

Dimensionamento e Análise Comparativa entre sistemas de climatização para uma igreja em Teresina, Piauí

EVR 2021-0003

Ana L.F. Leite ^{1*}

¹ Faculdade Profissional, FAPRO,

Rua Eng. Rebouças, 2213, Curitiba-PR, Brasil

* Autor para correspondência, eng.analivia@gmail.com

Resumo

Nas últimas décadas, o estudo da eficiência energética de edifícios tem ganhado maior relevância devido ao cenário energético global. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo comparar três sistemas de climatização, um com volume refrigerante variável (VRF), outro com sistema minisplit e um terceiro com sistema multisplit para as instalações de uma igreja em Teresina, Piauí. A análise é realizada por meio do cálculo da carga térmica e da seleção de equipamentos para três sistemas por meio de catálogos e softwares dos fabricantes. Foi realizada uma análise econômica considerando os custos de operação.

Paravras-chave: eficiência energética, carga térmica, climatização.

Introdução

O avanço tecnológico contribui para o desenvolvimento econômico e social. Este desenvolvimento, somado ao crescimento populacional, acarreta uma demanda global por energia cada vez mais elevada (Moreira et al., 2017). Tendo isso em vista, os equipamentos e as instalações mecânicas devem ser cada vez mais eficientes.

Segundo dados da EPE (2018), os sistemas de climatização em edifícios podem ser responsáveis por mais de 30% do consumo de energia, dependendo da sua capacidade e dos equipamentos utilizados. Portanto, no cenário atual, muitos estudos precisam ser realizados para garantir às instalações sistemas de climatização que assegurem um conforto térmico com o menor gasto energético possível.

Um trabalho recente (Seo et al., 2020) comparou um sistema VRF resfriado a água e uma unidade de tratamento de ar convencional acoplada a um chiller em um prédio na Coreia do Sul. Os autores usaram Matlab e Energy Plus para fazer o processo de simulação. Os resultados mostram que o sistema VRF pode reduzir em 15% a energia necessária ao resfriamento em comparação ao sistema convencional.

Santos et al. (2019) estudaram um guia de aplicação para auxiliar na seleção de um sistema HVAC adequado para edifícios de pequeno, médio e grande porte em quatro cidades diferentes no Brasil. Porém, este trabalho não incluía nenhuma cidade da região nordeste. Capacidade de refrigeração, a eficiência e o custo foram os principais aspectos analisados.

Uma análise termodinâmica e uma análise econômica entre um chiller e um sistema VRF foi realizada por Özahi et al. (2017). Os autores descobriram que o sistema VRF é mais eficiente e tem um custo 44% menor em comparação com o outro sistema.

Com o objetivo de obter uma solução mais eficiente energeticamente para um edifício em que o gasto energético deve ser o menor possível, o objetivo deste trabalho é

realizar uma análise comparativa do ponto de vista energético e econômico entre três sistemas de ar condicionado para uma igreja. Os sistemas analisados incluem minisplits, amplamente utilizados na cidade, multisplits e o sistema VRF. A cidade de Teresina possui um clima quente e seco, por isso os aparelhos de climatização são muito utilizados e são instalados sem nenhum estudo de eficiência energética, gerando assim uma grande demanda de energia elétrica nos meses mais quentes do ano.

Descrição do sistema e metodologia

Foi escolhido para estudo uma igreja católica situada em Teresina, Piauí, a qual existe a necessidade de um ambiente com um bom conforto térmico e uma instalação com um menor custo de operação. A igreja passa por uma obra de reforma.



Figura 1: Igreja objeto do estudo localizada em Teresina, Piauí.

Inicialmente foi realizado o levantamento das características construtivas da igreja para que fosse feito o cálculo da carga térmica. A área a ser climatizada é de 203,56 m², foram consideradas 120 pessoas na nave principal e 60 no altar e na lateral. Foi considerado um equipamento de som de 400 W e uma taxa de iluminação de 10 W/m². A fachada da edificação é orientada para o oeste. A igreja foi dividida em duas zonas térmicas: a nave principal e o altar. Para o cálculo da carga térmica foram consideradas as recomendações da norma NBR 16401/2008. O cálculo da carga térmica foi realizado com o software Excel.

