

Dimensionamento do cálculo da carga térmica para a sala multiuso no IFRN - Campus Santa Cruz

RESUMO

O presente projeto tem o objetivo de desenvolver o cálculo da carga térmica para a sala multiuso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRN, Campus Santa Cruz, visto que o clima da cidade é semiárido por isso apresenta, na maioria dos meses do ano, temperaturas elevadas. Um ambiente climatizado é essencial na questão do conforto térmico, mas para isto é necessário saber dimensionar o aparelho condicionador de ar para que não fique superdimensionado para o ambiente ou não atenda a relação de custo e benefício. Deste modo, com os conhecimentos adquiridos no curso de Refrigeração e Climatização e na norma ABNT NBR 5858/1983, que fornece um formulário simplificado de cálculo da carga térmica, e através deste formulário chegou-se a um valor final de 69.426,00 BTU/h, com esse valor foi possível estipular de maneira adequada a potência necessária para os aparelhos condicionadores de ar que irão prover a climatização da sala multiuso.

Palavras-chave: Carga térmica, Conforto térmico, Dimensionamento, Refrigeração.

ABSTRACT

The present project aims to develop the calculation of the thermal load for the multipurpose room at the Federal Institute of Education, Science and Technology - IFRN, Campus Santa Cruz, since the city climate is semi-arid and presents, in most months of the year, high temperatures. A climate-controlled environment is essential when it comes to thermal comfort, but for that you need to know how to size the air conditioner so that it is not oversized for the environment or meets the cost-benefit ratio. Thus, with the knowledge acquired in the Refrigeration and Climatization course and in the standard ABNT NBR 5858/1983, which provides a simplified form of calculation of the thermal load, and through this form a final value of 69,426.00 BTU / h was reached, With this value it was possible to properly stipulate the power required for the air conditioners that will provide the air conditioning of the multipurpose room.

Keywords: Thermal load, Thermal comfort, Sizing, Cooling.

1. Introdução

A carga térmica é a quantidade de calor sensível e latente, que deve ser removida ou adicionada de um ambiente com a finalidade de proporcionar aos ocupantes condições de conforto térmico. O bem-estar de uma pessoa no seu ambiente de trabalho ou em algum lugar público implica na produtividade e na satisfação do indivíduo, logo um correto cálculo de carga térmica é extremamente necessário. Durante um dia inteiro a carga térmica de um recinto pode ter grandes variações devido à quantidade de pessoas que frequentam o local, posição em relação ao sol, temperaturas externas, equipamentos, infiltração, condução de calor pelas estruturas do ambiente, entre outros, sendo esse um cálculo de grande complexidade. Por isso foi adotado o formulário de cálculo simplificado da carga térmica, fornecido pela norma 5858 (ABNT, 1983, p. 13).

O organismo humano experimenta conforto térmico quando perde para o ambiente o calor produzido pelo metabolismo (compatível com sua atividade), sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação. As condições de conforto térmico são função à: atividade desenvolvida pelo indivíduo, sua vestimenta, variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente, sexo, idade, biotipo, hábitos alimentares e etc. Também estas condições estão relacionados aos índices de conforto térmico, que são eles: Índices biofísicos são baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente; Índices fisiológicos são baseados nas reações fisiológicas originadas pelas condições de temperatura, umidade e velocidade do ar; Índices subjetivos são baseados nas sensações individuais experimentadas em condições em que os elementos de conforto variam. O conforto térmico é "a condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico e é avaliada por avaliação subjetiva" (ASHRAE Journal vol. 49, fevereiro de 2007, pp. 14-19).

Um ambiente climatizado é visto como o ideal para o conforto térmico principalmente em cidades quentes como Santa Cruz, localizada no interior do Rio Grande do Norte, que o clima predominante é semiárido, segundo o Instituto Nacional de meteorologia (INMET) a cidade apresenta uma umidade relativa média anual de 58% e uma temperatura máxima média de 32°C. Porém, para manter um ambiente climatizado e que possa atender às necessidades do conforto térmico, sob as características do clima citados acima, os equipamentos condicionadores de ar, desta maneira, eles irão consumir uma potência de energia elétrica elevada.

Desta forma, como objetivo geral, este projeto tem a finalidade de desenvolver o cálculo da carga térmica para a sala de multiuso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN), Campus Santa Cruz, objetivando indicar os equipamentos de refrigeração mais eficientes e econômicos, colocando em prática o conhecimento adquirido no curso de Refrigeração e Climatização. Para atingir esse objetivo, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar as medidas da sala multiuso;
- Fazer o levantamento das condições climáticas da cidade de Santa Cruz / RN;
- Projetar um modelo da sala multiuso em 3d;
- Recolher as medidas de temperatura interna máxima da sala multiuso;

- Desenvolver o cálculo da carga térmica da sala multiuso;
- Listar equipamentos de ar condicionado que possam atender a relação de custo e benefício.

