

Indicadores de desempenho e de vulnerabilidade às alterações climáticas

Reunião de divulgação de resultados do projeto AdaPT AC:T
Hotéis parceiros do projeto

Lisboa, LNEC, 25 de maio de 2016



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Sumário

1. Aspetos gerais
2. Indicadores de desempenho: gerais hotéis
3. Indicadores de desempenho: sistemas e equipamentos
4. Indicadores de desempenho: subsectores
5. Indicadores de vulnerabilidade às AC

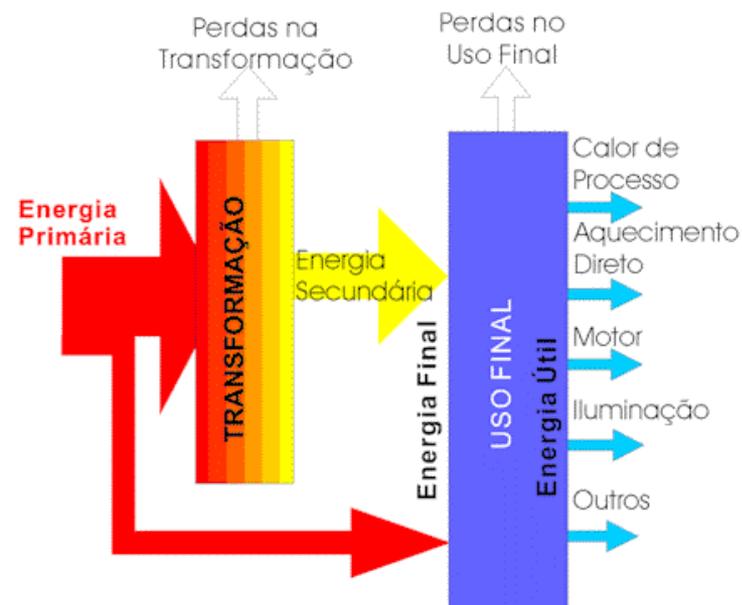
Indicadores

- Indicadores de desempenho são um conjunto de valores que permitem avaliar continuamente a evolução de uma determinada atividade/processo, permitindo analisar, avaliar e melhorar o processo.
- Cada indicador deve possuir uma meta e forma de determinar.
- Na regulamentação de eficiência energética nos edifícios (DL 118/2013 e posteriores alterações) existem indicadores para os consumos do edifício e para subsistemas.
- **IEE Indicador de eficiência energética:** o indicador de eficiência energética do edifício, expresso por ano em unidades de energia primária por metro quadrado de área interior útil de pavimento (kWh/m².ano), distinguindo-se, pelo menos, três tipos: o IEE previsto (IEE_{pr}), o efetivo (IEE_{ef}) e o de referência (IEE_{ref});

$$IEE = IEE_S + IEE_T - IEE_{ren}$$

Energia

- **Energia primária:** a energia que pode ser utilizada diretamente ou que vai ser sujeita a transformação. Engloba recursos energéticos não renováveis como carvão mineral, petróleo bruto, gás natural e minérios radioativos e os recursos renováveis (radiação solar direta, biomassa, resíduos, recursos hídricos, vento e geotermia). Kwhep.
- **Energia final,** a energia utilizada diretamente pelo utilizador final (kWh).
- **Energia útil :** está diretamente relacionada com a eficiência dos equipamentos que consomem energia final (kWh).



Fonte	Fpu (kWhep/kWh)
Eletricidade	2.5
Combustíveis sólidos, líquidos, gasosos não renováveis	1.0
Energia térmica de origem renovável	1.0

Indicadores de eficiência energética típicos

Energia primária:

- Edifício:
 - kWhep/m².ano
 - kWhep/PAX
 - kWhep/Quarto
- Subsetores:
 - kWhep/m².ano
 - kWhep/PAX
 - kWhep/cover
 - kWhep/kg roupa
 - ...

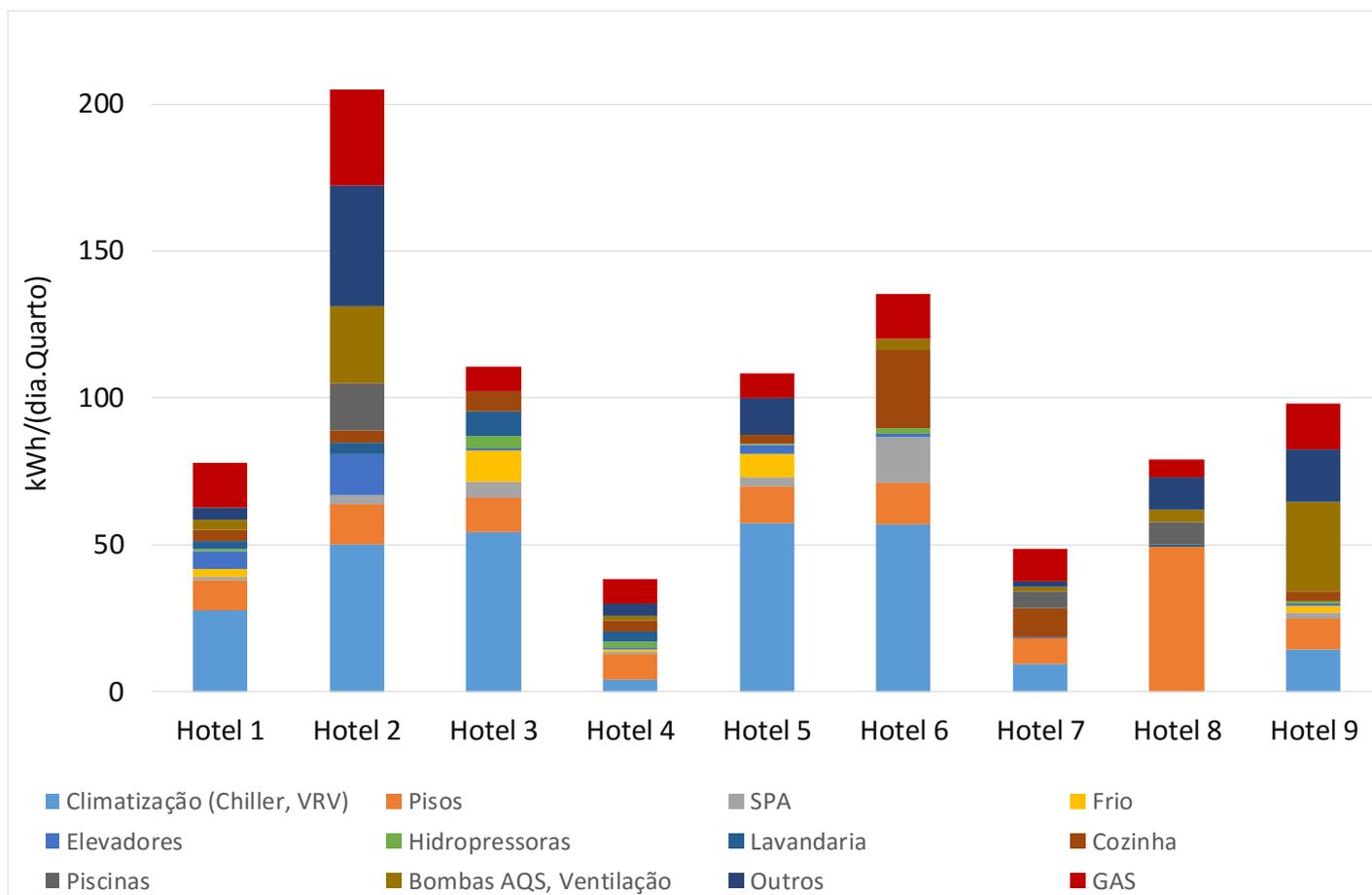
Energia final:

