



REVISTA BRASILEIRA DE MECATRÔNICA
FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR
ATRAVÉS DA GESTÃO DE FACILITIES**

**ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF AN AIR CONDITIONING SYSTEM THROUGH
FACILITIES MANAGEMENT**

Renato Higa^{1, i}

Ivo Lima de Souza^{2, ii}

Danielle Miquilim^{3, iii}

Rudson de Lima Silva^{4, iv}

Fatima Gabriela Soeiro Mazzo Solha^{5, v}

Data de submissão: (14/09/2023) Data de aprovação: (14/12/2023)

RESUMO

Com desenvolvimento tecnológico, as técnicas de climatização do meio ambiente se tornaram uma grande aliada para a indústria. Porém, junto a este desenvolvimento, cresce a preocupação pelas empresas, com a sustentabilidade e eficiência energética dos sistemas de climatização. Esta pesquisa teve como objetivo de estudo geral analisar um projeto para *retrofit* do sistema de ar-condicionado de um prédio administrativo de 14 andares, localizado na região metropolitana do estado de São Paulo, no bairro da Bela Vista. Assim, *a priori* foi realizada uma pesquisa bibliográfica em publicações científicas e normativas, posteriormente foi realizado um estudo de caso em um edifício comercial. Constatou-se que o sistema de ar-condicionado consumia energia em demasia em comparação ao novo sistema proposto, mediante o tempo de instalação dos equipamentos e a baixa eficiência na distribuição de ar após mudanças de *layout*. Por conta da vida útil elevada dos equipamentos, alguns fatores agregam custos, como constantes manutenções e tubulações oxidadas que causam vazamentos, viabilizando a solução da troca do sistema. Então, o sistema de ar-condicionado passou a operar com uma folga. Comparando os dois conceitos, considerando o tempo de operação de 75 horas semanais durante 24 dias por mês, o estudo demonstrou uma redução de aproximadamente 34% do consumo de energia por ano, o que representa 1.267.848 kW/ano.

¹Engenheiro Mecânico, Pós-graduando em Gestão de Facilities na Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: rnt.higa@gmail.com

²Especialista em Gestão de Projetos e Prof. Orientador da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: ivo.lima@sp.senai.br

³Doutora em Engenharia da Produção e professora da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. Email: danielle.miquilim@sp.senai.br

⁴Mestre em Engenharia Elétrica e professor da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: rudson.silva@sp.senai.br

⁵Especialista em Administração de Empresas e professora da Escola SENAI Anchieta. E-mail: fatima.mazzo@sp.senai.br

Palavras-chave: Ar-condicionado; Eficiência Energética; Economia; Facilities; Manutenção.

ABSTRACT

With technological development, environmental air conditioning techniques have become a great ally for the industry. However, along with this development, the concern for companies with the sustainability and energy efficiency of air conditioning systems is growing. This research aimed to analyze a general study of a retrofit project for the air conditioning system of a 14-story administrative building, located in the metropolitan region of the state of São Paulo in the Bela Vista neighborhood. Thus, a priori a bibliographical research was carried out in scientific and normative publications, later a case study was carried out in a commercial building. It was found that the air-conditioning system consumed too much energy, compared to the proposed new system, due to the installation time of equipment and low efficiency in air distribution after layout changes. Due to the long useful life of the equipment, some factors add costs, such as constant maintenance and oxidized pipes that cause leaks, which made it possible to replace the system. Then, the air conditioning system started operating with a slack. Comparing the two concepts, considering the operating time of 75 hours a week for 24 days a month, the study showed a reduction of approximately 34% in energy consumption per year, which represents 1,267,848 kW/year.

Keywords: Air conditioning; Energy Efficiency; Economy; Natural gas; Facilities; Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da tecnologia e a criação de novas frentes de trabalho, as técnicas de climatização do meio ambiente se tornaram uma grande aliada para a indústria. Os aparelhos de ar-condicionado são hoje um componente fundamental no processo de fabricação de diversos produtos e são responsáveis por criar um ambiente favorável para escritórios das grandes metrópoles.

Sustentabilidade e eficiência energética são assuntos cada vez mais abordados pelas grandes empresas, seja qual for seu ramo de atuação, e têm se tornado um dos principais parâmetros para aquisição de certificações e até mesmo na concorrência de mercado. O setor de facilities responsáveis pelos indicadores e resultados anuais vem a cada dia atuando mais de forma estratégica em *retrofits* e novos projetos, que necessitam de maior eficiência nos quesitos econômicos e ambientais. Assim, se vê necessária à existência de novos conceitos de projetos visando melhorar o desempenho energético.

