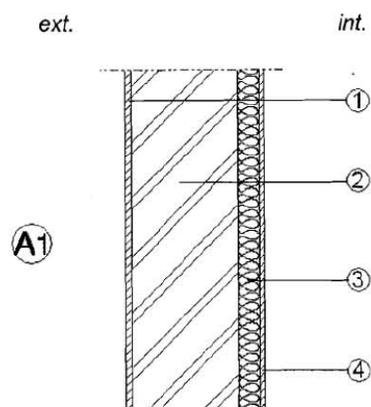
EPS – Poliestireno expandido moldado
ICB – Aglomerado de cortiça expandida
MW – Lã mineral

PIR – Espuma rígida de poli-isocianurato
PUR – Espuma rígida de poliuretano
XPS – Poliestireno expandido extrudido

Fonte: ITE50

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

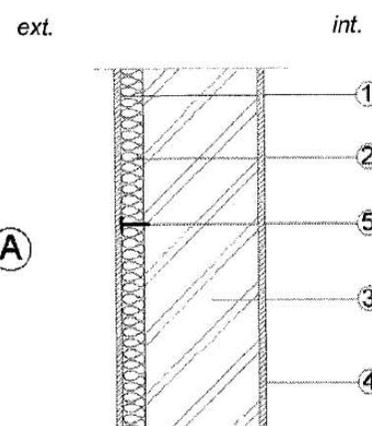
Envolvente – ISOLAMENTOS TÉRMICOS



- 1 – Revestimento exterior aderente (reboco, pedra, ...)
- 2 – Pano de alvenaria (de tijolo, de blocos ou de pedra) ou parede de betão
- 3 – Isolante térmico
- 4 – Revestimento interior (placa de gesso, de madeira ou de derivados de madeira, ...)
- 5 – Estrutura de suporte (metal, madeira)

Fonte: ITE50

Material	Investimento (€/m ²)	Retorno (anos)
Lã de Rocha	30	Médio (10 a 20)



- 1 – Revestimento exterior aderente
- 2 – Isolante térmico
- 3 – Pano de alvenaria (de tijolo, de blocos ou de pedra) ou parede de betão
- 4 – Revestimento interior (reboco, estuque placa de gesso, pedra, ...)
- 5 – Fixação mecânica pontual (eventual)

Fonte: ITE50

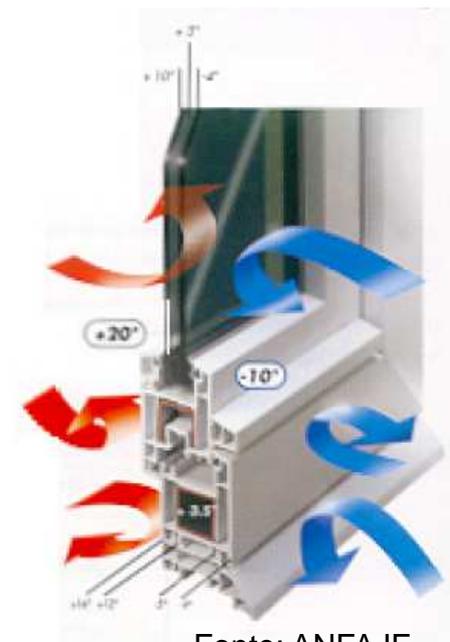
Material	Investimento (€/m ²)	Retorno (anos)
EPS	43 (35 + 8 andaimes)	Elevado (mais 20 anos)

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – CAIXILHARIAS

As caixilharias são o principal responsável pela definição da taxa de infiltrações e permeabilidade ao ar numa habitação..

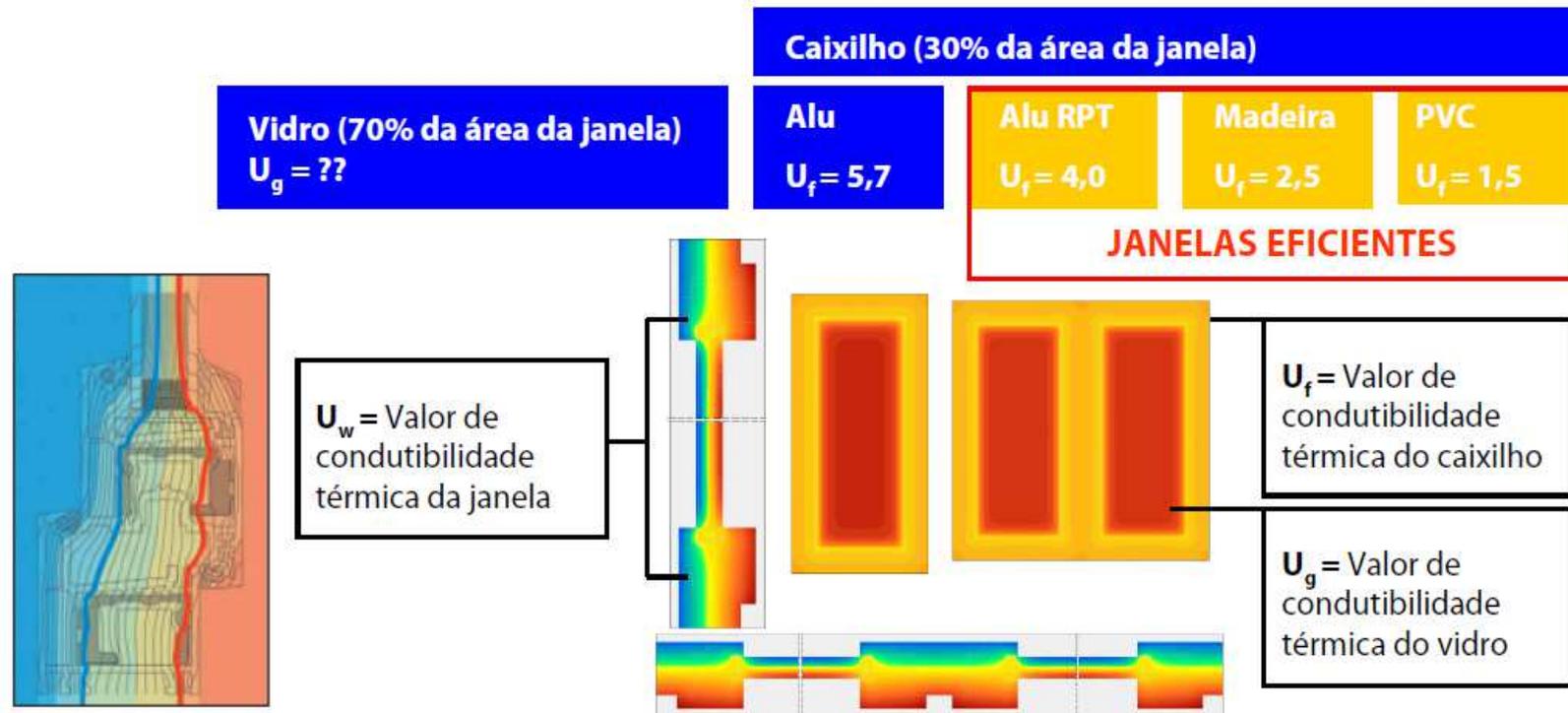
- Caixilharias de metal, metal com corte térmico, madeira, pvc;
- Devem assegurar condições de ventilação que garantam as taxas mínimas de renovação de ar;
- Envidraçados simples ou duplos;
- Aliam características térmicas e características acústicas;
- Coeficiente de transmissão térmica U ($W/m^2.C$) tanto melhor quanto mais baixo for o seu valor.



Fonte: ANFAJE

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – CAIXILHARIAS



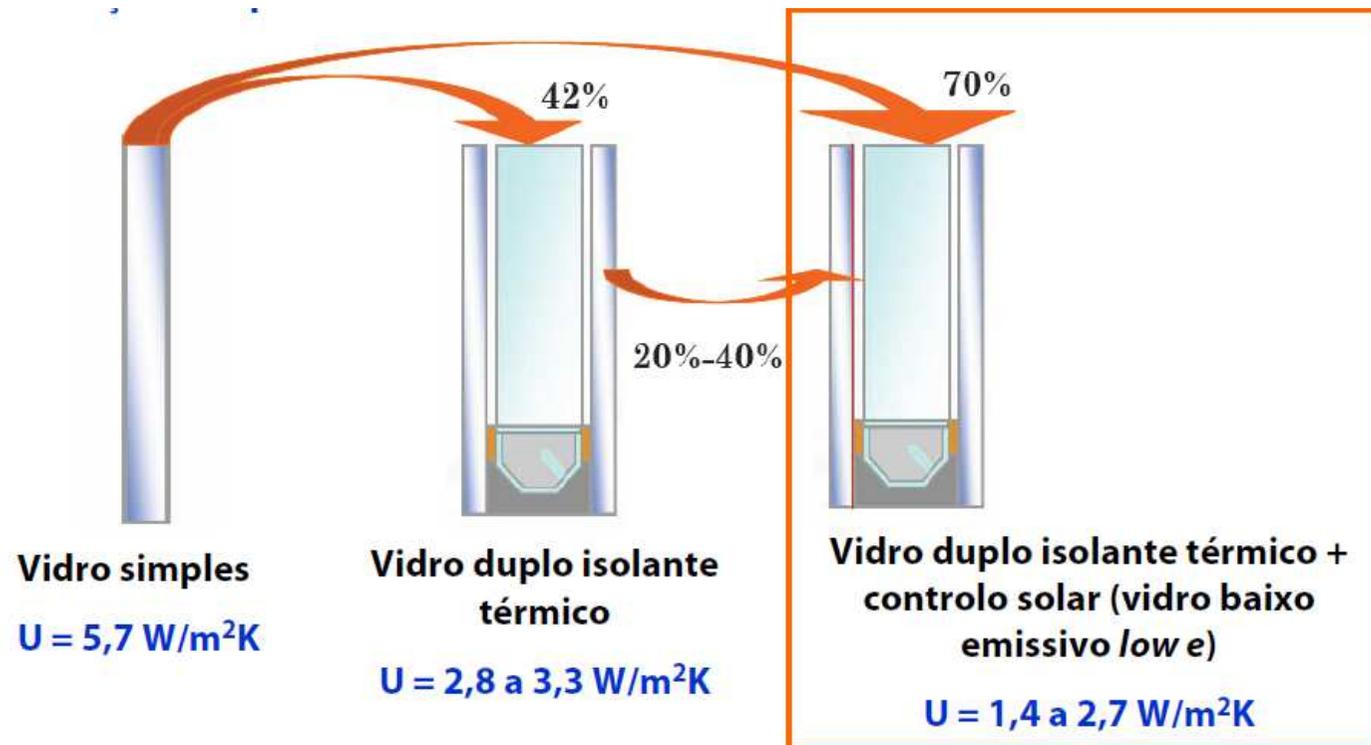
Norma EN ISO 10077-1 | Transmissão térmica das janelas (U_w)

