

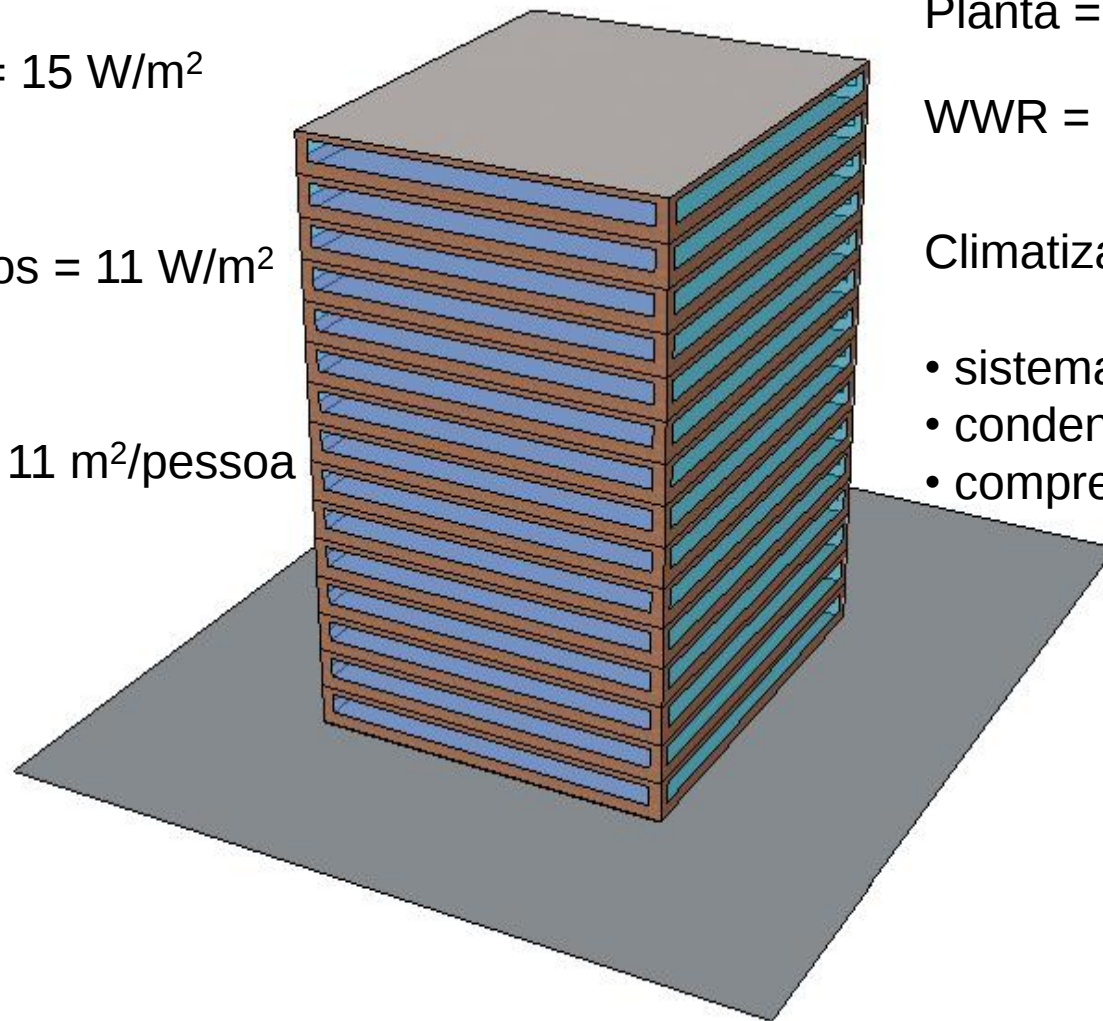
PME 3502 - DESEMPENHO TERMO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES

Análises de estratégias de redução de consumo de energia (3/3a)

Iluminação = 15 W/m²

Equipamentos = 11 W/m²

Ocupação = 11 m²/pessoa



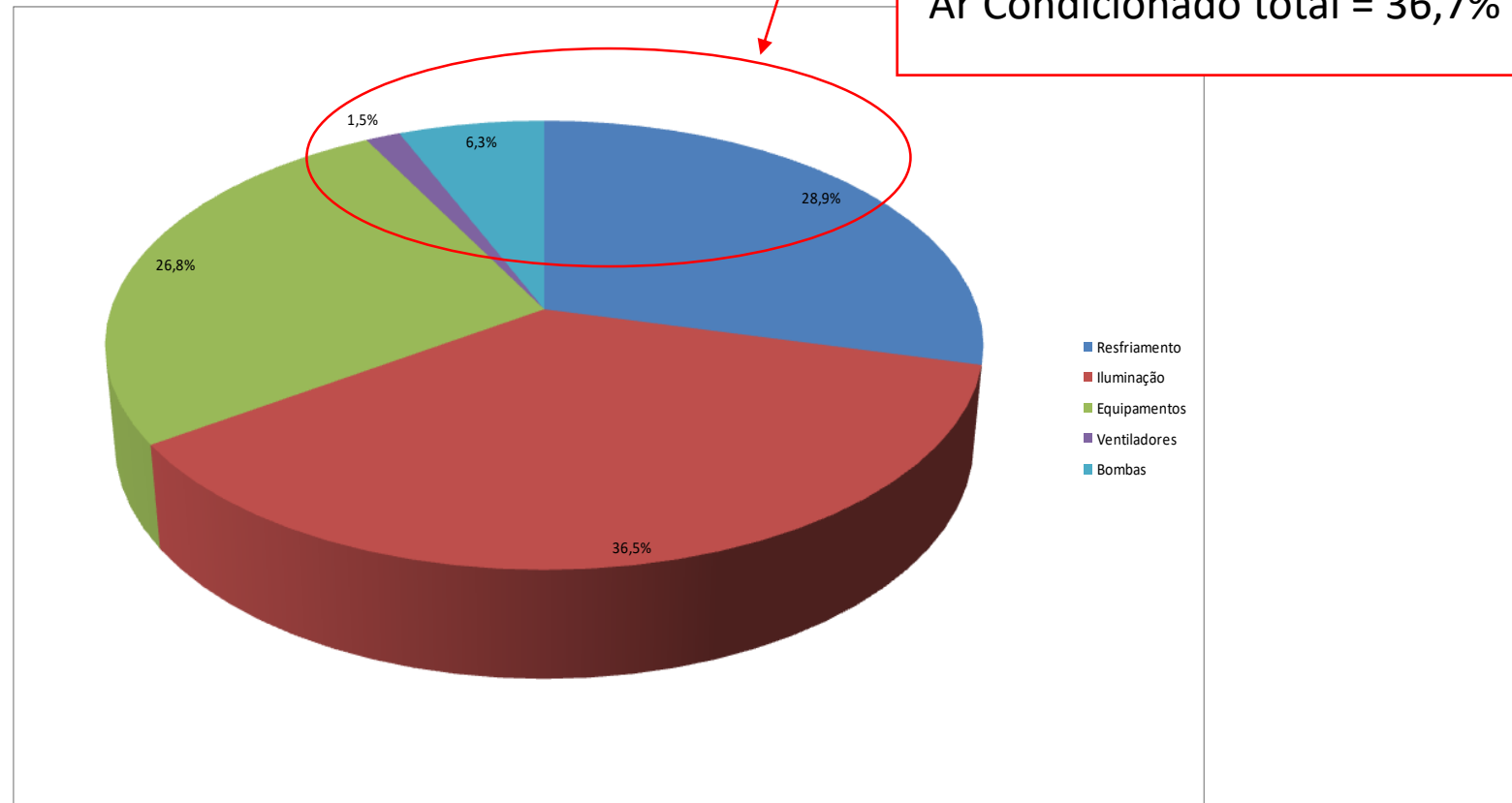
Planta = 30 m X 35 m

WWR = 40%

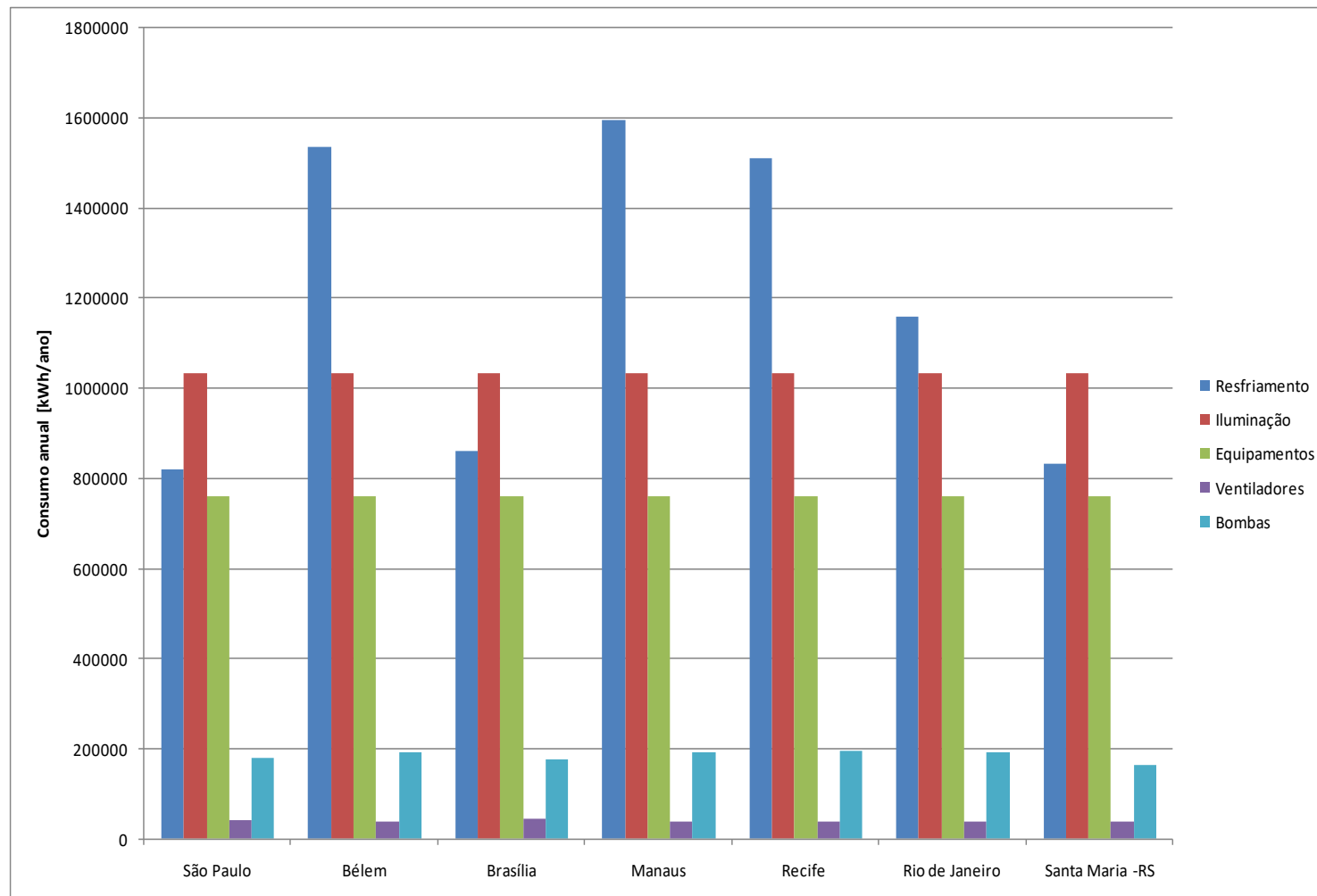
Climatização:

