

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: AUMENTO DA VELOCIDADE DO AR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS

Felipe Krulikowski – projetos.climatizacao@hotmail.com

Alexandre Fernandes Santos – projetos.etp@gmail.com

ETP – Escola Técnica profissional, Pós-graduação em engenharia da climatização, [www.escolaprofissional.com.br](http://www.escolaprofissional.com.br)

F3 - Cálculos Térmicos e Energéticos: Informações Climáticas; Ventilação e Infiltração; Cálculos da Carga de Resfriamento e Aquecimento; Métodos de Modelamento e Estimativas Energéticas.

**Resumo.** A temperatura real sentida pelo ser humano é chamada de temperatura efetiva. A mesma é composta pela combinação de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar. Sabe-se que ao aumentar a velocidade do ar, reduz a temperatura sentida pelo corpo. Este documento simulou duas situações em um determinado ambiente para a cidade de Curitiba, onde inicialmente se tem apenas equipamentos de ar condicionado e posteriormente é incluso ventilador HVLS, aumentando assim a velocidade do ar tornando possível mudar o “set point” dos climatizadores de 24 °C para 26 °C, reduzindo o tempo de funcionamento durante o ano com o mesmo conforto térmico da primeira situação. A segunda situação mostra que é possível reduzir gastos com energia elétrica, mesmo que no segundo caso é incluso o consumo do ventilador.

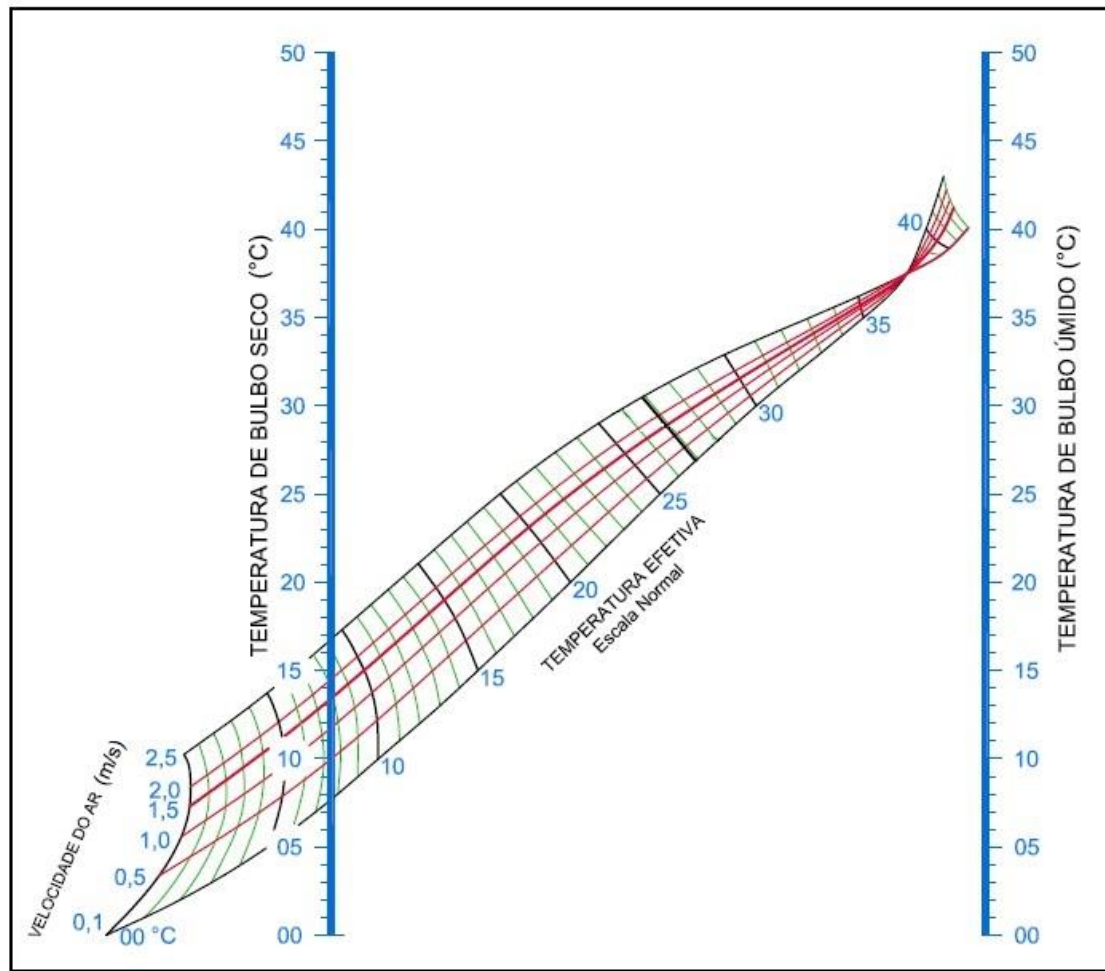
**Palavras-chave:** Conforto térmico, Ar condicionado, Ventilação.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o tema “eficiência energética” está sendo muito explorado, diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas, e novas tecnologias estão surgindo para reduzir dentre outros fatores, os gastos com energia elétrica.