- Eletricidade (kWh)
- Combustíveis (kWh)

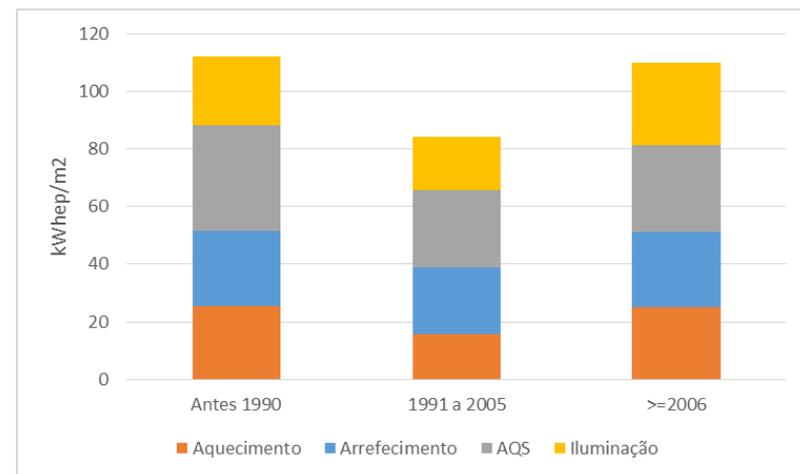
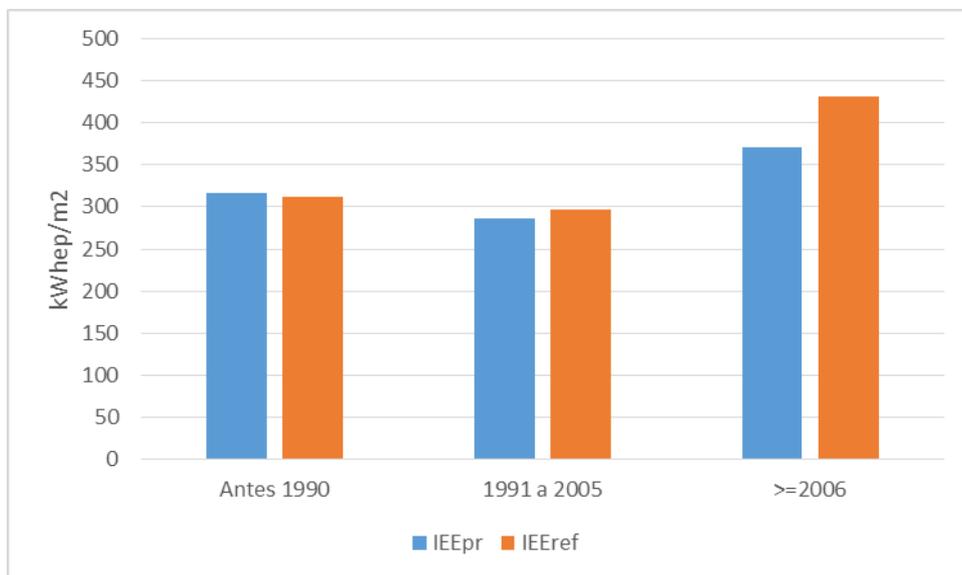
Indicadores de desempenho de sistemas e equipamentos:

COP, EER, SFP, SPP, ...

Distribuição das necessidades de energia primária auditoria



Eficiência energética RECS



- Apesar da evolução dos materiais, nota-se que os hotéis mais antigos são menos dependentes da energia não-renovável que os >2006!
- Todos apresentam necessidades equivalentes às de referência, sendo que >2006 apresentam maior eficiência

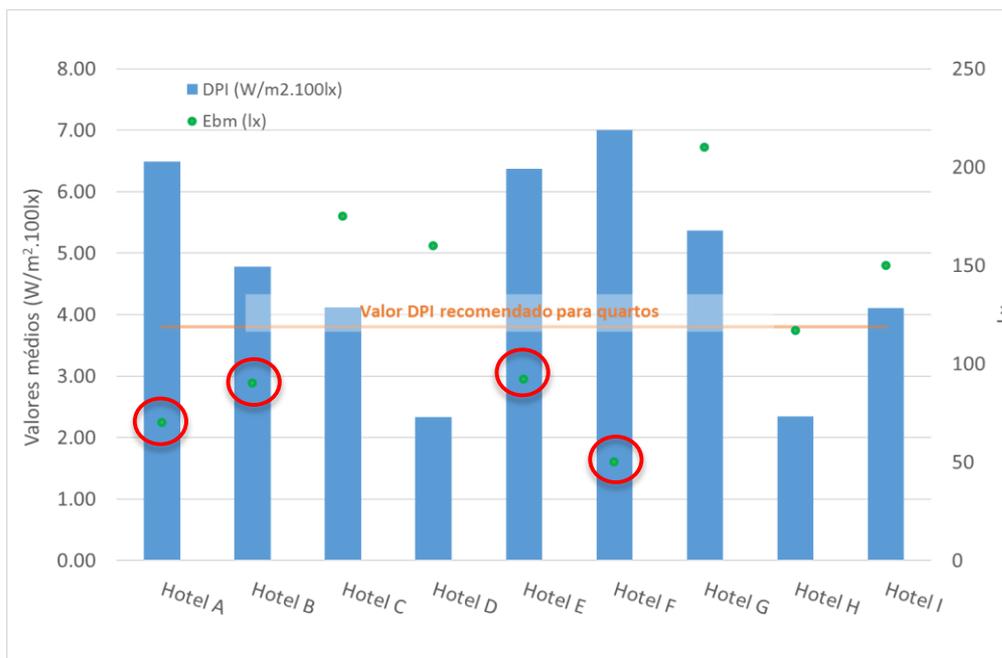
Sistemas energéticos

Iluminação: DPI W/100 lx

Quadro 8 – Recomendação: sistemas de iluminação

Zona	Iluminância mantida E_m (lx)	Densidade de potência de iluminação DPI ($W/m^2 \cdot 100lx$)
Entrada, hall, lobby	100	3.8
Corredores	100	3.8
Lounge	200	3.8
Receção	300	3.8
Cozinha	500	3.4
Lavandaria	300 (750 zonas de inspeção e costura)	3.4
Restaurante buffet	300	3.8
Salas de conferência	500	2.4
Quartos	100 (valor de referência, a norma EN 12464-1 não apresenta valor)	3.8
Escritórios	300 a 500	2.1 até 6 pessoas, 2.4 restante
Estacionamento	75 (300 entrada e saída durante o dia)	3.4