- sistema central de água gelada
- condensação a água
- compressor alternativo

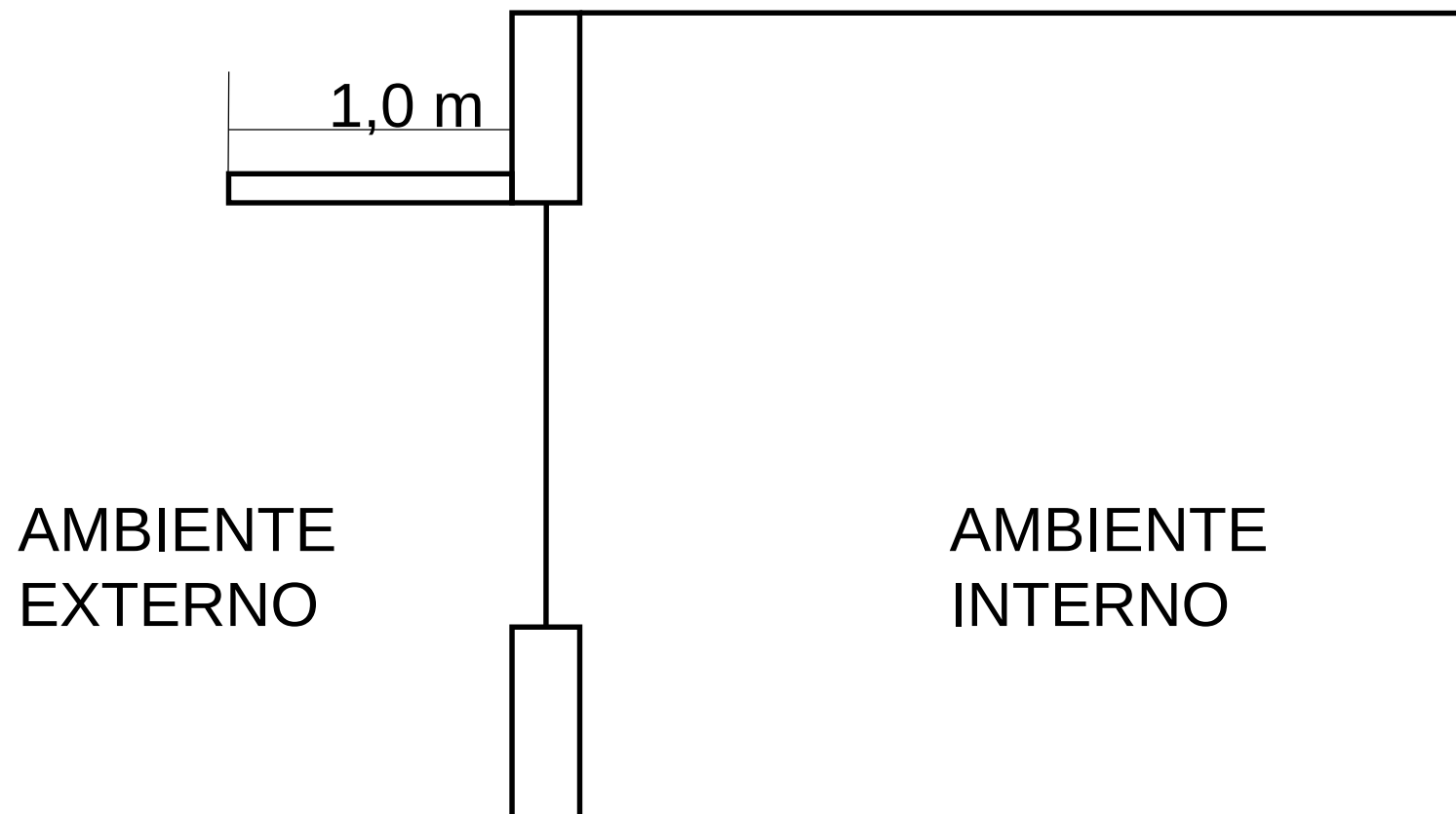
Matriz de Consumo Desagregado



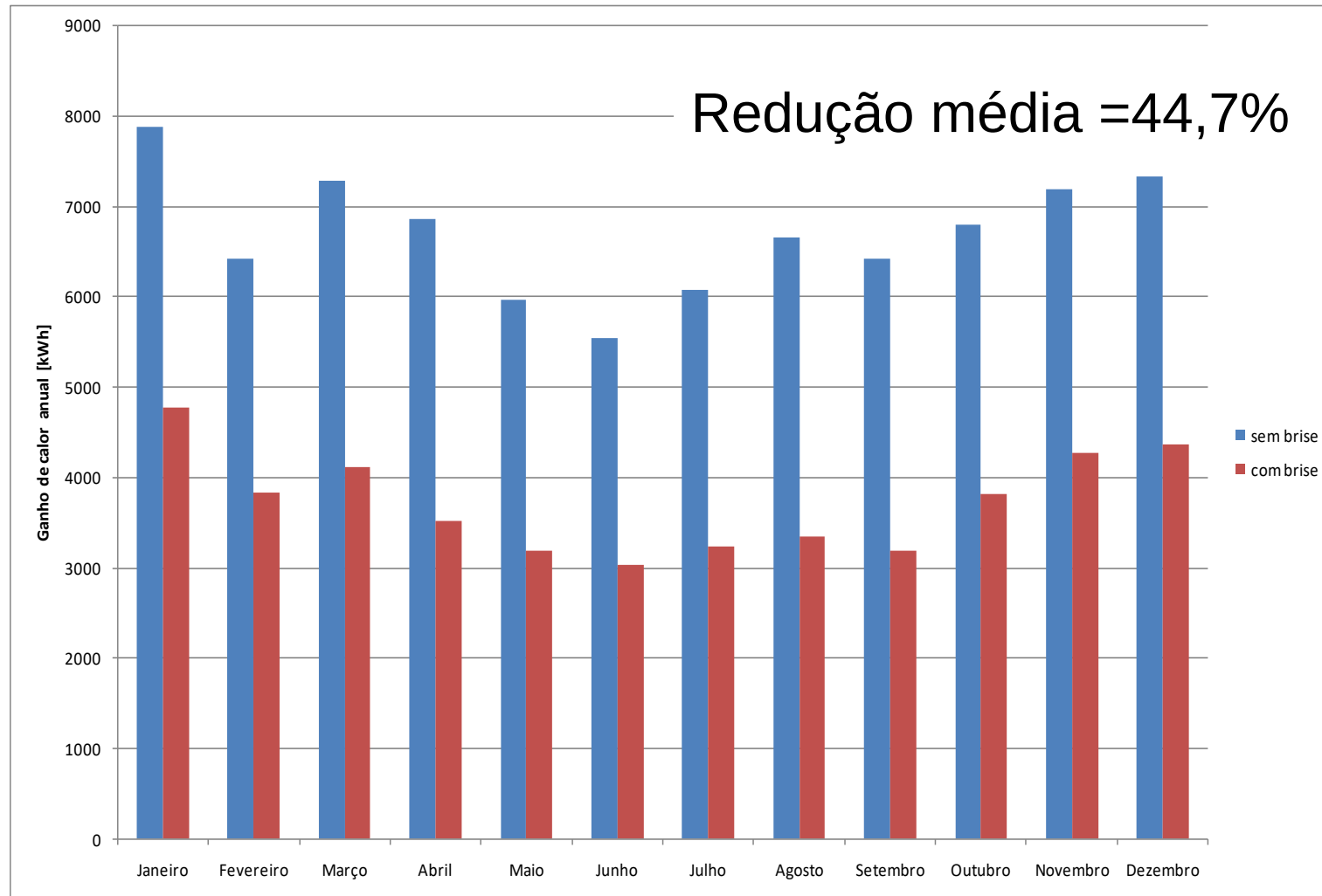
Comparação de consumo



ESTRATÉGIAS PASSIVAS - Uso de sombreamento externo (brise)

