



EDIFÍCIOS SAUDÁVEIS

---

CONSULTORES



# Quinta do Ourives, Lisboa

Simulação Energética Detalhada

Outubro, 2009

# INTRODUÇÃO

# INTRODUÇÃO

- Este trabalho consistiu na avaliação da mais valia energético-ambiental e económica de um conjunto de oportunidades de racionalização de consumos energéticos aplicáveis a um edifício designado por “*Quinta do Ourives*” sito em Lisboa;
- Mais do que a análise deste edifício em concreto, aquilo que está em causa é a possibilidade de extrapolar resultados e conclusões para o restante parque edificado com características semelhantes a este.

# INTRODUÇÃO

- Breve apresentação do edifício;
- Ferramenta de simulação;
- Matriz energética actual;
- Oportunidades de intervenção;
- Síntese e conclusões.

# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

Tipologia de utilização	Residencial
Data de construção	1973
Localização	R. Celestino Alves, Quinta do Ourives, Lisboa
Área construída [m <sup>2</sup> ]	1.150 m <sup>2</sup>
N.º de pisos	6
N.º de fogos:	22 (5 fogos com 36 m <sup>2</sup> , 6 fogos com 52 m <sup>2</sup> e 11 fogos com 60 m <sup>2</sup> )
N.º de habitantes (valor nominal) <a href="#">[1]</a>	72

[\[1\]](#) Número de habitantes calculado tendo em atenção as indicações do DL 80/2006 de 4 de Abril ("Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios")

# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO





# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

Elementos exteriores	Descrição (elementos relevantes (ext → int) <sup>1</sup>	Propriedades térmicas	Notas
Parede exterior	Tinta clara + reboco exterior (e = 20 mm) + tijolo furado (e = 70 mm) + caixa de ar (e = 25 mm) + tijolo furado (e = 110 mm) + reboco interior (e = 20 mm) + tinta clara	$U = 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	
Cobertura	Telhas vermelhas, + desvão ventilado + camada de betão leve de regularização + laje aligeirada (e = 150 mm), + reboco interior (e = 20 mm)	$U_{inv} = 2,80 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ $U_{ver} = 1,95 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Valor de “U” do ITE 28 (Quadro 7.1 e 7.2).
Laje (piso térreo)	Tela impermeabilizante + laje de betão (e = 150 mm) + revestimento de piso (ladrilho, madeira)	$U_{inv} = 2,20 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ $U_{ver} = 2,70 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Valor de “U” do ITE 28 (Quadro 4.1 e 4.2).

<sup>1</sup> Elementos construtivos definidos na sequência da visita ao edifício e de acordo c/ o especificado no documento da .Edifícios Saudáveis “Reabilitação Sustentável para Lisboa: Simulação Energética Detalhada” de Agosto de 2008.

# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

Vãos envidraçados	Descrição <sup>1</sup>	Coefficiente de transmissão térmica	Notas
Vidros	Vidro simples incolor (e = 6 mm)	$U = 5,80 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Valor de "U" do ITE 28.
Caixilharia	Alumínio (Classe 1 da EN 12207)	$\lambda = 230 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$	Considerou-se que a taxa de renovação associada a esta caixilharia é dupla da mínima sugerida pelo DL80, visto que são de fraca qualidade.
Sombreamento ext.	Persiana: Réguas Plásticas, Cor Clara	Factor solar = 0,07	Activado das 23 às 7 horas.

Elementos interiores	Descrição (elementos relevantes) (ext → int) <sup>1</sup>	Coefficiente de transmissão térmica	Notas
Parede interior	Tinta clara + reboco interior (e = 20 mm) + tijolo furado (e = 70 mm) + reboco interior (e = 20 mm) + tinta clara	$U = 2,20 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	
Laje (entre pisos)	Revestimento de piso (ladrilho, madeira) + Laje aligeirada (e = 150 mm) + reboco interior (e = 20 mm)	$U_{inv} = 1,75 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ $U_{ver} = 2,30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Valor de "U" do ITE 28 (Quadro 5.1 e 5.2).

<sup>1</sup> Elementos construtivos definidos na sequência da visita ao edifício e de acordo c/ o especificado no documento da .Edifícios Saudáveis "Reabilitação Sustentável para Lisboa: Simulação Energética Detalhada" de Agosto de 2008.



# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

- Iluminação

- Potência instalada: 5 W/m<sup>2</sup>



Lâmpadas por cada 100 m <sup>2</sup>			
Incandescentes		Fluorescentes compactas	
Potência [w]	Qtd [un]	Potência [w]	Qtd [un]
100	1	20	1
40	3	18	3
25	6	15	3
-	-	11	1
370	10	130	8



- Horas de funcionamento anuais: 1.130 (3 horas/dia)

- Consumo anual: 6.520 [kWh/ano]



# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

- Equipamentos:

	Classe	Consumo [kWh/ano]	Taxa de Penetração
Frigorífico + Congelador	C	551 <sup>1</sup>	50% <sup>1</sup>
	F	835 <sup>1</sup>	50% <sup>1</sup>
Máquina de lavar roupa	G	240 <sup>2</sup>	80% <sup>3</sup>
Máquina de lavar louça	G	396 <sup>2</sup>	20% <sup>3</sup>
Computadores	–	200 <sup>2</sup>	30% <sup>2</sup>
Áudio visuais	–	335 <sup>2</sup>	100% <sup>2</sup>

<sup>1</sup> A distribuição do parque de frigoríficos existentes pelas classes de eficiência C (50%) e F (50%) é da responsabilidade da Edifícios Saudáveis. Os consumos associados a estas classes correspondem a equipamentos de mercado.

<sup>2</sup> Fonte: – “Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial”, DGEG, 2004

<sup>3</sup> Fonte: Lisboa E – Nova.



# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

- Preparação de refeições<sup>1</sup>
  - Consumo: 0,98 kWh/refeição
  - Numero de refeições diárias por pessoa: 1,8
  
- AQS<sup>2</sup>
  - Consumo médio diário: 40 [L/(pessoa.dia)];
  - Temperatura de consumo: 60 °C ( $\Delta T=45$  °C);
  - N° de dias anuais com consumo: 365

<sup>1</sup> Fonte: “Matriz energética da madeira”.

<sup>2</sup> Fonte: “DL 80/2006 de 4 de Abril”.



# APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

- O edifício não dispõe de um sistema de aquecimento centralizado em nenhuma das fracções. O aquecimento (a existir) é garantido por sistemas eléctricos de efeito de joule.
- A este nível foram assumidas as seguintes hipóteses:
  - período de funcionamento: 07:00 → 23:00 (fora deste período considera-se que o edifício não é aquecido);
  - dois níveis de conforto:
    - **100% 100%:** a temperatura nos espaços não desce abaixo dos 20°C em 100% do período em análise (07:00 – 23:00) e em 100% da área útil de pavimento;
    - **50% 50%:** a temperatura nos espaços não desce abaixo dos 20°C em 50% do período em análise (07:00 – 23:00) e em 50% da área útil de pavimento.

# FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO



# FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

- EnergyPlus (V2.2, Novembro de 2008);



- Ferramenta de simulação universalmente reconhecida, desenvolvida pelo Lawrence Berkeley National Laboratory sob encomenda do U.S. Department of Energy (DOE);
- Vocacionado para a modelação de sistemas de aquecimento, ventilação arrefecimento e iluminação;





# FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

- Notas finais:

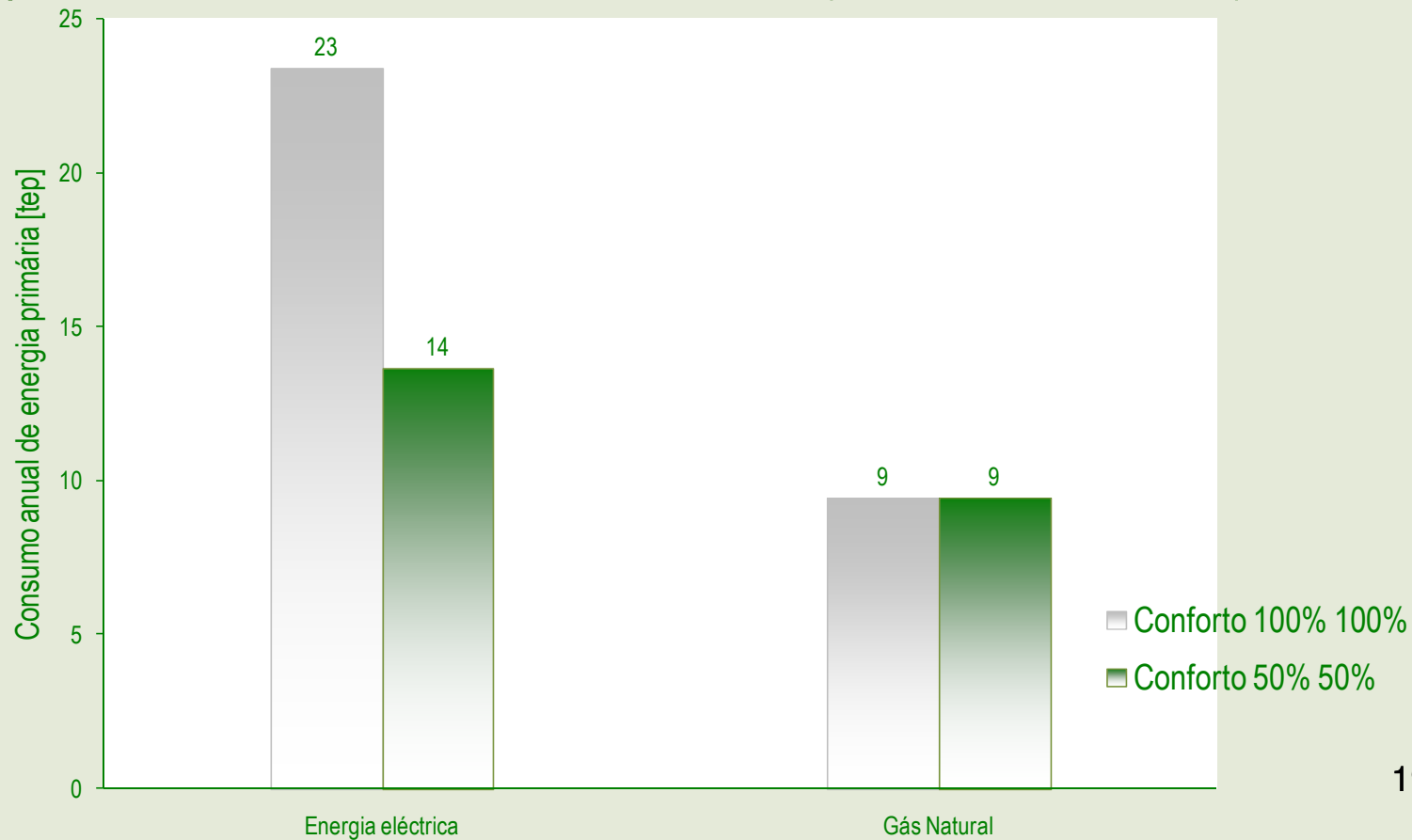
Descrição	Preço	Unidade	Fonte
Custo da electricidade	0,114	[€/kWh]	Facturas da EDP
Custo do GN [€/kWh]	0,068	[€/kWh]	Galp energia
Custo das pellets [€/kWh]	0,048	[€/kWh]	Zantia, Climatização
Conv. da electricidade em EP	0,290	[kgep/kWh]	DL 80/2006
Conv. do GN em EP [kgep/kWh]	0,086	[kgep/kWh]	DL 80/2006
Factor de emissão da electricidade [kg CO <sub>2</sub> /kWh]	0,470	[kg CO <sub>2</sub> /kWh]	Portaria 63/2008
Factor de emissão do GN [kg CO <sub>2</sub> /kWh]	0,202	[kg CO <sub>2</sub> /kWh]	Instituto do Ambiente
Factor de emissão das pellets [kg CO <sub>2</sub> /kWh]	0,055	[kg CO <sub>2</sub> /kWh]	“Gren Certificate System in Belgium”

# SITUAÇÃO ACTUAL



# SITUAÇÃO ACTUAL

- “*Supply side*”
  - Aquecimento ambiente a electricidade (das 7:00 às 23:00)





# SITUAÇÃO ACTUAL

- Simulação / Facturação

	Facturas [MWh/ano]	Simulação [MWh/ano]	
		Nível de conforto	
		100% 100%	50% 50%
Energia eléctrica	41	81	47
Gás Natural <sup>1</sup>	Não disponível	110	

Os resultados apontam para uma utilização parcial do aquecimento.

Para efeitos de situação actual será considerado um factor de conforto 50% 50%.

<sup>1</sup> AQS e preparação de refeições.