Iluminação: DPI W/100 lx



- Hotel H, iluminação satisfatória e eficiente, consumo de cerca de 2.5 W/m²;
- Hotel F, iluminação insuficiente e baixo rendimento, consumo de cerca de 3.5 W/m². Para proporcionar nível satisfatório 7 W/m²!
- 20 m², 4h/dia, 200 quartos ~ 480 kWh/mês ~

Iluminação: problemas registados Booking.com 2014-2015



Sistemas de arrefecimento (EER=Pot frio/Pot elétrica)

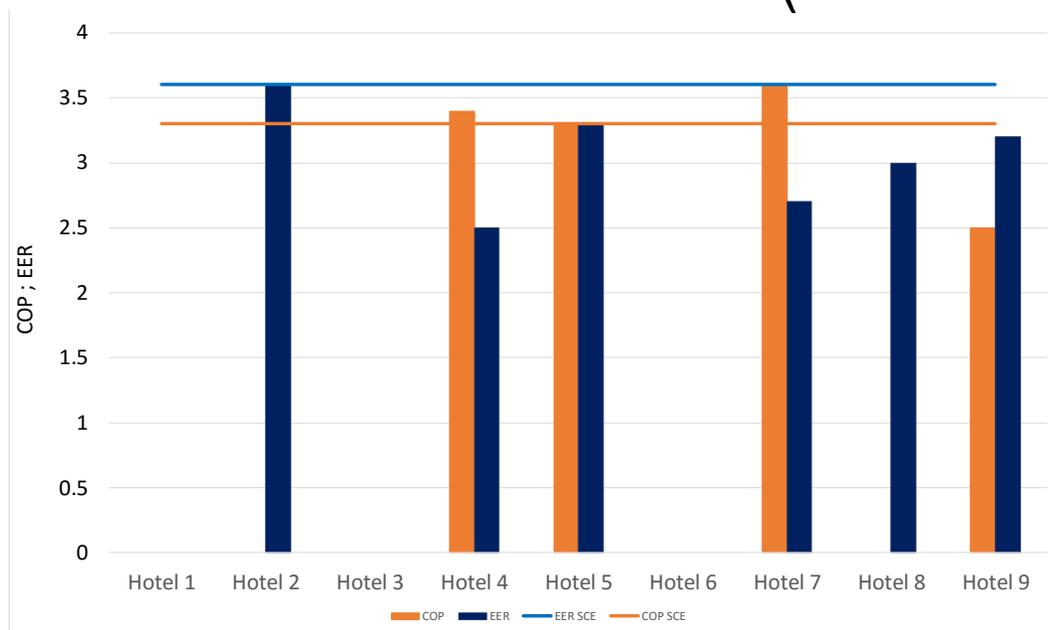
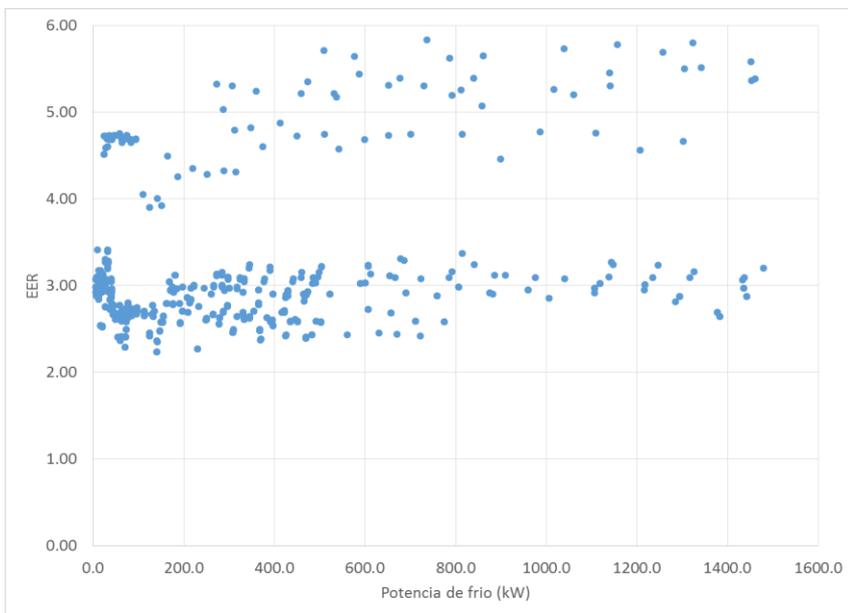


Tabela I.17 - Classificação do desempenho de unidades do tipo *chiller* bomba de calor de compressão

Classe	Unidades com permuta exterior a ar		Unidades com permuta exterior a água	
	Arrefecimento	Aquecimento	Arrefecimento	Aquecimento
A	EER ≥ 3,1	COP ≥ 3,2	EER ≥ 5,05	COP ≥ 4,45
B	3,1 > EER ≥ 2,9	3,2 > COP ≥ 3,0	5,05 > EER ≥ 4,65	4,45 > COP ≥ 4,15
C	2,9 > EER ≥ 2,7	3,0 > COP ≥ 2,8	4,65 > EER ≥ 4,25	4,15 > COP ≥ 3,85
D	2,7 > EER ≥ 2,5	2,8 > COP ≥ 2,6	4,25 > EER ≥ 3,85	3,85 > COP ≥ 3,55
E	2,5 > EER ≥ 2,3	2,6 > COP ≥ 2,4	3,85 > EER ≥ 3,45	3,55 > COP ≥ 3,25
F	2,3 > EER ≥ 2,1	2,4 > COP ≥ 2,2	3,45 > EER ≥ 3,05	3,25 > COP ≥ 2,95
G	EER < 2,1	COP < 2,2	EER < 3,05	COP < 2,95