Para o cálculo do custo operacional, estimou-se que a igreja funcionaria 10 horas por dia e 6 dias na semana. O mês foi considerado com 4 semanas. A tarifa da energia elétrica foi pesquisada no site da empresa Equatorial. Para a tarifa convencional e segmento comercial o valor pesquisado no mês de dezembro de 2020 foi 0,58182 R\$/kWh. O consumo mensal de energia elétrica foi feito de acordo com a equação 1:

$$Cs = h * \sum P \quad (1)$$

Sendo Cs o consumo mensal, h o número de horas de funcionamento e P a potência dos equipamentos. O custo foi calculado com base na equação 2.

$$Ct = Cs * T \quad (2)$$

Sendo Ct o custo mensal e T a tarifa de energia elétrica.

Resultados

O resumo da carga térmica pode ser visualizado na tabela 1, onde estão as contribuições de cada parcela da carga térmica, divididas em calor sensível e calor latente. A tabela 1 também está dividida por zona térmica. A carga térmica total da igreja totaliza 72 kW.

Tabela 1: Resumo da Carga Térmica

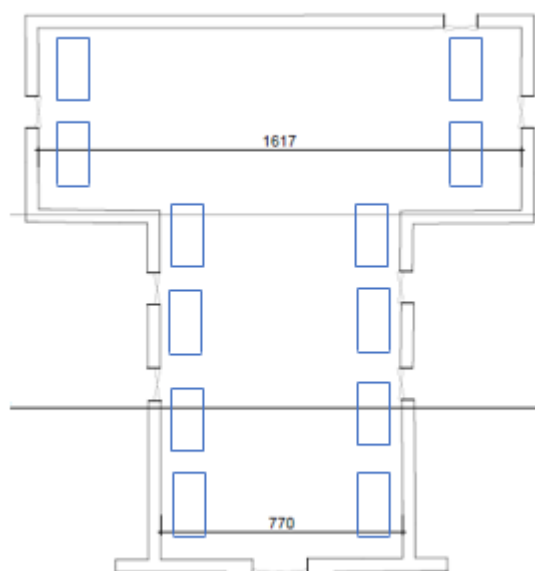
RESUMO DA CARGA TÉRMICA			
Zona Térmica 1 - Nave principal			
FATOR	Consideração	CARGA SENSÍVEL kcal/h	CARGA LATENTE kcal/h
Insolação	Fachada oeste	1295	
Condução		7972	
Equipamentos	Som 400 W	344	
Iluminação	10 W/m ²	865	
Pessoas	120 pessoas em movimento moderado	7740	5676
Ar exterior/Infiltração	2000 m ³ /h	8006	7135
Total		26222	12811

Total em Btu/h		104055,56	50837,30
Total da carga térmica (Btu/h)		154892,86	
Total da carga térmica (kW)		45,38	

Zona Térmica 2 - Nave principal			
FATOR	Consideração	CARGA SENSÍVEL kcal/h	CARGA LATENTE kcal/h
Insolação	Fachada oeste	1362	
Condução		7450	
Equipamentos	Som 400 W	344	
Iluminação	10 W/m ²	886	
Pessoas	60 pessoas em movimento moderado	3870	2838
Ar exterior/Infiltração	2000 m ³ /h	3243	2890
Total		17155	5728
Total em Btu/h		68075,40	22730,16
Total da carga térmica (Btu/h)		90805,56	
Total da carga térmica (kW)		26,61	

Para atender a essa carga térmica, foram selecionados equipamentos de igual capacidade. Na zona térmica 1, foram adotados 8 splits, sendo 4 de cada lado. Enquanto na zona térmica 2, foram adotados 4 splits, sendo 2 de cada lado, conforme figura 2.

Figura 2: Distribuição dos equipamentos na área da igreja.



Os equipamentos foram todos escolhidos do mesmo fabricante. Os minisplits, os multisplits e o VRF foram selecionados com base nos catálogos e software da Trane.