Um dos grandes consumidores de energia são os sistemas de climatização. Sabe-se que em um mercado, por exemplo, o consumo do ar condicionado pode chegar a 40% do total consumido de energia elétrica (Branco, 2010), e em um edifício comercial, pode chegar a 50% (Cushman, 2010). Para obter conforto térmico, a norma regulamentadora brasileira NR 17, informa que é necessário manter o índice de temperatura efetiva entre 20 e 23 °C. A temperatura efetiva é obtida através da combinação dos fatores: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar (Gráfico 01). A mesma norma informa que a velocidade do ar não deve ultrapassar 0,75 m/s para ambientes onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros. Porém outros autores citam que a velocidade do ar considerada como aceitável para um escritório pode chegar a 2,5 m/s. O limite máximo é baseado em problemas práticos, tais como voo de papéis sobre a mesa e desarranjo de penteados (Figueiredo, 2007).

Sabendo-se que ao aumentar a velocidade do ar, se reduz a temperatura efetiva, este artigo teve a intenção de simular teoricamente um ambiente na cidade de Curitiba onde será aumentada a velocidade do ar por meio de ventilação mecânica, buscando reduzir o tempo de funcionamento do equipamento de ar condicionado e consequentemente economizando energia elétrica.



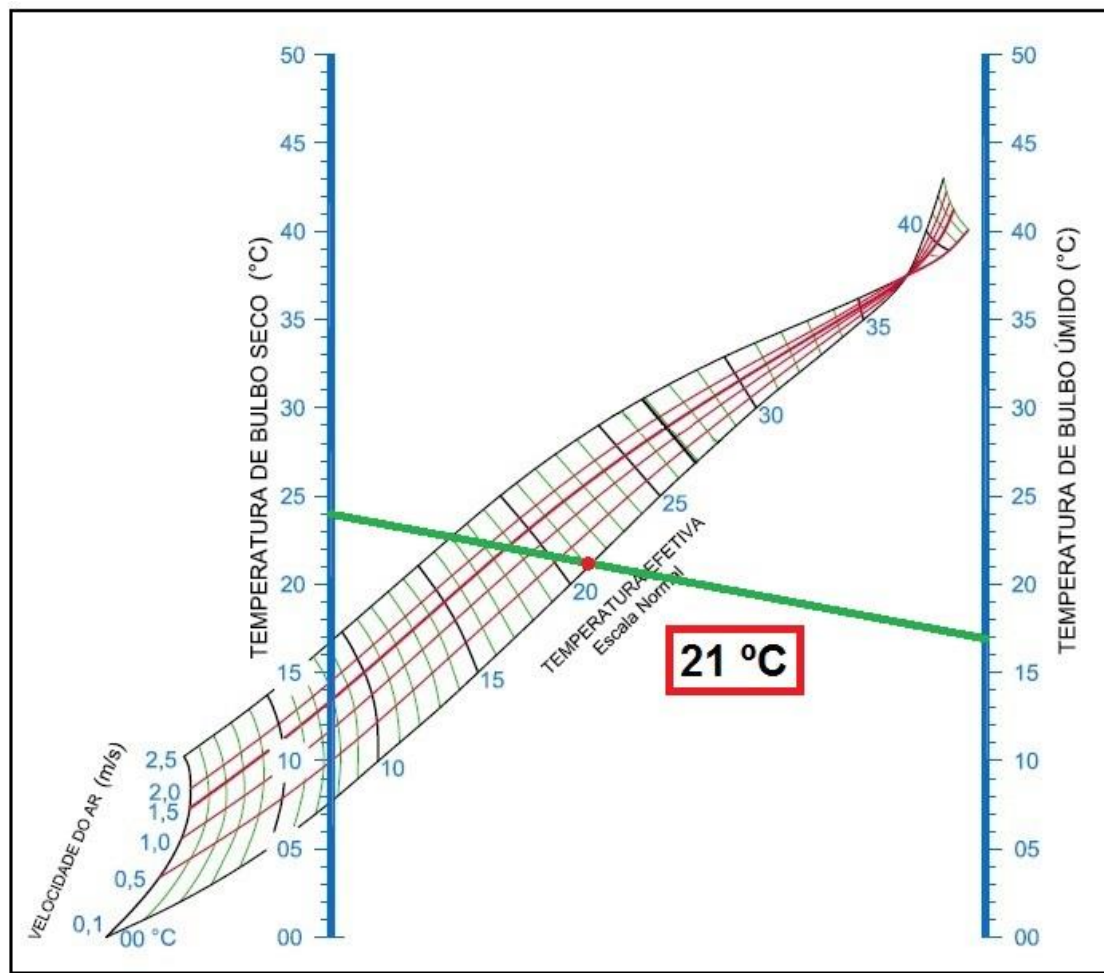
**Gráfico 01 – Gráfico de temperatura efetiva**  
Fonte: ELEFANT, 2016.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme a resolução 09 da vigilância sanitária, para o verão, a temperatura de bulbo seco deve estar entre 23 e 26 graus célsius e a umidade relativa entre 40 e 65%. E entre 20 e 23 graus célsius de temperatura efetiva segundo norma NR 17. Portanto, respeitando estes limites, em um primeiro momento foi considerada uma situação onde um ambiente é climatizado por sistema de ar condicionado apenas, e na sequência incluso ventiladores HVLS (*High Volume, Low Speed*) o qual promove grande deslocamento de ar com baixa rotação, aumentando a velocidade do ar. Desta forma é possível obter variações no gráfico de temperatura efetiva, porém, obter o mesmo conforto térmico com redução do tempo de funcionamento do sistema de ar condicionado. Estas situações foram descritas como: Condição 01 e Condição 02, e foram comparadas quanto a seus gastos com energia elétrica.