Este estudo tem como objetivo analisar um projeto para *retrofit* do sistema de ar condicionado de um prédio administrativo de 14 andares, localizado na região metropolitana do estado de São Paulo, no bairro da Bela Vista. Atualmente, o empreendimento estudado possui um sistema de condicionamento de ar central do tipo *Self-Contained* de condensação a água. Com a realização de uma reforma, foi verificado que esse sistema de condicionamento de ar é energeticamente insuficiente e desatualizado para atender à nova demanda quando comparado aos atuais.

Com uma análise técnica do empreendimento, foi proposta, neste estudo, a utilização de um sistema *VRF* para atender ao novo *layout* da reforma.

Este artigo ainda propõe a análise de um sistema de condicionamento de ar através de estudos referentes a conforto térmico, eficiência energética e sistemas de refrigeração.

Através de um estudo de caso realizado do sistema instalado, foram considerados dados de consumo dos equipamentos por medidor de cargas elétricas.

Para o estudo, foi realizado o cálculo de carga térmica através de um software, com base no *layout* (atual) do empreendimento, propondo um novo zoneamento dos pavimentos para melhor distribuição e simultaneidade dos equipamentos, utilização de tratamento de ar externo, equipamento de menor consumo, considerando a viabilidade de instalação física.

Por fim, foi feita a comparação entre o sistema instalado e sua nova configuração para verificar os possíveis benefícios adquiridos com a implantação do novo sistema em relação ao antigo sistema *Self-Contained* de condensação da água.

2 REVISÃO DE LITERATURA

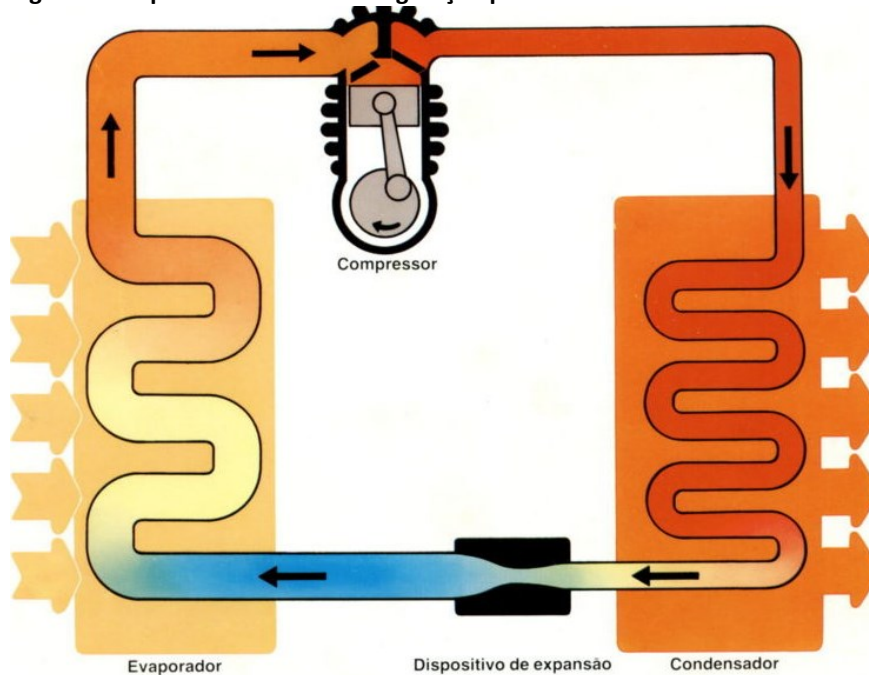
De acordo com Ferraz (2008) Para se ter um ambiente mais agradável, em ambiente fechados, se faz necessário a climatização do ambiente, ou seja, tratar o ar de recintos fechados, controlando a temperatura, umidade, pureza e movimentação do ar, deste ambiente. Para se fazer o tratamento do ar, é preciso movimenta-lo e o faze-lo passar por sistemas de tratamento da temperatura e umidade. Para atender esta necessidade, são usados os sistemas de a-condicionado.

Os sistemas de ar-condicionado podem ser centrais ou unitários. Os sistemas centrais são compostos por máquinas locadas em áreas técnicas, com distribuição de ar através de dutos e difusores, atendendo assim a um ou mais ambientes com apenas um controle de temperatura. Já os sistemas unitários são compostos por evaporadoras de ar com controles independentes, ou seja, cada ambiente controla a sua temperatura de acordo com a sua demanda. Independentemente de o sistema ser central ou unitário, todo projeto deve conter uma parcela de ar oriunda do exterior do ambiente, essas parcelas são obtidas através dos padrões estabelecidos por norma para a ocupação dos ambientes e tipo de empreendimento.