Na tabela 2, estão as características de cada sistema de climatização para que seja feita a comparação entre os sistemas. Observou-se que o sistema com a maior potência frigorígena e a maior vazão de ar é o de minisplit. Em contrapartida, é este sistema também que possui o maior gasto energético. O seu consumo energético é mais de 10 kW superior ao do sistema de multisplit.

O sistema de multisplit tem o maior COP, atende à carga térmica solicitada e possui o menor consumo energético. Sua instalação também é menos complexa do que a do sistema de VRF, sendo assim a opção mais eficiente.

Tabela 2: Características dos equipamentos.

Comparação entre os sistemas de climatização selecionados			
Itens	Mini split	Multisplit	VRF
Quantidade de unidades evaporadoras	12	12	12
Quantidade de unidades condensadoras	12	6	2
Capacidade de Refrigeração de cada unidade (Btu/h)	25000	22000	24200
Capacidade de Refrigeração total (Btu/h)	300000	264000	290400
Consumo elétrico de cada unidade (kW)	2,45	2,94	1,98
Consumo elétrico total a plena carga (kW)	29,4	17,88	23,79
Tipo de compressor	Inverter	Inverter	Inverter
Vazão de ar máxima de cada unidade (m³/h)	1802	900	750
Vazão de ar máxima total (m³/h)	21624	10800	9000
COP	2,98	4,1	3,605

Na tabela 3, verificou-se o quanto a diferença no consumo energético tem um grande impacto no custo da energia elétrica. A diferença entre cada sistema é cerca de 10 mil reais. Sendo o multisplit mais econômico e o minisplit o mais dispendioso. Como o sistema VRF pode ser aplicado para instalações maiores, percebeu-se que sua escolha não se justifica em instalações de menor porte devido à sua complexidade e ao seu custo.

Tabela 3: Comparação entre o custo da energia elétrica para os diferentes sistemas.

Custo do consumo da energia elétrica						
Sistema	horas/dia	Dias/mês	horas/mês	Consumo mensal (kWh)	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Minisplit	10	24	240	7056	4105,32	49263,86
Multisplit	10	24	240	4291,2	2496,71	29960,47
VRF	10	24	240	5710,08	3322,24	39866,86

Conclusões

Com este trabalho, buscou-se comparar três sistemas de climatização energeticamente e economicamente. Os sistemas escolhidos foram minisplit, multisplit e VRF. O fabricante de referência foi a Trane.

Foram selecionadas as mesmas quantidades de evaporadoras com capacidades próximas. Todos os três sistemas atendiam à necessidade de carga térmica da igreja.

O sistema de multisplit apresentou a capacidade mais compatível com a carga térmica, com um melhor COP e um melhor custo. Sendo esta a melhor opção para o local em estudo.

Referências

- Santos, A.G. C. dos, Silva, C. A. P. da, Kohiyama, F. A., Zato, J.O., Mendes, M., 2019. “Guia De Aplicação De Sistemas De Ar Condicionado Conforme Capacidade, Custo, Localização E Eficiência – Água Gelada X VRF X Package.” *Engenharia de Produto da Trox Brasil*. <<http://www.engenhariae-arquitetura.com.br/2019/11/guia-de-aplicacao-de-sistemas-de-ar-condicionado-conforme-capacidade-custo-localizacao-e-eficiencia>>
- Seo, B., Yoon, Y.B., Yu, B.H., Cho, S. Lee, K.H., 2020. “Comparative analysis of cooling energy performance between water-cooled VRF and conventional AHU systems in a commercial building”. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 170, No 114992.
- Özahi, E., Abuşoğlu, A., Kutlar, A. I., Dağcı, O., 2017. “A comparative thermodynamic and economic analysis and assessment of a conventional HVAC and a VRF system in a social and cultural center building”. *Energy and Buildings*, Vol. 140, pp. 196-209.
- Moreira, J.R.S., Grimoni, J.A.B., Rocha, M. da S. Energia e Panorama Energético, 2017, in *Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética*. LTC, Rio de Janeiro, 1st edition.
- EPE, 2018. “Nota Técnica EPE 030/2018”. <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-epe-030-2018>>

Aviso de responsabilidade

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste documento.