Sistemas de arrefecimento: eficiências típicas

Chiller



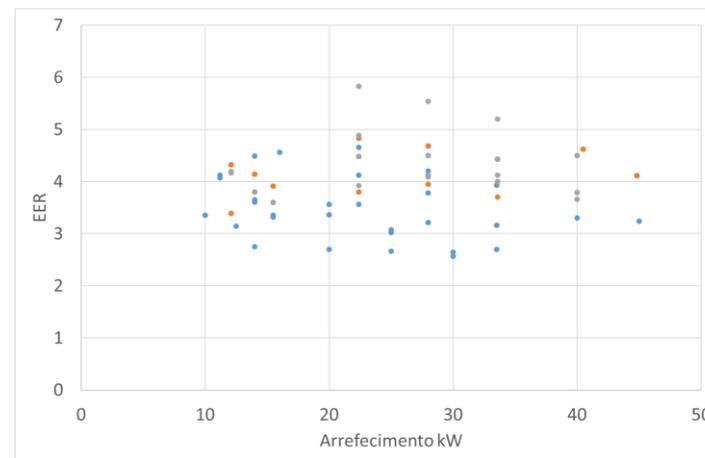
RECS:

Chiller AR, $EER \geq 2.9$

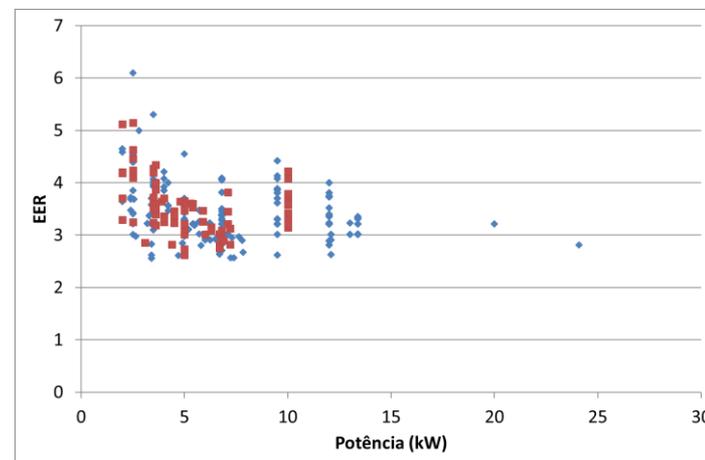
Chiller Agua, $EER \geq 4.65$

Splits, VRV $EER > 3.0$

VRV



Splits

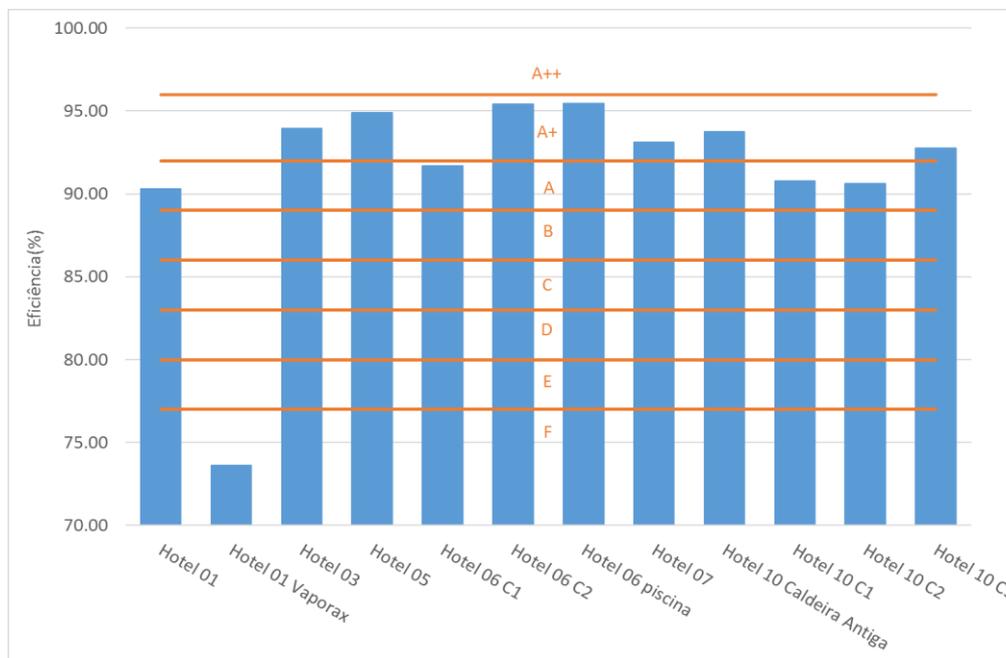


Sistemas de arrefecimento: Ordem de grandeza do efeito de EER

Sistema	EER	Arrefecimento (kW)	Bomba água arrefecida (kW)	Bomba Torre Arrefecimento (kW)	Ventilo-convector (kW)	Torre (kW)	Eletricidade Total (kW)	Eletricidade (EUR/mês)	Água (EUR/mês)	Total (EUR/mês)
Chiller água	5.5	109.1	4.5	10.7	7.0	8.0	139.3	3259	908	4166
AdaPT -	3.8	157.9	4.5	11.5	7.0	8.0	188.9	4421	908	5329
Splits	3.5	171.4					171.4	4011	0	4011
AdaPT -	3.0	200.0					200.0	4680	0	4680
Chiller ar	3.2	187.5	4.5		7.0		199.0	4657	0	4657
AdaPT -	2.1	285.7	4.5		7.0		297.2	6955	0	6955

Considerando potência de arrefecimento de 600 kW,
25% das horas de um mês.

Produção de calor: Caldeiras a gás (η)



Classe A após 31 dezembro de 2015

Classe B até 31 dezembro de 2015

Consumo de AQS: Ordem de grandeza do efeito de η

Sistema	η	Térmico (kWh/PAX)	Perdas Tubagem (kWh/d)	Térmico total (kWh/d)	Gás (kWh/d)	Gás (EUR/mês)	Água (EUR/mês)	Total (EUR/mês)
Caldeira A++	98%	7.6	77.8	2616.2	2669.6	5606	1646	7253
Caldeira AdaPT+	96%	7.6	77.8	2616.2	2725.2	5723	1646	7369
Caldeira AdaPT -	90%	7.6	77.8	2616.2	2906.8	6104	1646	7751
Termoacumulador	95%	7.6	0.0	2538.4	2672.0	10421	1646	12067
Caldeira A++	98%	3.8	77.8	1347.0	1374.4	2886	823	3710
Caldeira AdaPT+	96%	3.8	77.8	1347.0	1403.1	2946	823	3770
Caldeira AdaPT -	90%	3.8	77.8	1347.0	1496.6	3143	823	3966
Termoacumulador	95%	3.8	0.0	1269.2	1336.0	5210	1646	6857