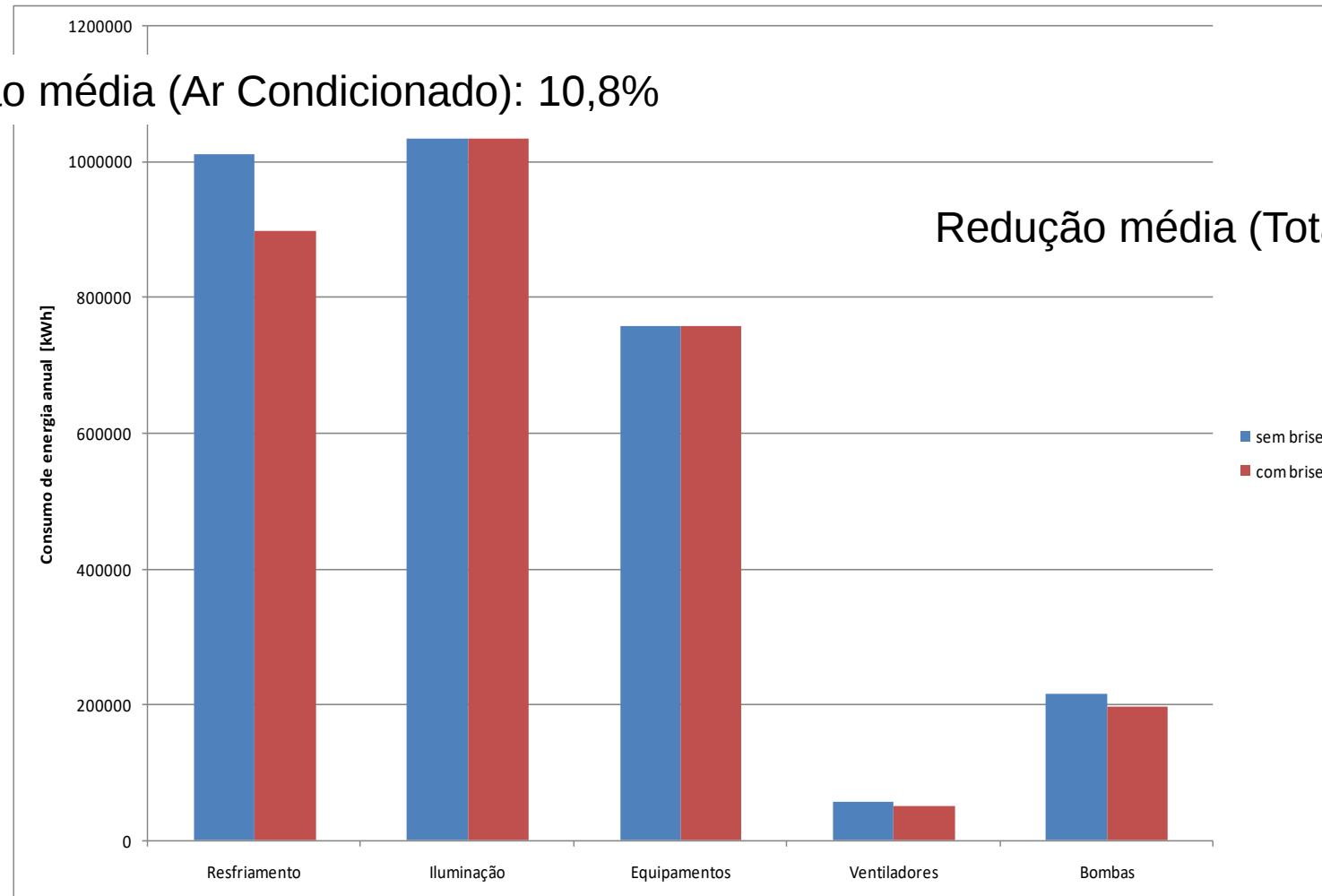


ESTRATÉGIAS PASSIVAS - Uso de sombreamento externo (brise)



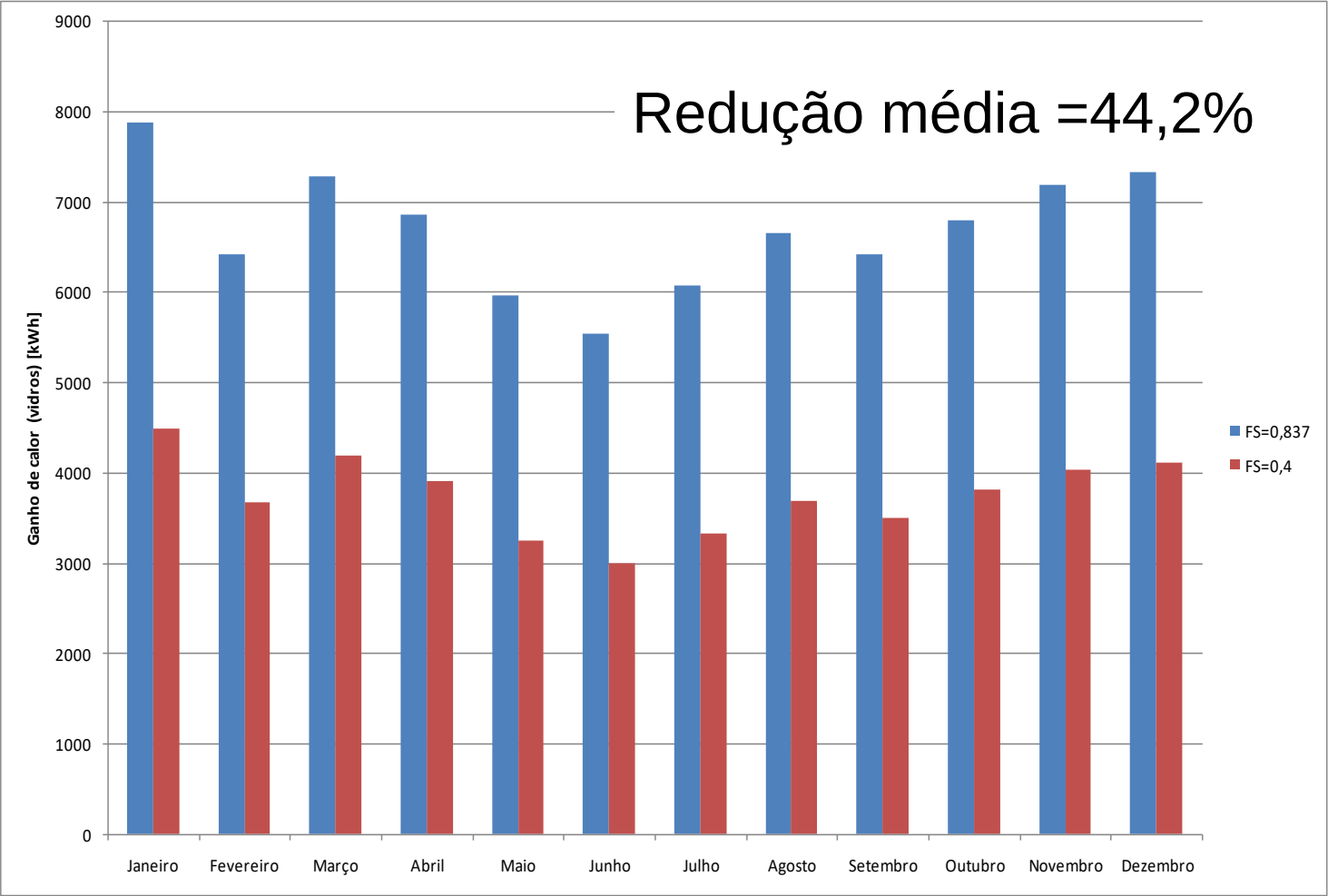
ESTRATÉGIAS PASSIVAS - Uso de sombreamento externo (brise)

