PME 3502 - DESEMPENHO TERMO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES

Análises de estratégias de redução de consumo de energia (2/3)

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Cálculos de energia dependentes das condições climáticas

- Parâmetros: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa
- Sistemas suscetíveis ao clima externo:
  - Climatização
  - Iluminação natural
  - Ventilação natural
- Método Bin: permite avaliar cargas variáveis, diferentes eficiências e ocupações, etc.

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Conceito do Método Bin

- Energia é a integral da potência no tempo
- Conjunto de horas com temperatura iguais
- Troca da soma da potência no tempo por faixas de temperatura (bin)

$$E = \int \dot{W}[T_{externa}(t)] \cdot dt = \sum_{tempo} \dot{W}[T_{externa}(t)] \cdot \Delta t = \sum_{bin,i} \dot{W}\left[T_{externa,i}\right] \cdot N_i \cdot (1\ \mathrm{hr})$$

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Cálculos com Método Bin

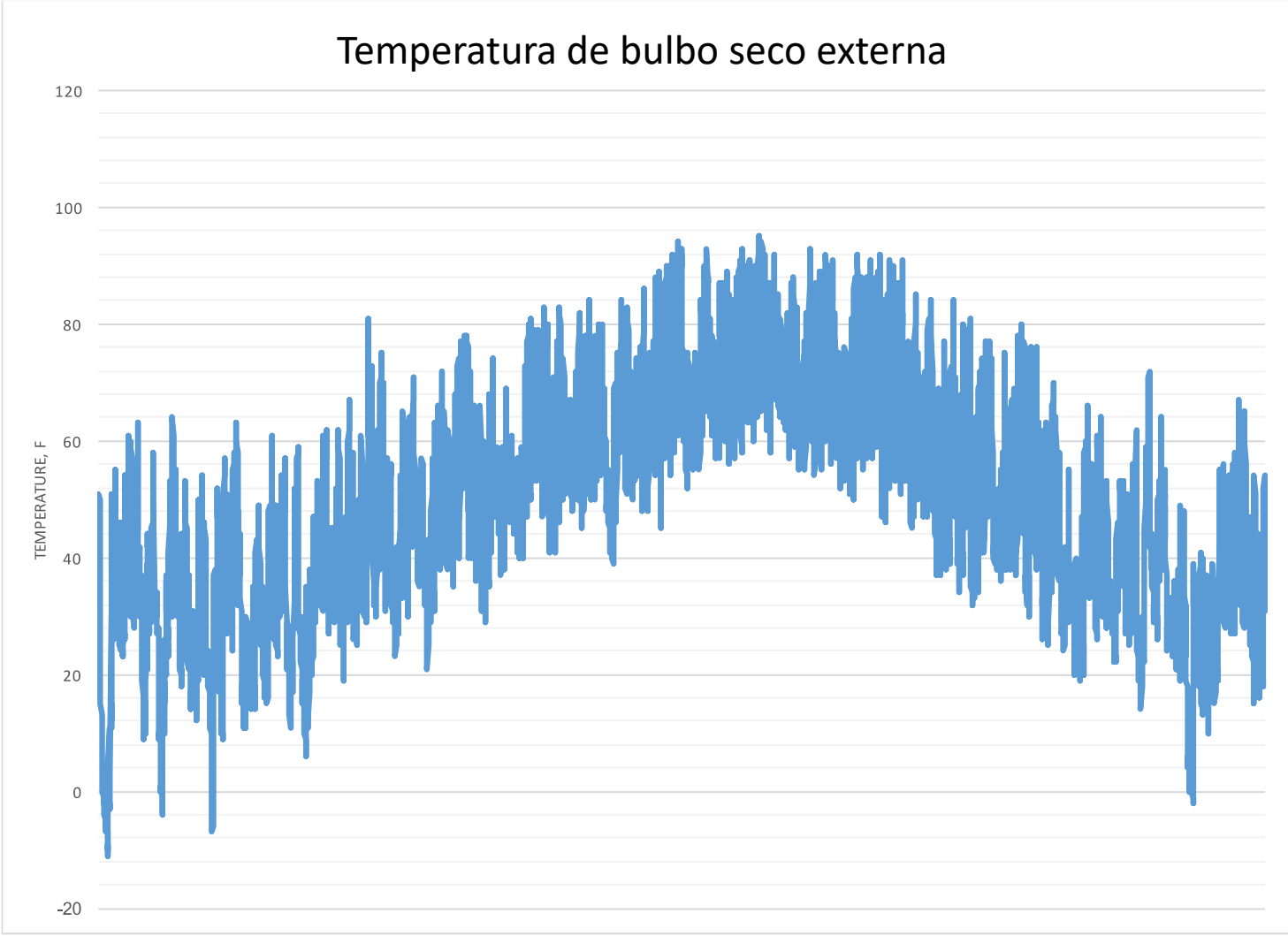
- Identificação do número de horas de operação onde a temperatura encontra-se em uma faixa de temperatura (bin) de 2 a 3 °C
  - Usualmente separa-se horas ocupadas e horas sem ocupação
  - Análises mensais permite avaliar variações sazonais