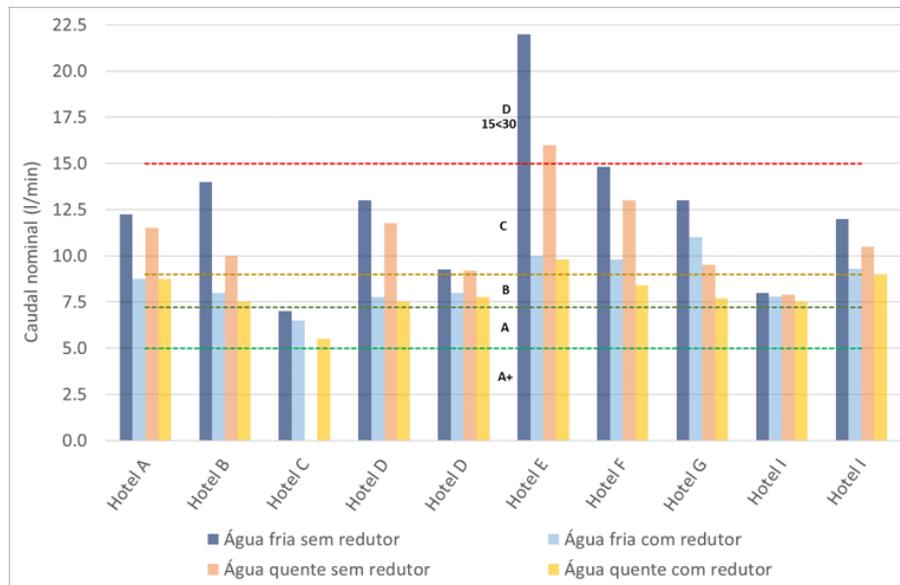
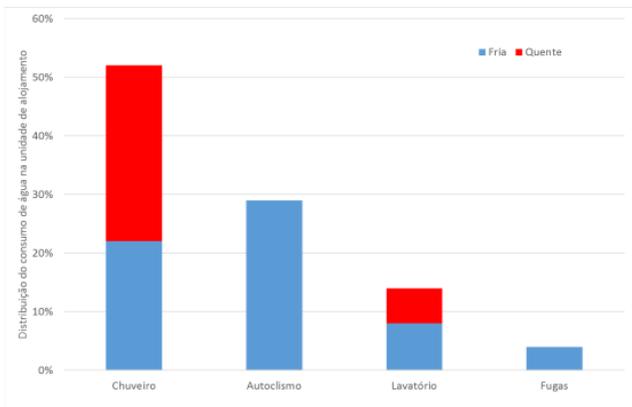
Considerando 10.000 dormidas/mês.

Uso referência (52 l AQS_{50°C}/PAX banho e lavatório) uso eficiente de água quente (26 l AQS_{50°C}/PAX).

Manutenção: avaliação do rendimento

Água quente. Eficiência hídrica chuveiros (8 l/min a 3 bar)

Eficiência hídrica chuveiros

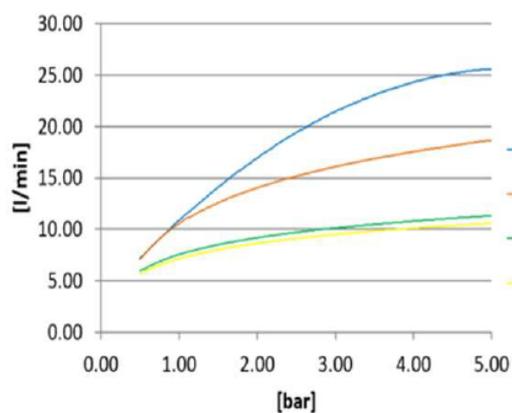


Valores nominais:
Água fria/Água Quente/Class. Hídrica

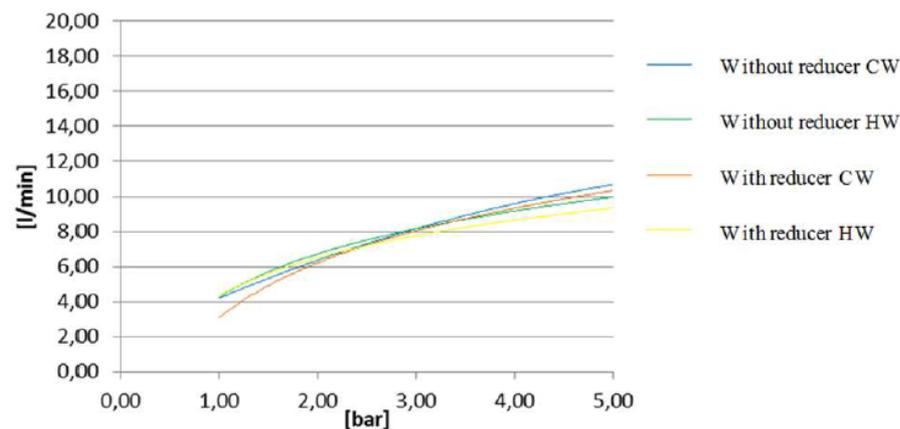
	Hotel A	Hotel B	Hotel C	Hotel D	Hotel D	Hotel E	Hotel F	Hotel G	Hotel I	Hotel I
										
S/redutor	12.5/11/C	13.5/10/C	17.5/-/B	13/11.5/C	8/8/B	22/17/D	15/13/C	13/11/C	8.1/8.1/B	13/10.5/C
C/redutor	8.5/8.5/B	8/7.5/B	7.5/5.5/A	8/7.5/B	7/7/B	10/9.5/C	10/8.2/C	9.3/7.5/C	8.1/7.9/B	9.5/9/C

Redução das necessidades de água quente

- Selecionar débitos nominais de 8 l/min e dispositivos com caudal “constante”
- Ensaiar em laboratório (condições de pressão e temperatura controlada)



a)

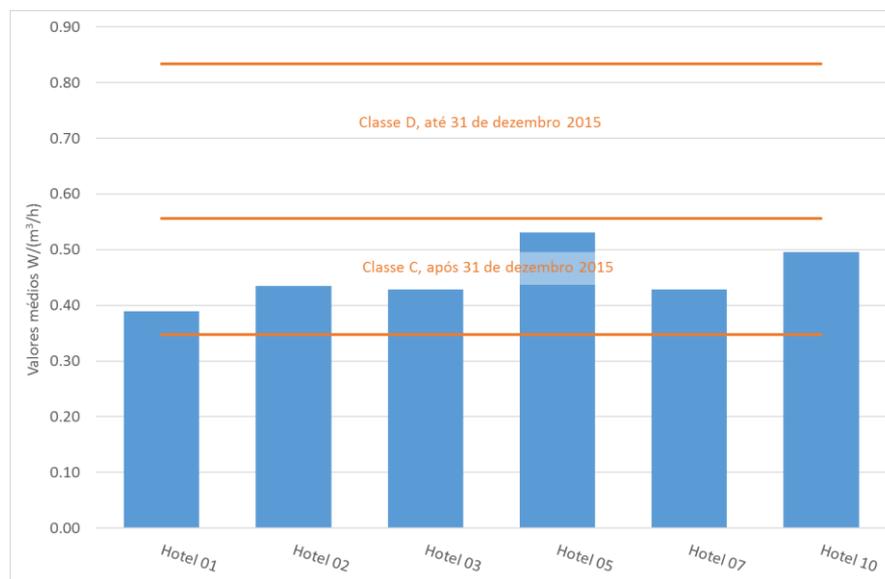


b)