Redução média (Ar Condicionado): 10,8%



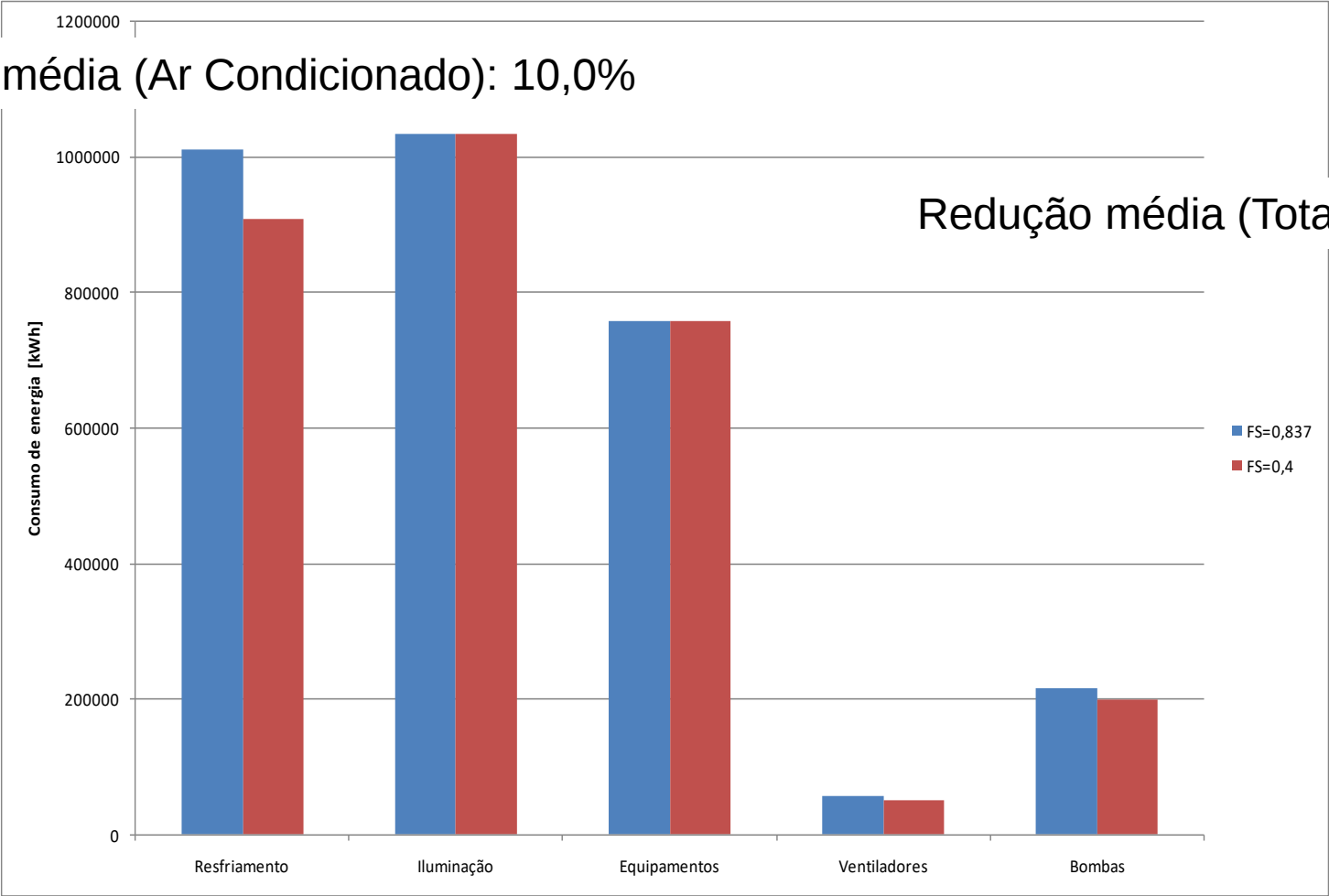
Redução média (Total): 4,5%

ESTRATÉGIAS PASSIVAS: Uso de filmes reflexivos



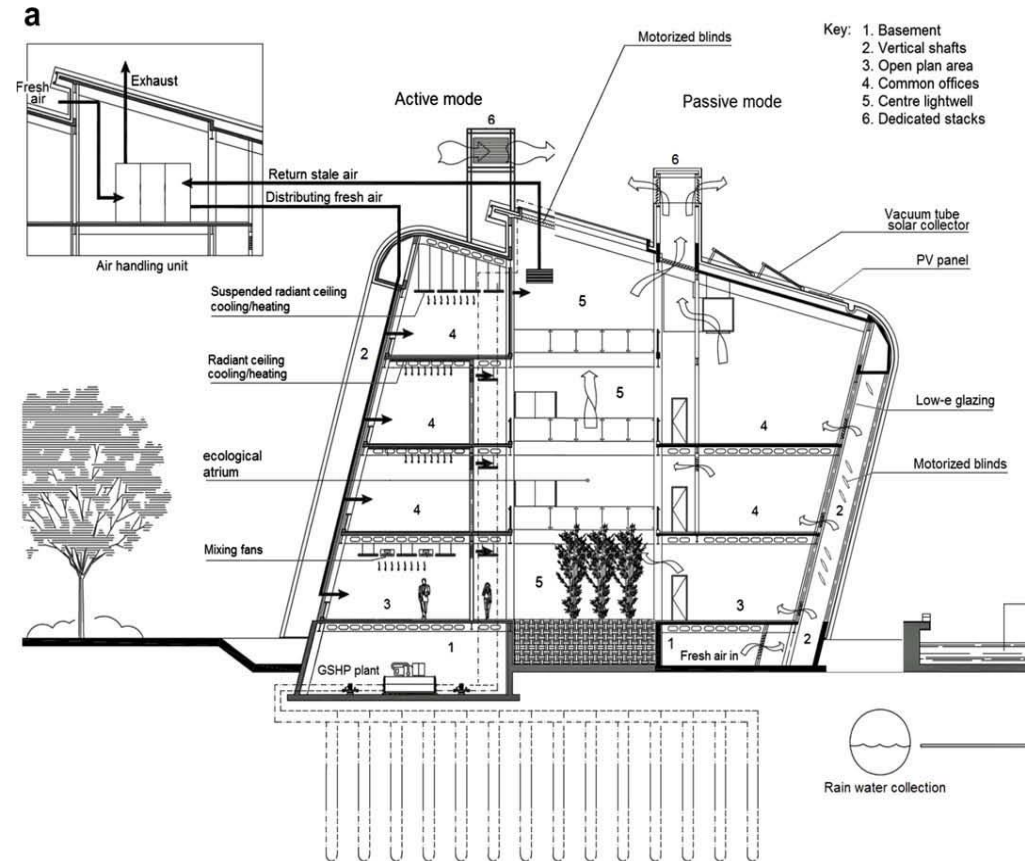
ESTRATÉGIAS PASSIVAS: Uso de filmes reflexivos

Redução média (Ar Condicionado): 10,0%



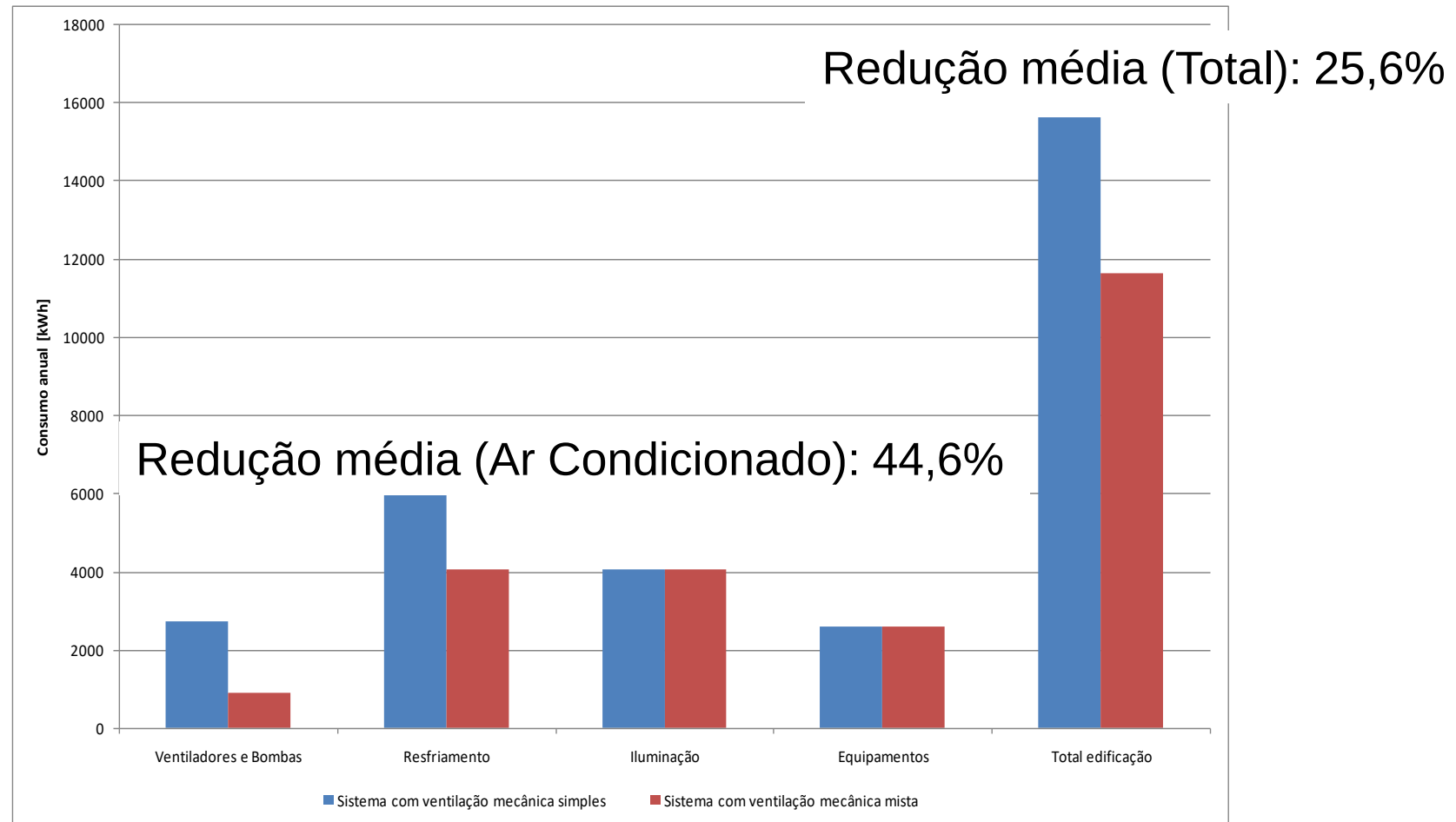
ESTRATÉGIAS PASSIVAS: ventilação mista

Museu de Ciência e Tecnologia (Hangzou, China)

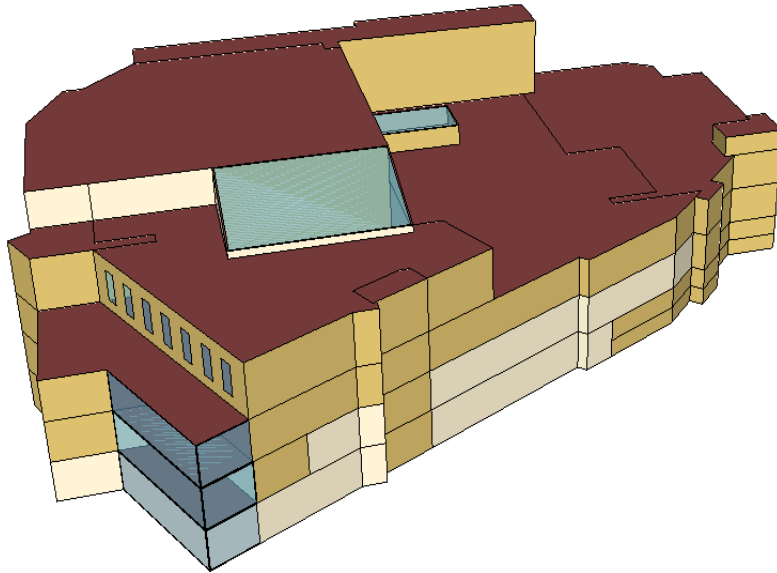


Cook, J.M.; Lomas, K.J.; Ji, Y. Hybrid ventilation for low energy building design in South China, 2006

