

## **ANÁLISE DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DO MUSEU DE ARTE LEOPOLDO GOTUZZO**

TIFANY DE AVILA CARDOSO<sup>1</sup>; NATALIA PEGLOW KAUL<sup>2</sup>;  
LEONARDO SILVA VAZ<sup>3</sup>; ISABEL JAHNECKE DE FREITAS<sup>4</sup>; LIADER DA SILVA  
OLIVEIRA<sup>5</sup>; ANTONIO CESAR SILVEIRA BAPTISTA DA SILVA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – tiffany.cardoso@ufpel.edu.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – nataliapeglowkaul@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – leosvazzz@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – beljahnecke@gmail.com*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Pelotas – liaderdasilvaoliveira@gmail.com*

<sup>6</sup>*Universidade Federal de Pelotas – antoniocesar@linse.ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O trabalho a ser apresentado foi realizado a partir de uma atividade do Programa de Bom Uso Energético (PROBEN) coordenado pelo Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE). A prática foi exercida no Museu de Arte Leopoldo Gotuzzo (MALG) buscando eficientizar o sistema de condicionamento de ar e assim reduzir os gastos de energia do local, já que a partir da verificação periódica de consumo que o programa faz foi detectado um aumento no gasto de energia do local. Além de buscar a eficiência energética do local, foi preciso considerar as particularidades que um museu tem em relação à garantia de um conforto térmico, já que esses parâmetros precisam ser adequados para as obras de arte (Guths,2004). A prática foi direcionada aos ares-condicionados, pois as obras de arte necessitam de controle ambiental e pelo prédio encontrar-se tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

À vista disso, houve a verificação dos aparelhos existentes a fim de entender se estavam cumprindo as exigências do local e se desempenhavam seu devido funcionamento, sendo corretamente instalados e utilizados. Nesse sentido, embora a averiguação desses fatores, ainda assim há a preocupação com a integridade das obras de arte, uma vez que o mau funcionamento do sistema de condicionamento de ar e a falta de equipamento específico para diminuir a umidade relativa do ambiente pode ocasionar patologias advindas de agentes externos de degradação como fungos e bactérias. (Guths,2004).

### **2. METODOLOGIA**

Em um primeiro momento, depois de identificar as diferenças na conta de luz da unidade, foi programada uma visita ao local para uma verificação. À vista disso, para avaliar as condições de temperatura do museu e identificar possíveis problemas, inicialmente foi feita uma visita in loco e entrevistas não estruturadas (walkthrough) para saber das condições do ambiente. Posteriormente foi feito o levantamento fotográfico, levantamento métrico e identificação dos aparelhos de condicionamento de ar, além da medição da temperatura e umidade através de sensores e a avaliação do sistema instalado. Além disso, foi observado que os condensadores de ar estavam localizados no porão, o que além de prejudicar a assistência técnica, faz os sistemas de ares-condicionados funcionarem indevidamente. Os condensadores devem estar em um local com abundância de

ar para troca do mesmo, no porão essa troca é dificultada, pois somente acontecem pelas gateiras.(ESTIMA,2017)

Para averiguar o problema antes era necessário saber se os equipamentos estavam com defeito, mau funcionamento ou subdimensionados. Então foi feito o cálculo da carga térmica dos ambientes de uso na edificação para a análise dos equipamentos instalados, isso com o foco na capacidade dos mesmos e se ela atende as cargas dos ambientes. Os cálculos para a carga térmica dos ambientes foram feitos utilizando a planilha de cálculo de carga térmica fornecida pelo Programa do Bom Uso Energético (PROBEN).