Fig. 6. Results for two showers. a) Model used in the Hotel E; b) Model used in the hotel I

Ventilação mecânica: SFP $W/(m^3/h)$

Valores médios na classe C, RECS
2 Hotéis têm recuperação de calor



Velocidade média na admissão do ar 2 a 3.3 m/s

V médio insuflação grelha do quarto (m/s)	Hotel A	Hotel B	Hotel C	Hotel D	Hotel E	Hotel F	Hotel G	Hotel H	Hotel I
	2.4	0.1 a 1.7	1.4 a 2.6	0.6 a 1.4	1.2 a 2.5	0.7 a 1.3	2.1 a 3.6	0.6 a 1.1	1.9 a 3.7

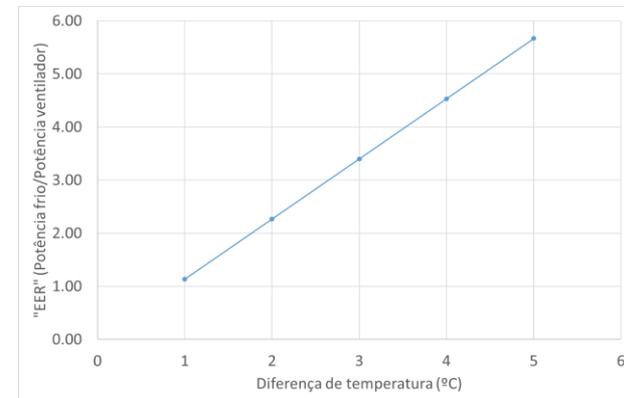
Ventilação mecânica: SFP $W/(m^3/h)$

Ordem de grandeza do efeito SFP

	SFP ($W/(m^3/h)$)	Ventiladores (kW)	Consumo mensal (kWh/mês)	EUR/mês
RECS +	0.30	16.2	11664	1516
AdaPT +	0.40	21.6	15552	2022
AdaPT -	0.51	27.5	19829	2578

Considerando 10.000 m^2 com insuflação e extração mecânica de ar, 24 h/dia e 30 dias/mês.

Free-cool forma eficiente de arrefecer,
mesmo com ventiladores.
Potência depende do caudal de ar novo!



Outros valores

- Bombas hidropressoras
- Bombas circuladoras
- Isolamento das tubagens e condutas

Isolamento térmico das redes de fluidos: Tubagens e condutas

Tabela I.22 – Espessuras mínimas de isolamento de tubagens (mm)



Diâmetro (mm)	Fluido interior quente				Fluido interior frio			
	Temperatura do fluido (°C)							
	40 a 65 (1)	66 a 100	101 a 150	151 a 200	-20 a -10	-9,9 a 0	0,1 a 10	> 10
D ≤ 35	20	20	30	40	40	30	20	20
35 < D ≤ 60	20	30	40	40	50	40	30	20
60 < D ≤ 90	30	30	40	50	50	40	30	30
90 < D ≤ 140	30	40	50	50	60	50	40	30
D > 140	30	40	50	60	60	50	40	30

(1) Para efeitos de isolamento das redes de distribuição de água quente sanitária (redes de sistemas secundários sem recirculação), pode-se considerar um valor não inferior a 10mm.

	Hotel B	Hotel D	Hotel E	Hotel F	Hotel G	Hotel H	Hotel I
Isolamento térmico (m)	0.02	0.02	0.02/0.04	0.02/0.06	0.02/0.04/ 0.06	0.04	0.01

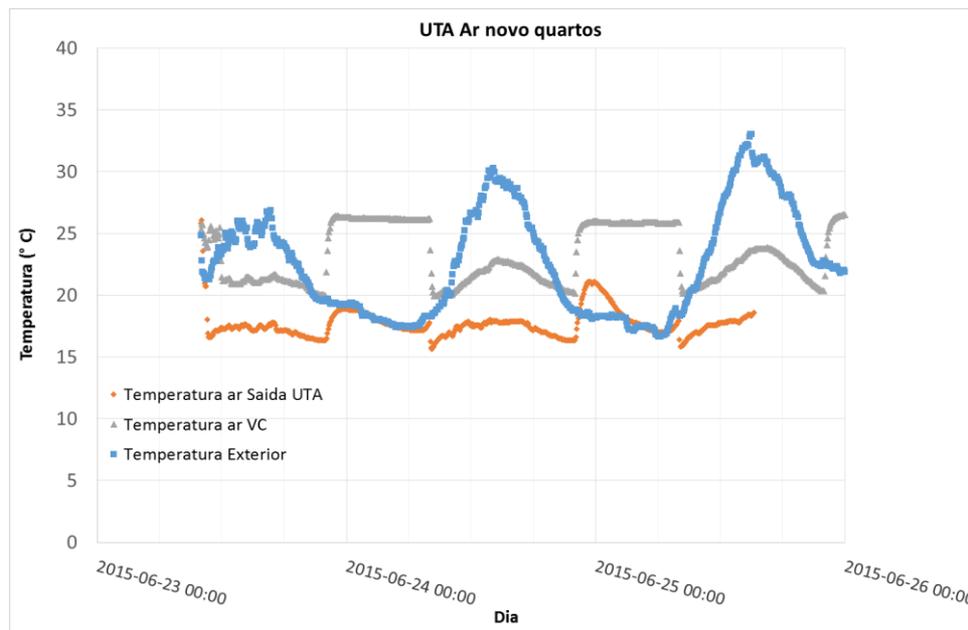
Conduitas (espessura isolamentos, W/K)

Tabela I.23 – Espessuras mínimas de isolamento para conduitas e acessórios

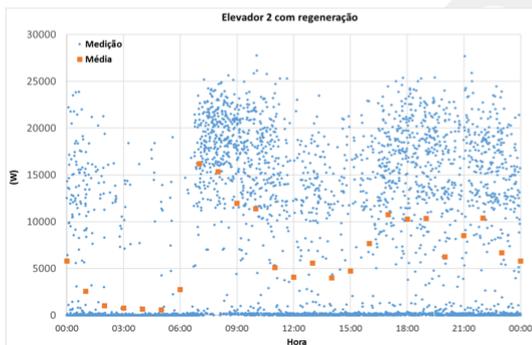
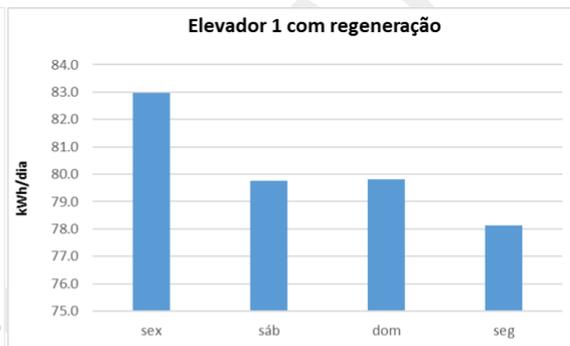
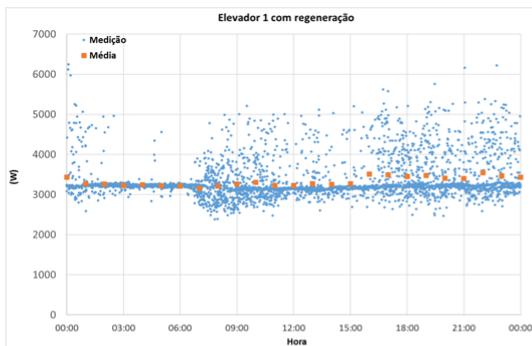
	Conduitas e acessórios	
	Ar quente	Ar frio
Espessura (mm)	20	30