2.1 Ciclo básico de refrigeração padrão

Composta basicamente por quatro componentes: um condensador; um evaporador; um compressor e uma válvula de expansão, conforme ilustrado na figura 1. O processo do ciclo começa pelo compressor, que comprime o fluido refrigerante do evaporador no estado gasoso, aumentando a temperatura e a pressão do fluido. A mudança de estado de vapor superaquecido para líquido ocorre quando o fluido refrigerante passa pelo condensador, rejeitando parte do calor absorvido para o meio externo. Em seguida, o fluido passa pelo dispositivo de expansão, variando a sua passagem, o que diminui assim a sua pressão, seu volume e sua temperatura. Na última etapa, o fluido refrigerante passa pelo evaporador, realizando a troca de calor com o ambiente interno, absorvendo o calor do meio e, desse modo, retornando ao compressor, reiniciando novamente o ciclo.

Figura 1 - Esquema de ciclo de refrigeração padrão



Fonte: Instituto Federal de Santa Catarina, Arquivo: ciclo de refrigeração.jpg

2.2 Equipamentos de ar condicionado

Este estudo faz a comparação entre dois sistemas de ar condicionado, um sistema do tipo *Self-Contained* de Condensação a Água e um sistema do tipo *VRF (Variable Refrigerant Flow)*, que serão apresentados nos tópicos 2.2.1 e 2.2.2.

2.2.1 *Self-Contained* com condensação a água

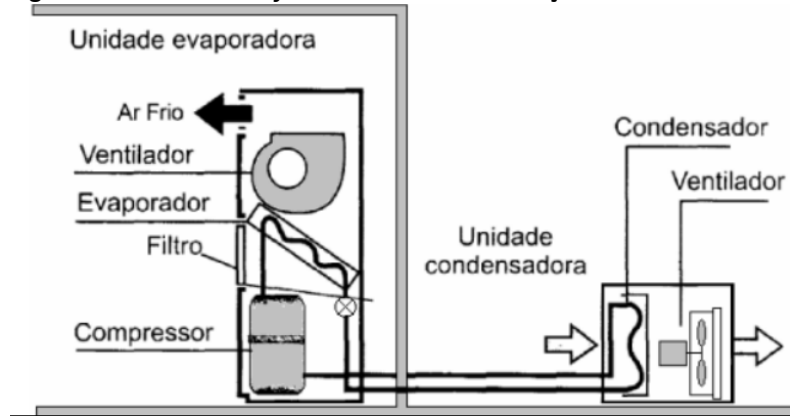
“O condicionador de ar tipo *self-contained*, com condensação a ar acoplado, utiliza ventilador centrífugo para movimentar o ar entre as aletas do condensador e para retirar o calor do fluido refrigerante.” (FERRAZ, 2008, p.11)

Equipamentos do tipo *Self-Contained* possuem sistemas compactos centralizados, que necessitam de dutos de chapa de aço galvanizado para que o ar seja distribuído por todos os recintos a serem condicionados. A característica de um modelo descrito como compacto é a unidade evaporadora localizada junto ao condensador, podendo ele, em alguns casos, ser remoto ou não. Os *splits* de uso comum, com grande número de unidades instaladas, possuem o compressor e o gabinete das unidades condensadoras necessariamente no ambiente externo.

A diferença entre os sistemas de expansão direta e de expansão indireta é que sistemas de expansão direta realizam a absorção e a rejeição de calor diretamente através de seu fluido refrigerante. Como exemplo desse sistema, apresentam-se os *splits* já citados; já os sistemas de expansão indireta absorvem e rejeitam o calor através de um fluido intermediário, como água. Como exemplo desse sistema, apresenta-se o *self-contained*.

