



DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA EM AMBIENTES INTERNOS

Tony Corrêa Silva ⁽¹⁾; Prof. Dr. Diego Alves de Moro Martins ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
tonycorrea@unipam.edu.br.

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
diegoamm@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Com o processo de modernização que o país passa atualmente, a inovação tecnológica em quesitos de conforto adquire maior mercado. Neste contexto, a climatização do ambiente é essencial para aumentar o conforto, desempenho e produtividade do ser humano. O conhecimento do clima, juntamente com o conhecimento dos mecanismos de transferência de calor, auxilia a humanidade na intervenção das condições climáticas de ambientes internos, promovendo melhoria na qualidade do ar interno.

Segundo a NBR 16401:2008, os parâmetros específicos do ambiente devem proporcionar conforto térmico aos ocupantes do recinto. A sensação de conforto térmico é essencialmente subjetiva, devido às grandes variações individuais, fisiológicas e psicológicas. Os parâmetros estipulados pela NBR 16401 definem o ambiente térmico em que uma maioria de 80% ou mais das pessoas, de um grupo homogêneo em termos de atividades físicas e tipo de roupa usada e após 15 (quinze) minutos dentro do ambiente, é suscetível de expressar satisfação em relação ao conforto térmico.

Com o desenvolvimento acelerado da tecnologia e alguns fatores ambientais, a demanda de conforto térmico e condicionamento de ar é a cada dia mais cobrada. No Brasil, a maioria dos técnicos e calculistas de carga térmica utilizam tabelas grosseiras, softwares com pouco fundamento teórico; ou baseadas em normas que caíram em desuso. Muitas vezes acarretando problemas como a falta de potência de um ar condicionado para determinado ambiente ou utilizando um equipamento com demasiada potência.

O atual trabalho trata-se da confecção de um *software* cuja intenção é obter de forma simples e precisa o cálculo da carga térmica em ambientes internos, baseado na NBR 16401.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Segundo a NBR 16401 as cargas térmicas devem ser calculadas em quantas horas do dia de projeto forem necessárias para determinar a carga máxima de cada zona e as cargas máximas simultâneas de cada unidade de tratamento de ar e conjunto do sistema, bem como as épocas de suas respectivas ocorrências, deve ainda ser considerado o efeito dinâmico da massa do ambiente sobre a carga térmica.

Este cálculo, na maioria dos casos, é inviável sem o auxílio de um programa de computador. Seguindo as normas da NBR 16401 deve ser baseado nos métodos da ASHRAE (TFM - *Transfer Function Method* ou preferivelmente RTS - *Radiant Time Series Method*). Para sistemas de zona única ou pequeno número de zonas, é admissível adotar o método da ASHRAE CLTD/CLF – *Cooling Load Temperature Difference / Cooling Load Factor*. O método é uma versão simplificada, adaptada para cálculo manual, do método TFM. Consiste em tabelas de fatores e coeficientes pré-calculados para construções e situações típicas.

Baseado nas informações acima, foi feita uma revisão e tradução do Procedimento de Cálculo CLTD/SCL/CLF da ASHRAE Fundamentals Handbook, para desenvolvimento do software.

Para calcular uma carga de resfriamento de espaço usando a convenção CLTD/SCL/CLF, aplicam-se os mesmos procedimentos gerais descritos para o TFM. Da mesma forma, os conceitos básicos de cálculo do ganho de calor da radiação solar, ganho de calor total através de paredes e coberturas externas, ganho de calor através das superfícies interiores e ganho de calor através da infiltração e ventilação são tratados de forma idêntica. O método CLTD/ SCL/CLF é um procedimento de cálculo em uma etapa, baseado no método de função de transferência (TFM). Pode ser usado para aproximar a carga de resfriamento correspondente aos três primeiros modos de ganho de calor (ganho de calor condutor através de superfícies como janelas, paredes e telhados, ganho de calor solar através de fenestração e ganho de calor interno de luzes, pessoas e equipamentos) e a carga de arrefecimento da infiltração e ventilação. Os acrônimos são definidos da seguinte forma: CLTD - Diferença de temperatura da carga de arrefecimento; SCL - Carga de arrefecimento solar e CLF - Fator de Carga de Refrigeração

Carga de arrefecimento externa por condução, método CLTD:

$$q = UA(CLTD), \quad (1)$$

onde q é carga de arrefecimento, U é o coeficiente de transferência de, A é a área transversal da superfície e $CLTD$ é diferença de temperatura da carga de arrefecimento.