### 2.1 Condição 01

A primeira situação de análise foi parametrizada a climatização de um ambiente utilizando ar condicionado operando em 24 °C TBS e UR 50% (TBU 17 °C) o qual apresenta temperatura efetiva de 21 graus, conforme mostrado no gráfico 02.



**Gráfico 02 – Temperatura efetiva 21 °C (TBS 24 °C / UR 50%)**

Fonte: ELEFANT, 2016. (editado)

Observação: A velocidade do ar para este ponto foi definida em 0,1 m/s, como velocidade padrão de climatização, conforme cita Alexandre (2006). Foi utilizada esta condição para calcular o consumo anual de um equipamento de ar condicionado.

## 2.2 Condição 02

Na sequência foi simulado uma condição aumentando a velocidade do ar para 2 m/s, a qual pode ser obtida pelo ventilador HVLS EL-7000, fabricado pela “Elefant – Equipamentos industriais”. Esse ventilador atende uma área de até 1225 m² segundo o fabricante.

Esta situação visa obter a mesma temperatura efetiva da primeira (21 °C), para isso é necessário TBS 26 °C e UR 65% (TBU 21,11 °C), conforme gráfico 03 abaixo. Portanto esta condição utiliza o ar condicionado operando com “set point” de 26 °C em paralelo com o ventilador.

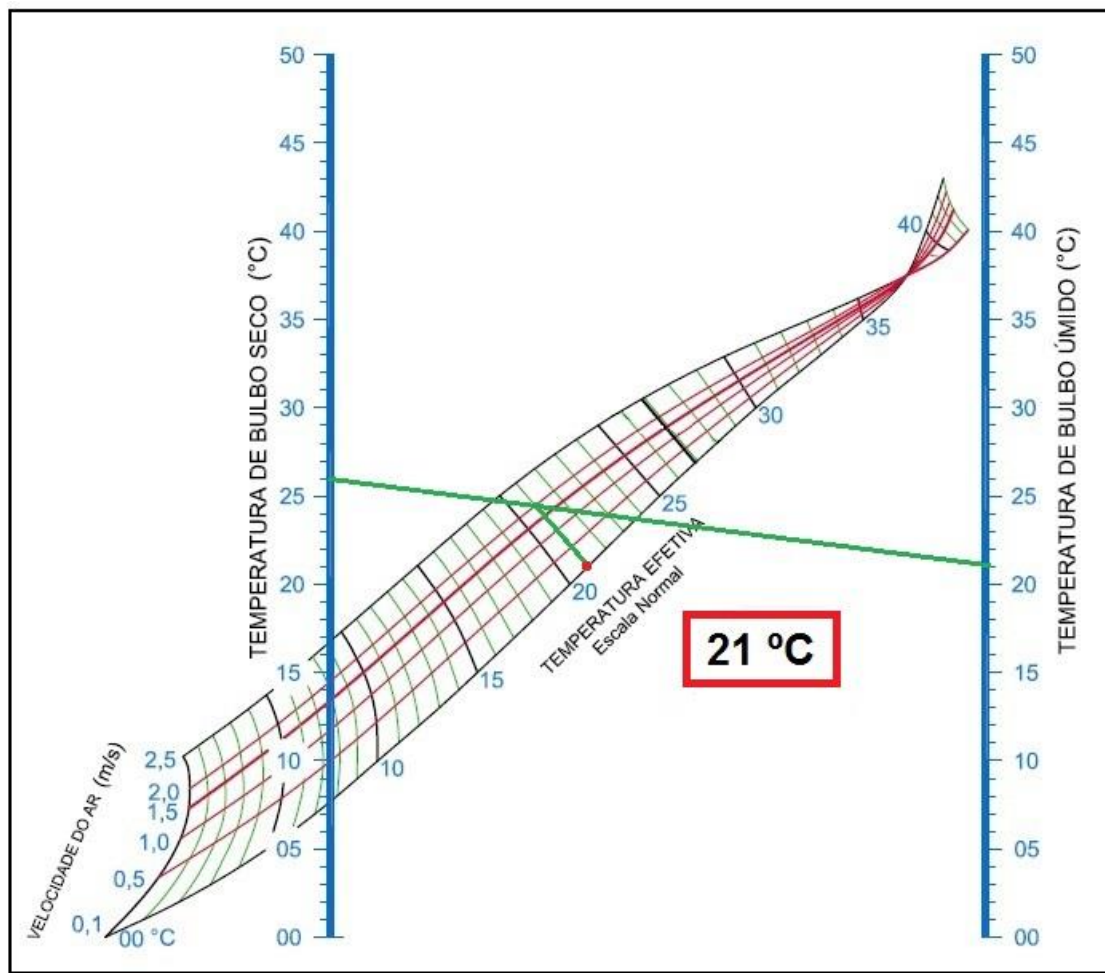
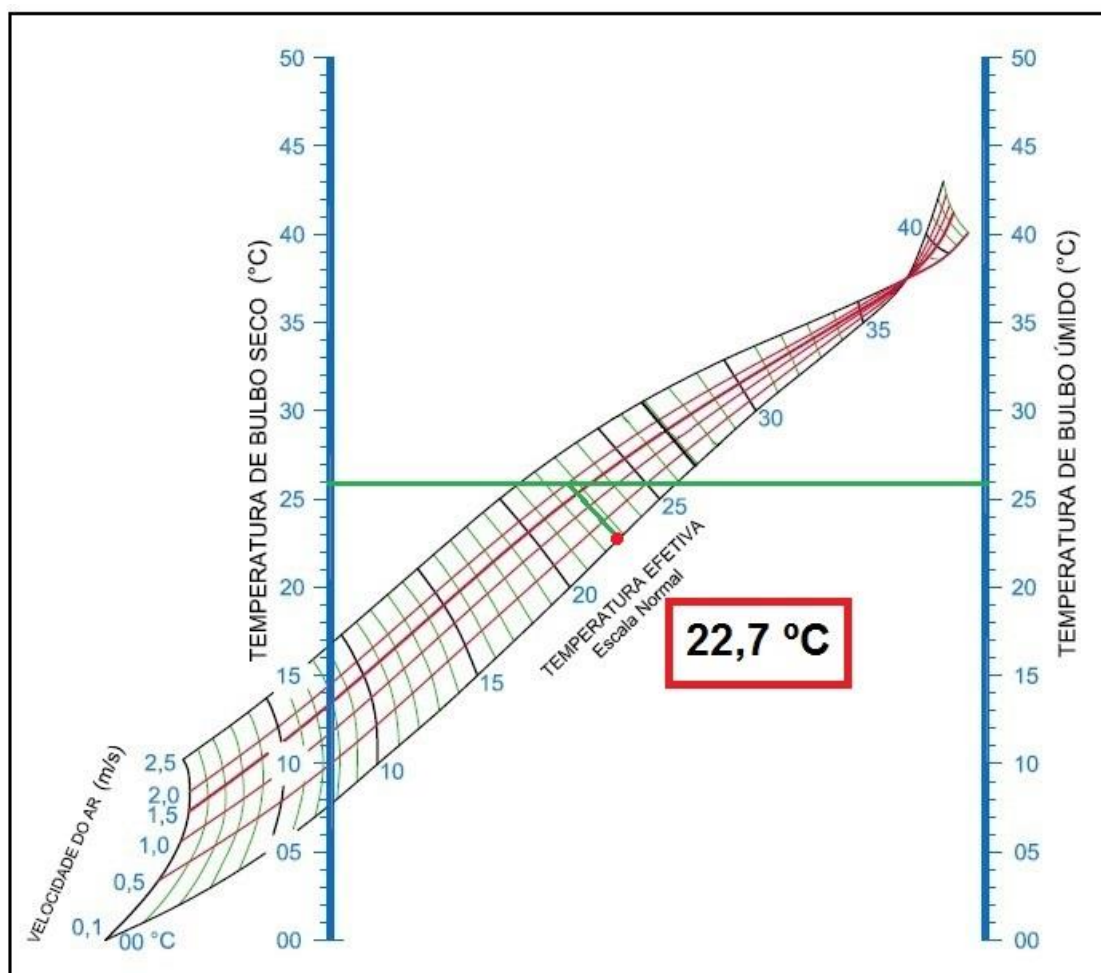