- Depende da localização– cálculos com base em dados climáticos horários

- Fácil implantação em planilhas

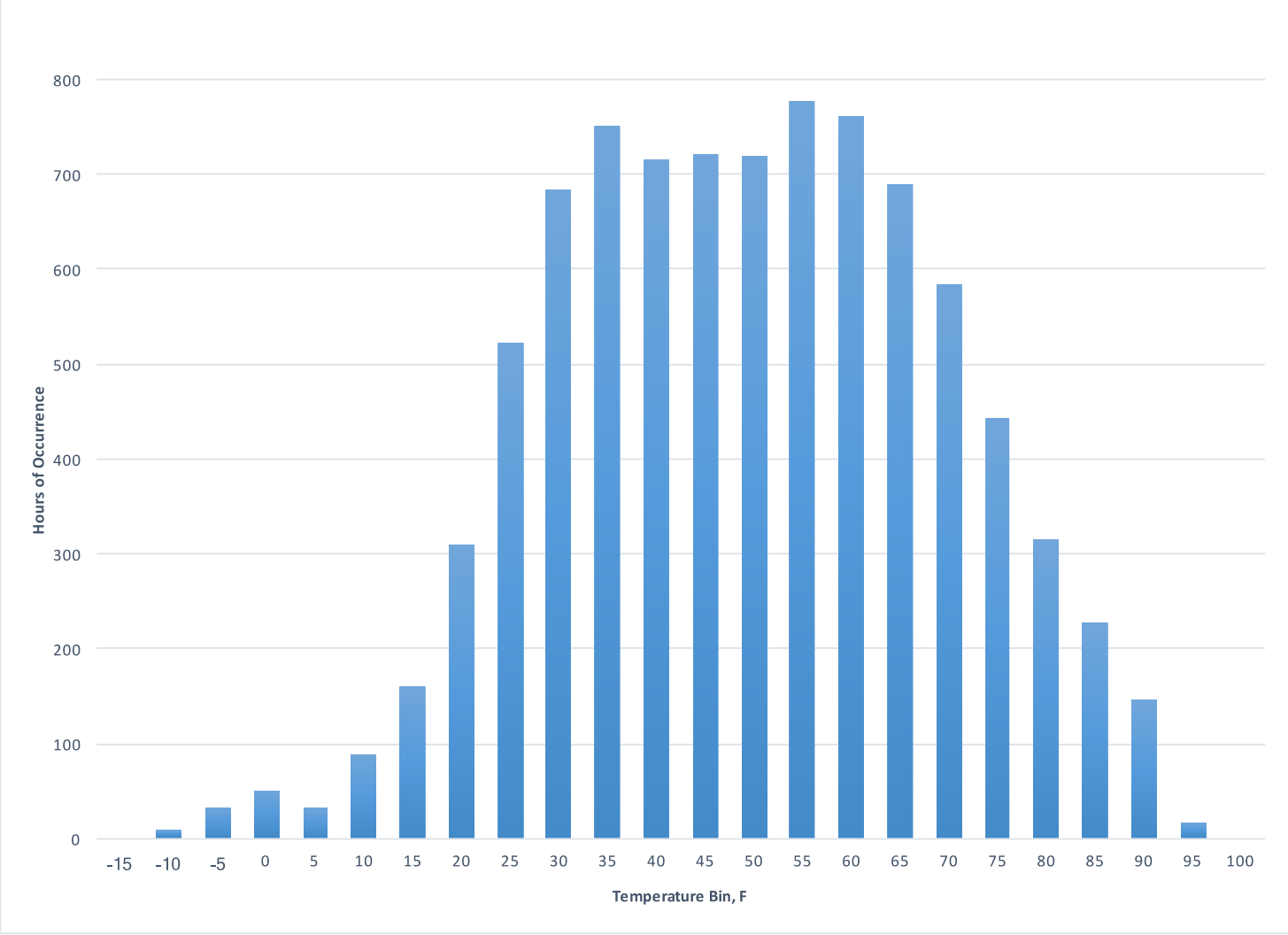
© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Condições climáticas externas