Fonte: ANFAJE



OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – VIDROS DUPLOS



Fonte: ANFAJE

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Envolvente – JANELAS EFICIENTES



Caixilharia de alumínio S/ corte térmico

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	U _w ⁽¹⁾ [W/(m ² .°C)]	U _{wdn} ⁽²⁾ [W/(m ² .°C)]		
					Dispositivo de oclusão nocturna		
					Cortina interior opaca	Outros dispositivos	
Com permeabilidade ao ar elevada	Com permeabilidade ao ar baixa						
Simples (1 janela)	1 (vidro simples)	fixa	—	6,0	4,9	4,5	3,8
		giratória	—	6,2	5,0	4,6	3,9
		de correr	—	6,5	5,2	4,8	4,1
	2 (vidro duplo)	fixa	6	3,9	3,4	3,2	2,8
			16	3,5	3,1	2,9	2,6
			16 low ε ⁽³⁾	3,1	2,8	2,6	2,3
		giratória	6	4,3	3,7	3,4	3,0
			16	3,8	3,3	3,1	2,7
			16 low ε ⁽³⁾	3,6	3,2	3,0	2,6
de correr	6	4,5	3,9	3,6	3,1		
	16	4,0	3,5	3,3	2,9		
		16 low ε ⁽³⁾	3,7	3,3	3,1	2,7	

Caixilharia de alumínio C/ corte térmico

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	U _w ⁽¹⁾ [W/(m ² .°C)]	U _{wdn} ⁽²⁾ [W/(m ² .°C)]		
					Dispositivo de oclusão nocturna		
					Cortina interior opaca	Outros dispositivos	
Com permeabilidade ao ar elevada	Com permeabilidade ao ar baixa						
Simples (1 janela)	1 (vidro simples)	fixa, giratória ou de correr	—	5,4	4,5	4,1	3,6
			6	3,7	3,3	3,1	2,7
	16		3,3	2,9	2,8	2,5	
	16 low ε ⁽³⁾		3,0	2,7	2,6	2,3	

Fonte: ITE 50

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Produção de AQS

TIPO DE SISTEMA	EFICIÊNCIA	EXEMPLO
Termoacumulador eléctrico com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	95%	
Termoacumulador eléctrico com 50 a 100 mm de isolamento térmico	90%	
Termoacumulador eléctrico com menos de 50 mm de isolamento térmico	80%	
Termoacumulador a gás com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	80%	
Termoacumulador a gás com 50 a 100 mm de isolamento térmico	75%	
Termoacumulador a gás com menos de 50 mm de isolamento térmico	70%	
Caldeira mural com acumulação com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	87%	
Caldeira mural com acumulação com 50 a 100 mm de isolamento térmico	82%	
Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento térmico	65%	
Esquentador a gás	50%	

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

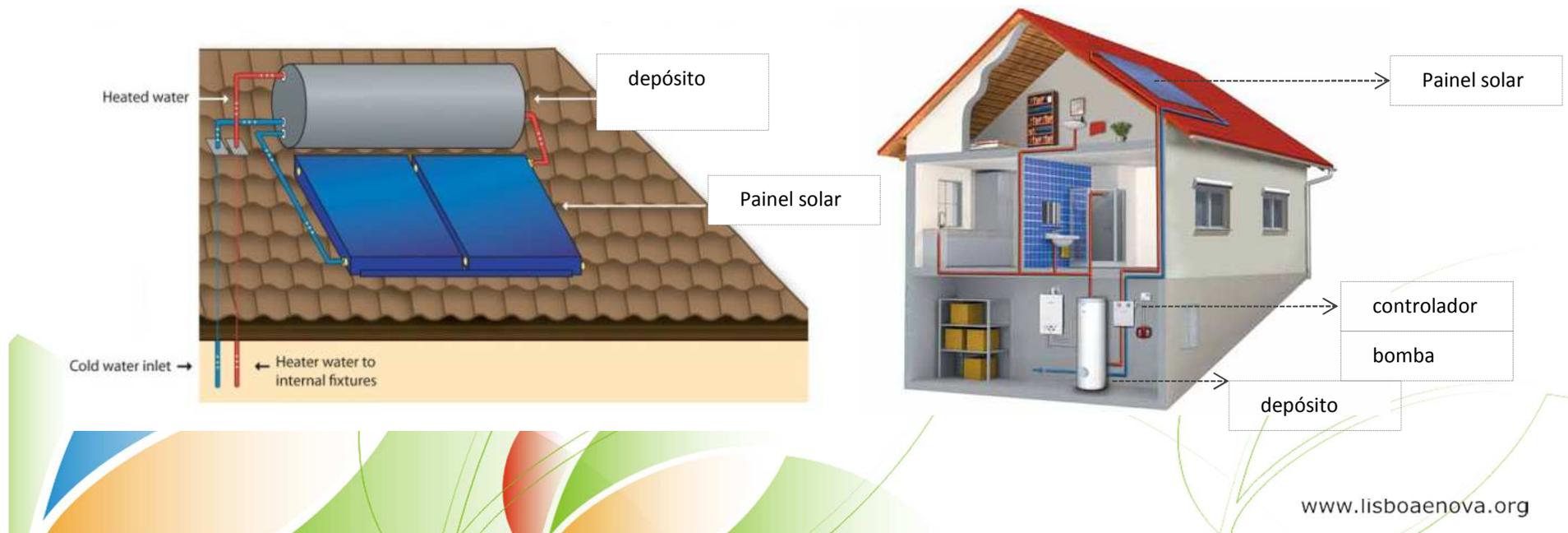
Equipamentos – Solar térmico

Os sistemas solares térmicos são sistemas que utilizam a energia solar para produção de águas quentes sanitárias



SITEMAS:

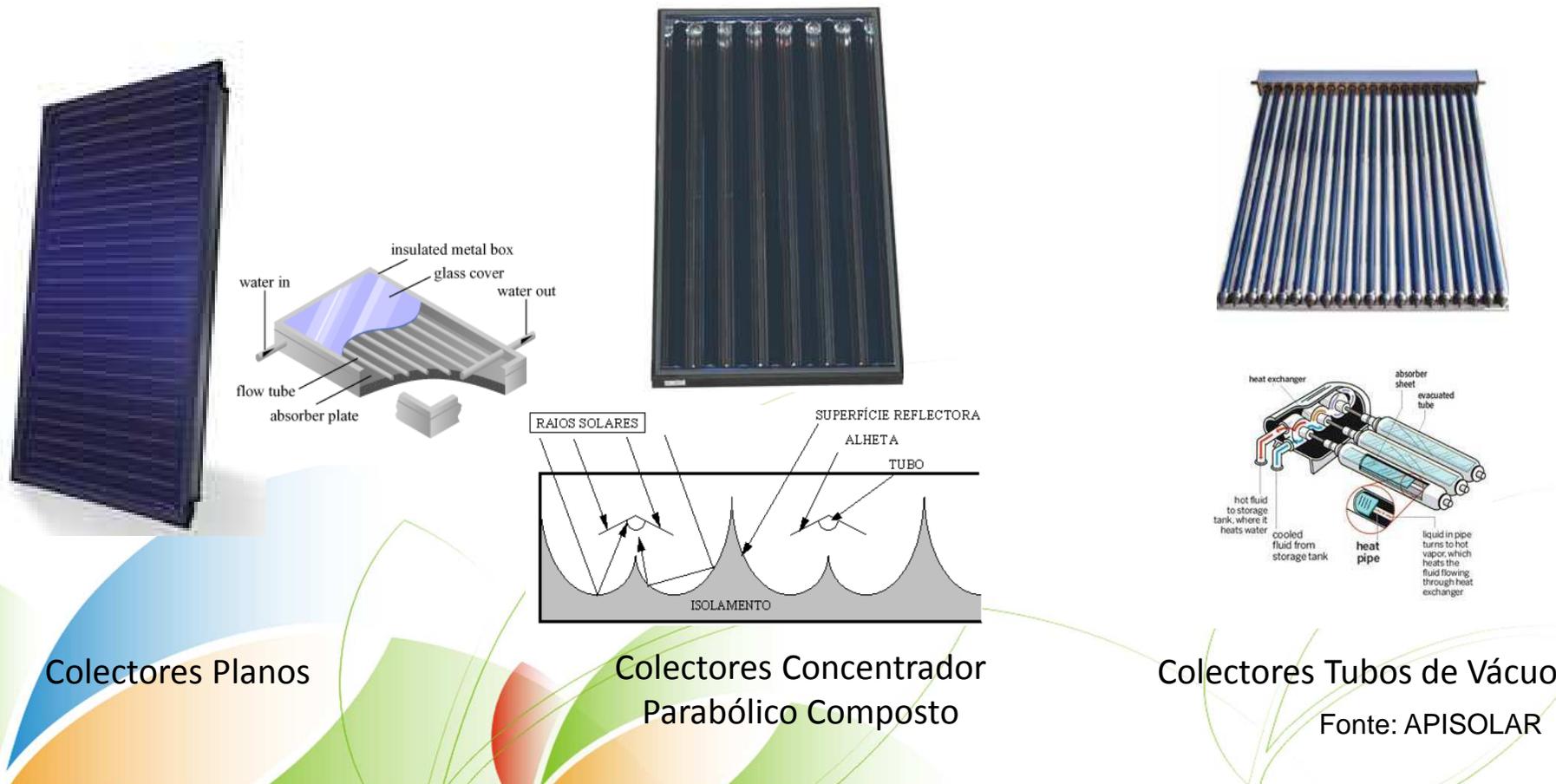
- Termossifão (com depósito acoplado)
- Circulação forçada (depósito no interior da habitação)



OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar térmico

Existem três tecnologias disponíveis no mercado:

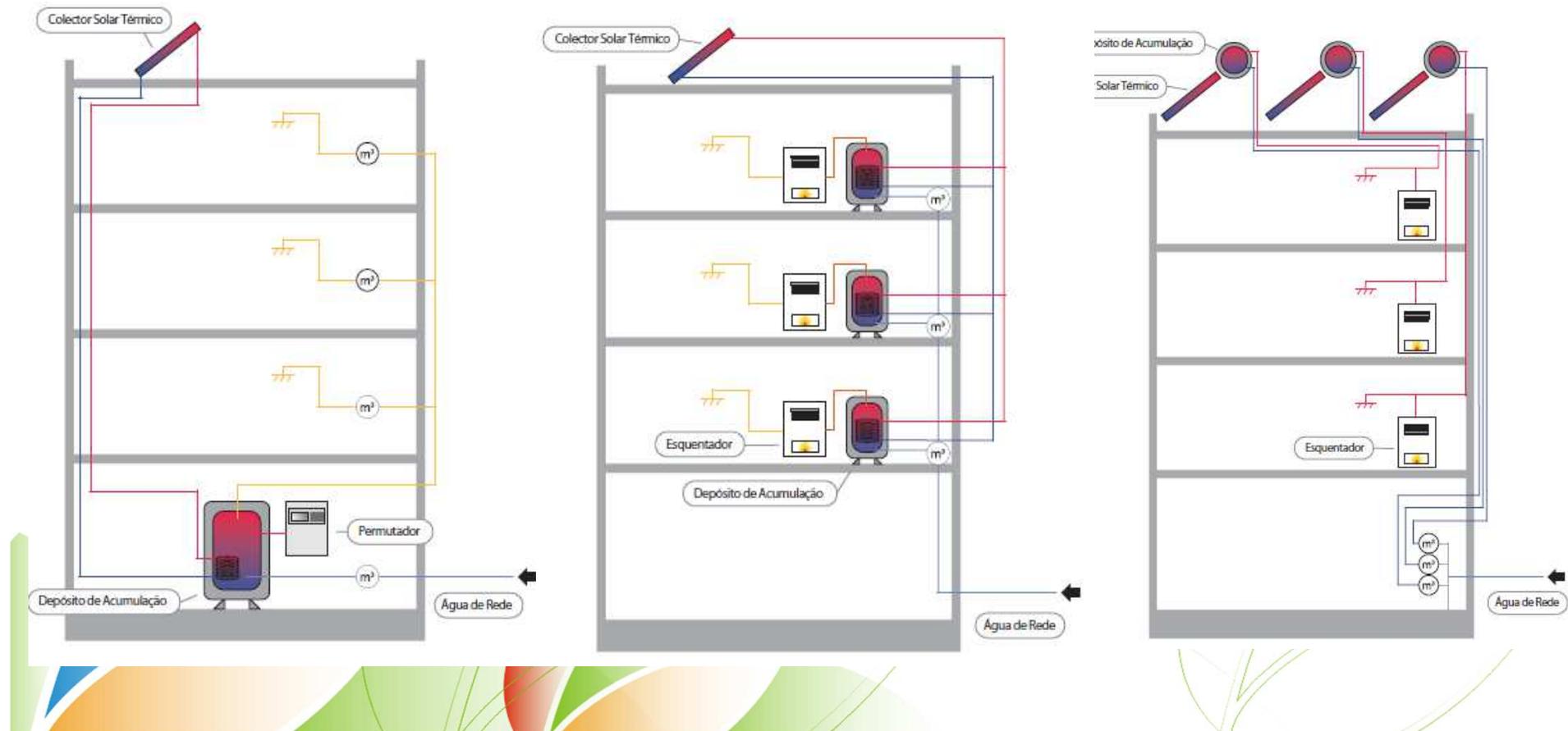


Fonte: APISOLAR

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar térmico

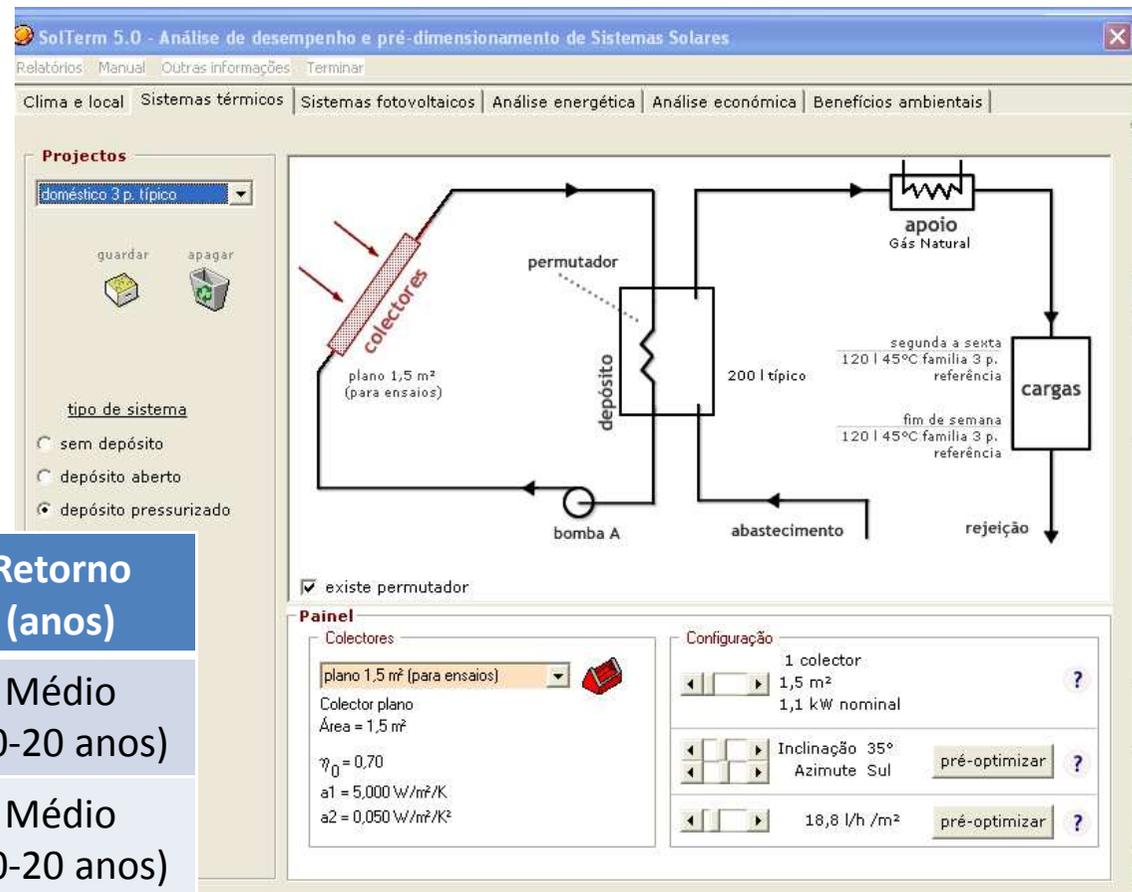
Em edifícios multi-familiares temos soluções centralizadas, parcialmente centralizadas ou individuais.





OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar térmico

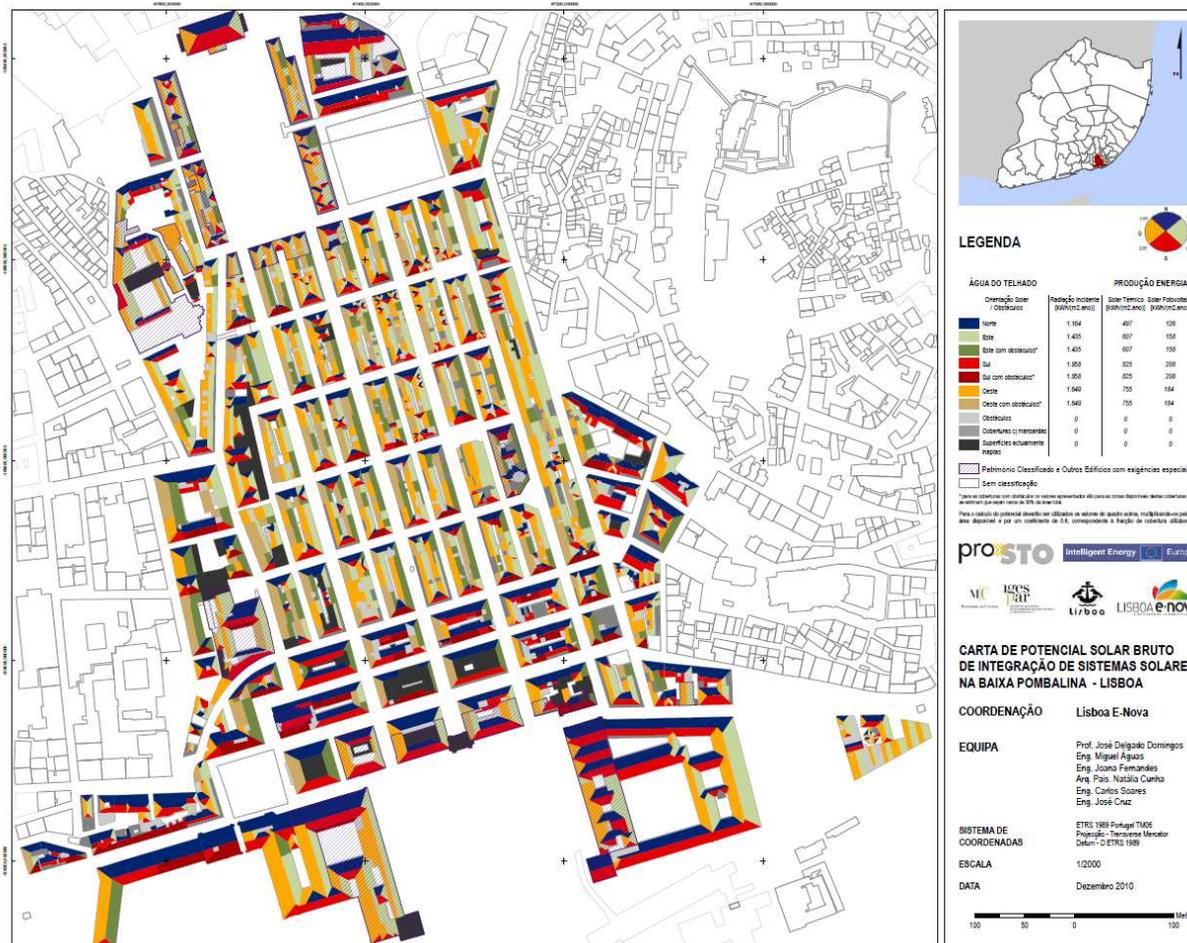


Material	Investimento (€/m ²)	Retorno (anos)
Termosifão	600	Médio (10-20 anos)
Circulação Forçada	800	Médio (10-20 anos)



OPORTUNIDADE DE MELHORIA

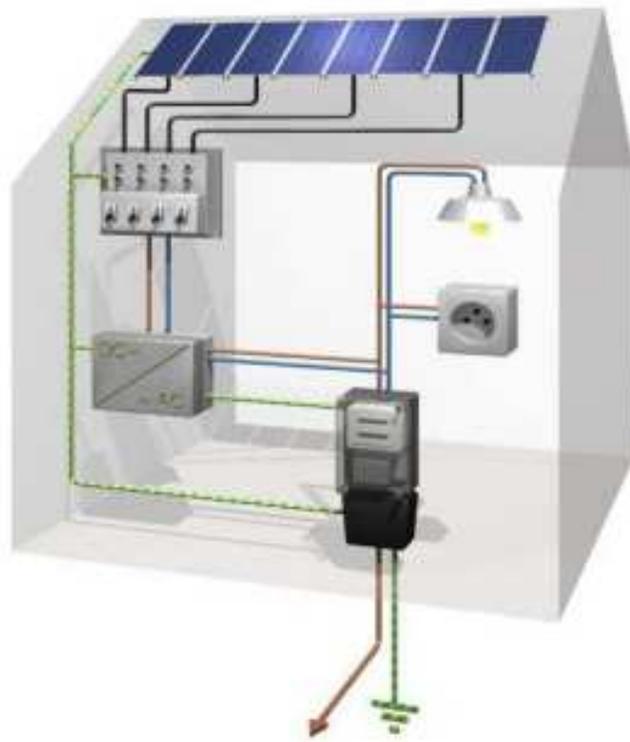
Equipamentos – Solar térmico



OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar fotovoltaico

Os painéis solares fotovoltaicos são uma outra forma de aproveitamento da energia solar, desta vez para conversão directa em energia eléctrica.

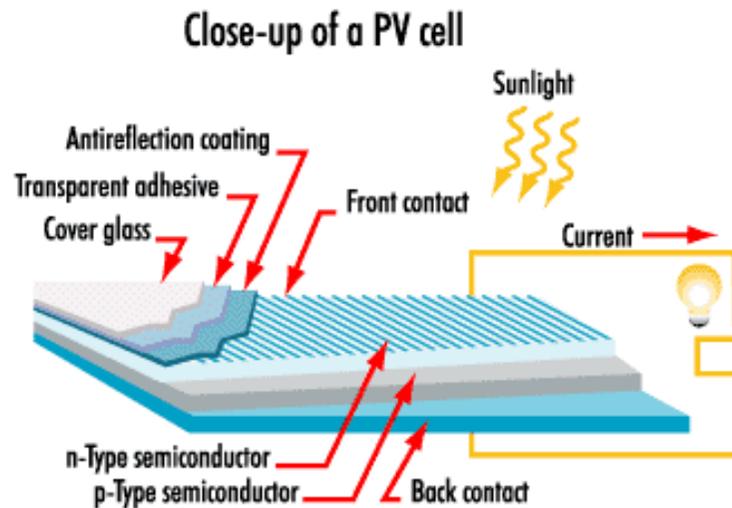


Componentes do sistema:

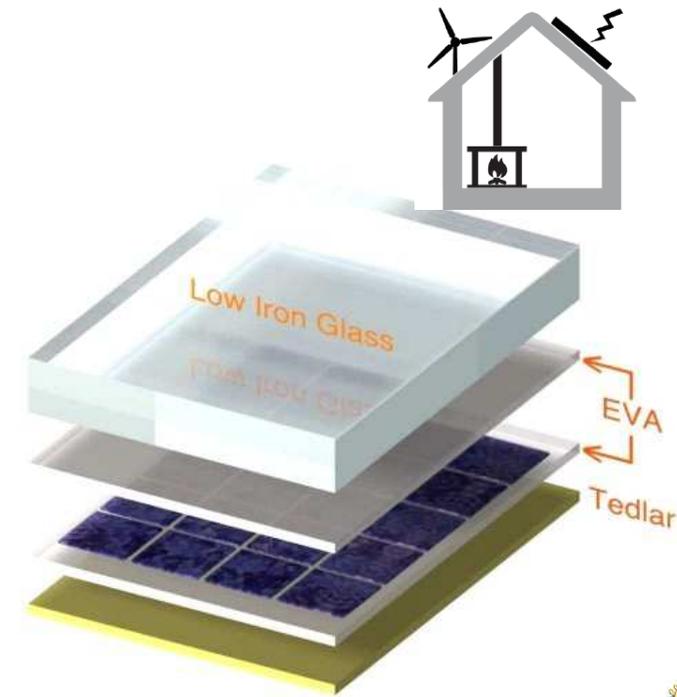
- matriz fotovoltaica;
- inversor;
- contador;
- ligação à rede eléctrica nacional/baterias.