Gráfico 03 – Temperatura efetiva 21 °C (TBS 24 °C / UR 50%)

Fonte: ELEFANT, 2016. (editado)

Devido ao fato do sistema de ar condicionado não realizar controle direto da umidade, foi considerado que a mesma pode chegar a 100% em um caso crítico. Neste caso a temperatura efetiva é de 22,7 °C (Gráfico 04).



**Gráfico 04 – Temperatura efetiva 22,7 °C (TBS 26 °C / UR 100%)**

Fonte: ELEFANT, 2016. (editado)

Portanto, caso ocorra saturação do ar na temperatura de 26 °C, ou seja, UR 100%, ainda se obtém 22,7 °C de temperatura efetiva.

Como o limite para temperatura efetiva é 23 °C segundo NR 17, ainda há uma situação favorável. Em outras bibliografias (Tabela 01) também é considerado satisfatório 22,7 °C para temperatura efetiva em ambientes com permanência acima de 3 horas, sendo que, para permanências menores a temperatura efetiva pode ser ainda maior.

| Permanência                | Temperatura Efetiva °F | Temperatura de Bulbo Seco °F | Umidade Relativa % |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|
| Mais de 3 horas            | 73 (22,7°C)            | 78 (25,5°C)                  | 55                 |
| Entre 45 minutos e 3 horas | 74 (23,3°C)            | 80 (26,6°C)                  | 50                 |
| Menos de 40 minutos        | 75 (23,8°C)            | 82 (27,7°C)                  | 45                 |

**Tabela 01 – Temperatura efetiva em função da permanência**

Fonte: Creder, 2004.

Observação: Se considerar na condição 01, UR 100%, ou seja, TBS e TBU 24 °C, a temperatura efetiva seria de 24 °C.

### 2.3 Carga térmica

Baseado na área que o ventilador HVLS atende (1225 m²), foi dimensionado um equipamento de climatização segundo a estimativa de carga térmica de Creder (2004). Considerando os ambientes citados na introdução, onde a velocidade do ar possa trazer desconfortos, foi selecionado o ambiente “Grande Loja” onde se pode considerar que não há problemas em aumentar a velocidade do ar (Tabela 02). Para um alto padrão de instalação se obtém 667,39 BTU/m²/h, portanto, 817.552,75 BTU/h para 1225 m² ou ainda 68,13 TR’s.