2. Metodologia

Este trabalho possui uma metodologia de pesquisa aplicada, na qual consiste produzir um conhecimento que possa ser efetivamente aplicado na vida real, ajudando a alterar uma situação, fenômeno ou sistema. Optaremos pela abordagem quantitativa de pesquisa, que levantaremos dados que nos mostre confiabilidade necessária para os resultados.

Desta forma, compreendemos que os procedimentos da pesquisa aplicada, na qual consiste em uma série de etapas até atingir o nosso objetivo, caracterizado como pesquisa descritiva e explicativa, pois, com os dados obtidos conseguiremos desenvolver o cálculo da carga térmica para a sala multiuso no IFRN, Campus Santa Cruz.

A primeira etapa do desenvolvimento do projeto foi verificar as medidas da sala multiuso, utilizando uma trena, onde verificamos as medidas de janelas, portas, pé direito, largura e comprimento da sala multiuso. Também foi disponibilizado a planta baixa pela coordenação acadêmica do campus, para verificar se as medidas estavam de acordo.

A segunda etapa consiste no levantamento das condições climáticas da cidade de Santa Cruz / RN, que foram coletadas no site do INMET, onde no campus possui uma estação meteorológica, assim, obtemos dados de temperatura e umidade.

A terceira etapa foi construir um modelo da sala multiuso em 3d com o auxílio do software SketchUp, que é um programa que se utiliza para construir projetos em 3 dimensões, o modelo projetado da sala multiuso atende as mesmas características da sala construída no campus. Também o SketchUp possui uma ferramenta de projeção de sombras, que simula a posição real do sol com as informações de latitude e longitude, utilizamos esta ferramenta no projeto para mostrar a incidência dos raios solares que atingem diretamente a sala multiuso em determinados períodos do ano.

A quarta etapa consiste em recolher a medida de temperatura interna máxima em horários que a insolação esteve em momentos críticos, a medição foi feita com o termômetro microbolômetro e comparada com as medidas do site INMET.

A quinta etapa foi desenvolver o cálculo da carga térmica para a sala multiuso utilizando o formulário fornecido pela ABNT NBR 5858/1983, que tem por objetivo fixar as condições exigíveis para a determinação do desempenho do condicionador de ar doméstico e estabelece os padrões de qualidade e capacidade. Embora a norma estar cancelada e sem substituição desde 2010, o formulário ainda é uma boa referência para o cálculo, devido aos bons resultados que podem ser obtidos.

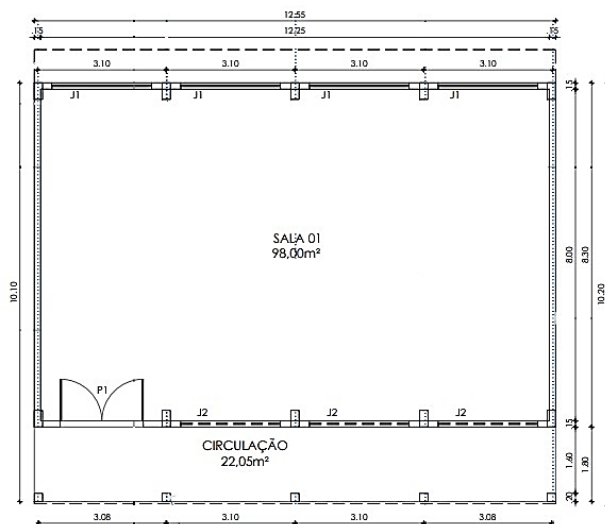
A sexta etapa consiste em listar equipamentos de ar condicionado que possam atender a relação de custo e benefício, para isto listamos alguns equipamentos de marcas mais conhecidas na área de refrigeração, especificando a potência necessária de acordo com cálculo, o consumo por mês, o preço e classificação energética. Os dados coletados ficam como sugestão para ser analisados e facilitar na hora de adquirir os equipamentos.

3. Resultados e Discussões

No decorrer da realização dos procedimentos metodológicos, conseguimos obter os resultados necessários para analisar e desenvolver o cálculo da carga térmica para a sala multiuso, assim, alcançando resultados comprobatórios e confiáveis.