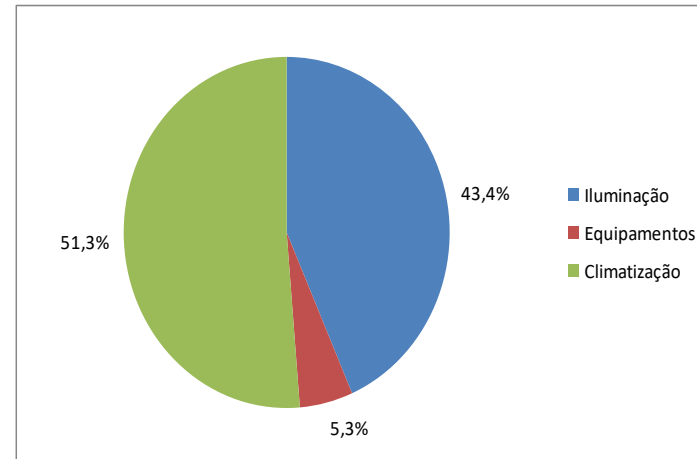
ESTRATÉGIAS PASSIVAS: ventilação mista



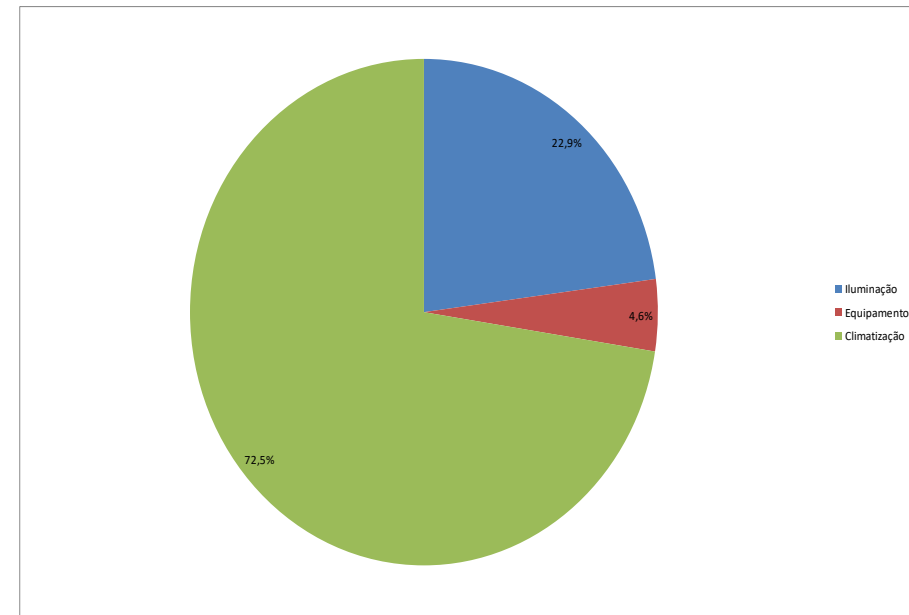
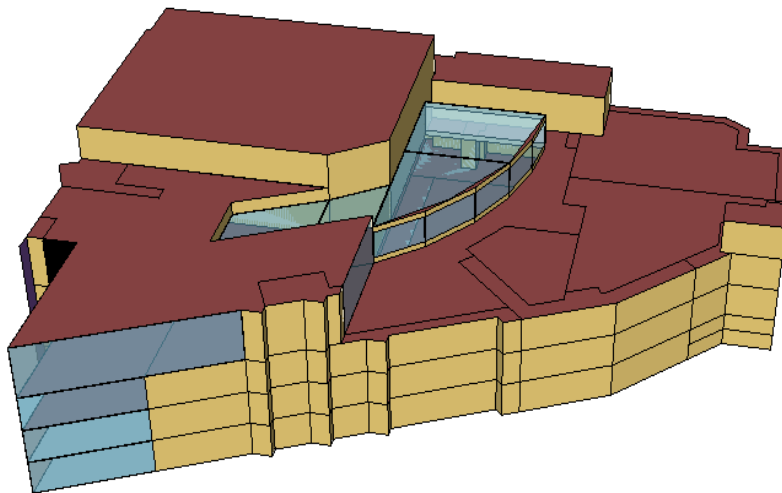
ESTRATÉGIAS PASSIVAS: impacto da envoltória



Edificação: Shopping center
Área total: 29.000 m²
Região: Sul



Iluminação: 12,5 W/m²
Equipamentos : 25 W/m²
Ocupação média: 2 m²/pessoa
Climatização :
2 resfriadores com compressores
centrífugos (COP=6,16)
Capacidade: 1478,4 kW (420 TR) cada
Área envidraçada: 12,4% da envoltória



Iluminação: 12,5 W/m²

Equipamentos : 25 W/m²

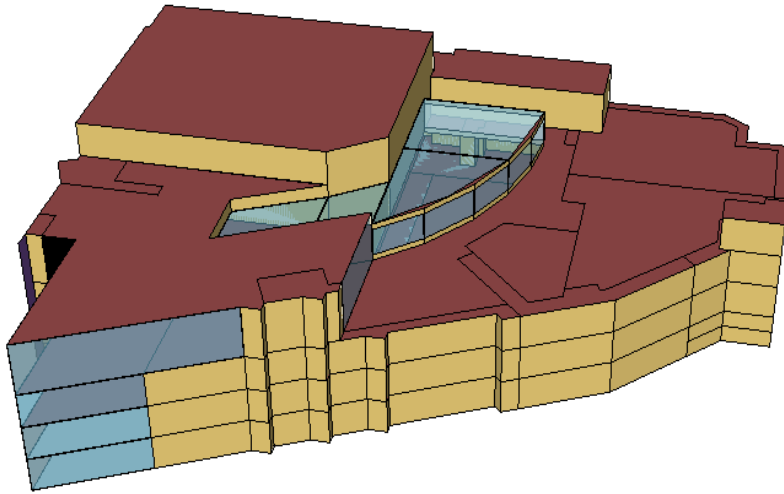
Ocupação média: 2m²/pessoa

Climatização :

2 resfriadores com compressores
centrífugos (COP=6,16)

Capacidade: 1478,4 kW (420 TR) cada

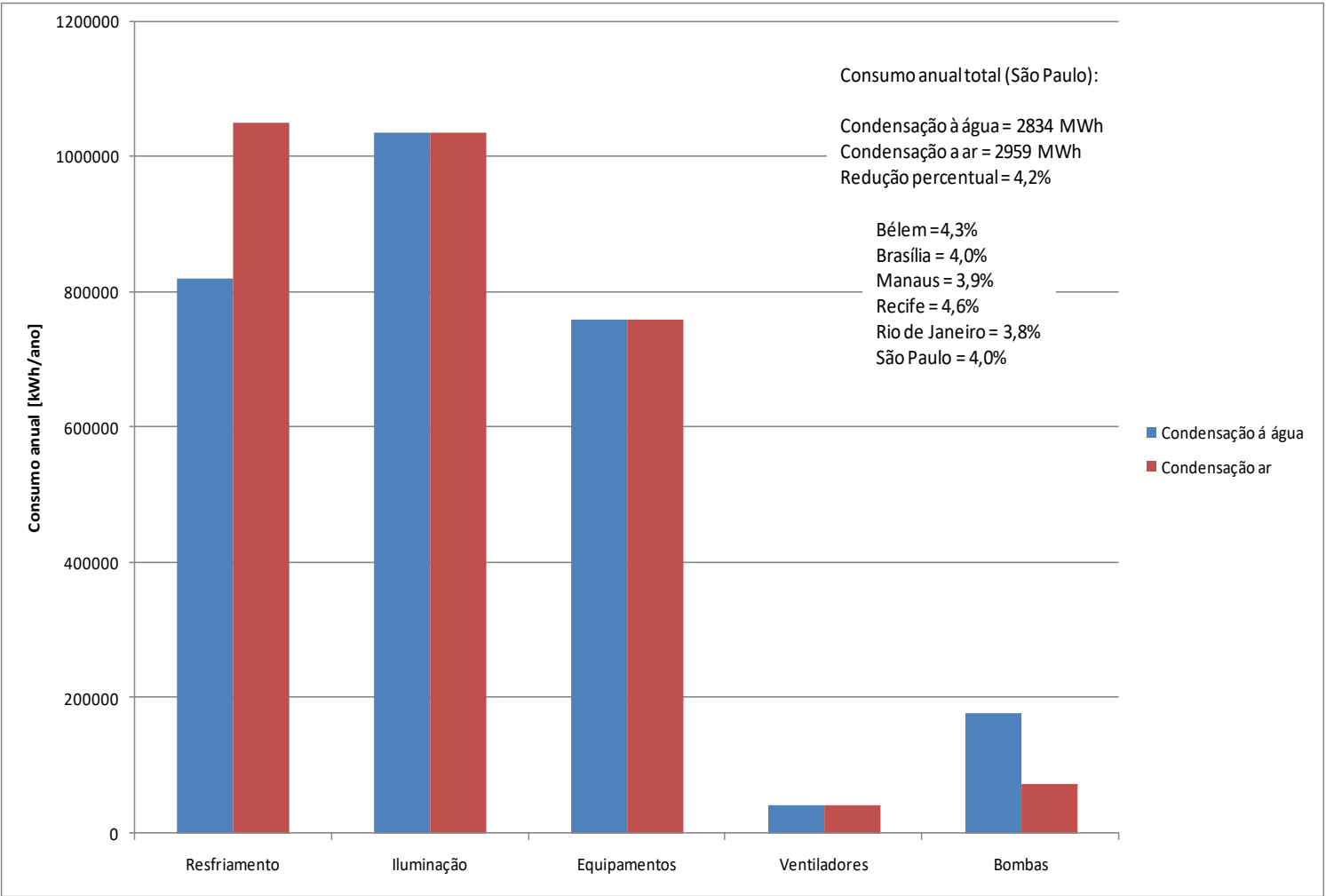
Área envidraçada: 38,6% da envoltória



Estratégia

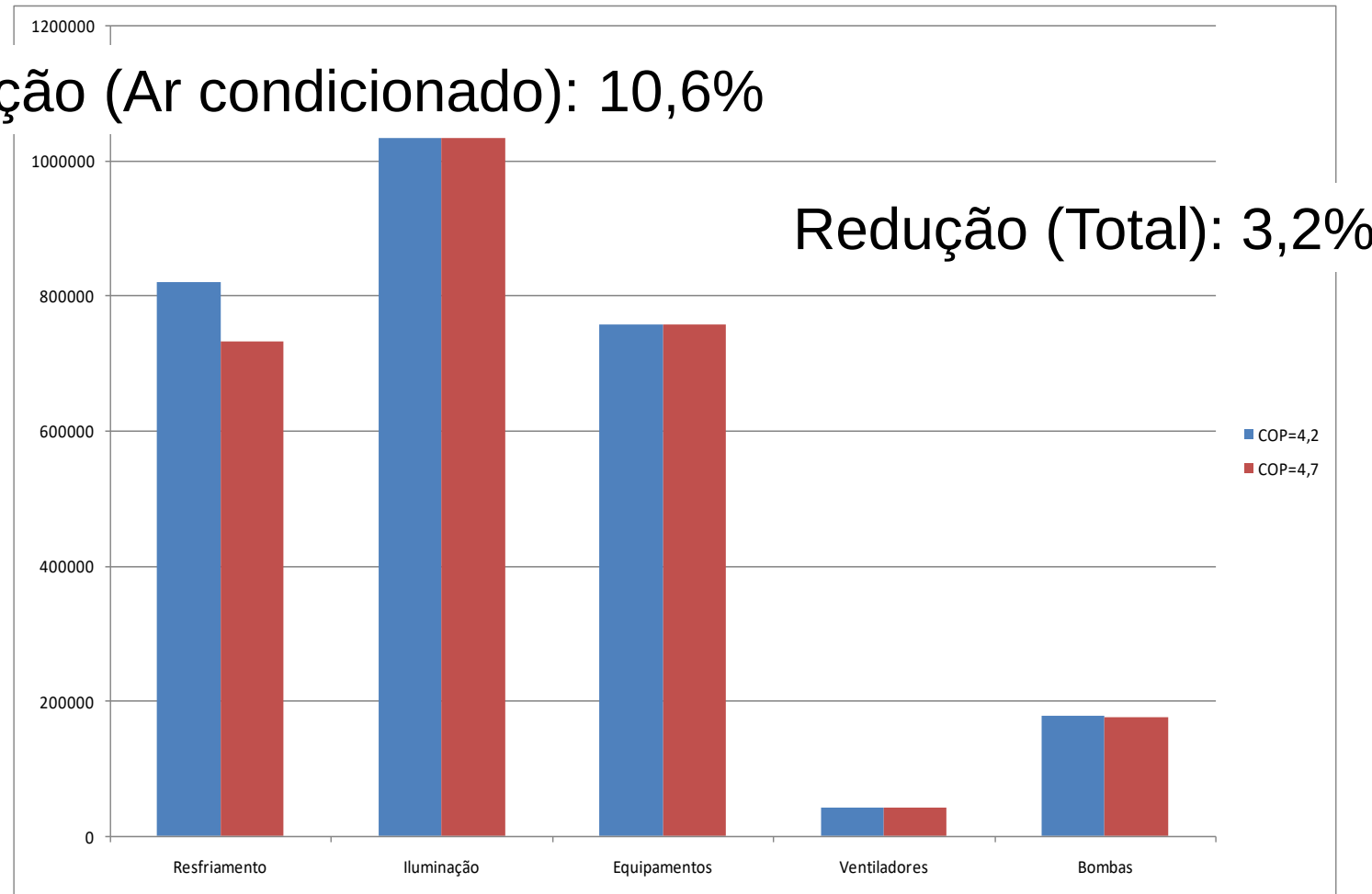
1. Mudança do set point da água gelada na entrada dos fancoils de 7,0 para 6,0°C e temperatura de entrada da água de condensação de 29,44 para 28°C = 3,62%
2. Uso de ventilação noturna (período adotado: das 01:00 às 7:00 em todos os dias de operação)= 4,1%
3. Aplicação conjunta das estratégias 1 e 2=7,7%