| Tipo de Carga                        | Padrão de Instalação | Total BTU por Hora por Metro Quadrado | Metros Quadrados por Tonelada | m³/h por Metro Quadrado | Metros Quadrados por Pessoa | kcal/h por Metro Quadrado |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Drogarias                            | Baixo                | 376,75                                | 31,8                          | 20,1                    | 1,58                        | 94,9                      |
|                                      | Médio                | 753,50                                | 15,9                          | 34,7                    | 3,62                        | 189,8                     |
|                                      | Alto                 | 1.173,31                              | 10,2                          | 62,1                    | 8,55                        | 295,5                     |
| Escritórios em geral                 | Baixo                | 236,81                                | 50,6                          | 12,8                    | 2,97                        | 590,6                     |
|                                      | Médio                | 462,86                                | 25,9                          | 25,5                    | 9,76                        | 116,6                     |
|                                      | Alto                 | 775,03                                | 15,5                          | 40,2                    | 25,83                       | 195,2                     |
| Grandes lojas no subsolo             | Baixo                | 215,29                                | 55,7                          | 9,1                     | 1,86                        | 54,2                      |
|                                      | Médio                | 322,93                                | 37,1                          | 14,6                    | 2,79                        | 81,3                      |
|                                      | Alto                 | 419,81                                | 28,6                          | 21,9                    | 8,83                        | 105,7                     |
| Grandes lojas no pavimento principal | Baixo                | 269,11                                | 44,6                          | 16,5                    | 1,49                        | 67,8                      |
|                                      | Médio                | 452,10                                | 26,5                          | 23,8                    | 3,25                        | 113,9                     |
|                                      | Alto                 | 667,39                                | 17,9                          | 36,6                    | 8,36                        | 168,1                     |

Tabela 02 – Carga térmica

Fonte: Creder, 2004.

Com esta carga térmica é possível selecionar um equipamento, ou um conjunto de equipamentos para suprir a demanda de refrigeração. Na situação 01 foi simulado utilizando equipamento de ar condicionado convencional apenas, e na situação 02 foi calculado combinando ar condicionado mais ventilador. Em seguida, sabendo a potência dos equipamentos, foi calculado o consumo anual da combinação.

## 2.4 Equipamento de ar condicionado

Foi selecionando o equipamento tipo “Self Contained”, Modelo BAX 22, marca YORK, compressores “fixos” convencionais. O mesmo disponibiliza 22,5 TR’s de capacidade de refrigeração, portanto serão necessárias 03 unidades, que totalizam 67,5 TR’s, satisfatório para a carga térmica calculada de 68,13 TR’s. Os respectivos dados de consumo deste modelo estão informados na tabela 03.

| Self a Ar - Unidade Evaporadora - BAX |                    |                    |                    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Modelo                                | Ponto de força (A) | Corrente total (A) | Potência total (W) | Compressor 1         |                      | Compressor 2         |                      | Compressor 3         |                      | M. Evaporador        |                      |
|                                       |                    |                    |                    | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) |
| BAX05 - 220 V                         | 25                 | 21,08              | 6370               | 16,0                 | 5020                 | —                    | —                    | —                    | —                    | 3,08                 | 750                  |
| BAX05 - 380 V                         | 16                 | 13,47              | 6370               | 9,7                  | 5020                 | —                    | —                    | —                    | —                    | 1,77                 | 750                  |
| BAX07 - 220 V                         | 34                 | 28,97              | 8892               | 18,9                 | 6570                 | —                    | —                    | —                    | —                    | 6,47                 | 1500                 |
| BAX07 - 380 V                         | 22                 | 18,83              | 8892               | 11,5                 | 6570                 | —                    | —                    | —                    | —                    | 3,73                 | 1500                 |
| BAX10 - 220 V                         | 46                 | 42,47              | 12740              | 16,0                 | 5020                 | 16,0                 | 5020                 | —                    | —                    | 6,47                 | 1500                 |
| BAX10 - 380 V                         | 30                 | 27,13              | 12740              | 9,7                  | 5020                 | 9,7                  | 5020                 | —                    | —                    | 3,73                 | 1500                 |
| BAX12 - 220 V                         | 53                 | 49,07              | 15212              | 16,0                 | 5020                 | 18,9                 | 6570                 | —                    | —                    | 8,57                 | 2200                 |
| BAX12 - 380 V                         | 34                 | 31,75              | 15212              | 9,7                  | 5020                 | 11,5                 | 6570                 | —                    | —                    | 4,95                 | 2200                 |
| BAX15 - 220 V                         | 58                 | 53,57              | 16984              | 18,9                 | 6570                 | 18,9                 | 6570                 | —                    | —                    | 8,57                 | 2200                 |
| BAX15 - 380 V                         | 38                 | 35,15              | 16984              | 11,5                 | 6570                 | 11,5                 | 6570                 | —                    | —                    | 4,95                 | 2200                 |
| BAX22 - 220 V                         | 86                 | 81,30              | 25876              | 18,9                 | 6570                 | 18,9                 | 6570                 | 18,9                 | 6570                 | 13,80                | 3700                 |
| BAX22 - 380 V                         | 56                 | 53,26              | 25876              | 11,5                 | 6570                 | 11,5                 | 6570                 | 11,5                 | 6570                 | 7,96                 | 3700                 |