A figura 1 apresenta a planta baixa da sala multiuso, onde podemos observar suas medidas de largura e comprimento. As janelas J1, como podemos observar na planta, tem de largura 2,30 m e de altura 1,10 m, as janelas J2 tem de largura 2,30 m e de altura 0,70 m, o pé direito mede 3,85 m, estas são medidas que não constam na planta baixa, mas que foram verificadas para realizar o cálculo da carga térmica.

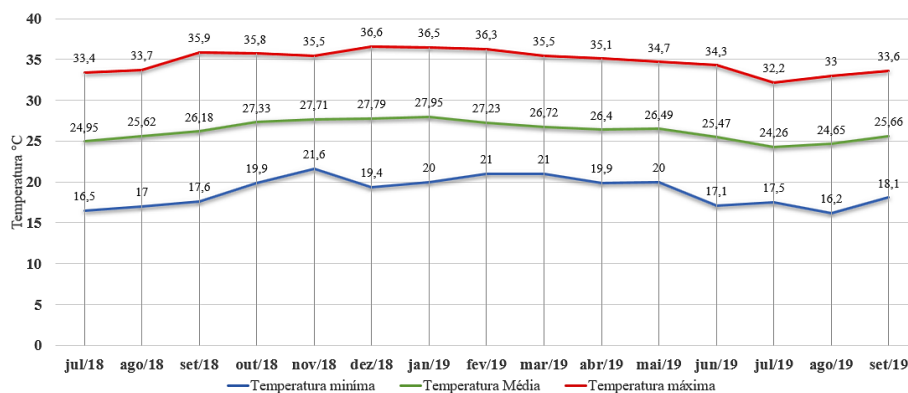
Figura 1 - Planta baixa da sala multiuso.



Fonte: IFRN – Campus Santa Cruz

Os valores do levantamento dos dados climáticos da cidade de Santa Cruz / RN coletados no INMET, correspondem às temperaturas mínimas, médias e máximas para o período de julho/2018 e setembro/2019. A temperatura máxima neste período ficou entre 32,2 °C e 36,6 °C, isso indica que, em relação a norma NBR 5858, sobre seus fatores baseados nas temperaturas de bulbo seco (38 °C) e bulbo úmido (34 °C), os valores coletados estão próximos às condições de resfriamento para ambientes. A figura 2 apresenta graficamente o comportamento das temperaturas mínimas, médias e máximas ao longo do período citado, a fim de ter uma melhor ideia de sua variabilidade.

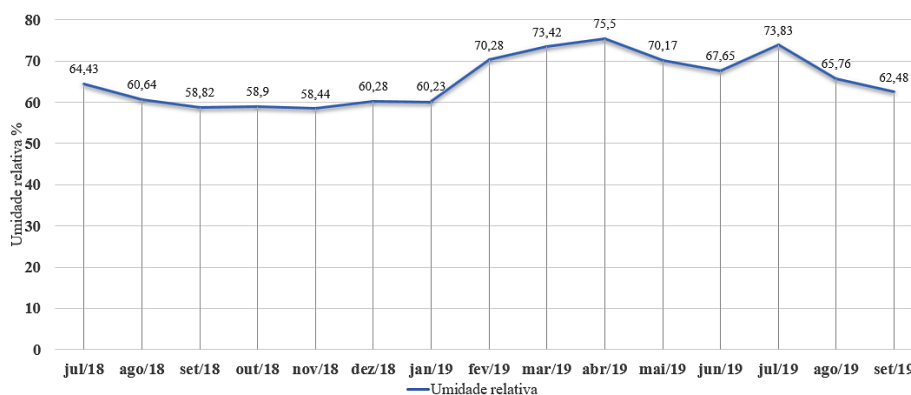
Figura 2 – Levantamento das condições climáticas de temperatura da cidade de Santa Cruz / RN.



Fonte: INMET

Outra característica do clima foi a umidade relativa, dados também coletados no INMET, no período de julho/2018 a setembro/2019. A umidade relativa, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) diz que, “o nível ideal para organismo humano gira entre 40% e 70%”. Os dados coletados durante o período de julho/2018 a setembro/2019 estiveram entre 58,44% e 75,5%, assim, se mantendo dentro do nível ideal, segundo a OMS. A figura 3 apresenta graficamente a variabilidade do comportamento da umidade relativa no período citado para a cidade de Santa Cruz / RN.

Figura 3 – Levantamento das condições climáticas de umidade relativa da cidade de Santa Cruz / RN.