Carga de arrefecimento externa por radiação, método SCL.

$$q_{rad} = A_f (SC) (SCL), \quad (2)$$

onde q_{rad} é carga de arrefecimento causada pela radiação solar, A_f é área de fenestração do vidro, SCL é a carga de resfriamento solar e SC é o coeficiente de sombreamento, para combinação de fenestração e dispositivo de sombreamento.

Carga de arrefecimento interna, método CLF.

$$q_p = N (SHG) (CLF), \quad (3)$$

onde q_p é a carga de arrefecimento causada por pessoas, SHG é o ganho de calor, CLF é o Fator de carga de resfriamento e N é o Número de pessoas.

$$q_{ap} = P (EF) (CLF) \quad (4)$$

onde q_{ap} é a carga de arrefecimento por aparelhos eletrodomésticos dissipadores de calor, P é a potência nominal (dados do fabricante), EF é o fator de eficiência e arranjos para atender às circunstâncias e CLF é Fator de carga de resfriamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ambiente que foi utilizado para determinar a carga térmica foi um apartamento, localizado na cidade de Patos de Minas, com paredes norte e sul de 5,95 m de comprimento e paredes leste e oeste de 7,00 m de comprimento e altura de 3,00 m, área de vidros norte e sul de aproximadamente 1,6 e 5,4 m², 3 zonas térmicas. O ambiente recebe maior carga térmica solar durante a tarde. A carga térmica calculada pelo software foi de:

Tabela 1: A carga térmica calculada pelo software

Carga térmica total pelo método CLTD	7947 W	27115 BTU/h
Carga térmica total pelo método SCL	1534 W	5234 BTU/h
Carga térmica total pelo método CLF	613 W	2090 BTU/h
Carga térmica TOTAL	10093 W	34438 BTU/h



Fonte: Autor (2017).

A carga térmica foi comparada a um software da LG (Life's Good), disponível em: <http://www.lg.com/br/simulador-de-capacidade/index.jsp>, por esse software a carga térmica demandada pelo ambiente foi de 32500 BTU/h.

4. CONCLUSÕES

(i) foi desenvolvida uma planilha de cálculo de carga térmica com base no método CLTD/ SCL/CLF utilizando software Microsoft Excel. Tal planilha calcula de maneira simples e precisa a carga térmica em ambientes internos.

(ii) os resultados obtidos com a planilha foram comparados com resultados de um software da marca LG (Life's Good). Os resultados obtidos com a planilha foram bem condizentes com os resultados do software da LG, o erro relativo foi de 6 %.

(iii) também foi feito um teste com uma planilha baseada na norma NBR 5858 com o mesmo ambiente, e o resultado foi muito discrepante comparado ao teste acima, a planilha dimensionou 20 000 BTU/h. Esta discrepância se deve a simplicidade do cálculo baseado na NBR 5858

REFERÊNCIAS

ABNT 16401:2008, *Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Partes 1, 2 e 3*
FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 5. ed. Studio Nobel, São Paulo, 2001.

PEREIRA, Alfredo Costa. **Simulação Dinâmica do Comportamento Termo Higrométrico de Superfícies Radiantes Hidráulicas para Aquecimento e Arrefecimento Ambiental**. 2004. Disponível em: <http://www.get.pt/site_files/publicaes/manual_de_tectos_refrigerados_1301115931.pdf> Acesso em: 20 dez. 2016.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneidir; ABREU, Ana Lúcia Papst de; CARLO, Joyce C. **Desempenho Térmico de Edificações**. 2005. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT25022013164631.pdf>> Acesso em: 17 jan. 2017.

GOMES, Adriano Pinto. **Método de Avaliação do Desempenho Térmico de Edifícios Comerciais e Residenciais em Light Steel Framing**. 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6032>> Acesso em: 07 fev. 2017.

PARSONS, Robert A. **ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers) Fundamentals Handbook**. 1997.