| Self a Ar - Unidade Condensadora - REM |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Modelo                                 | Combinação BAX + REM | M. Cond. 1           |                      | M. Cond. 2           |                      | M. Cond. 3           |                      |
|                                        |                      | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) | Corrente nominal (A) | Potência nominal (W) |
| BAX05 - 220 V                          | 01 REM05             | 2,0                  | 600                  | —                    | —                    | —                    | —                    |
| BAX05 - 380 V                          | 01 REM05             | 2,0                  | 600                  | —                    | —                    | —                    | —                    |
| BAX07 - 220 V                          | 01 REM07             | 3,6                  | 822                  | —                    | —                    | —                    | —                    |
| BAX07 - 380 V                          | 01 REM07             | 3,6                  | 822                  | —                    | —                    | —                    | —                    |
| BAX10 - 220 V                          | 02 REM05             | 2,0                  | 600                  | 2,0                  | 600                  | —                    | —                    |
| BAX10 - 380 V                          | 02 REM05             | 2,0                  | 600                  | 2,0                  | 600                  | —                    | —                    |
| BAX12 - 220 V                          | 01 REM 05            | 2,0                  | 600                  | —                    | —                    | —                    | —                    |
| BAX12 - 380 V                          | 01 REM 07            | —                    | —                    | 3,6                  | 822                  | —                    | —                    |
| BAX15 - 220 V                          | 02 REM07             | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  | —                    | —                    |
| BAX15 - 380 V                          | 02 REM07             | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  | —                    | —                    |
| BAX22 - 220 V                          | 03 REM07             | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  |
| BAX22 - 380 V                          | 03 REM07             | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  | 3,6                  | 822                  |

Tabela 03 – Potência consumida equipamento YORK

Fonte: YORK, 2016.

Cada unidade totaliza consumo de 28.342 watts [25.876 + (3x822)], como é necessário 3 unidades para atender a carga térmica, é requerido no total 85 Kw (85.000 watts).

## 2.5 Ventilador HVLS – EL 7000

O equipamento responsável por aumentar a velocidade do ar para 2 m/s na segunda situação possui corrente máxima de 6,12 Amperes (Figura 01), ou seja, 1,35 Kwh de potência consumida.

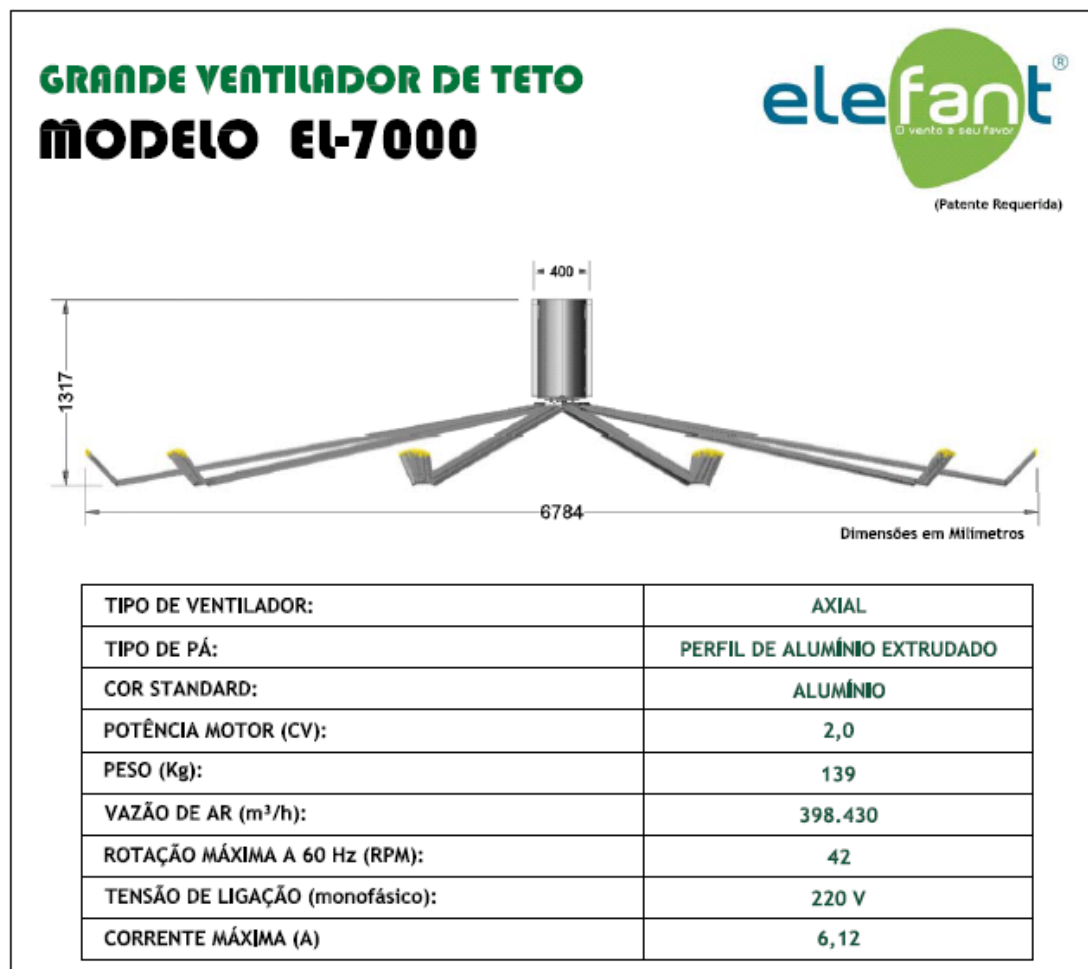


Figura 01 – Dados ventilador HVLS  
ELEFANT, 2016.

## 3. FREQUÊNCIA ANUAL DE OPERAÇÃO PARA AS CONDIÇÕES 01 E 02

Para comparar o consumo elétrico das duas situações foi utilizado o tempo de funcionamento dos equipamentos durante o ano. Na primeira situação apenas ar condicionado e na segunda situação ar condicionado + ventilação.