A edificação possui sete equipamentos de ar do tipo Split com expansão direta. Esse sistema é composto por uma unidade condensadora externa e uma unidade evaporadora interna, conectadas através de um fluido refrigerante movido por um compressor. De acordo com a necessidade, o sistema pode aquecer ou resfriar o ambiente. No resfriamento, o fluido refrigerante absorve o calor do ar de dentro do local pela evaporadora e rejeita esse calor para o exterior através da condensadora. Já no aquecimento é feito o processo contrário onde agora a evaporadora aquece o ar interior e absorve calor na condensadora. De forma resumida, o sistema Split manipula um fluido refrigerante com o objetivo de transferir calor entre a parte interna e externa do sistema, permitindo assim o controle de temperatura do ambiente. (Stoecker, 1985).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após a análise do sistema de condicionamento de ar instalado no local e dos parâmetros de um funcionamento ideal, foi possível explicar a origem dos problemas presentes na edificação referentes ao conforto térmico e ao funcionamento do sistema instalado. O sistema split encontrado no local, explicado anteriormente, requer certos cuidados na hora da instalação para que possa ter um funcionamento correto e uma vida útil longa de seus componentes. Um destes cuidados é o local de instalação das unidades internas e externas do sistema, isso para garantir que as trocas térmicas necessárias sejam supridas e que para isso não haja nenhuma obstrução ou obstáculo para o fluido refrigerante trocar calor com o ar tanto interior quanto exterior.

Devido ao nível de tombamento da edificação, no qual não permite alterações nas fachadas, a unidade condensadora presente no local está instalada no porão ventilado da edificação. A unidade externa (condensadora) é a responsável pelas trocas de calor com o ar do meio exterior, como ela fica geralmente na rua sujeita às intempéries é a que requer um maior cuidado de instalação, essa unidade necessita estar em um local com uma boa renovação e movimentação de ar e preferencialmente estar numa fachada onde não se tenha uma incidência solar muito alta, também é necessário que as unidades interna e externa não sejam instaladas muito distantes.

A má localização das condensadoras na edificação, gera problemas como a criação de microclima em volta das mesmas, dificultando assim seu funcionamento, o que por sua vez acarreta baixa eficiência do sistema e aumento no gasto de energia elétrica. No verão, ao se ligar o sistema para resfriar o ambiente, o fluido refrigerante absorve o calor do ar interior e quando leva esse calor para rejeitar no meio externo através da condensadora é onde ocorre o problema, pois o ar não renovado no porão ao receber sempre mais calor pela condensadora acaba sempre tendo sua temperatura aumentada e assim chega num cenário onde a temperatura do porão se encontra muito alta, fazendo com

que não seja mais possível a condensadora rejeitar o calor do meio interno para o meio externo (porão), isso faz com que o fluido não chegue no devido estágio de temperatura e pressão e não consiga mais resfriar o ambiente interno. De acordo com uma funcionária que trabalha ao lado da entrada do porão, ela sente o calor subir pelas frestas do piso.

Já no inverno, o problema é ocasionado pela baixa temperatura no porão, pois com o ciclo agora voltado para o aquecimento, o fluido refrigerante chega a temperaturas muito baixas quando passa pela condensadora e diminui demasiadamente a temperatura ao seu redor e o vapor da água presente no ar que rodeia a unidade condensadora acaba congelando em torno da serpentina de fluido refrigerante, e o gelo por ser um isolante térmico faz com que o refrigerante cada vez menos troque calor com o ar no porão e o problema só aumenta ao congelar toda a serpentina de troca térmica. Isso ocasiona em baixo rendimento do sistema por não conseguir aquecer o meio interno e também obriga o sistema a entrar com uma medida protetiva, devido ao total congelamento da parte interna da condensadora o sistema inverte o ciclo onde agora a unidade evaporadora resfria o ambiente e rejeita calor para a condensadora poder degelar e desobstruir os componentes, como medida de segurança do sistema. Então o desconforto térmico nesse caso atinge o seu ápice, pois o usuário liga o sistema para o aquecimento do ambiente e o sistema como medida protetiva acaba por resfriar o ambiente interno. Portanto, o sistema é privado de poder funcionar tanto no inverno quanto no verão, porém, pela necessidade de temperatura e umidade pelas obras de arte, o sistema fica ligado praticamente todo o tempo mesmo que não funcione, isso gera um elevado custo energético na edificação, então por não possuir trocas térmicas o sistema de condicionamento de ar se resume então a um grande e custoso ventilador. (Stoecker, 1985).