Existem algumas conduitas e tubagens com isolamento insuficiente.

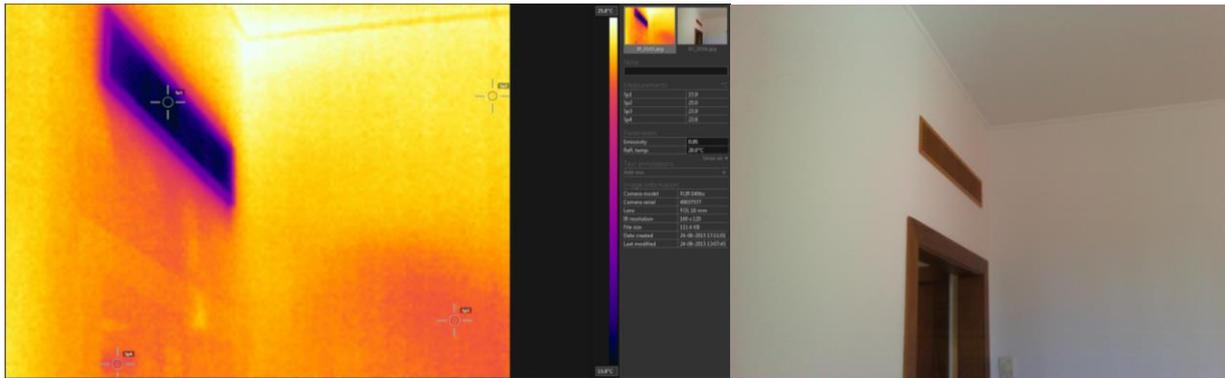
Exemplo ganhos de 4° a 6°C entre saída da UTA e a entrada no quarto.



Elevadores mWh/(kg.m)



Manutenção

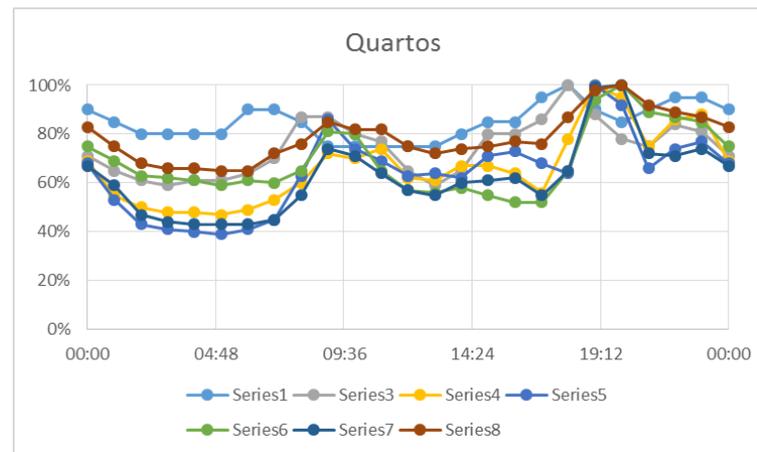
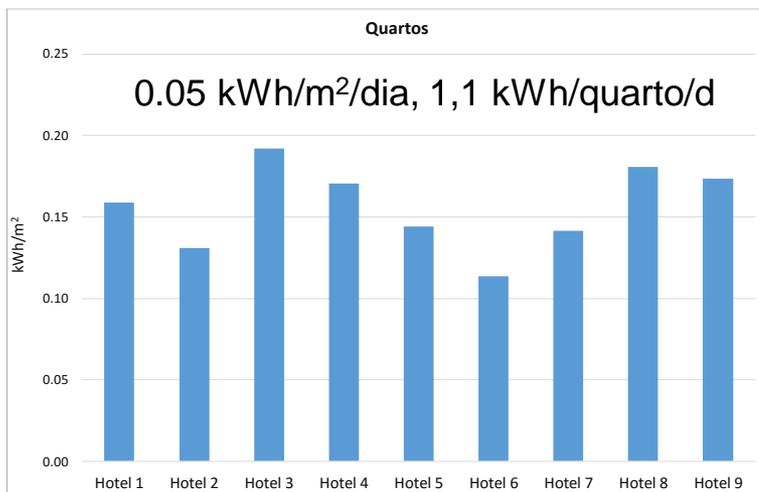


Filtros das UTA, ventiloconvectores

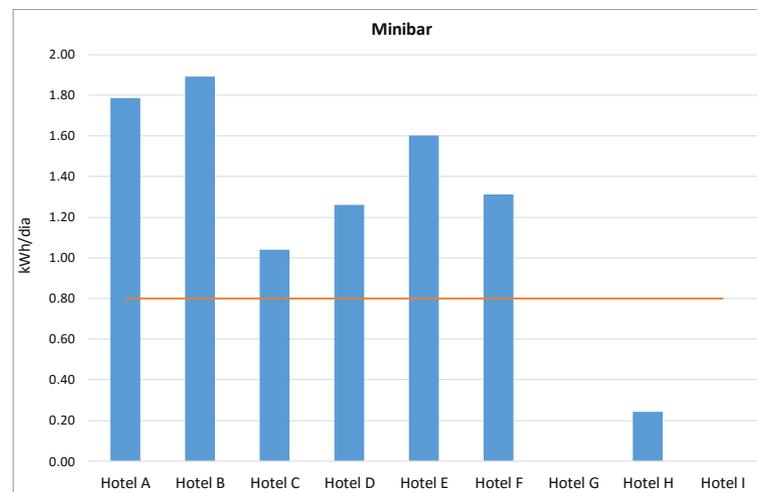
Após limpeza dos filtros do ventiloconvector o caudal aumentou 50%.