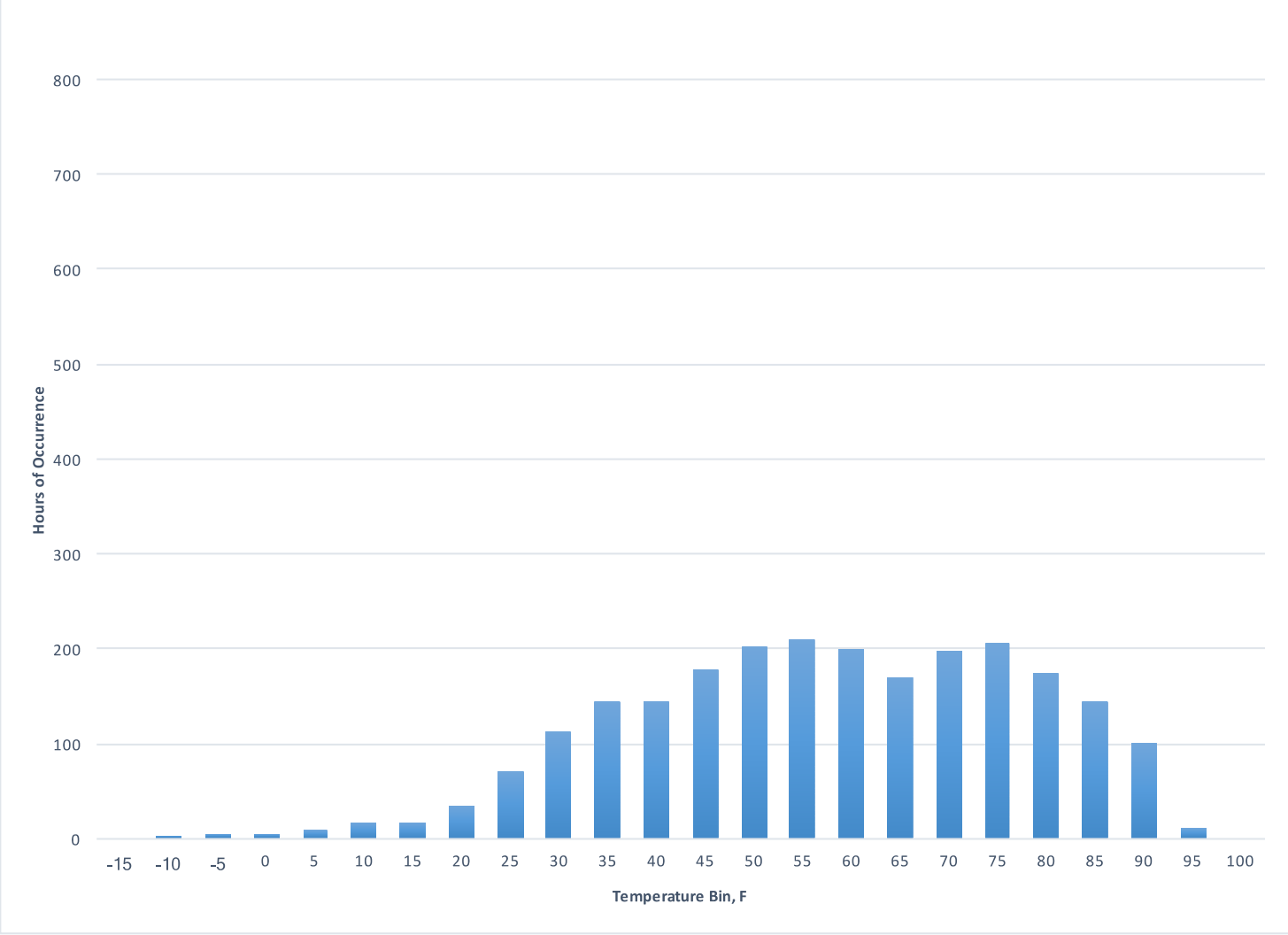
© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Temperatura “Bins”



© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

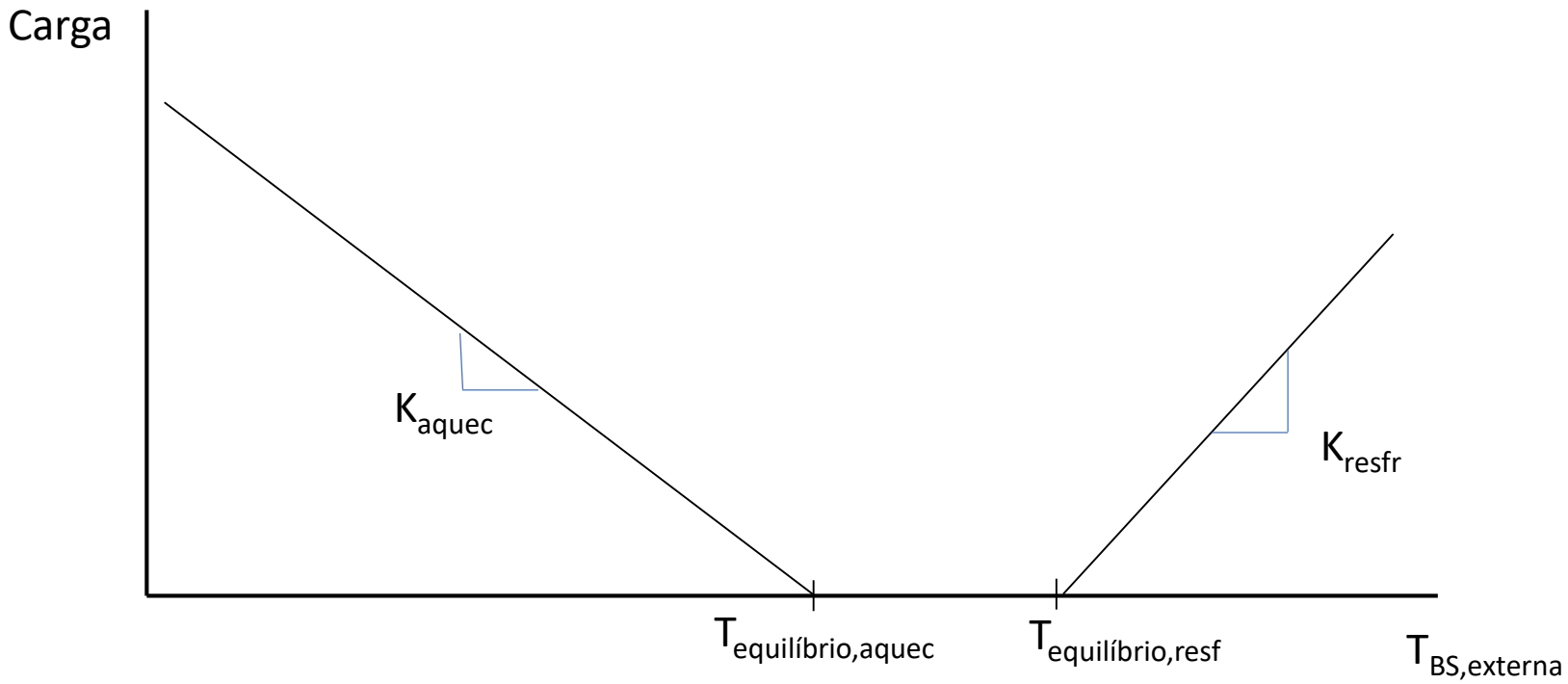
Temperatura Bins: Dias úteis



© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Consumo dependente da temperatura de bulbo seco externa