# SITUAÇÃO ACTUAL

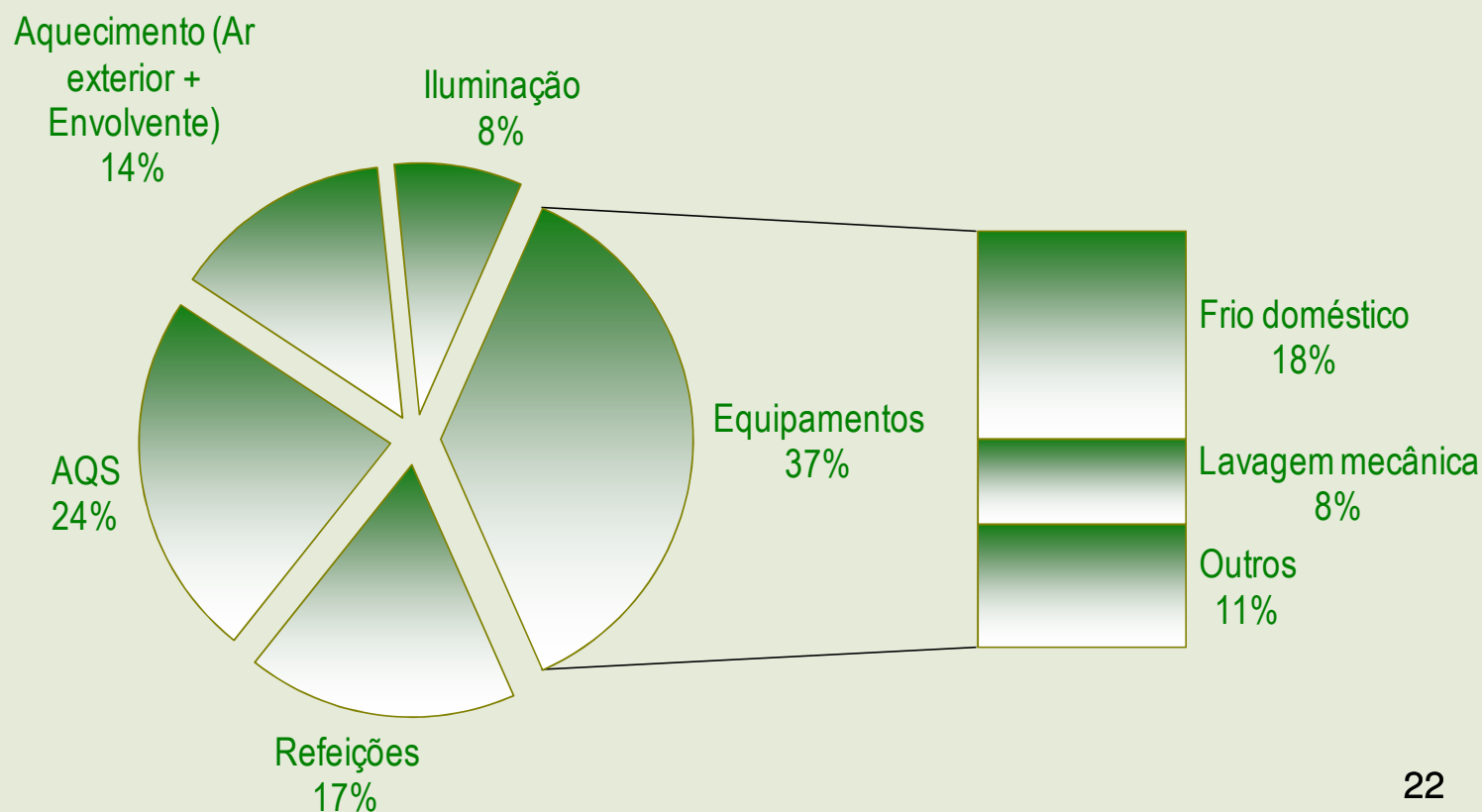
- Indicadores de funcionamento energético (50% / 50%):

Indicador	Parâmetro (valores anuais)		
	CO <sub>2</sub>	Valor	Energia Primária
Total	44 ton	12.800 €/ano	23 tep/ano
Por unidade de área (m <sup>2</sup> )	38 kg/m <sup>2</sup> .ano	11 €/m <sup>2</sup> .ano	20 kgep/m <sup>2</sup> .ano
Per capita	614 kg/pessoa.ano	178 €/pessoa.ano (340 €/família.ano)	320 kgep/pessoa.ano



# SITUAÇÃO ACTUAL

- “*Demand side*” (energia primária) (50% / 50%)



# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO



# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

- Edifício:
  - Isolamento térmico de paredes e coberturas (placas de 20 mm e de 60 mm);
  - Reabilitação dos vãos envidraçados:
    - Substituição das caixilharias mantendo os vidros simples (aumento de estanqueidade);
    - Substituição de caixilharias e dos vidros simples por vidros duplos;
- Integração de energias renováveis:
  - Painéis solares térmicos para produção de água quente sanitária:
    - 1 m<sup>2</sup>/pessoa (72 m<sup>2</sup>, 50% da área de cobertura com orientação favorável);
    - 0,5 m<sup>2</sup>/pessoa (36 m<sup>2</sup>, 25% da área de cobertura com orientação favorável);
  - Painéis solares fotovoltaicos (ocupando a totalidade da área de cobertura com orientação favorável – 130 m<sup>2</sup>, 6 m<sup>2</sup>/família, 0,84 kW<sub>pico</sub> instalado/família):
    - 100% auto-consumo;
    - 50% da energia produzida exportada para a rede com tarifa bonificada (≈ 0,5 €/kWh)