Fonte: INMET

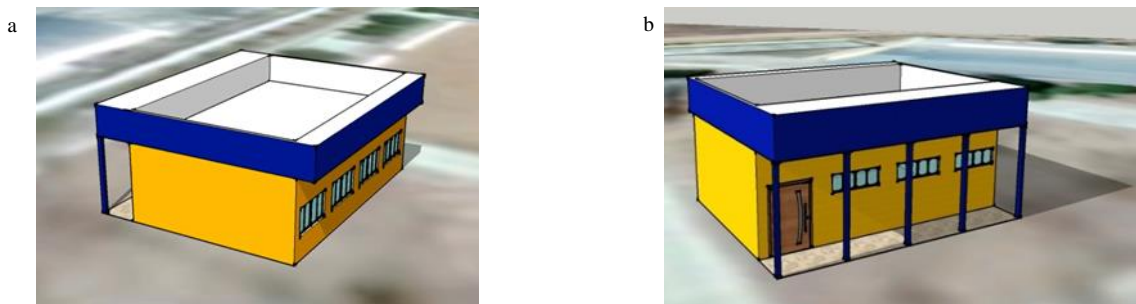
A partir dos dados de temperatura apresentados anteriormente, recolhemos a temperatura máxima interna da sala multiuso com o auxílio de termômetro microbolômetro em horários que a insolação era mais crítica. A tabela 1 apresenta a amostragem da temperatura máxima interna da sala multiuso, a fim de observar a relação com a medida obtida com a do *site* INMET.

Tabela 1 - Amostragem da temperatura máxima interna da sala multiuso.

Data e hora	Temperatura máxima da medida obtida	Temperatura máxima obtida no <i>site</i> do INMET
04 / junho / 2019 - 13h	32,4 °C	34 °C
05 / junho / 2019 - 11h30	32,2 °C	33,6 °C
07 / julho / 2019 - 10h30	30,7 °C	31,4 °C
12 / julho / 2019 - 14h30	31,5 °C	32 °C
25 / setembro / 2019 - 15h20	31,5 °C	32,4 °C

A radiação solar é outro fator que implica no cálculo da carga térmica e para uma melhor compreensão de como a incidência dos raios solares atinge diretamente na sala multiuso, projetamos com o auxílio do software SketchUp, a simulação da posição do sol. A figura 4 apresenta a incidência solar na data de 01/fevereiro/2019 às 09h pela manhã e às 15h pela tarde, localizada na latitude 6.227905S.

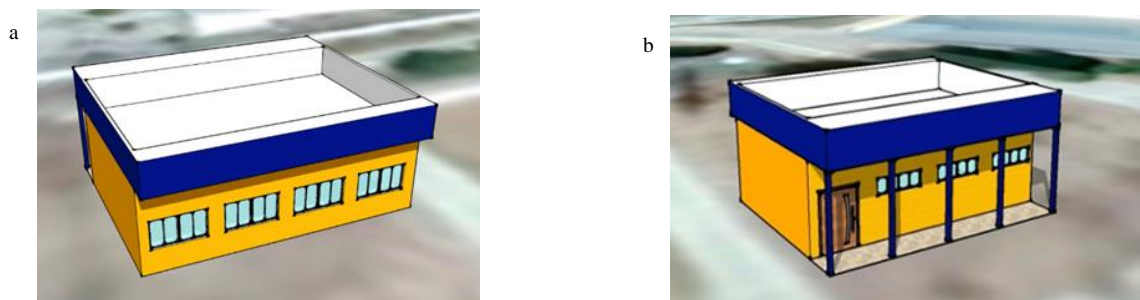
Figura 4 – (a) Incidência solar na sala multiuso pela manhã; (b) Incidência solar na sala multiuso pela tarde.



Fonte: Própria

A incidência solar, além de implicar no cálculo da carga térmica, também varia com a mudança de orientação do sol, como consequência da latitude. A figura 5 apresenta a incidência na data de 01/Julho/2019 às 09h pela manhã e às 15h pela tarde, localizada na latitude 6.227905S.

Figura 5 – (a) Incidência solar na sala multiuso pela manhã; (b) Incidência solar na sala multiuso pela tarde.