Visando solucionar os problemas apresentados, propõe-se uma mudança do local das unidades condensadoras, respeitando o distanciamento da unidade evaporadora. Nos arredores da edificação foram encontrados apenas dois locais de possível instalação para esses equipamentos, já que por ser tombado, não é permitido a fixação das condensadoras na fachada, sendo embaixo da rampa nos fundos e no muro da entrada de veículos. Porém, mesmo sendo possível utilizar estes locais, ainda seria necessário a troca dos equipamentos, por se tratarem de modelos antigos e já defeituosos pelo uso errôneo. Além disso, outra solução que poderia ser adotada seria a de optar por um novo sistema de condicionamento de ar, como, por exemplo, um sistema de fluxo de refrigerante variável (VRF - variable refrigerant flow), pois esse tipo de sistema é utilizado em casos onde se requer uma grande capacidade pela alta carga térmica atendida e também quando se tratam de instalações muito extensas em relação a sua área e ao número de ambientes climatizados. O sistema VRF possui limite de distância entre as unidades condensadora e evaporadora que chega acima de 100 metros, podendo ser até maior dependendo do modelo. Uma diferença gritante ao se comparar com o sistema split instalado no local onde as distâncias máximas dependendo da capacidade e fabricante podem ir de 15 a 30 metros. (Stoecker, 1985).

Ambientes	Carga térmica do local (BTU/h)	Capacidade de carga térmica do aparelho(BTU/h)
Administração	49.674,32	60.000,00

Acervo	47.611,36	24.000,00
Sala de Exposição 1	53.528,93	58.000,00
Sala de Exposição 2	52.813,21	56.000,00

**Tabela 1** - Resultado dos cálculos de carga térmica.

Após esses cálculos entendeu-se que a capacidade dos equipamentos na edificação supre a carga térmica dos ambientes atendidos, com exceção apenas no acervo do Museu, local onde ficam as obras, a capacidade térmica do ar condicionado deveria ser o dobro do atual para que fosse atendida corretamente. Através dessa relação foi possível analisar que o problema de eficiência no sistema de condicionamento de ar da edificação não é oriundo da capacidade do sistema já instalado no local, isso, pois mesmo que em um dos ambientes a capacidade não seja atendida, nos outros 3 ambientes internos o conforto térmico também não é atingido. Dessa forma pode-se deduzir que o problema é, na verdade, a própria instalação do sistema de condicionamento de ar que gerou uma deficiência no funcionamento do sistema, fazendo com que o custo energético da edificação aumentasse e com o tempo gerasse uma quebra dos equipamentos.

#### **4. CONCLUSÕES**

O trabalho teve como objetivo a análise de um problema e a busca por soluções. Buscou-se eficientizar o sistema de condicionamento de ar do Museu de arte Leopoldo Gotuzzo a fim de reduzir seu gasto com energia elétrica e garantir uma utilização melhor, dessa forma ocorreu um estudo dos problemas e quais equipamentos supririam a necessidade para um melhor funcionamento. Foi proposto para este fim que os ares-condicionados do local sejam trocados por modelos mais eficientes, assim como as condensadoras de local para uma troca de ar mais correta, e a troca do sistema de ar para o sistema VRF que possibilita um maior comprimento de tubulação, o que é o problema principal do local.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GUTHS, S. Monitoramento e controle térmico para preservação. **Revista do Arquivo Público Municipal de Indaiatuba**, Indaiatuba, v.3, n.3, p.61-70, jul. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho. 2013.

ESTIMA, M. **Impacto do novo uso no microclima e no estado de conservação de edificações históricas recicladas**. 2017. 202f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

STOECKER, W. F.; JONES, J. W. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: Makron Books, 1985.