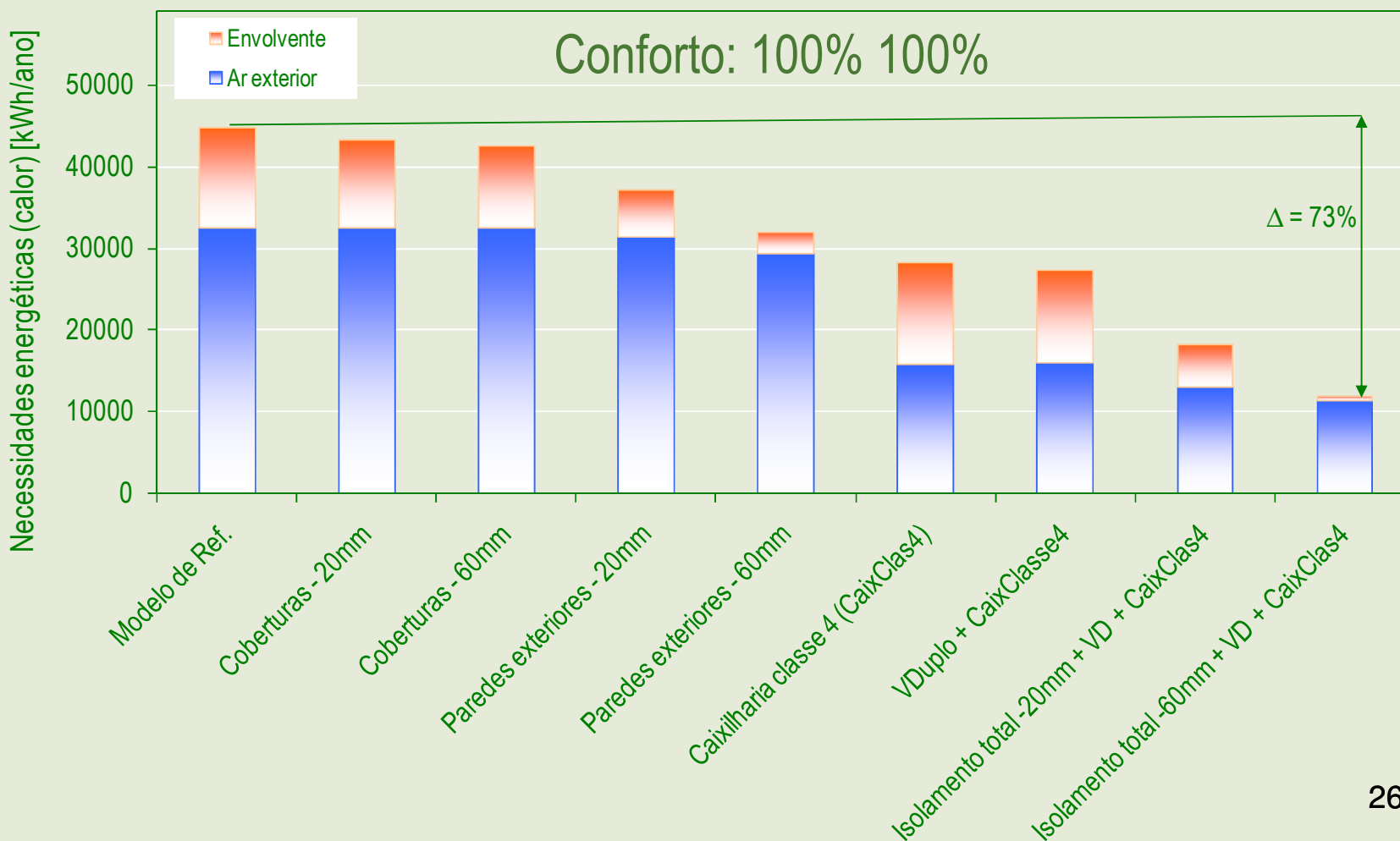




# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

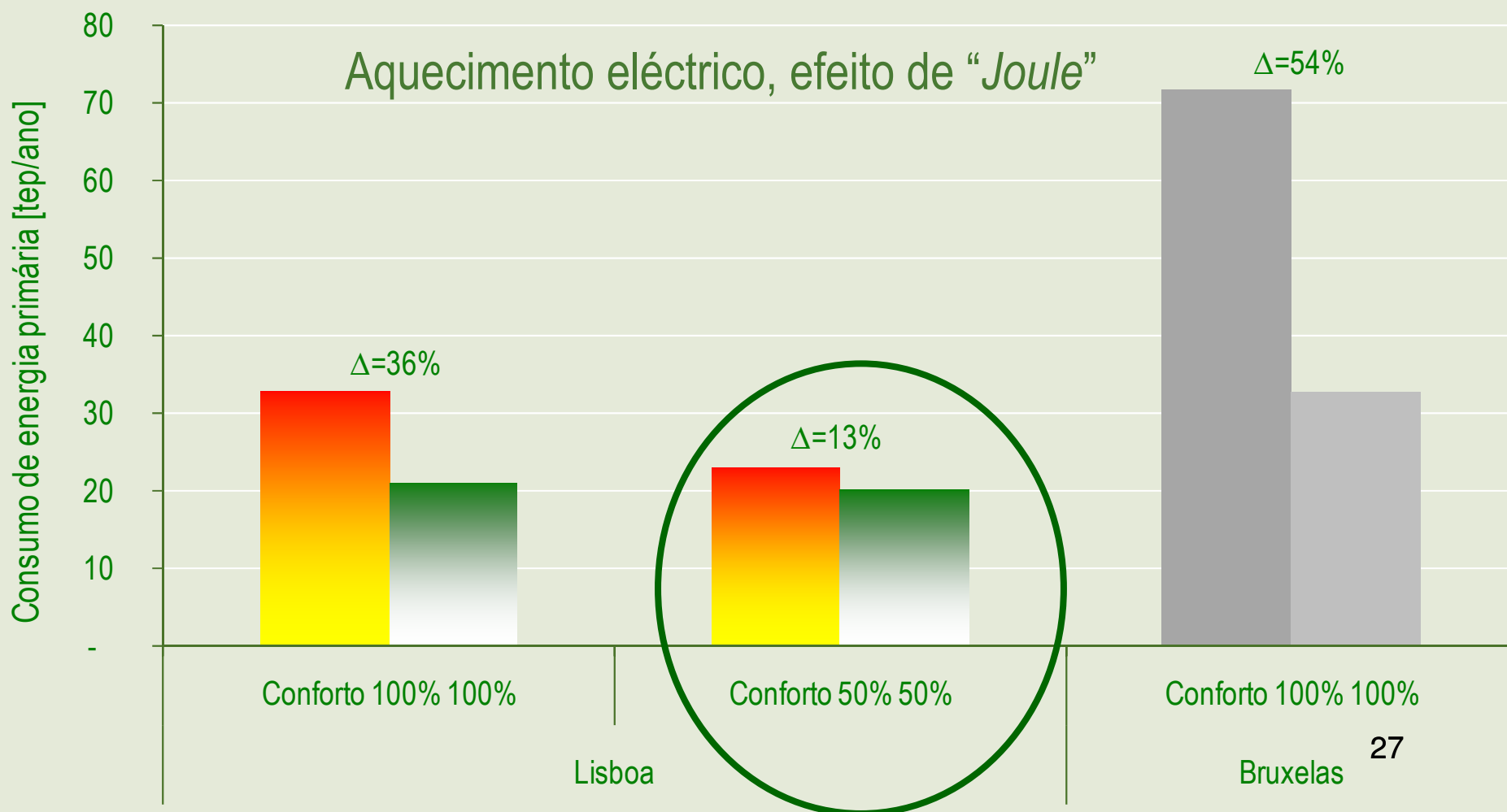
- Sistema de iluminação:
  - Substituição das lâmpadas incandescentes (75% da potência actualmente instalada em iluminação) por lâmpadas fluorescentes compactas. Para os mesmos níveis de iluminação, esta substituição resulta numa diminuição da potência instalada superior a 50%;
- Equipamentos:
  - Substituição de frigoríficos e máquinas de lavar louça e roupa por outras equivalentes mas com classes de eficiência correspondentes às melhores actualmente disponíveis.

# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO



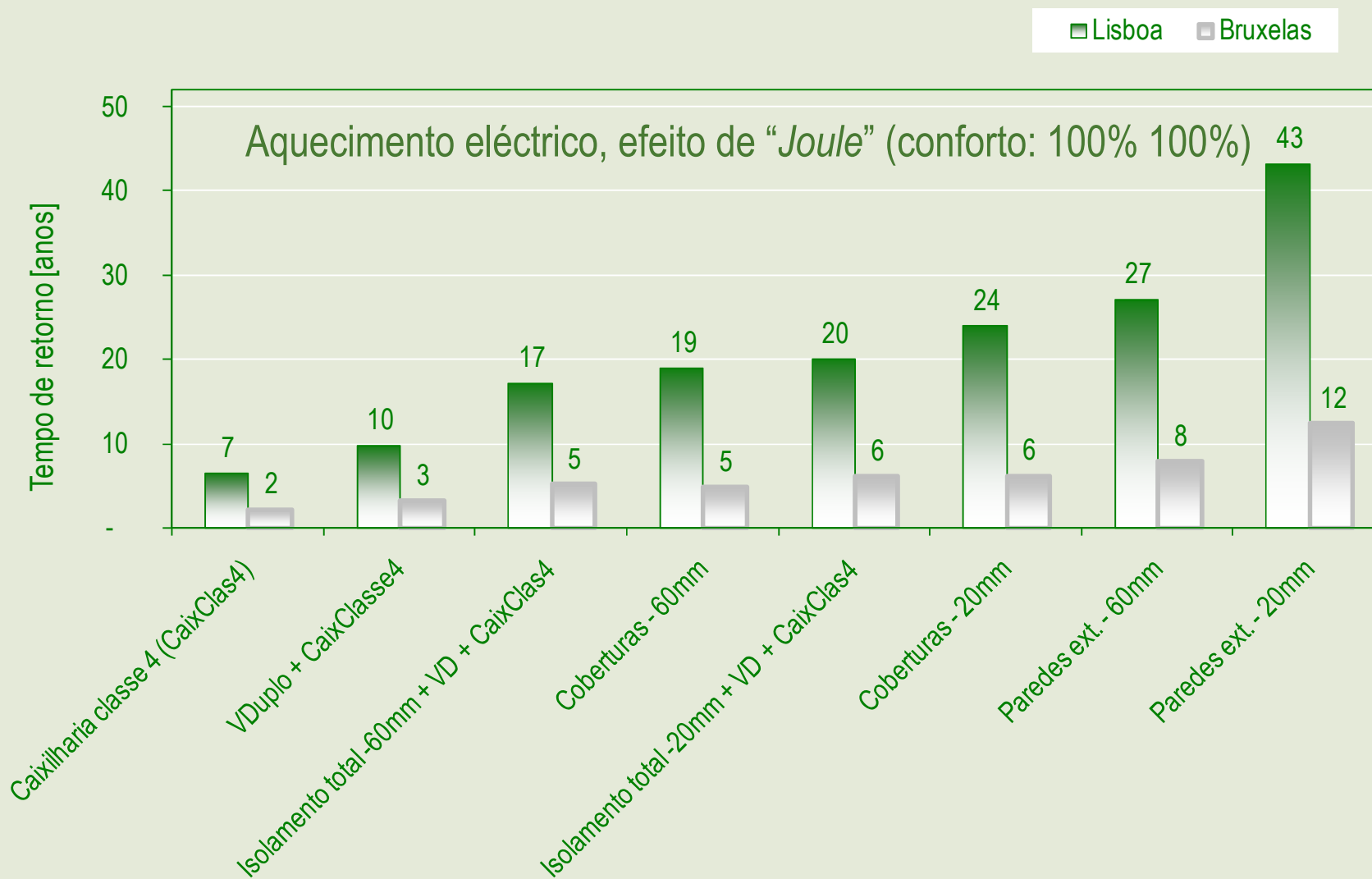
# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

Actual      Envolvente melhorada (Cobertura 60mm + Parede 60mm + CaixClass4 + VD)