Fonte: Própria

Para o cálculo da carga térmica, seguindo os procedimentos sugeridos pelo formulário e aplicados na sala multiuso, foram adotados os valores multiplicados pelo fator determinado para cada um, iniciando pela área das janelas que sofrem insolação, a área das janelas que não sofrem insolação mais que fazem contato do meio externo para o interno, a áreas das paredes voltadas para a orientação sul, a área das paredes voltadas para as outras orientações, a área do teto e o tipo que foi construído, a área do piso; exceto os diretamente sob o solo, a quantidade de pessoas que frequentam o ambiente, a potência das lâmpadas e dos equipamentos elétricos do ambiente, a área das portas ou vãos com aberturas contínuas e por final foi feita a somatória de todos os resultados e multiplicado pelo fator climático da região e depois para BTU/h. Por fim, encontrando o resultado de 69.426,00 BTU/h. Com a potência encontrada será possível ser feita a listagem dos equipamentos adequados para a sala multiuso, assim podendo atender a relação de custo e benefício.

A tabela 2 mostra as sugestões dos condicionadores de ar pesquisado no *site* de cada marca de acordo com o cálculo da carga térmica realizada na sala multiuso. Foi sugerido uma única faixa de potência para os aparelhos, pois de acordo com o valor calculado da carga térmica serão necessários para essas condições apenas dois equipamentos, atendendo a relação de custo benefício.

Tabela 2 – Listagem dos condicionadores de ar.

Marca	Quantidade	Potência (BTU's)	Consumo (W/M)	Preço (R\$)	Classificação Energética
Carrier	1	36.000	3480	4.894,50	B
Elgin	1	36.000	3258	5.725,26	A
Springer	1	36.000	3350	4.654,99	B
Philco	1	36.000	2446	4.441,63	A
Trane	1	36.000	2237	5.549,00	B

4. Considerações Finais

Os parâmetros relativos ao conforto térmico são decisivos no sentido de estabelecer um bom desempenho no projeto, principalmente no aspecto do clima, pois as características do clima não podem ser modificadas pelo homem, mas o homem deve se adequar as condições que lhe são submetidas. Conseguir reduzir gastos é um ponto importante no projeto, porém é um dos desafios quando analisamos em questão da escolha de equipamentos mais adequados ao ambiente.

Nossos objetivos inicialmente propostos para o projeto foram: verificar as medidas da sala multiuso, fazer o levantamento das condições climáticas da cidade, projetar a sala multiuso em 3d, recolher as medidas de temperatura máxima interna da sala multiuso, desenvolver o cálculo da carga térmica e listar equipamentos de ar condicionado. Estes objetivos foram atingidos e proporcionaram resultados bem próximos dos esperados. Nossas dificuldades encontradas constataram que o cálculo da carga térmica pode variar para mais ou para menos na questão de informações coletadas, como por exemplo, se as janelas têm algum tipo de proteção ou se recebe insolação o ano todo, em relação à construção do modelo em 3d da sala multiuso, pois não tínhamos conhecimento sobre o *software* e suas ferramentas.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente ao nosso orientador e igualmente aos nossos coorientadores, que tem nos motivado ao contínuo desenvolvimento do projeto e vem nos auxiliando na construção do mesmo, aos professores, que ficaram dispostos a nós ajudar tirar qualquer dúvida relacionadas no desenvolvimento do projeto e, por último, a todos aqueles que contribuíram para que seguíssemos determinados a concluir o projeto.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5858: Condicionador de ar doméstico – especificações**. Rio de Janeiro. 1983.
- AT LAST SOFTWARE. **SketchUp**. [S. l.], Agosto 2000. Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- FUNCEME. **PCD - PLATAFORMA DE COLETA DE DADOS**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.funceme.br/pcd/?sensor=22&periodo=24h&instituicoes=>. Acesso em: 3 jul. 2019.
- INMET. Brasília-DF, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 25 maio 2019.
- JR., Frederick H. Rohles. Temperatura e temperamento: um psicólogo analisa o conforto. Artigos de revista, [S. l.], ano 2007, v. 49, 1 fev. 2007. Artigo, p. 14-19. Disponível em: <https://technologyportal.ashrae.org/journal/articledetail/5>. Acesso em: 28 set. 2019.
- LOPES, Cícero Furtado de Mendonça. **ANÁLISE COMPARATIVA DE CARGA TÉRMICA ENTRE DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO PARA UM AUDITÓRIO**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2013. 53 p. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007830.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- Projeto de Graduação (Engenheiro) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- OLIVEIRA, Celso. **CONFORTO TÉRMICO**. 2019. 232 p. Slide (Professor de ensino básico técnico tecnológico) - Professor, [S. l.], 2019.
- OMS: Organização Mundial da Saúde, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/es>. Acesso em: 4 set. 2019.
- SILVA, Elthon. **Dimensionamento de carga térmica em um restaurante**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Refrigeração e Climatização) - Estudante, IFRN CAMPUS SANTA CRUZ, 2017.