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar fotovoltaico



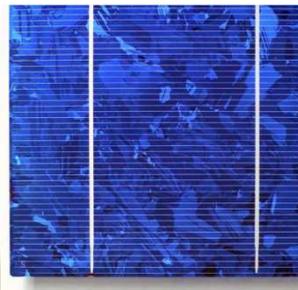
www.srpnet.com



Fonte: IEA-PVPS-Task 7



SOLUÇÕES COMERCIAIS



Silício mono e multicristalino



Filmes finos de silício amorfo

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar fotovoltaico

Montado no solo



Montado em edifícios



Integrado em edifícios



Solar XXI, LNEG

Integrado em outras estruturas urbanas



Solar XXI, LNEG

OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar fotovoltaico



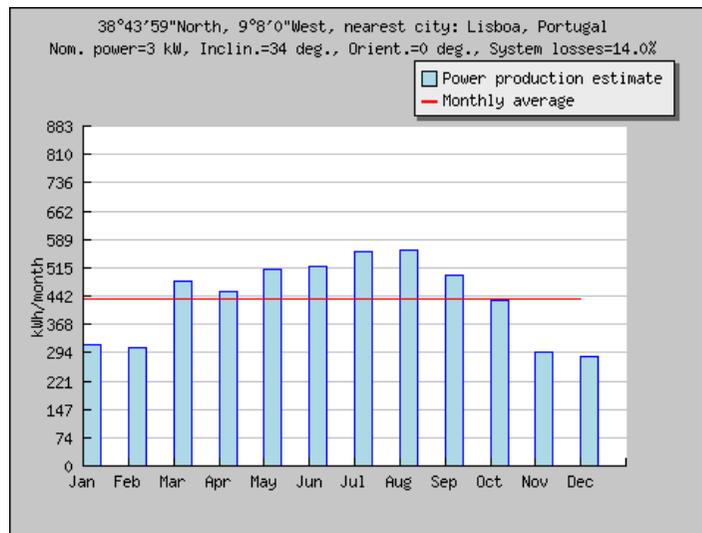
OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Equipamentos – Solar fotovoltaico

Micro-geração: 3.68 kWp

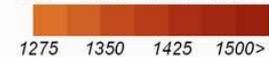
Productividade anual estimada (Lx): 5.000kWh

Investimento: 12.000€, PR (apr.) de 10 anos



Yearly sum of global irradiation [kWh/m²]

1700 1800 1900 2000>



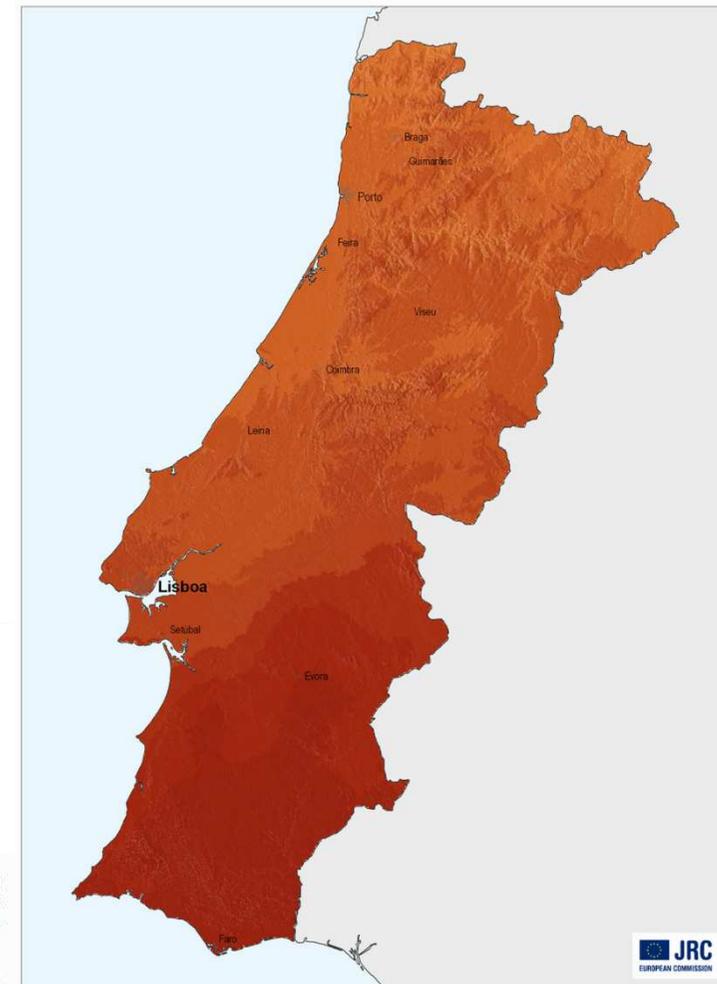
Yearly electricity generated by 1kW_{peak} system with performance ratio 0.75 [kWh/kW_{peak}]

Authors: M. Šúri, T. Cebecauer, T. Huld, E. D. Dunlop
PVGIS © European Communities, 2001-2008
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

0 25 50 km

Global irradiation and solar electricity potential
Optimally-inclined photovoltaic modules

Portugal



JRC
EUROPEAN COMMISSION

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo

A Lisboa E-Nova desenvolveu 4 manuais de boas práticas para a reabilitação energética de edifícios.

- Edifício de usos mistos

Construção anos 50 nas Avenidas Novas

- Edifício residencial

Construção nos anos 70 na Quinta Ourives

- Edifício residencial

Construção nos anos 90 no Alto Lumiar

- Edifício escolar

Construção nos anos 80



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – metodologia

- Consulta das facturas de energia, electricidade e gás dos edifícios;
- Levantamento de dados no local;
- Considerados os padrões definidos no RCCTE e RSECE;
- Padrões de conforto permanentes;
- Simulação em *Energy Plus*, 2.2;
- Validação dos resultados do modelo;
- Oportunidades de intervenção;
- Análise custo-benefício.



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

- Localizado na Alta de Lisboa Centro;
- Edifício multi-funcional

7 pisos
3 fracções/piso
Loja.
- Parede dupla com caixa de ar parcialmente preenchida com isolamento térmico;
- Vidro simples, caixilharia de alumínio;
- Sombreamentos exteriores: persiana de réguas plásticas e cor clara.



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

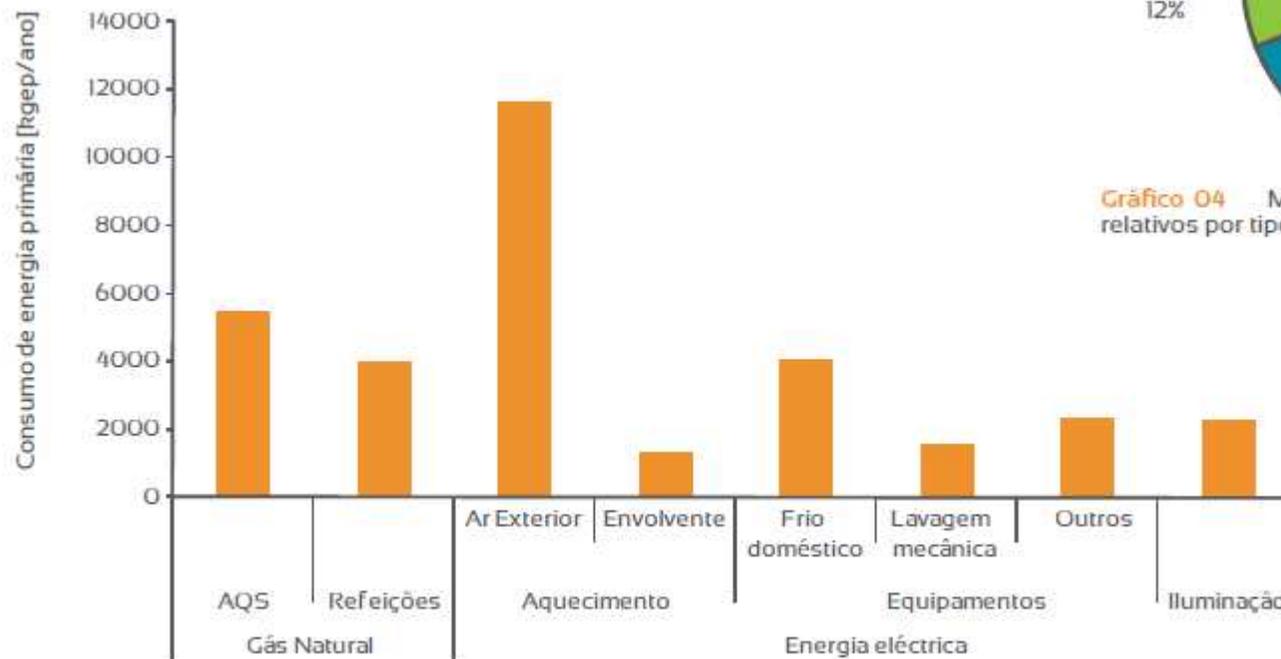


Gráfico 03 Matriz energética do edifício - desagregação dos valores absolutos de energia primária por tipologia de consumo

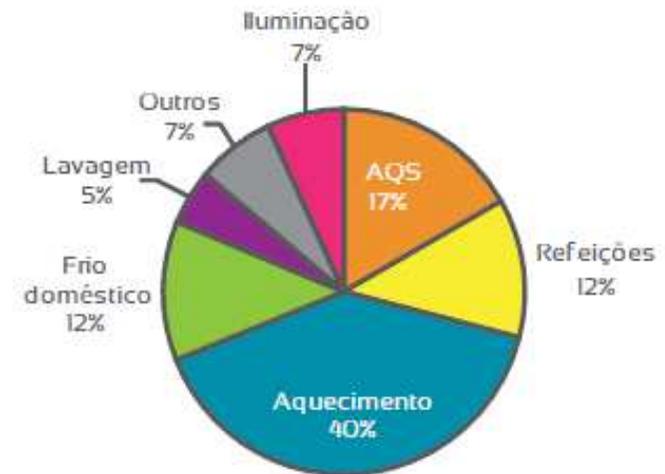


Gráfico 04 Matriz energética do edifício - valores relativos por tipologia de consumo