Distribuição de ar no quarto

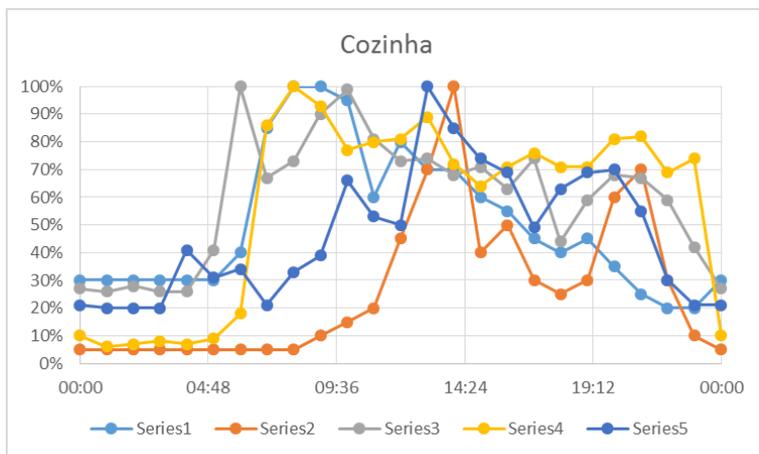
Quartos e minibar



- Minibar ~ 40% consumo quarto.
- Alguns minibar apresentam consumos 2 * superiores aos de referência 0.8 kWh/d.
- Minibar, 30 dias*200 quartos=10.800 kWh/mês, 1404 EUR/mês,
- Melhores práticas 0.5 kWh/mes~390 EUR/mes

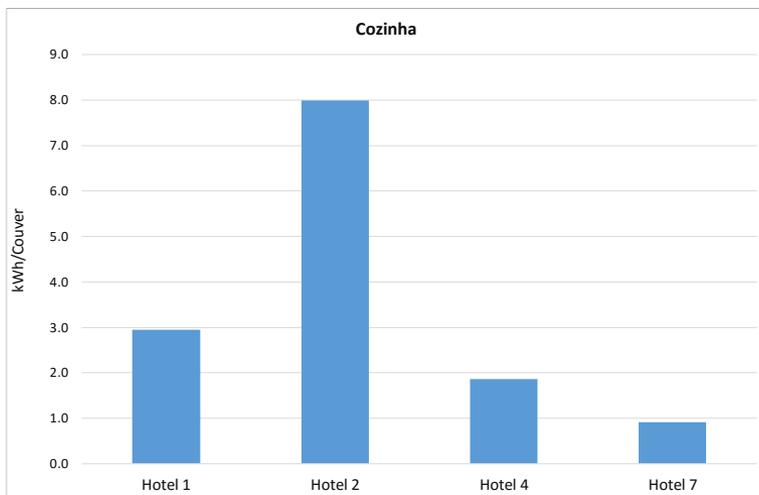


Cozinha e frio

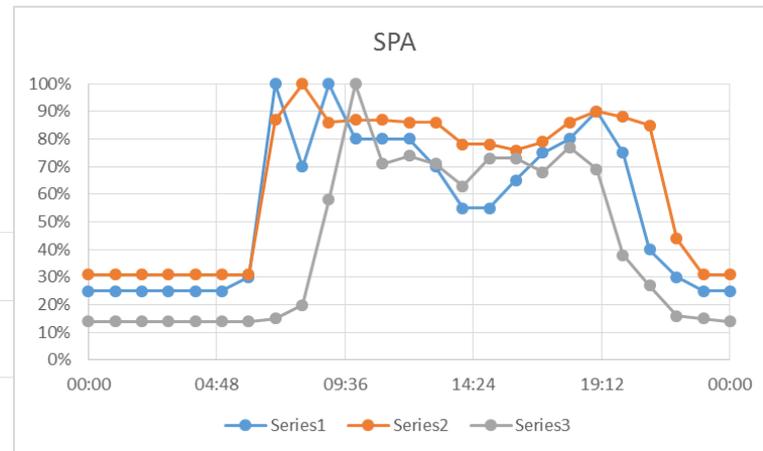
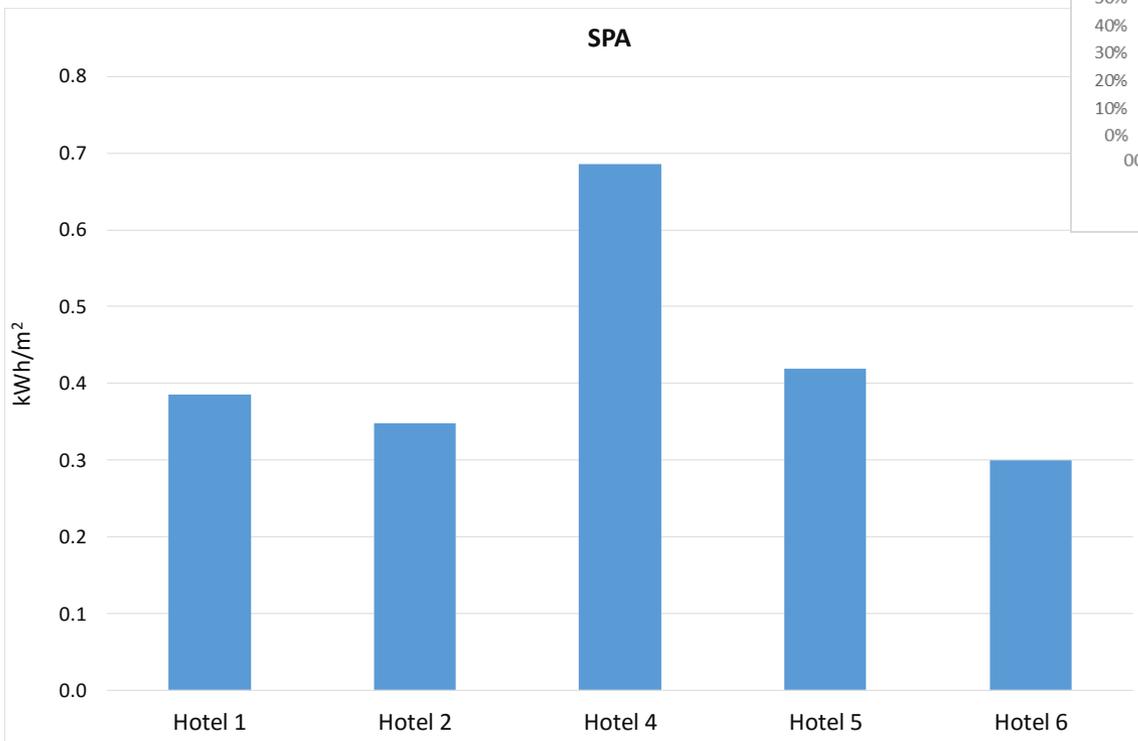


Cozinha	0.9 kWh/cover	1.5 kWh/cover
---------	---------------	---------------

Cozinhas padrão de consumo variável.
Várias cozinhas com consumos específicos superiores a valores de referencia.



SPA



Padrões de consumo semelhantes um hotel com cerca do dobro do consumo dos restantes