$$\dot{Q}_{aquec} = K_{aquec}(T_{bs,externa} - T_{equilíbrio,aquec}) \qquad \dot{Q}_{resf} = K_{resf}(T_{bs,externa} - T_{equil,resf})$$



© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Cálculo de consumo em sistemas de resfriamento e aquecimento

- Avaliar a potência do equipamento e sua eficiência
- A potência e a eficiência dependem da temperatura de bulbo seco externa

$$E = \sum_{bin,i} \dot{W}(T_{BS,externa,i}) \cdot N_i = \sum_{bin,i} \frac{K \cdot (T_{BS,externas,i} - T_{equil})}{\eta_i} \cdot N_i$$

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Graus Dia– Método mais simples

- Troca a integral por uma soma de dias de resfriamento ou aquecimento
- Uso da temperatura de bulbo seco média diária
- Hipótese: eficiência constante dos sistemas de aquecimento e resfriamento

$$E_{aquec} = \int \dot{W}\left[T_{BS,externa}(t)\right] \cdot dt = \int \frac{-K_{aquec} \cdot (T_{equilíbrio,aquec} - T_{BS,externa,i})}{\eta_h} \cdot dt$$

$$E_{aquec} = -\frac{K_{aquec}}{\eta_{aquec}} \sum_{dia,i} \left(T_{equilíbrio,aquec} - \overline{T_{BS,externa,i}}\right) \cdot 24\ h/dia$$

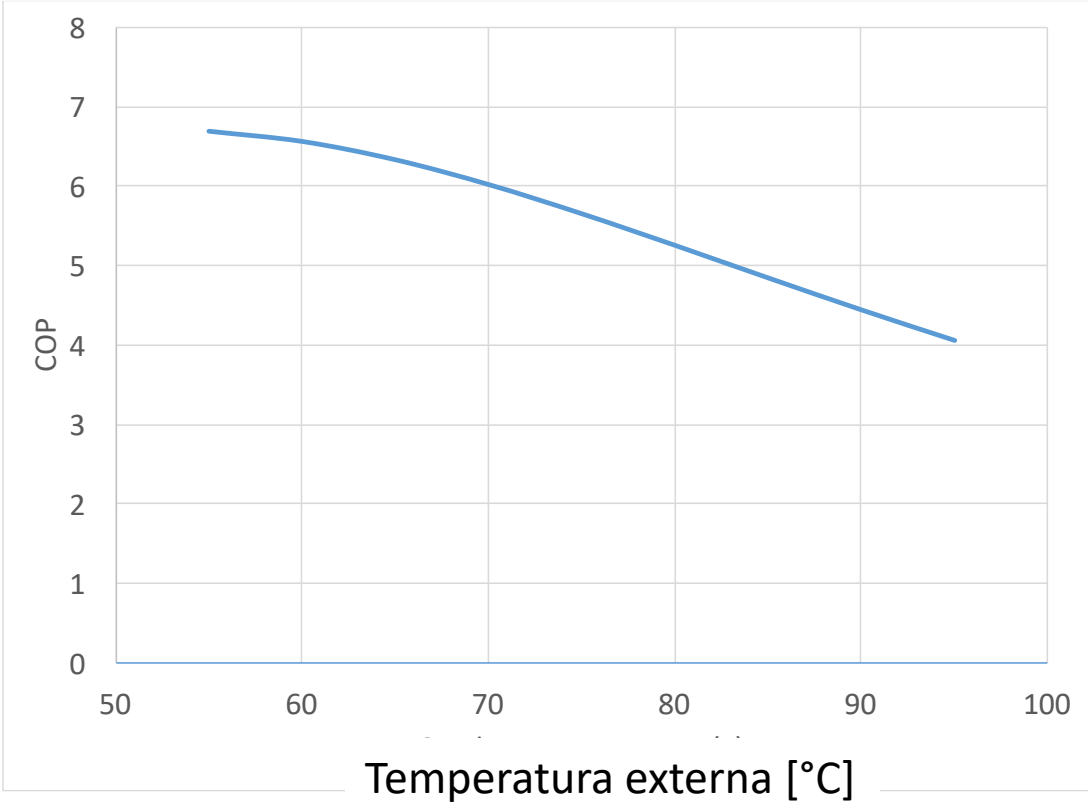
$$E_{aquec} = -\frac{K_{aquec}}{\eta_{aquec}} \cdot GDA(T_{equilíbrio,aquec})$$