Na situação 1 (item 2.1) o “set point” é 24 °C e na situação 2 (item 2.2) é de 26 °C. Isso quer dizer que o equipamento somente estará funcionando quando a temperatura do ambiente estiver acima do “set point”, portanto durante o ano teremos duas situações diferentes de tempo de funcionamento.

Foi considerado que a temperatura do ambiente é igual à temperatura externa da cidade de Curitiba, portanto foi coletado o tempo médio anual em que a temperatura está acima de 24 °C e acima de 26 °C.

Essa informação está disponível no software “ASHRAE Weather Data Viewer, versão 5.0” (Tabela 04), o qual informa para a cidade de Curitiba que na temperatura de 24 °C ocorreu em média 0,89481 de frequência acumulada, e na temperatura de 26 °C, 0,94317, ou seja, 10,519% do ano a temperatura está acima de 24 °C ( $1 - 0,89481 * 100$ ). E para a temperatura de 26 °C houve 5,683% ( $1 - 0,94317 * 100$ ).

| h       | F       | T    |
|---------|---------|------|
| 288,929 | 0,8287  | 22   |
| 76,0774 | 0,83738 | 22,5 |
| 234,348 | 0,86413 | 23   |
| 68,6095 | 0,87197 | 23,5 |
| 200,08  | 0,89481 | 24   |
| 55,3318 | 0,90112 | 24,5 |
| 177,292 | 0,92136 | 25   |
| 45,4474 | 0,92655 | 25,5 |
| 145,558 | 0,94317 | 26   |
| 41,1282 | 0,94786 | 26,5 |
| 126,394 | 0,96229 | 27   |
| 30,8065 | 0,96581 | 27,5 |
| 96,2591 | 0,97679 | 28   |
| 24,5794 | 0,9796  | 28,5 |
| 69,9731 | 0,98759 | 29   |
| 16,4454 | 0,98946 | 29,5 |
| 41,4014 | 0,99419 | 30   |
| 9,33042 | 0,99526 | 30,5 |
| 23,7902 | 0,99797 | 31   |
| 4,27082 | 0,99846 | 31,5 |
| 8,91574 | 0,99948 | 32   |
| 1,69307 | 0,99967 | 32,5 |
| 2,08362 | 0,99991 | 33   |
| 0,37792 | 0,99995 | 33,5 |
| 0,38131 | 1       | 34   |
| 0,04229 | 1       | 34,5 |
| 8760    |         |      |

h = Ocorrência em horas  
F = Frequência acumulada  
T = TBS em °C

**Tabela 04 – Frequência anual ASHRAE**  
Fonte: ASHRAE, 2013.

Observação: os valores do software foram coletados das médias dos anos 1986 a 2010.

Sabendo que o ano tem 8760 horas, e utilizando os percentuais de frequência obtidos, resulta:

- Frequência acima de 24°C –  $0,10519 * 8760 \text{ horas} = 921,5 \text{ horas}$
- Frequência acima de 26°C –  $0,05683 * 8760 \text{ horas} = 497,8 \text{ horas}$

#### 4. VALORES GASTOS PARA OPERAÇÃO ANUAL

Utilizando a tarifa da Copel para consumidor do subgrupo B3, R\$ 0,76683 / Kwh (Tabela 05), calculou-se os valores anuais pagos para cada condição e equipamentos.

| Tarifa Convencional - subgrupo B3                                                               |                                                  |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|
| Tarifas vigentes para clientes do subgrupo B3 enquadrados na Modalidade Tarifária Convencional. |                                                  |                   |
| CONVENCIONAL                                                                                    | Resolução ANEEL Nº 1.897, de 16 de junho de 2015 |                   |
|                                                                                                 |                                                  |                   |
| Tarifa em R\$/kWh                                                                               | Resolução                                        | com Impostos:     |
|                                                                                                 | ANEEL(*)                                         | ICMS e PIS/COFINS |
|                                                                                                 |                                                  |                   |
| B3 - Demais Classes                                                                             | 0,49231                                          | 0,76683           |
|                                                                                                 |                                                  |                   |
| Vigência em 24/06/2015                                                                          |                                                  |                   |

Tabela 05 – Tarifa Copel

Fonte: COPEL, 2016.

Para a condição 01:

- Ar condicionado a 24 °C operando em 921,5 horas durante o ano, com potência de 85 Kw

Portanto:  $921,5 \times 0,76683 \times 85$  (h x R\$/Kwh x Kw) = R\$ 60.064,00

Para condição 02:

- Ar condicionado a 26 °C + ventilação operando em 497,8 horas durante o ano, com potência de 85 + 1,35 Kw

Portanto:  $497,8 \times 0,76683 \times 86,35$  (h x R\$/Kwh x Kw) = R\$ 32.962,00

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

Para o ar condicionado na condição 01, se gasta anualmente R\$ 60.064,00, enquanto na condição 02 este equipamento combinado com ventilação, consome R\$ 32.962,00. Redução de custo de R\$ 27.102,00 (Tabela 06).

| TIPO DE EQUIPAMENTO               | CONDIÇÃO    | GASTO ANUAL |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| AR CONDICIONADO APENAS            | CONDIÇÃO 01 | 60.064,00   |
| AR CONDICIONADO + VENTILADOR HVLS | CONDIÇÃO 02 | 32.962,00   |
| ECONOMIA DURANTE 01 ANO           |             | 27.102,00   |

Tabela 06 – Economia anual do equipamento convencional

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há outros autores que informam situações de conforme térmico, porém, foi considerado apenas o que é informado pela NR 17 e RE 09.