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Comparação condensação a ar e água



ESTRATÉGIAS ATIVAS: Sistemas de climatização mais eficientes

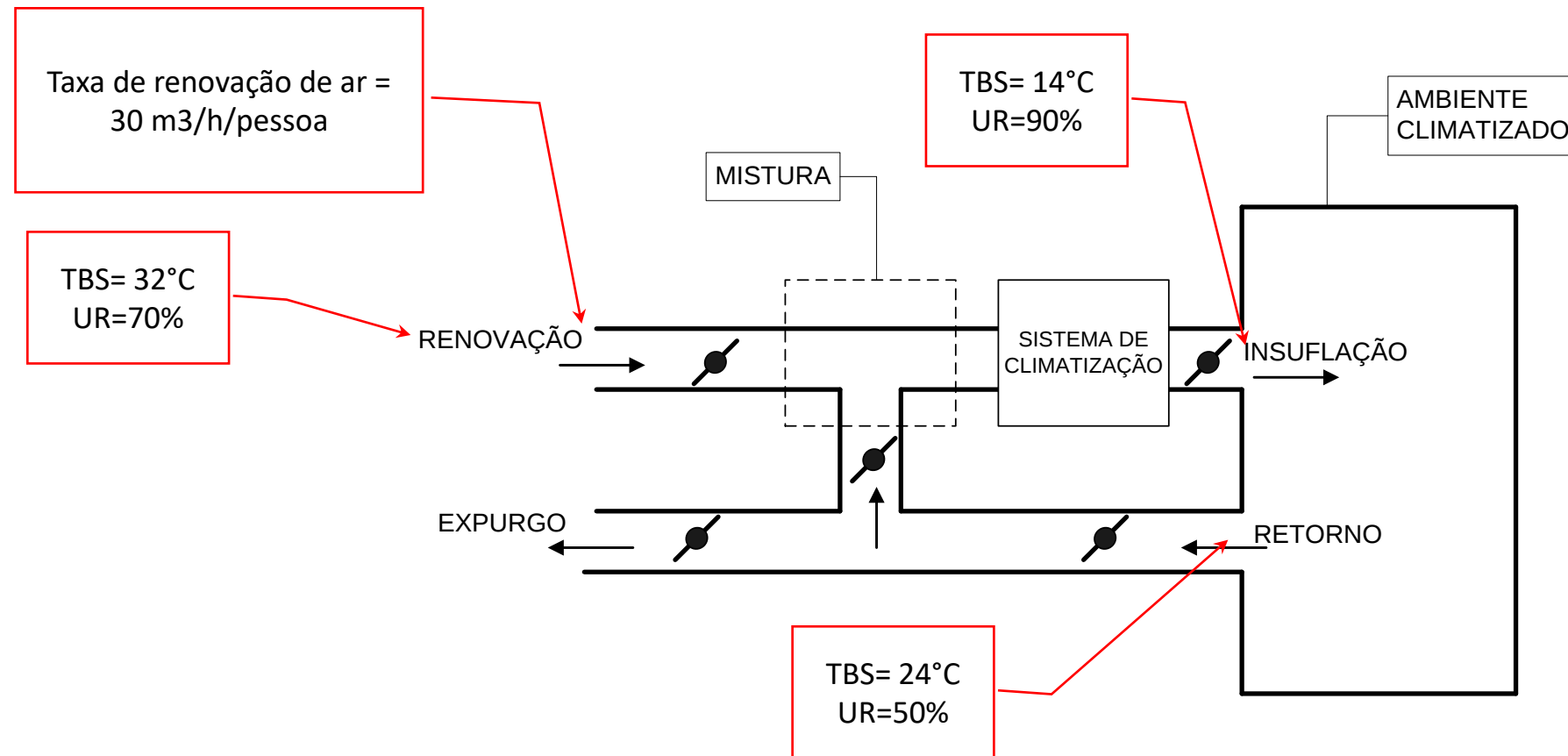
Redução (Ar condicionado): 10,6%



ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor e desumidificação

- Ambiente de escritório com 100 pessoas
- Taxa de renovação de ar : $30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pessoa}$
- Taxa total de renovação: $3000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,97 \text{ kg/s}$
- Carga térmica total: 88.000 W
- Condições do ambiente: 24°C e umidade relativa 50%
- Condições do insuflamento: 14°C e umidade relativa 90%
- Condições do ar externo: 32°C e umidade relativa 70%

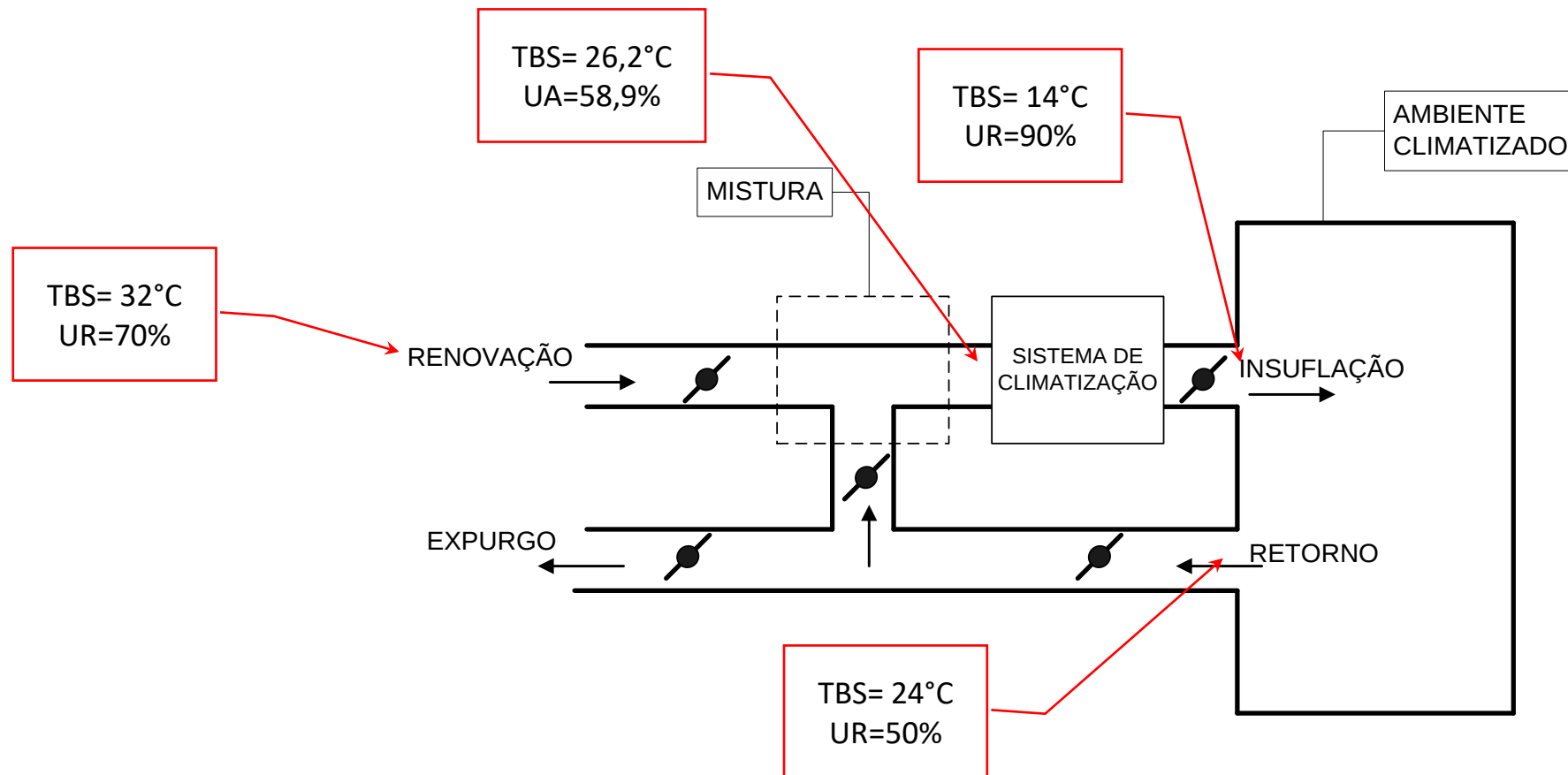
ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor e desumidificação



ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor e desumidificação

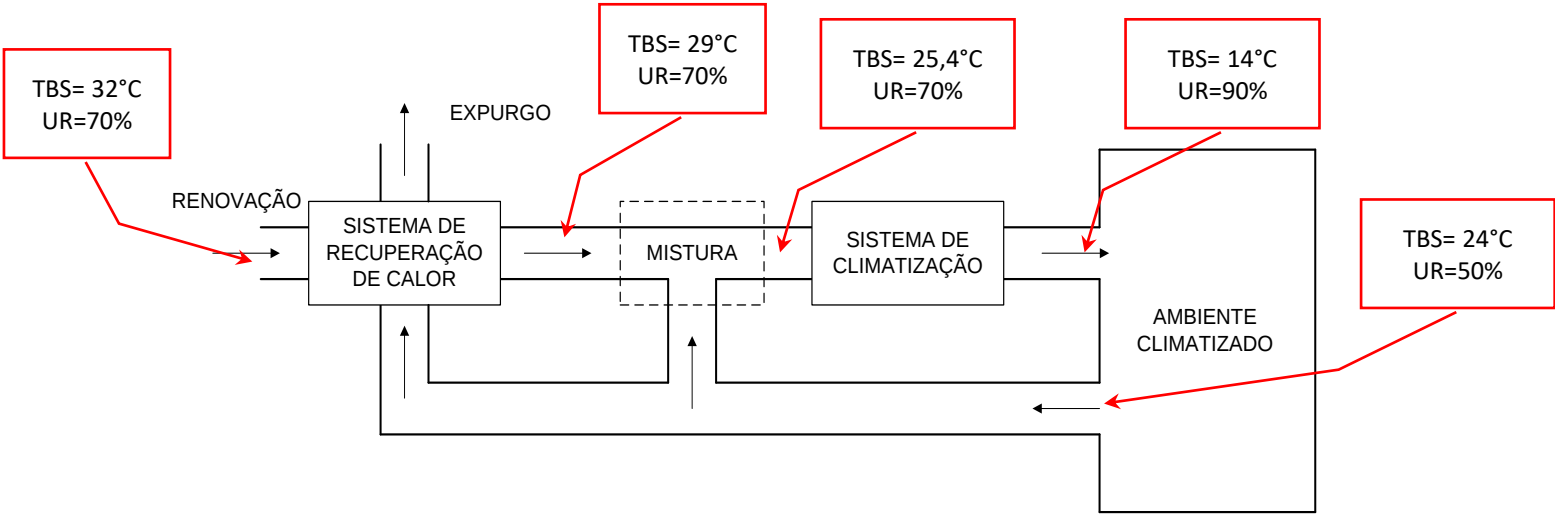
- Vazão de insuflamento : 3,58 kg/s (balanço no ambiente)
- Vazão de renovação : 0,97 kg/s
- Vazão de retorno: $3,58 - 0,97 = 2,61$ kg/s
- Condição de saída da caixa de mistura:
 - Temperatura na saída da caixa de mistura: 26,2 °C
 - Umidade absoluta na saída da caixa de mistura: 0,01327 kg vapor/kg ar seco (umidade relativa = 58,9%)
- Balanço na serpentina/ambiente
 - Carga térmica total: 126.866 W / 88.000 W
 - Carga térmica sensível: 43.502 W
 - Carga térmica latente: 83.364W

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor e desumidificação



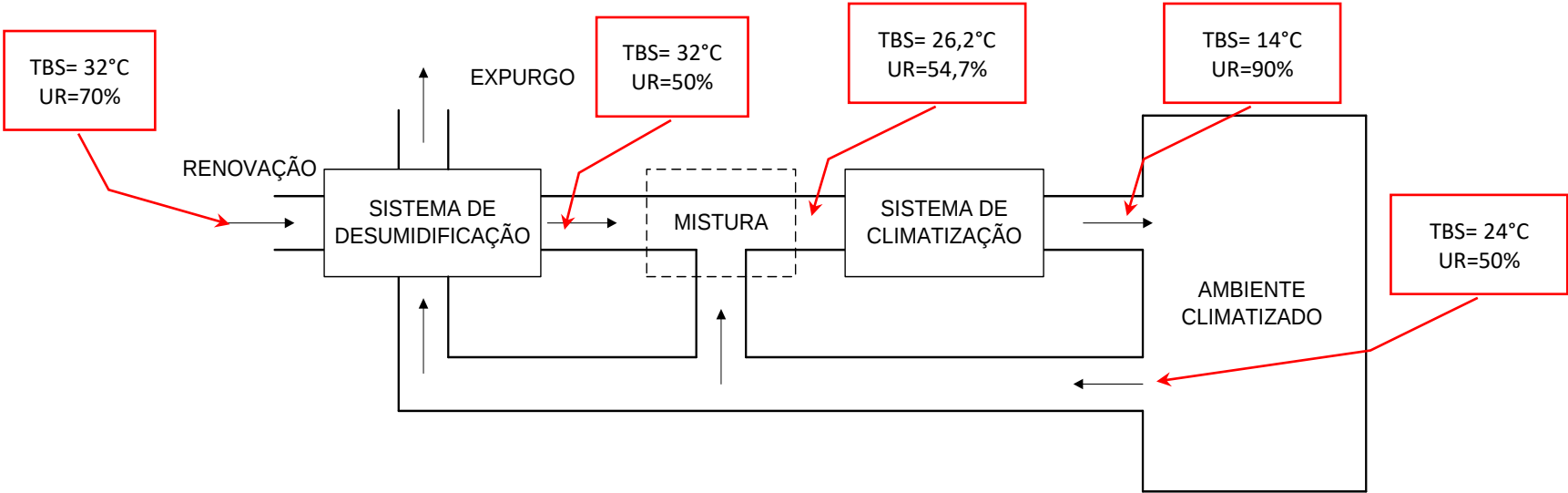
ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor

	$TBS_{mistura}$ [°C]	$W_{mistura}$ [kg vapor/kg ar seco]	Carga Térmica _{serpentina} [W]
Referência	26,2	0,01328	126.866 (43.502/83.364)
Recuperação de calor ($TBS_{externa} = 29^{\circ}C$)	25,4	0,01328	114.913 (9,4%) (40.606/74.307)



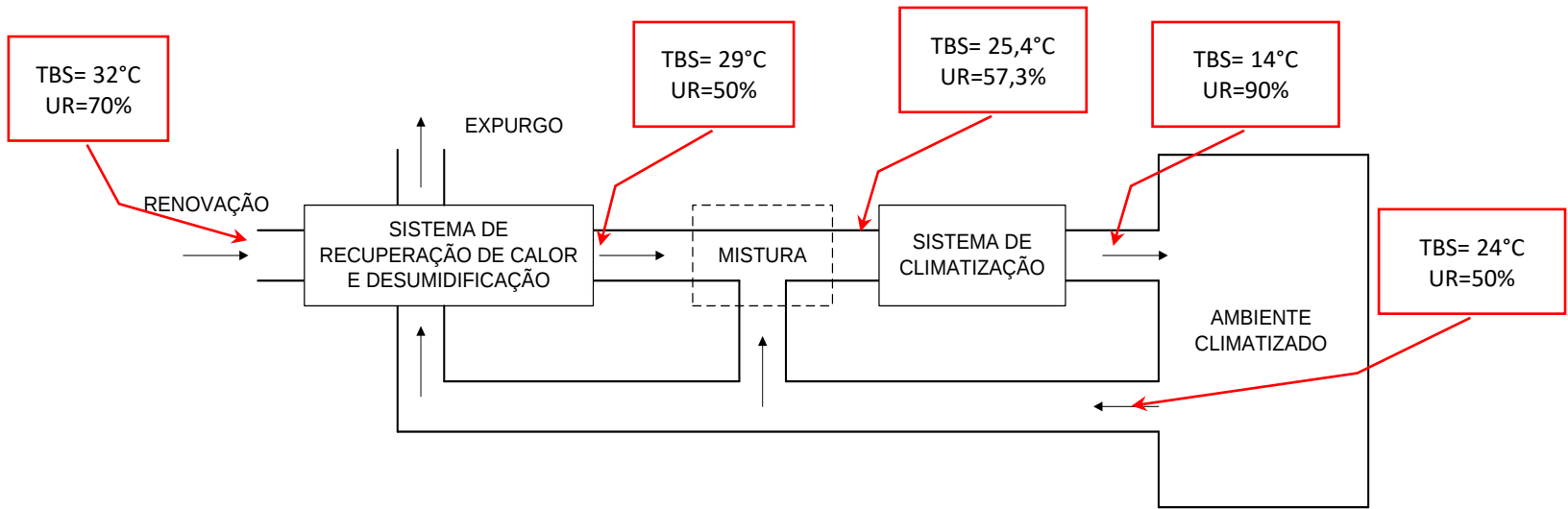
ESTRATÉGIAS ATIVAS: Desumidificação

	$TBS_{mistura}$ [°C]	$W_{mistura}$ [kg vapor/kg ar seco]	Carga Térmica _{serpentina} [W]
Referência	26,2	0,01328	126.866 (43.502/83.364)
Desumidificação ($Ur_{externa} = 50\%$)	26,2	0,01229	110.676 (12,8%) (43.502/67.714)



ESTRATÉGIAS ATIVAS: Recuperação de calor e desumidificação

	$TBS_{mistura}$ [°C]	$W_{mistura}$ [kg vapor/kg ar seco]	Carga Térmica _{serpentina} [W]
Referência	26,2	0,01328	126.866 (43.502/83.364)
Recuperação de calor + Desumidificação	25,4	0,01229	101.415 (20,1%) (40.606/60.809)



ESTRATÉGIAS ATIVAS: Controle de vazão de ar externo por nível de CO₂

Combinação de duas tecnologias:

- Sensores de CO₂ para monitoramento da qualidade do ar interior**
- Sistemas de distribuição de ar automatizados com controle de vazão de ar**

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Controle de vazão de ar externo por nível de CO₂

Aplicação:

- **Grande flutuação de ocupação**
- **Taxa de utilização alta**
- **Climas quentes e úmidos**
- **Alta parcela de contribuição da ventilação**

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Controle de vazão de ar externo por nível de CO₂

Custos iniciais:

- Controles (maior)
- Projeto (pouco maior)

Custos de operação

- Energia (menor)
- Manutenção (pouco maior)
- Treinamento da equipe de manutenção (um pouco maior)

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Controle de vazão de ar externo por nível de CO₂

Estudo de caso: edifício comercial

	kWh/ano	\$/ano
Referência	13.966.500	670.800
Referência com controle por CO ₂	12.513.896	601.075
Redução	1.452.604	69.725
Redução (%)	10,4	

Demand-Controlled Ventilation saving energy and taxpayer dollars using CO₂ Sensors
Federal Energy Management Program

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Controle de vazão de ar externo por nível de CO2

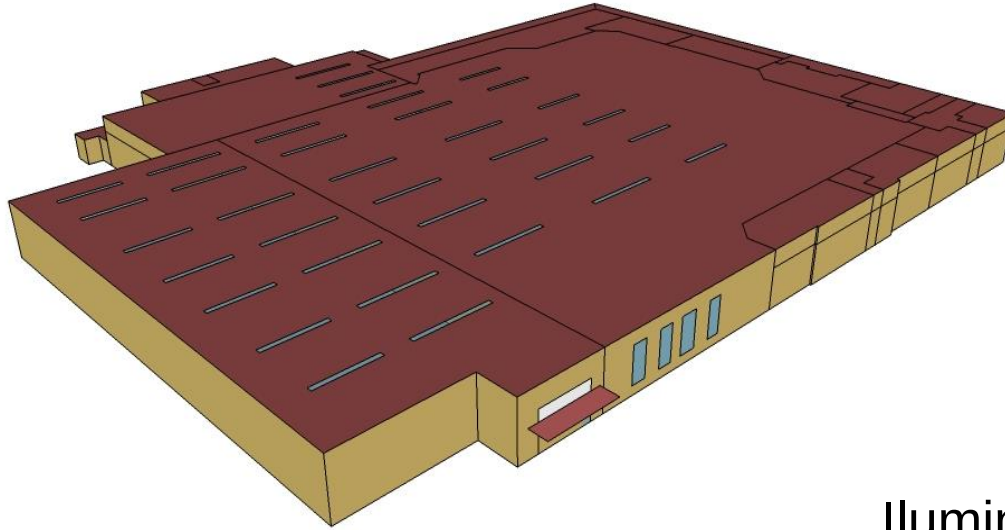
Estudo de caso: edifício comercial – análise de ciclo de custo de vida

Período : 15 anos - Juros : 3% a.a.