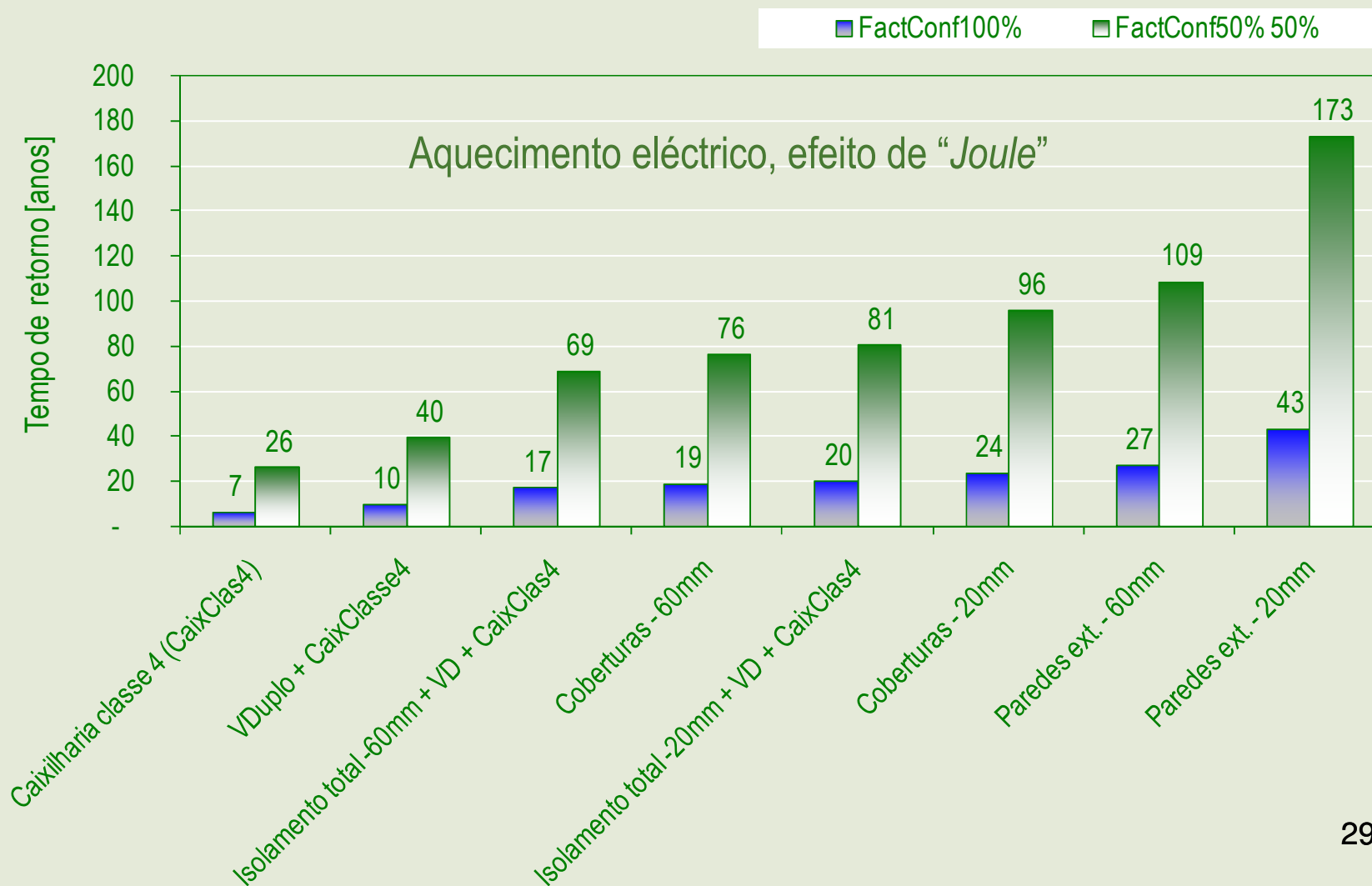




# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

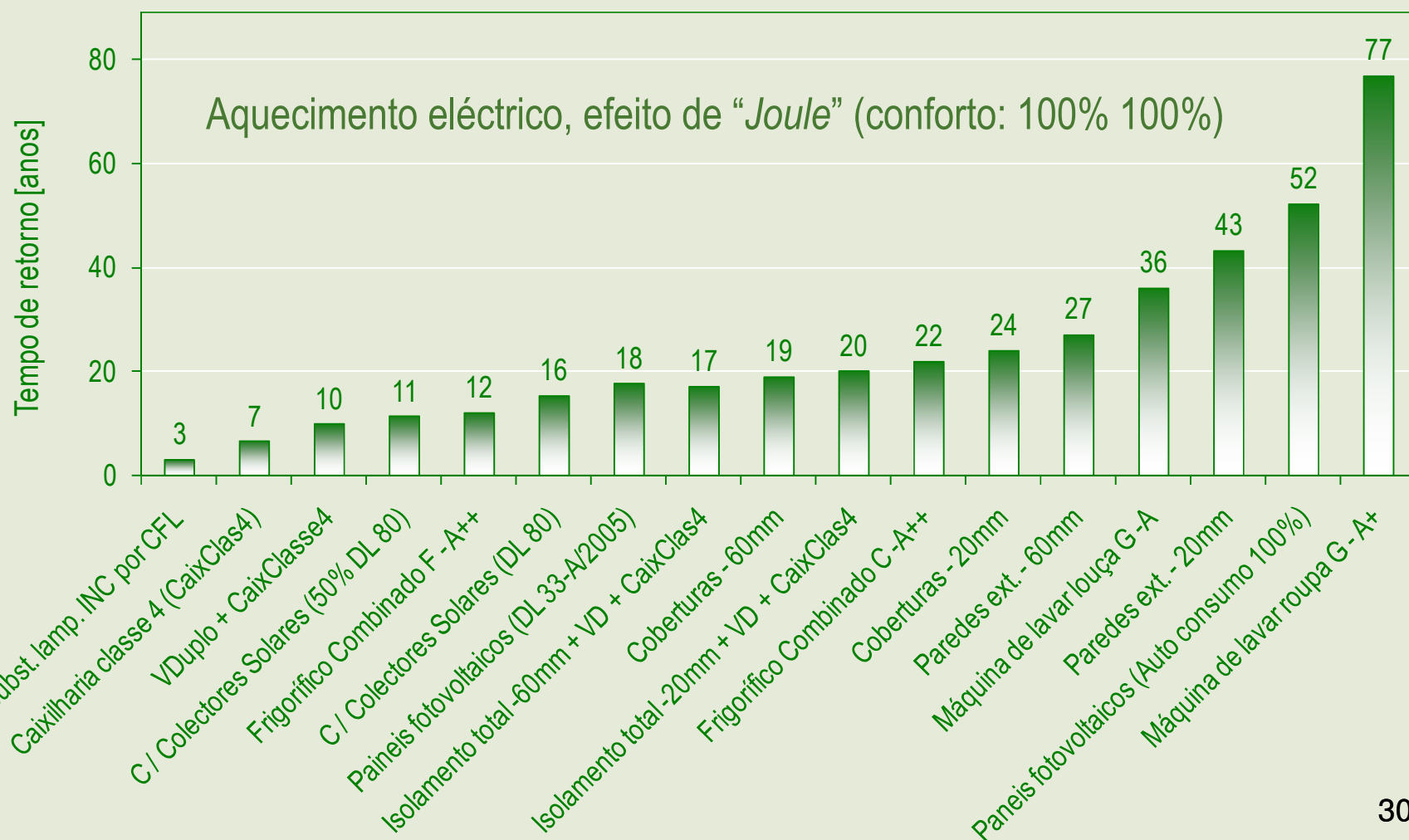


# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO



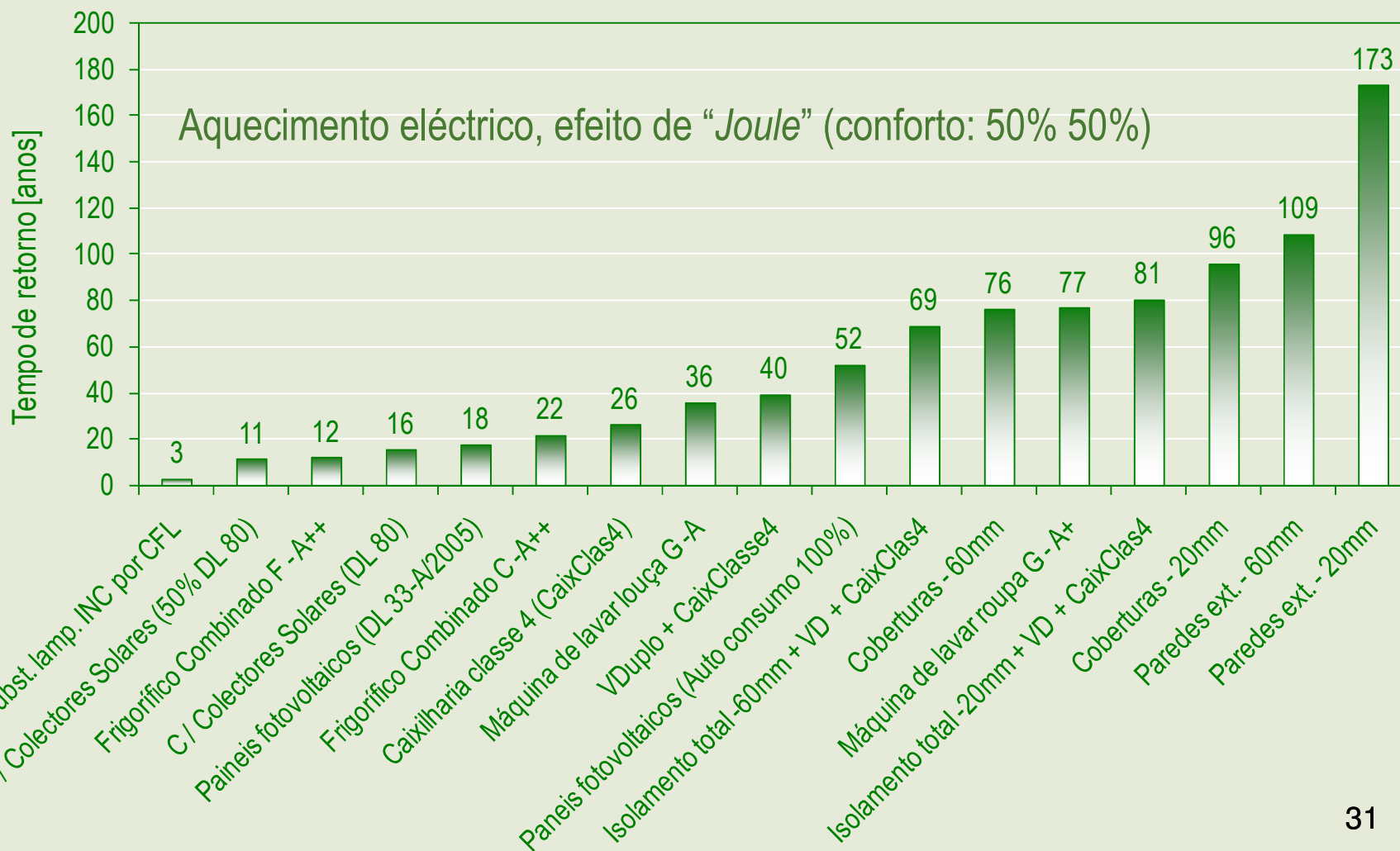


# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

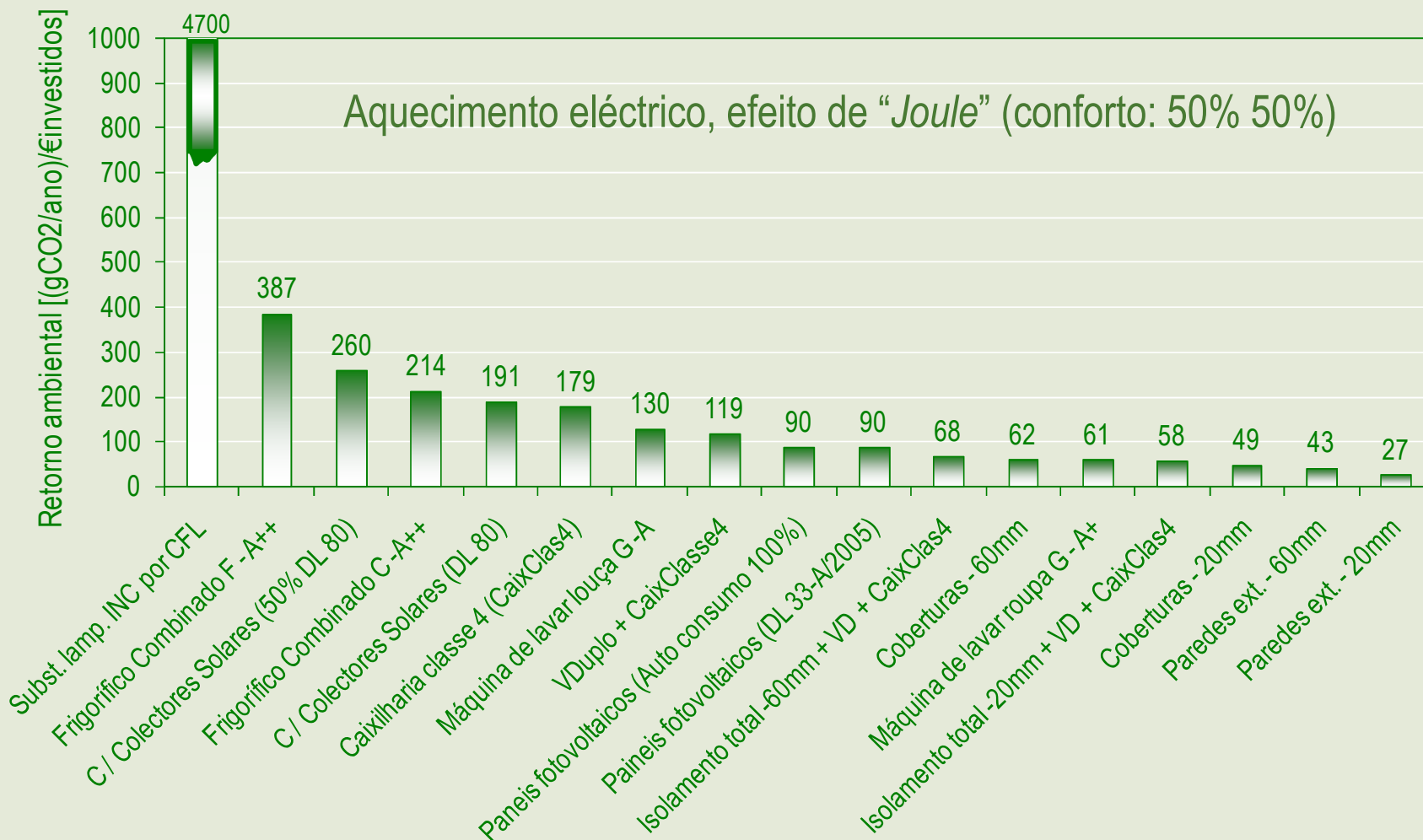




# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

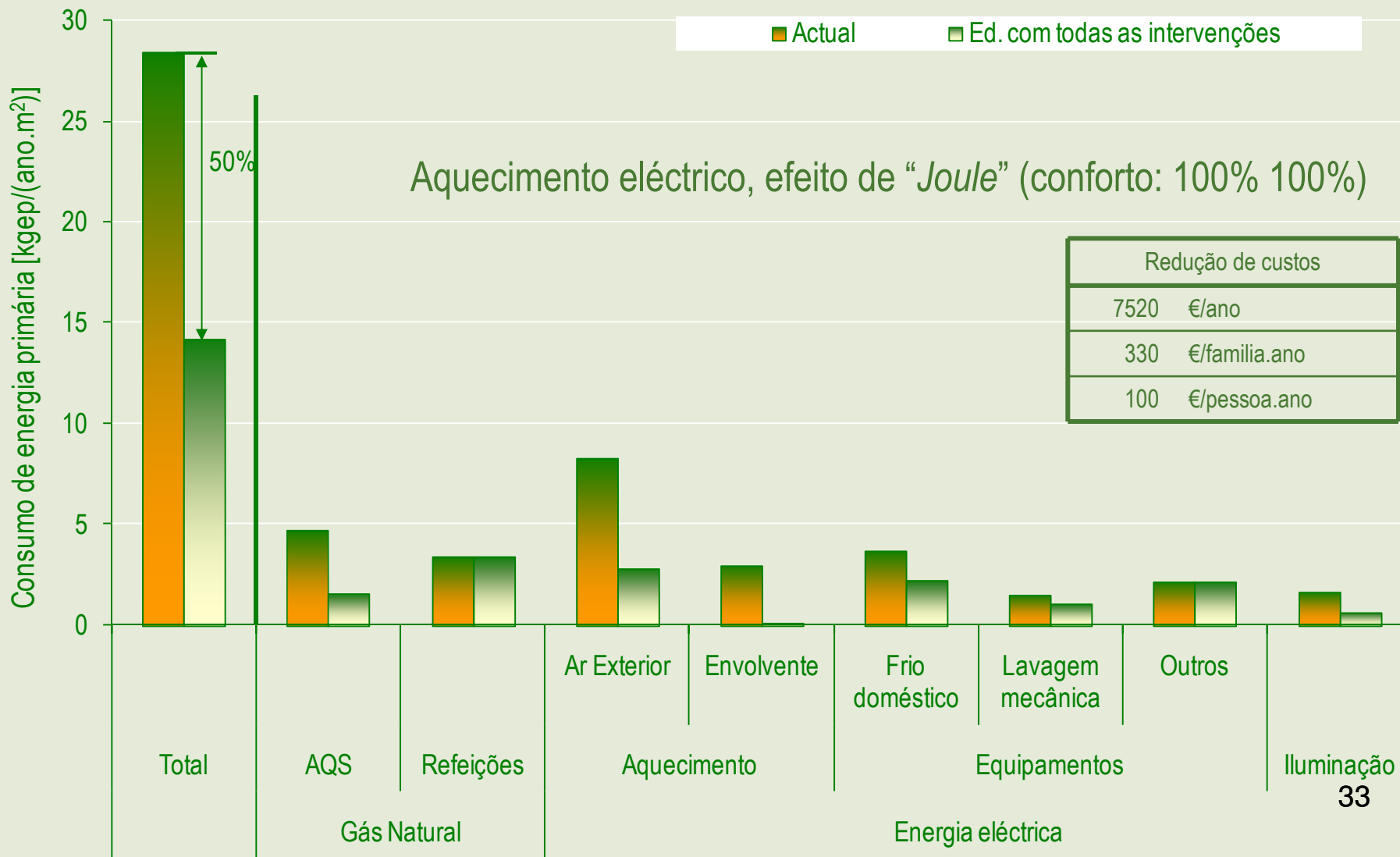


# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO

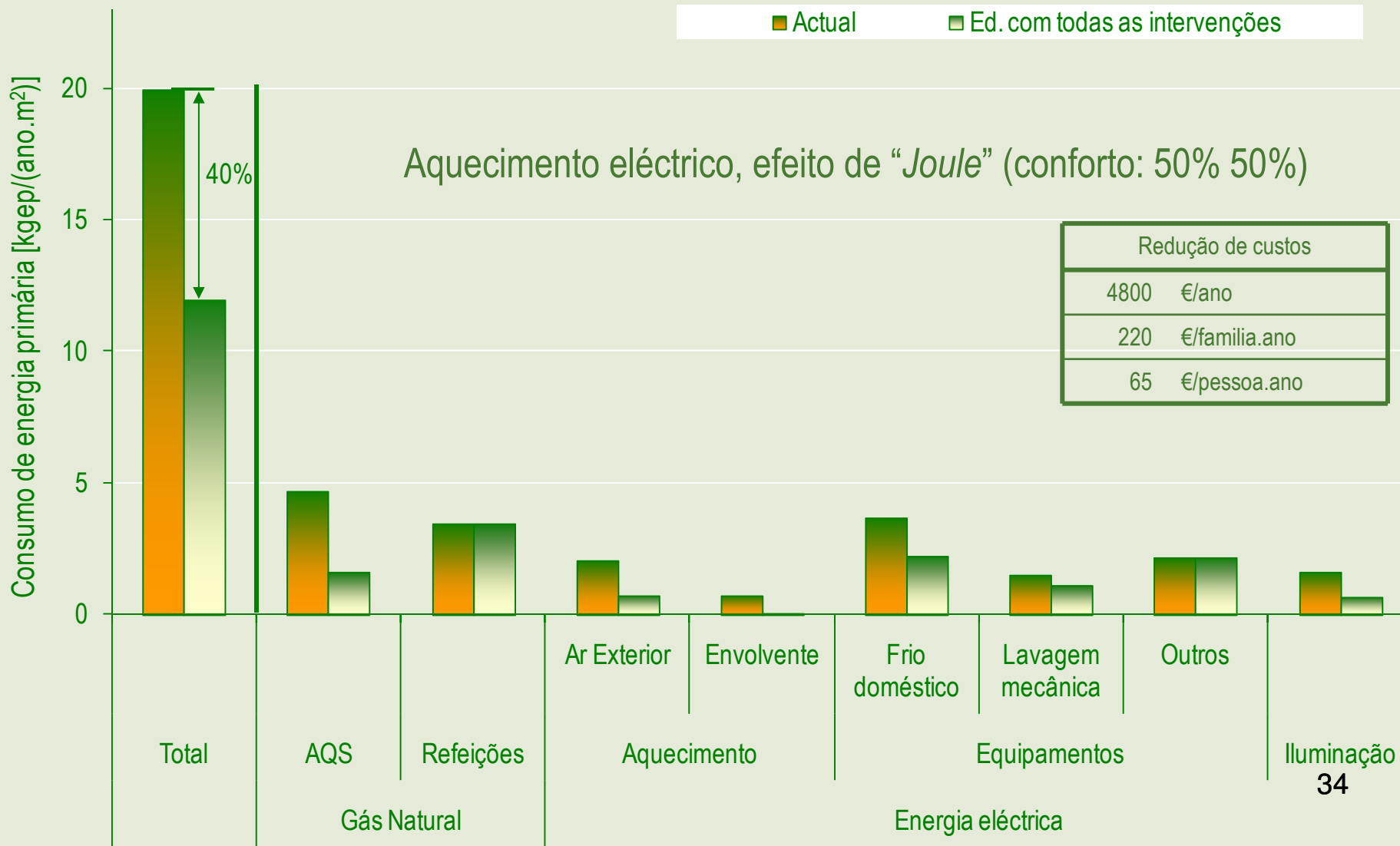




# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO



# OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO



# SÍNTESE E CONCLUSÕES

# SÍNTESE E CONCLUSÕES

- Um edifício dos anos 70, sito na Quinta do Ourives em Lisboa e cujas características relevantes, numa perspectiva energética, são representativas de um parque edificado significativo foi detalhadamente caracterizado:
  - Envolvente;
  - Equipamentos e sistemas energéticos;
  - Condições de utilização;
- Seguidamente foi transformado num modelo matemático (com recurso a uma ferramenta de simulação energética universalmente reconhecida) e o seu desempenho energético simulado;
