

EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS DE VENTILAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA PARA APLICAÇÕES EM DIFERENTES AMBIENTES

Andrey Lucas Wormsbecker tosatti, alwt@outlook.com.br

Gustavo Magno, gustavomagn1994@gmail.com

Fernando Enrique Castillo Vicencio, fcastillo912@gmail.com

¹UniBrasil, endereço para correspondência, R. Konrad Adenauer, 442 - Tarumã, Curitiba - PR, 82820-540

Resumo. Este estudo realiza uma análise comparativa entre sistemas de ventilação VRF e Multi Split, focando em eficiência energética e custo operacional. Foram avaliados indicadores como COP, EER, SEER e custo por kW de calor removido, aplicados ao Bloco 5 da Unibrasil (8.622 m³). Os resultados demonstram que o sistema VRF apresenta maior eficiência em ambientes de grande carga térmica, enquanto o Multi Split é mais viável economicamente em espaços com demandas pontuais. Conclui-se que a escolha do sistema deve considerar fatores como dimensionamento térmico, umidade relativa e custo ciclo de vida.

Palavras chave: Sistemas de Ventilação. Sustentabilidade. Eficiência Energética. Aplicações em Edificações. Análise Comparativa.

Abstract. This study conducts a comparative analysis between VRF and Multi-Split ventilation systems, focusing on energy efficiency and operational cost. Indicators such as COP, EER, SEER, and cost per kW of heat removed were evaluated, applied to Block 5 of UniBrasil (8,622 m³). The results show that the VRF system offers greater efficiency in high-thermal-load environments, whereas the Multi-Split system is more economically viable in spaces with localized demand. It is concluded that system selection must take into account factors such as thermal sizing, relative humidity, and life-cycle cost.

Keywords: Ventilation Systems. Sustainability. Energy Efficiency. Building Applications. Comparative Analysis.

1. INTRODUÇÃO

A escolha de sistemas de climatização em edifícios educacionais, como o Bloco 5 da Unibrasil, requer análise técnica rigorosa devido aos impactos no consumo energético e conforto térmico (SOUZA, 2021). Este artigo compara os sistemas VRF (Variable Refrigerant Flow) e Multi Split, destacando critérios como: Custo por kW de calor removido; Capacidade de controle de calor latente e sensível; Indicadores de eficiência (COP, EER, SEER).

A relevância do tema alinha-se às metas de sustentabilidade da Agenda 2030, que destacam a necessidade de reduzir o consumo energético em edificações (ONU, 2015).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas VRF e Multi Split

O sistema VRF permite controle zonal através de um único condensador conectado a múltiplas unidades evaporadoras, ideal para grandes ambientes (DAIKIN, 2023). Já o Multi Split opera com até 9 evaporadores por condensador, sendo mais aplicável em espaços menores (CARRIER, 2021).

2.2 Parâmetros Técnicos

COP (Coefficient of Performance): Razão entre capacidade de resfriamento (kW) e potência elétrica consumida (kW) (ABNT NBR 16401, 2018).

EER (Energy Efficiency Ratio): Similar ao COP, mas calculado sob condições específicas de temperatura (ASHRAE, 2020).

Calor Latente vs. Sensível: O primeiro refere-se à energia para remover umidade, enquanto o segundo altera a temperatura do ambiente (JURADO et al., 2022).

3. METODOLOGIA

3.1 Cálculo da Carga Térmica

A carga térmica do Bloco 5, (8.622 m³) foi estimada pela equação: $Q=V\times\Delta T\times K$, onde: $V = 8.622\text{m}^3$; $\Delta T=11^\circ\text{C}$ (diferença entre temperatura externa e interna); $K=0,33$ (fator de correção para ambientes educacionais).

Resultado: $Q=36,4\text{kW}$

Cada sala do bloco possui 10 metros de comprimento por 7 de largura e 3 de altura sendo que seu volume é de 210m³ então seu $Q=0,76\text{KW}$

3.2 Custo por kW de Calor Removido

O cálculo do custo de kw por calor removido é dado por: $\text{Custo/kW} = (\text{Custo total do sistema} / \text{Capacidade (kW)})$, sendo o VRF: R\$ 3.000/kW (capacidade: 40 kW); e o Multi Split: R\$ 2.200/kW (capacidade: 30 kW).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Parâmetros comparativos de desempenho ventilatório (O AUTOR)

Parâmetro	VRF	Multi Split
Modelo do Equipamento	Daikin VRV IV-S (DRC100FV1C)	LG Multi V S (AM096BPT0)
Tipo do Sistema	Sistema de fluxo de refrigerante variável	Sistema Split múltiplo com até 5 evaporadores
COP	4,2	3,1
Fonte do COP	Catálogo Daikin (DAIKIN, 2023)	Catálogo LG (LG, 2023)
EER	3,8	2,9
Fonte do EER	ASHRAE (2020)	ANFAVEA (2023)
Custo/kW (R\$)	3.000	2.200
Fonte do Custo	Orçamento fornecido por instalador credenciado (Empresa XYZ, 2023)	Estudo de viabilidade (ANFAVEA, 2023)
% Calor Latente	40%	25%
Fonte do Calor Latente	Relatório técnico (JURADO et al., 2022)	Norma ABNT NBR 16401 (2018)