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

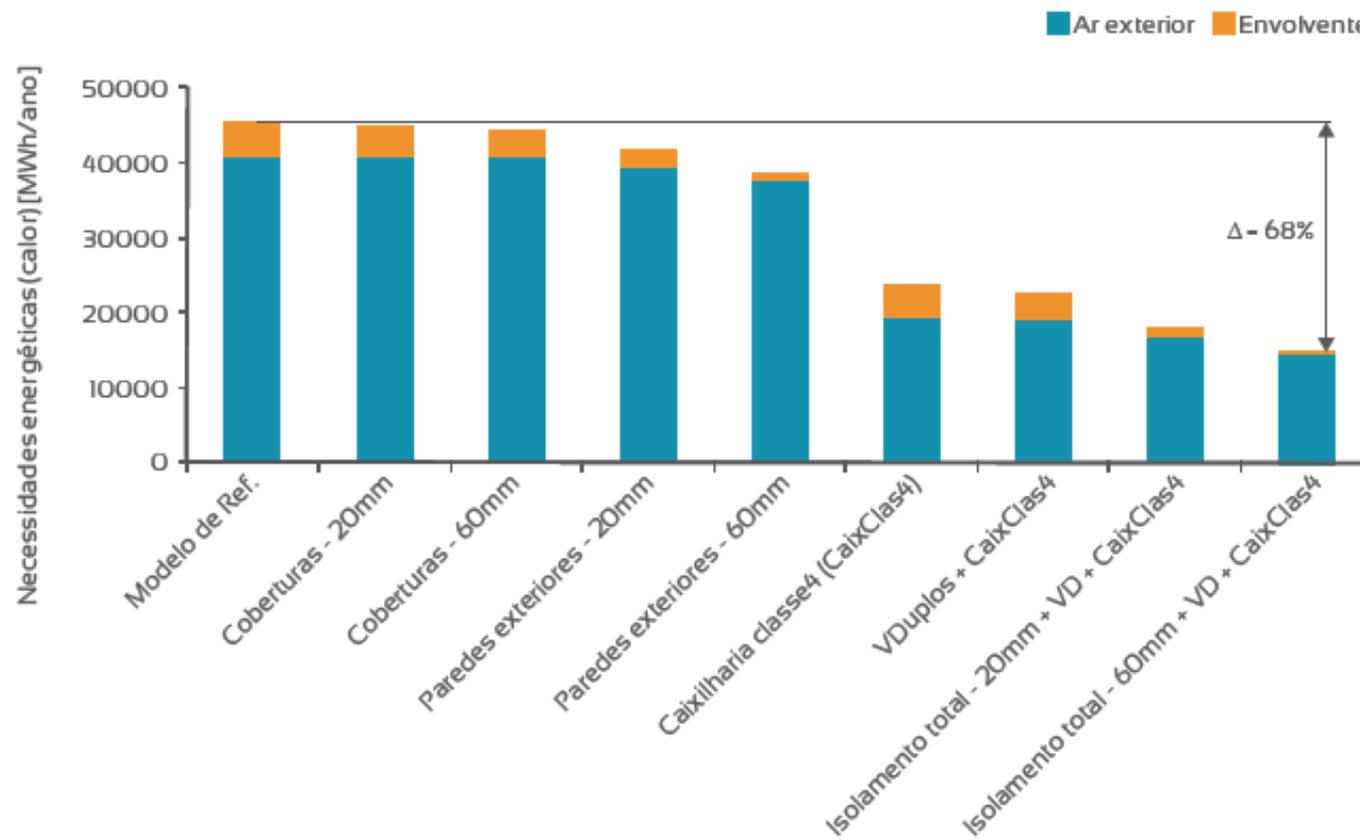


Gráfico 06 Simulação da matriz energética (energia primária) do edifício após intervenções na envolvente

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

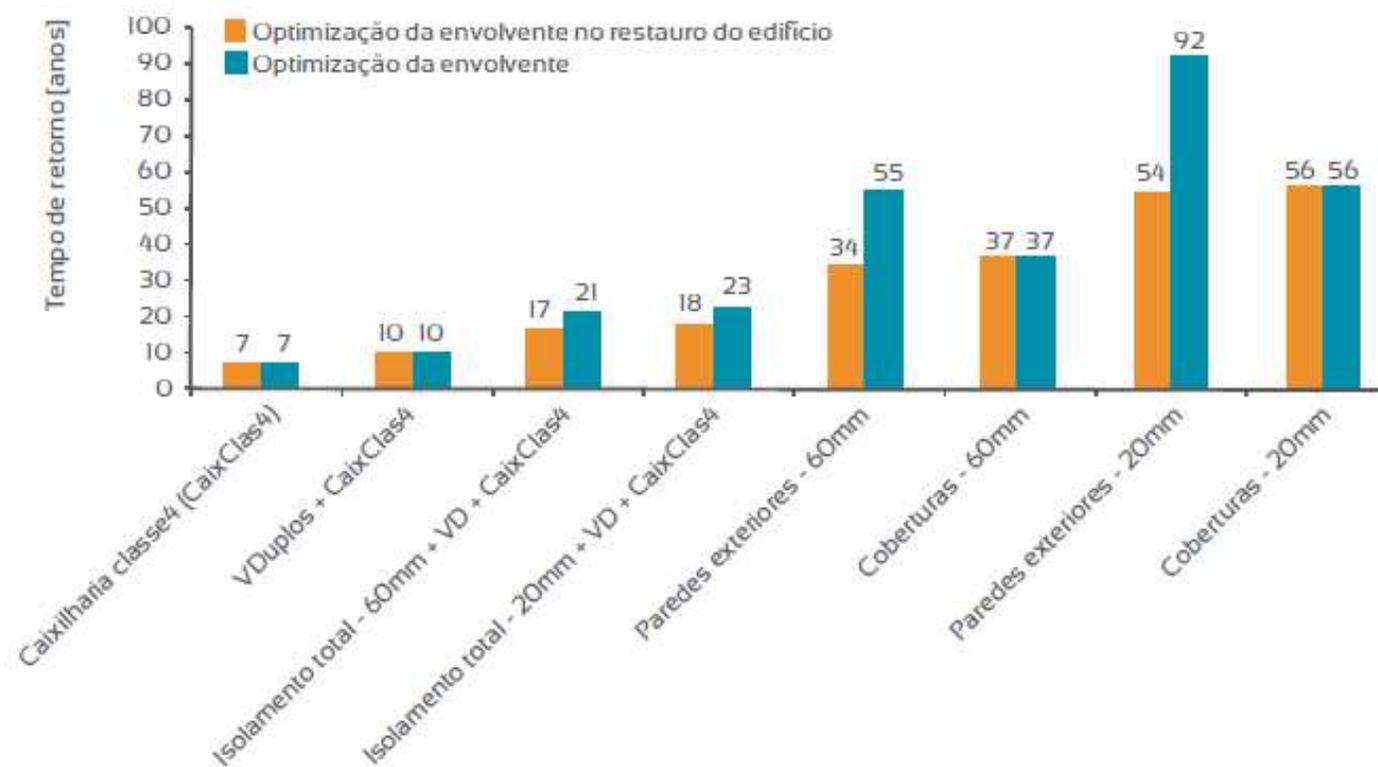


Gráfico 08 Períodos de retorno associados às intervenções realizadas na envolvente do edifício aquando da intervenção de conservação do edifícios considerando níveis de conforto permanentes

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

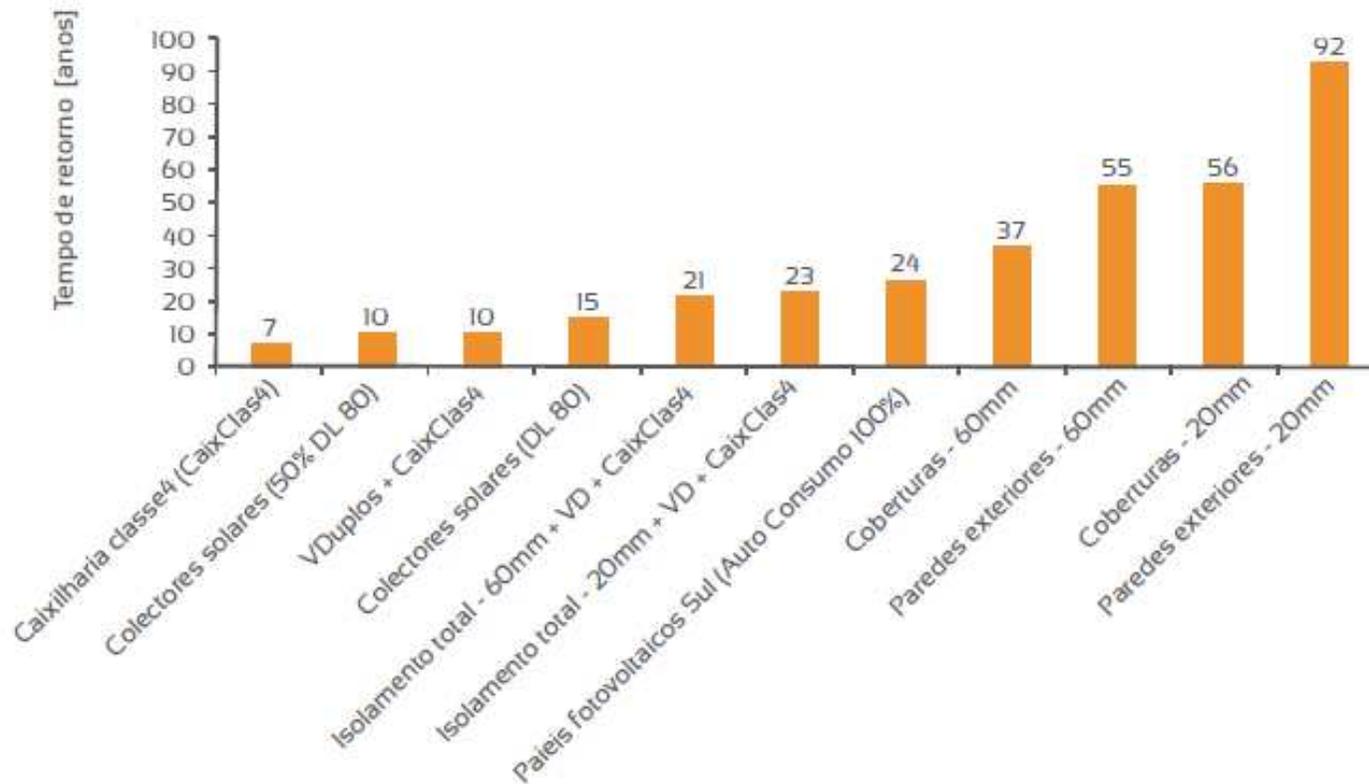


Gráfico 10 Períodos de retorno associados a todas as intervenções, considerando níveis de conforto permanente