- Os consumos energéticos simulados, muito próximos dos reais, atestam a qualidade dos resultados obtidos.

# SÍNTESE E CONCLUSÕES

- Seguidamente foram identificadas e analisadas oportunidades de intervenção no sentido da racionalização dos seus consumos energéticos:
  - Edifício (isolamento térmico, caixilharias e envidraçados);
  - Integração de energias renováveis (painéis solares térmicos e fotovoltaicos);
  - Equipamentos e sistemas energéticos (iluminação, frigoríficos e máquinas de lavar);
- A implementação conjunta de todas as medidas estudadas e passíveis de implementação simultânea conduziria a uma redução:
  - entre 40% a 50% nos consumos de energia primária e nas emissões de CO<sub>2</sub> do edifício;
  - a uma economia anual de cerca de 200 – 300 €/família;
  - a uma redução das emissões de CO<sub>2</sub> per capita entre 250 a 400 kg/ano. As emissões totais per capita associadas à utilização de energia ascendem, em Portugal, a cerca de 5.700 kg/ano (2004)<sup>1</sup>

# SÍNTESE E CONCLUSÕES

- No entanto, também implicaria um investimento global de 146 k€:
  - 57 k€ em intervenções de reabilitação da envolvente (paredes e coberturas com 60 mm de isolamento e vãos envidraçados), tipicamente suportadas pelo proprietário do edifício ( $TR_{100\% 100\%} = 17$  anos / ( $TR_{50\% 50\%} = 69$  anos. Pouco exigentes em termos de manutenção e de grande durabilidade);
  - 44 k€ em intervenções relacionadas com a integração de energias renováveis (painéis solares), tendencialmente suportadas pelo proprietário (TR = 16 anos, não considerando nenhum tipo de subsídio). Durabilidade moderada e com alguns requisitos de manutenção);
  - 45 k€ em intervenções relacionadas com os sistemas e equipamentos energéticos existentes em cada apartamento, tipicamente suportadas pelos utilizadores (TR = 40 anos. Durabilidade moderada e com requisitos de manutenção / operação).

# SÍNTESE E CONCLUSÕES

- A mais valia económica e ambiental de cada medida individual foi calculada pelo que caberá agora aos decisores a ponderação de todas as variáveis e a definição da melhor estratégia para a “*Reabilitação Sustentável para Lisboa*” (VERTENTE ENERGIA).



EDIFÍCIOS SAUDÁVEIS

---

CONSULTORES