$$E_{resf} = \frac{K_{resf}}{\eta_{resf}} \cdot GDR(T_{equil,resf})$$

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Exemplo

O proprietário de um edifiício decide fazer um retrofit no sistema de resfriamento por um equipamento mais eficientes. Dados do equipamento são apresentados ao lado. A capacidade total do equipamento é 70,4 kW (20TR) a 35°C com uma temperatura de equilíbrio de 13°C. Usando dados “bin” pra horas com ocupação, estime o consumo de energia deste equipamento.



© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Cálculos

$$E = \sum_{bin,i} Q_{projeto} \cdot \frac{T_{BS,externa,i} - T_{equlíbrio}}{T_{projeto} - T_{equlíbrio}} \cdot \frac{1}{COP_i} \cdot N_i$$

T [°C]	Horas/ano	Carga [kW]	COP	Consumo [kWh]
35	17	70,4	4,07	294
32	146	61,6	4,45	2021
29	228	52,8	4,85	2482
27	316	44	5,26	2643
24	443	35,2	5,66	2755
21	584	26,4	6,02	2561
18	690	17,6	6,34	1915
16	762	8,8	6,57	1021
13	777	0	6,69	0
			Total	15693

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Limitações dos Métodos Bin e Graus Dias

- Cargas em regime permanente – somente função da temperatura externa
- Desprezam-se efeitos de inércia térmica, envidraçamento, umidade, variações de ocupação
- Cargas em edifícios reais são mais complexas
- Calibração com dados de conta de energia e medidores melhoram a precisão
- Uso mais adequado para avaliações comparativas

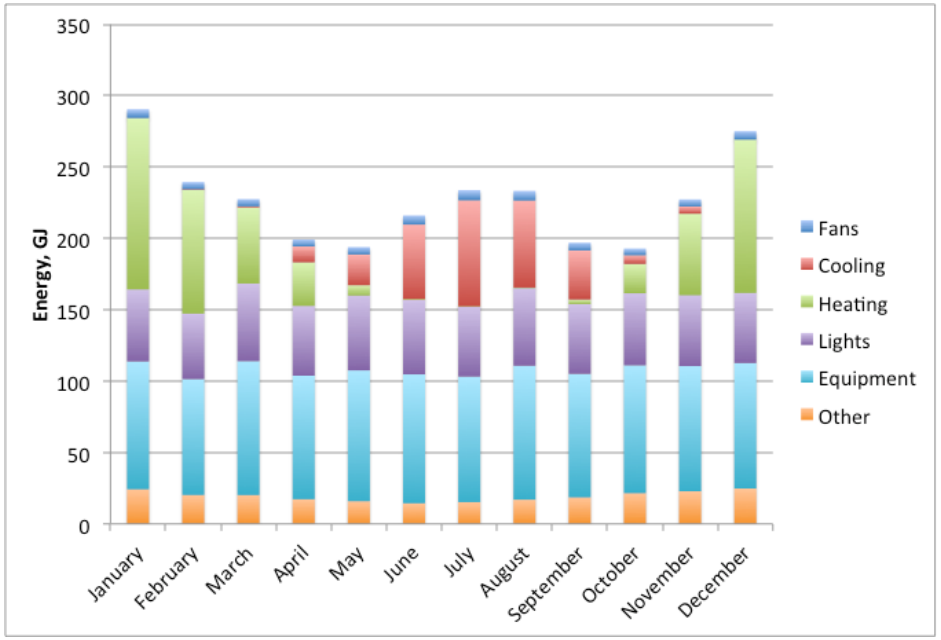
© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