Nesta simulação foi utilizada apenas a temperatura de bulbo seco como sinal de entrada para o controlador dos equipamentos, pois consideramos a pior situação de umidade (100%) e fixou-se a velocidade do ar em 2 m/s quando o ventilador HVLS estiver ativo.

Com uma automação fina, se utilizar também a leitura da temperatura de bulbo úmido e da velocidade do ar, ou seja, sabendo constantemente a temperatura efetiva, podemos obter outras combinações onde o tempo de uso do ar condicionado poderá ser ainda menor, como também há a possibilidade de reduzir a rotação do ventilador e consequentemente a velocidade do ar, pois o mesmo utiliza inversor de frequência, porém sempre respeitando o limite de temperatura efetiva.

Segundo informado pelo fabricante do ventilador EL-7000, o equipamento custa R\$ 12.500,00, portanto se combinado com ar condicionado recupera-se o valor do investimento em menos de 6 meses, pois há uma redução do consumo de energia anual com climatização de 45%.

Foi considerada a temperatura ambiente da cidade Curitiba igual à temperatura interna do ambiente utilizado para cálculo. Para trabalhos futuros, recomenda-se realizar um experimento prático, em um ambiente existente, pois a condução e radiação do calor proveniente do sol e as fontes de calor interno variam para cada ambiente. Também é interessante confirmar se as condições 01 e 02 trazem o mesmo conforto térmico para as pessoas.

### Agradecimentos

Em especial a empresa Elefant Equipamentos Industriais pelo fornecimento dos dados do ventilador e pela permissão da divulgação. E também à Escola Técnica Profissional pelo apoio nesta pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, C.S. **Distribuição do ar**, 6ª edição. Editora nova técnica, São Paulo, 2006.
- ANVISA. **Resolução - RE nº 9**, 16 de janeiro de 2003. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d094d3004e5f8dee981ddcd762e8a5ec/Resolucao\\_RE\\_n\\_09.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d094d3004e5f8dee981ddcd762e8a5ec/Resolucao_RE_n_09.pdf?MOD=AJPERES)
- ASHRAE. **Weather Data Viewer, versão 5.0 – 2013**. Frequência temperaturas - 1986 a 2010.
- BRANCO, N.N. **Avaliação de índices de consumo de energia para supermercados**. TCC – Universidade de São Paulo, Escola politécnica – Departamento de engenharia mecânica, São Paulo 2010. Disponível em: [http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2010/Trabalhos\\_finais/TCC\\_021\\_2010.pdf](http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2010/Trabalhos_finais/TCC_021_2010.pdf)
- COPEL. **Tarifa Convencional – Subgrupo B3**. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereço=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F3a5807463c7dd77203257488005939d1>
- CREDER, Hélio. **Instalações de Ar Condicionado**, 6ª edição. LTC Editora, Rio de Janeiro, 2004.
- CUSHMAN & WAKEFIELD. **O ar condicionado de alto desempenho em edifícios comerciais**. II Seminário de Sustentabilidade e Facilités 2010. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/comitestematicos/outrosem sustentabilidade/Cushman.pdf>
- ELEFANT. **Ventilador EL-7000**. Disponível em: <http://www.elefant.com.br/pdf/ELEFANT.7000.01.pdf>
- ELEFANT. **Ábaco de temperatura efetiva**. Disponível em: <http://www.elefant.com.br/pdf/abaco.pdf>
- FIGUEIREDO, Cíntia Mara; FROTA, Anésia Barros. **Ventilação Natural para Conforto Térmico em Edifícios de Escritórios – Avaliação com Modelos Adaptativos**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: [https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjao6nz hbrMAhWB-FZAKHTG8BlkQFggI MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.usp.br%2Fnutau%2FCD%2F149.pdf&usq=AFQjCNFs3qTX 21Gq\\_XDHRTU55xNIN3Wj7Q](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjao6nz hbrMAhWB-FZAKHTG8BlkQFggI MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.usp.br%2Fnutau%2FCD%2F149.pdf&usq=AFQjCNFs3qTX 21Gq_XDHRTU55xNIN3Wj7Q)
- NR 17. **Norma regulamentadora 17 – Ergonomia**. 1990.
- Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>
- YORK. **Catálogo Self Contained**. Disponível em: [http://www.johnsoncontrols.com.br/content/dam/WWW/jci/be/brasil/HVAC/C\\_TEC\\_BAX-BWX\\_Self\\_Embassy\\_FORM\\_U-IOM001-BR\(1204\).pdf](http://www.johnsoncontrols.com.br/content/dam/WWW/jci/be/brasil/HVAC/C_TEC_BAX-BWX_Self_Embassy_FORM_U-IOM001-BR(1204).pdf)

### Energy efficiency: Air velocity increase in air conditioned environments

**Abstract.** *The actual temperature felt by humans is effective temperature named. The same is made by combining dry bulb temperature, wet bulb temperature and air velocity. It is known that increasing the velocity of air reduces the temperature sensed by the body. This document simulated two situations in a given environment for the city of Curitiba, where initially only has air conditioning equipment and is subsequently included HVLS fans, increasing the air speed making possible to change the " set point " of air conditioners of 24 ° C to 26 ° C, reducing the operating time during the year with the same thermal comfort of first situation. The second situation shows that it is possible to save energy, although the second case is included consumption of fans.*

**Keywords:** *Thermal comfort, Air conditioning, Ventilation.*