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

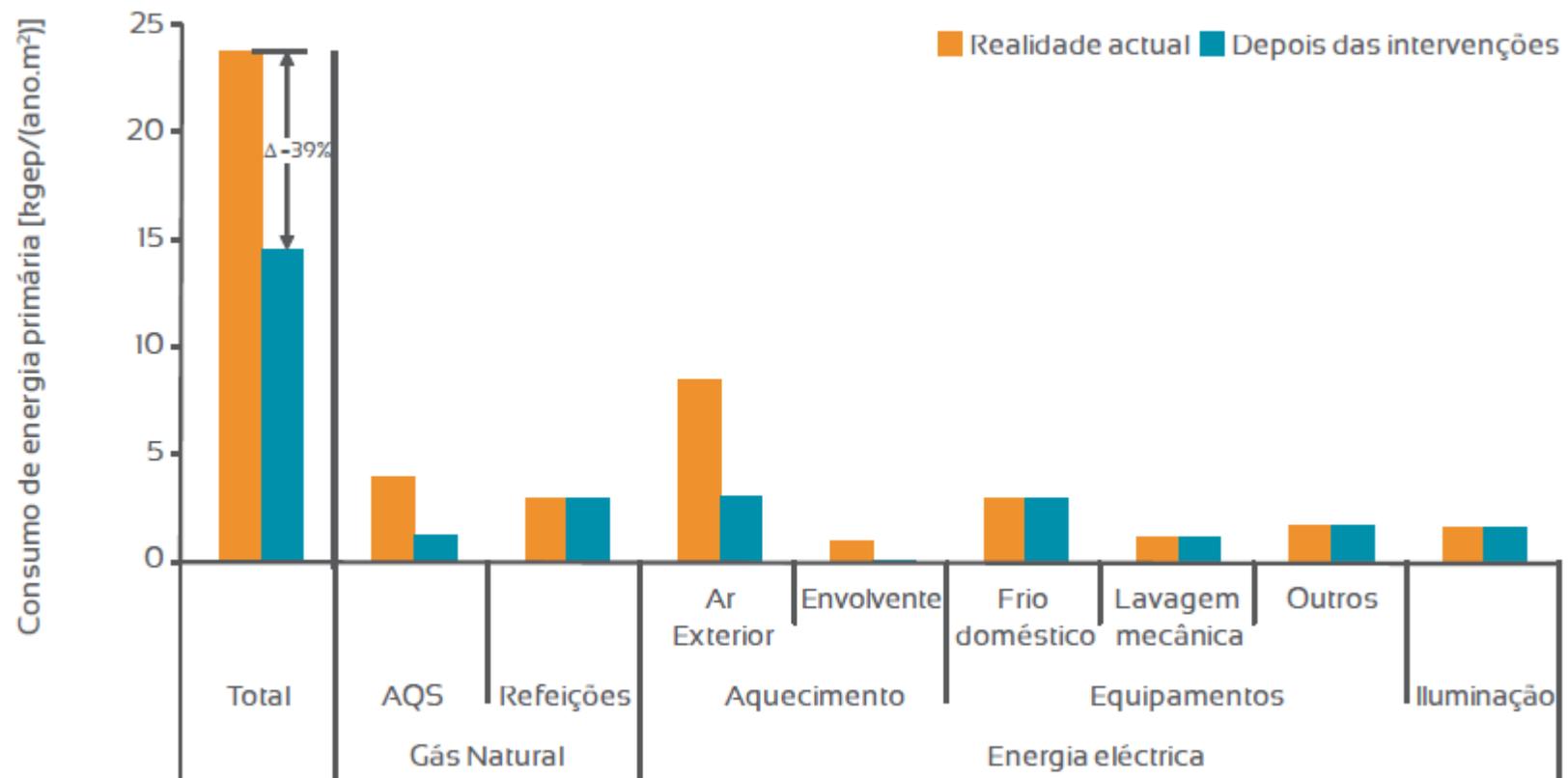


Gráfico II Simulação da matriz energética (energia primária) do edifício após intervenções

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo – Alta de Lisboa

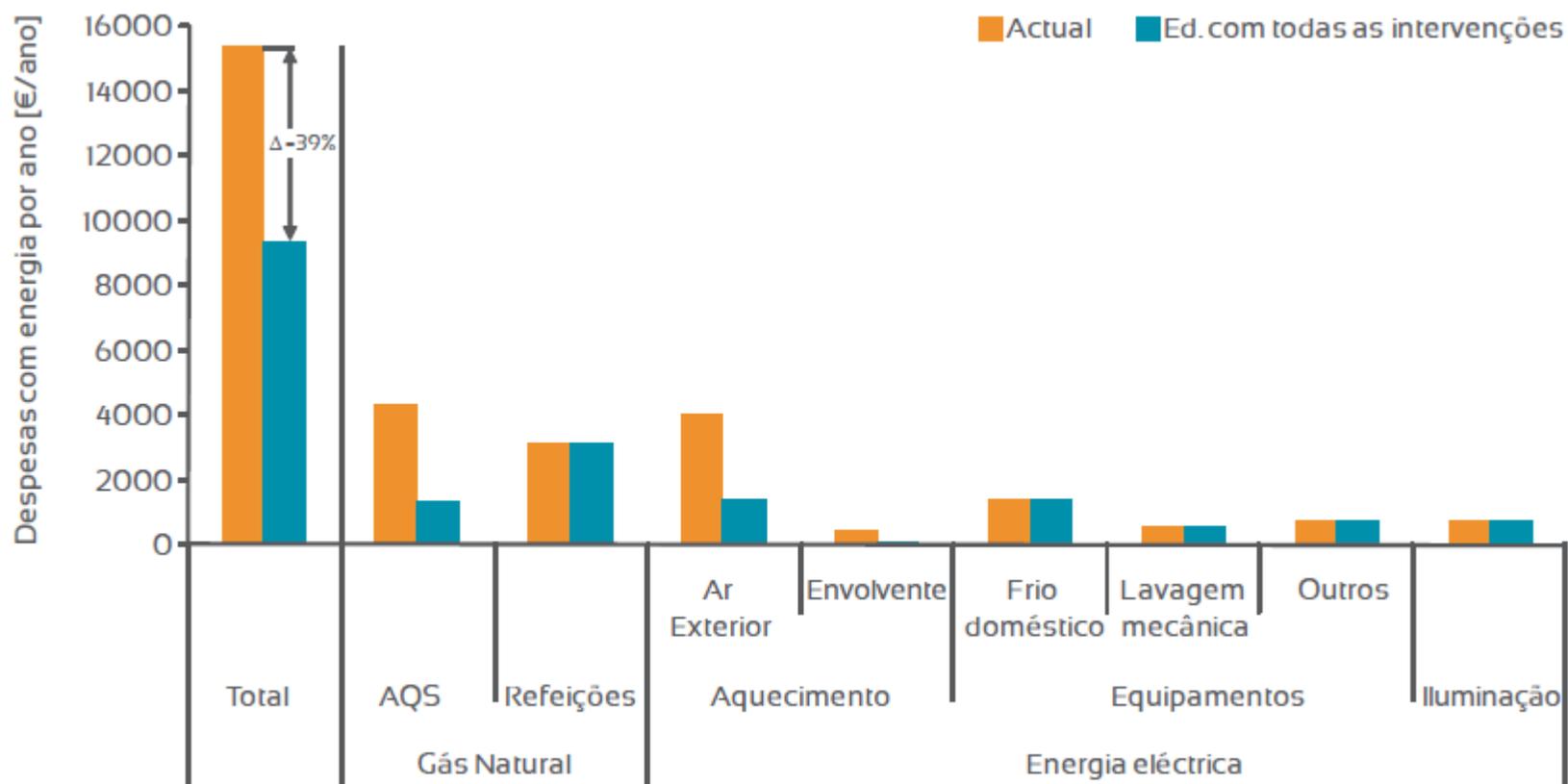
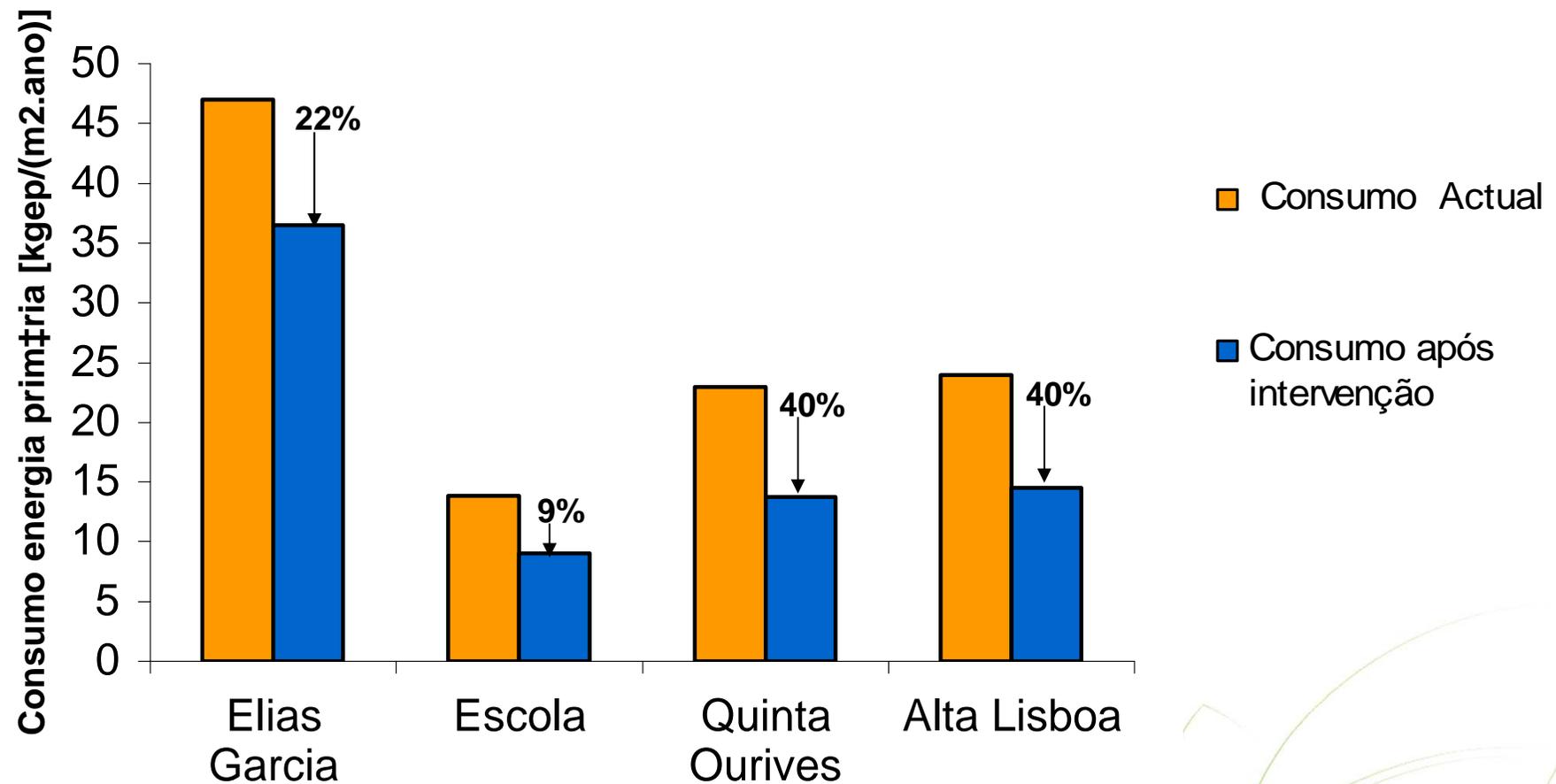