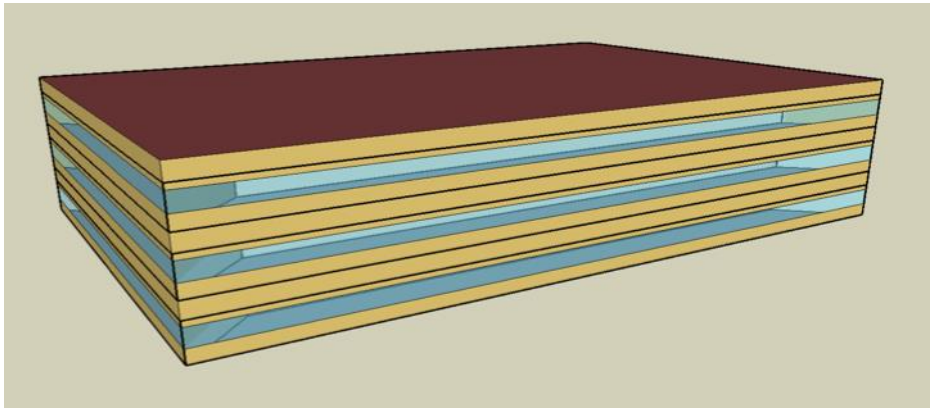
Modelagem e Simulação de Edificações

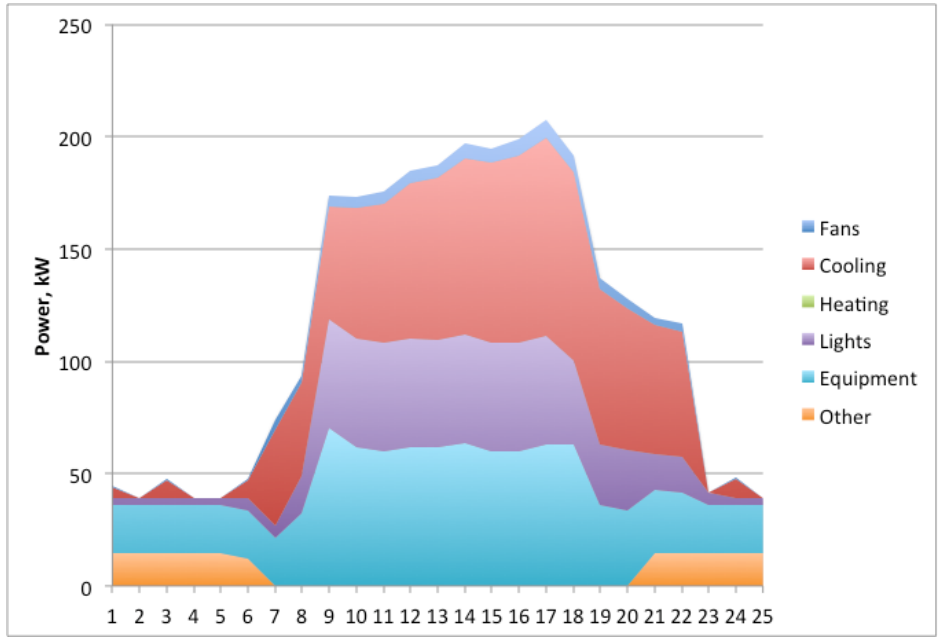
- Fornece análises melhores para sistemas mais e regime transitório
- Simulações horárias– 8.760 horas/ano
- Pode incorporar recomendações da ASHRAE (Método do Balanço de Energia)
- Modelo calibrado fornece bons resultados para edificações existentes
- Simulações permitem expandir as análises para investigação dos parâmetros e variáveis de edificações e seus sistemas

© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor

Previsões detalhadas do Uso de Energia







© PME 3502 – Desempenho Termo Energético de Edificações Alberto Hernandez Neto -Direitos autorais reservados - É proibida a reprodução deste material sem a autorização expressa do autor