	Ref.	Ref. com CO2	Redução
Investimento inicial [\$x10 ⁶]	(-)	1,79	(-)
Custo operacional [\$x10 ⁶]	9,46	8,46	1,00
Retorno de investimento (anos)	3		

Demand-Controlled Ventilation saving energy and taxpayer dollars using CO₂ Sensors
Federal Energy Management Program

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Sistema dedicado de ar externo



Edificação:
Hipermercado
Área total: 12.400 m²
Região: Sudeste

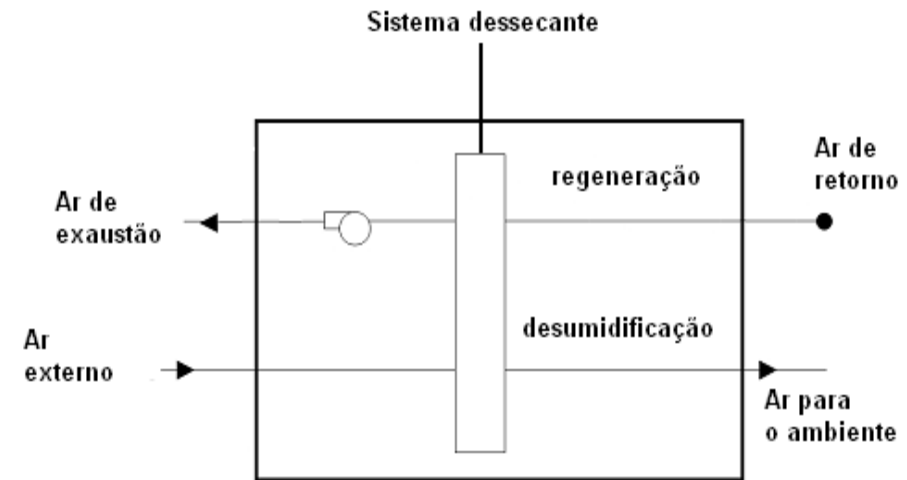
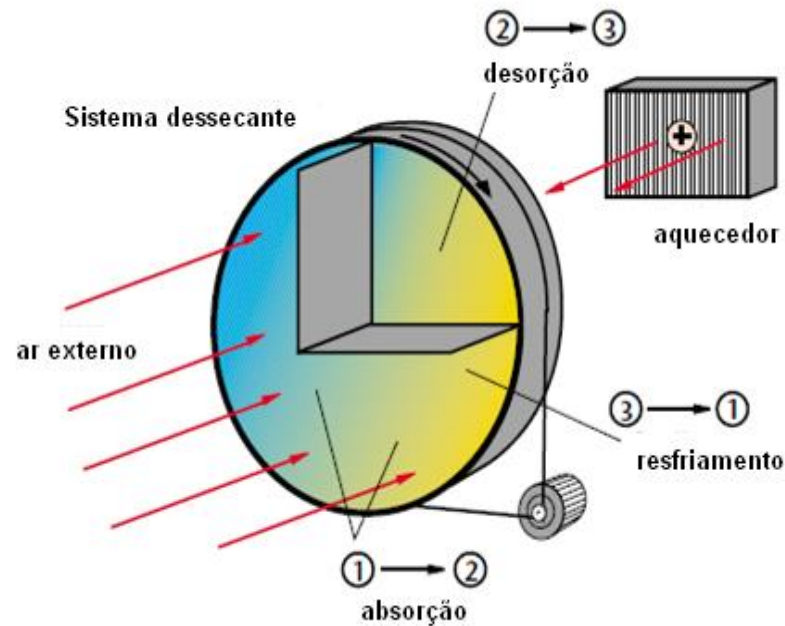
Iluminação: 20 W/m²
Equipamentos : 14 W/m²
Ocupação média: 10 m²/pessoa
Refrigeração de produtos: 358 kW
Climatização :

- 9 resfriadores com condensação a ar (COP=3)
- Capacidade total: 881 kW (250 TR) cada

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Sistema dedicado de tratamento de ar externo

Cenário 1: Salão de vendas com climatização atual

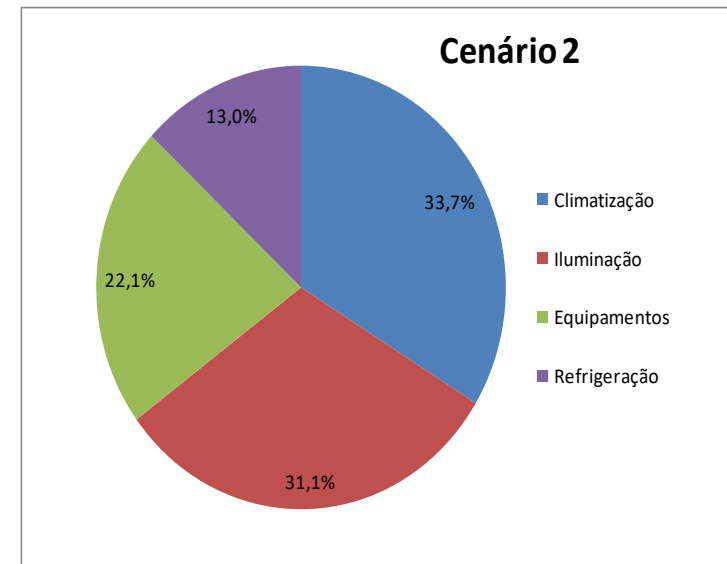
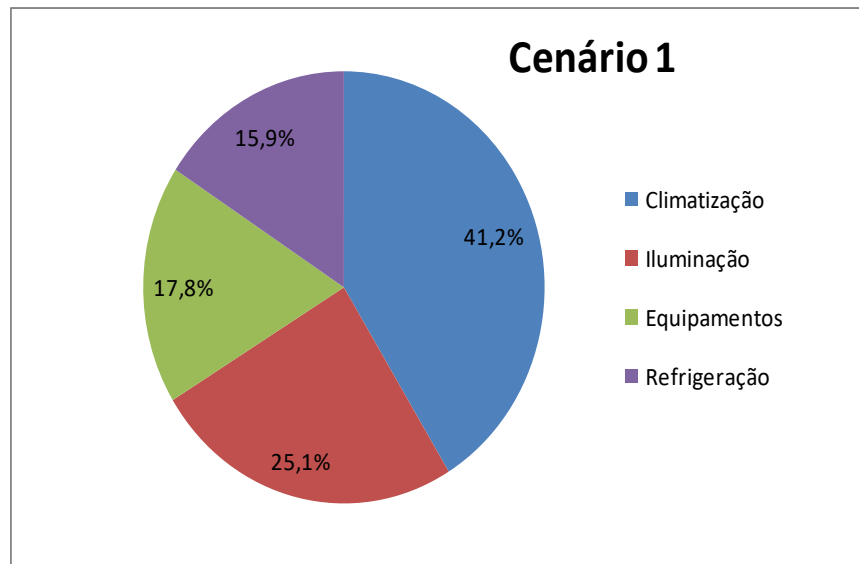
Cenário 2: Sistema dedicado de tratamento de ar externo

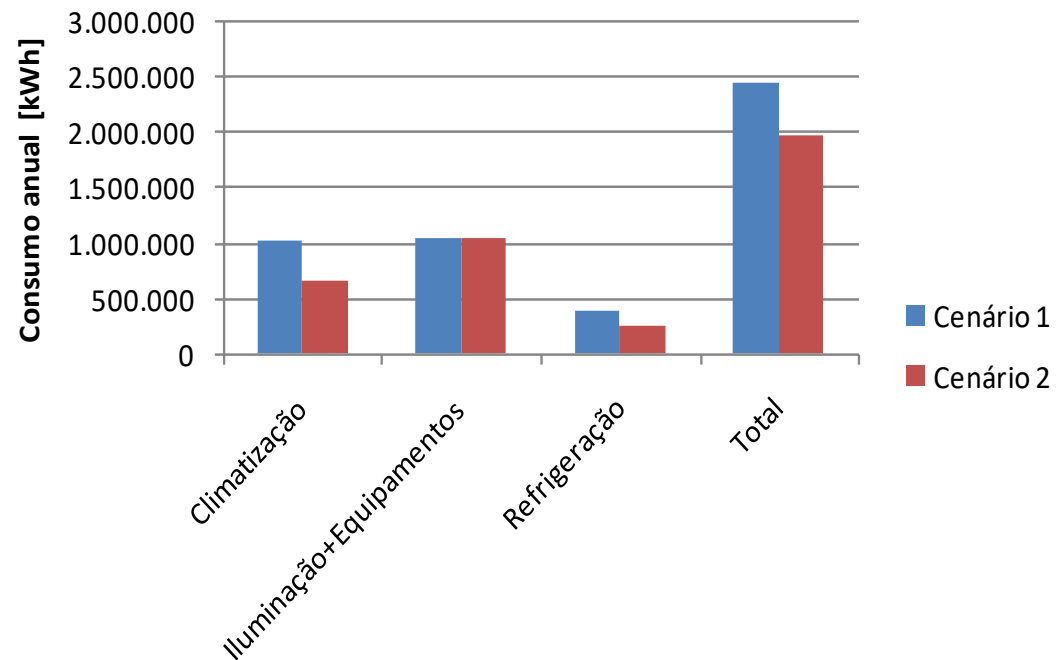


Harrison, L. G. (editor). Munters – The Dehumidification Handbook , 2nd edition

ESTRATÉGIAS ATIVAS: Sistema dedicado de tratamento de ar externo

Comparação de cenários





Uso final	Cenário 1	Cenário 2	Redução
Climatização	1.012.076	667.931	34,0%
Refrigeração	389.682	258.021	33,8%
Total(salão)	2.455.338	1.979.532	19,4%
Total(edificação)			11,6%