Gráfico 12 Retorno económico das intervenções em termos de redução na factura energética

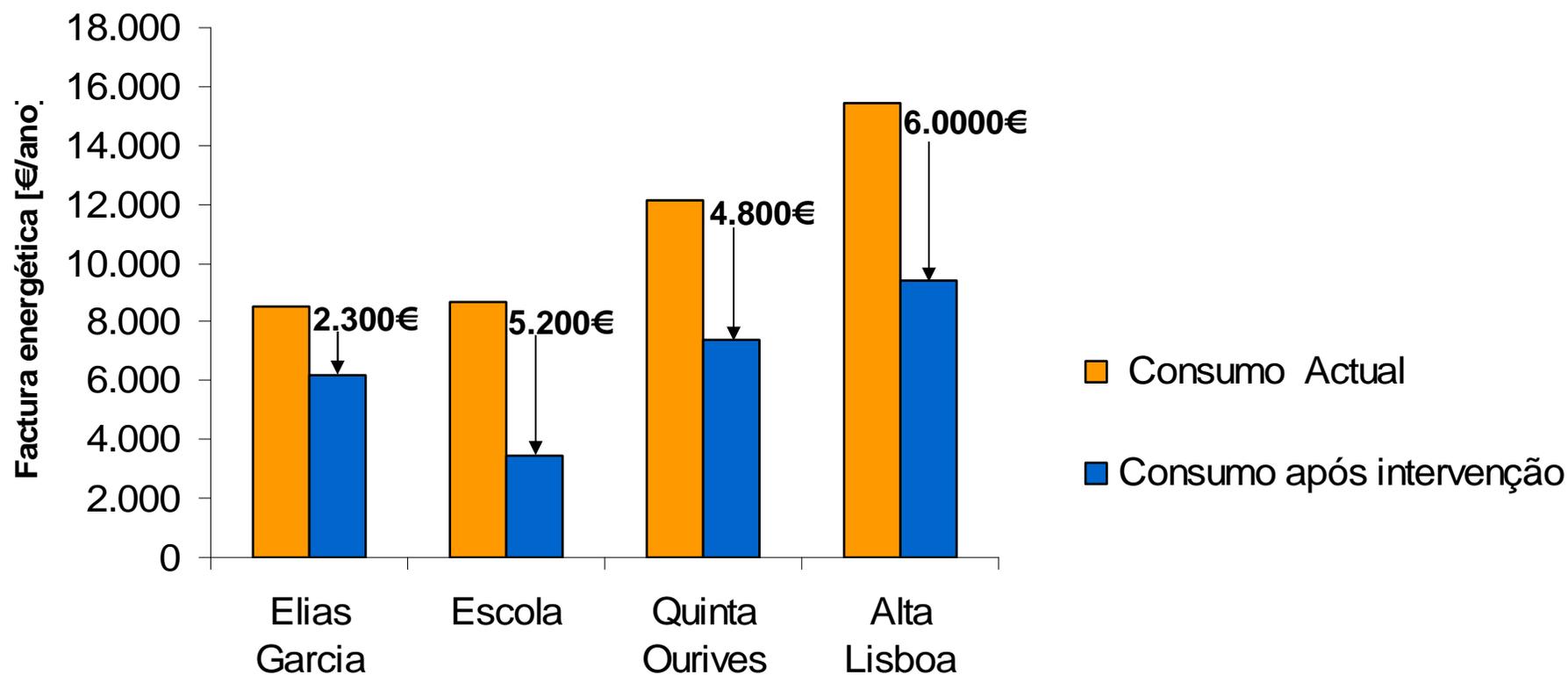
REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Casos de Estudo



REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Reabilitação Energética visa melhorar a qualidade térmica, as condições de conforto habitacional e a eficiência energética dos equipamentos, reduzindo simultaneamente os consumos energéticos;

A intervenção de reabilitação deve ter como base a quantificação e qualificação dos consumos energéticos, que permitem identificar as oportunidades de melhoria;

Intervenções ao nível da envolvente dos edifícios e equipamentos activos:

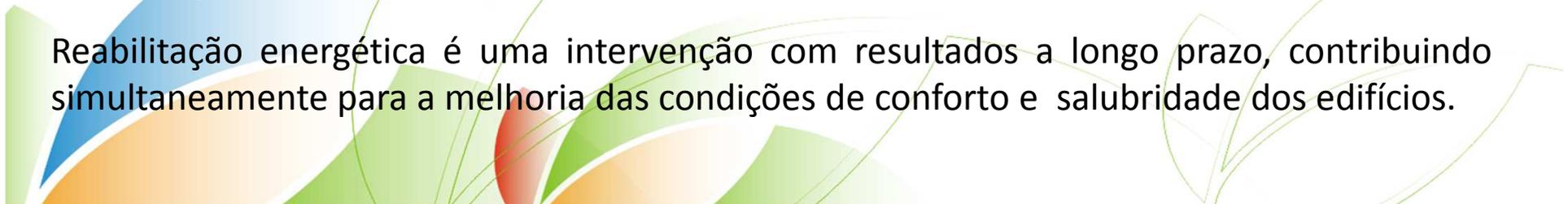
Envolvente – isolamento térmico, janelas eficientes

Equipamentos – climatização, produção de águas quentes, renováveis

A análise custo-benefício das oportunidades de melhoria deve aferir os reais perfis de utilização dos edifícios;

A conjugação das intervenções de reabilitação energética com as intervenções de conservação do edifício permite atingir melhores períodos de retorno;

Reabilitação energética é uma intervenção com resultados a longo prazo, contribuindo simultaneamente para a melhoria das condições de conforto e salubridade dos edifícios.



Obrigada pela V. Atenção

Questões: joanafernandes@lisboaenova.org