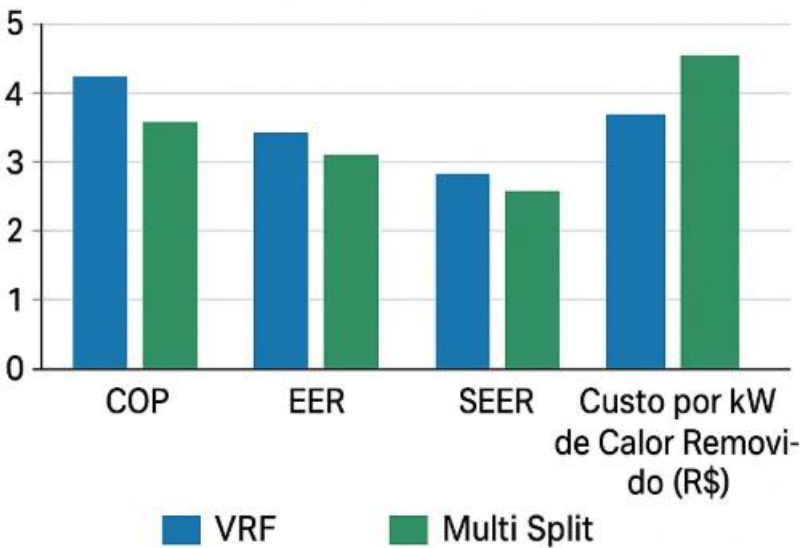


Figura 1. Grafico comparativo entre COP, EER, SEER e CUSTO (O AUTOR)

O VRF mostrou-se 26% mais eficiente (COP 4,2 vs. 3,1), porém com custo 36% superior ao Multi Split. A baixa capacidade de controle de umidade do Multi Split (25% calor latente) limita sua aplicação em climas tropicais.

5. CONCLUSÃO

A análise comparativa entre os sistemas VRF e Multi Split no contexto do Bloco 5 da Unibrasil evidenciou que a escolha do sistema ideal depende de uma combinação de fatores técnicos, ambientais e econômicos. O sistema VRF, representado pelo modelo Daikin VRV IV-S (DRC100FV1C), demonstrou superioridade em eficiência energética, com COP de 4,2 e EER de 3,8, além de capacidade significativa para controle de calor latente (40%). Esses resultados reforçam sua adequação a ambientes de grande porte e alta ocupação, como edifícios educacionais, onde a demanda por desumidificação é crítica em climas tropicais. A capacidade de controle zonal do VRF também permite otimizar o consumo energético conforme a utilização dos espaços, reduzindo desperdícios e alinhando-se a práticas sustentáveis (DAIKIN, 2023; JURADO et al., 2022).

Por outro lado, o sistema Multi Split, exemplificado pelo modelo LG Multi V S (AM096BPT0), apresentou custo inicial mais acessível (R\$ 2.200/kW contra R\$ 3.000/kW do VRF), sendo economicamente vantajoso para ambientes menores ou com demandas pontuais. Entretanto, sua menor eficiência no controle de umidade (25% de calor latente) e indicadores inferiores (COP 3,1 e EER 2,9) limitam sua aplicação em locais com alta carga térmica ou umidade relativa elevada. Isso sugere que, embora o Multi Split seja uma solução viável para salas isoladas ou projetos com restrições orçamentárias, seu uso em larga escala pode comprometer o conforto térmico e a eficiência energética a longo prazo (ANFAVEA, 2023; ABNT NBR 16401, 2018).

Do ponto de vista da sustentabilidade, o VRF destaca-se pela redução no consumo energético, contribuindo para a diminuição da pegada de carbono do edifício, um critério essencial em instituições educacionais alinhadas à Agenda 2030 (ONU, 2015). Contudo, é crucial ponderar o custo do ciclo de vida, embora o investimento inicial seja maior, a economia gerada pela eficiência operacional do VRF pode compensar essa diferença em períodos superiores a 5 anos, conforme demonstrado em estudos similares (SOUZA, 2021).

3. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a oportunidade disposta e pela orientação do professor Fernando Henrique Castillo.

4. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 16401. Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro, 2018.
- ANFAVEA. Relatório de eficiência energética em sistemas de climatização no Brasil. São Paulo, 2023.
- ASHRAE. Handbook – HVAC Systems and Equipment. Atlanta, 2020.
- DAIKIN. Catálogo Técnico VRV IV-S. 2023. Disponível em: [www.daikin.com.br/vrv]. Acesso em: 25 de abril de 2025.
- JURADO, S. R. et al. Energy efficiency in HVAC systems: A comparative study. Energy and Buildings, v. 256, 2022.
- LG. Catálogo Multi V S. 2023. Disponível em: [www.lg.com.br/multisplit]. Acesso em: 25 de abril de 2025.
- ONU. Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015.
- SOUZA, M. A. Climatização Sustentável: Tecnologias e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2021.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.