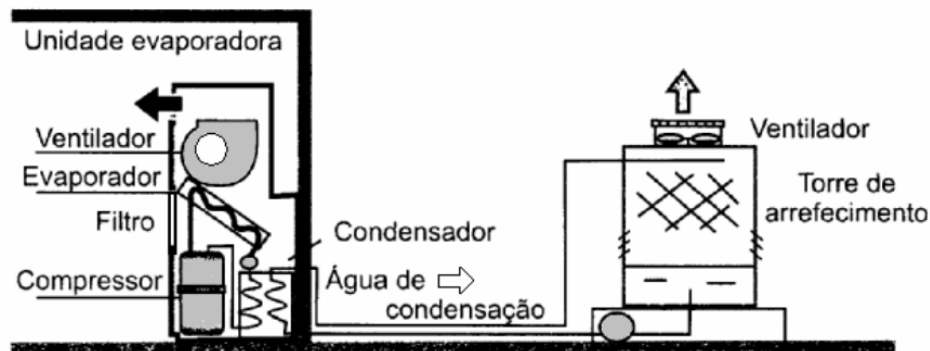
A etapa de condensação de um sistema de condicionamento pode ser realizada através de dois fluidos: a água ou o ar. As figuras 2 e 3 ilustram as diferenças entre os sistemas de condensação por meio do ar e condensação a água.

Figura 2 - Sistema de *self-contained* de condensação a ar



Fonte: FERRAZ, FÁBIO. **Sistemas de Climatização**: Wordpress de Fábio Ferraz. Bahia: CEFET-BA, 2008

Figura 3 - Sistema de *self-contained* com condensação a água



Fonte: FERRAZ, FÁBIO. **Sistemas de Climatização**: Wordpress de Fábio Ferraz. Bahia: CEFET-BA, 2008

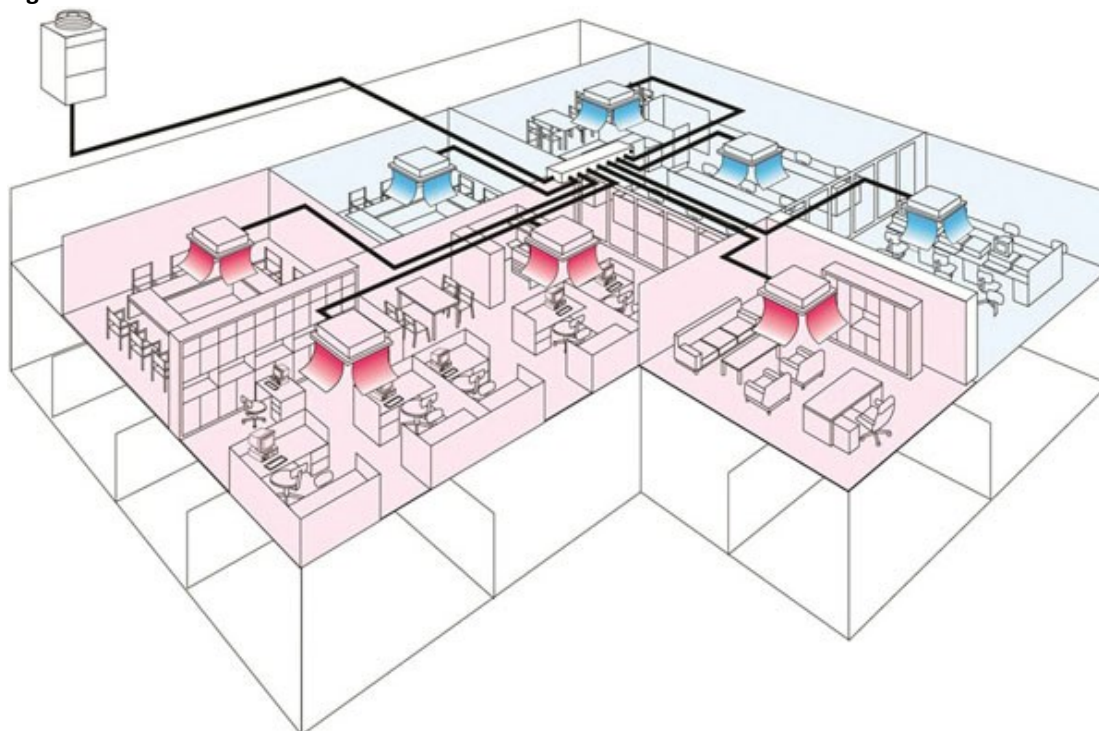
2.2.2 VRF (*Variable Refrigerant Flow*)

O VRF é um dos tipos de equipamentos mais modernos para o condicionamento de ar. Ele é composto por diversos modelos de unidades evaporadoras (*Hi-wall*, piso/teto, cassete, *built in* etc.), que são escolhidas de acordo com a melhor opção para o ambiente em questão. Porém, diferente de um sistema convencional em que a interligação de uma evaporadora para uma condensadora é realizada diretamente, o sistema VRF permite que sejam interligadas diversas evaporadoras para apenas uma condensadora. As evaporadoras são compostas por módulos de menores capacidades. Os módulos são conectados por tubulações de cobre geralmente com R-410 como fluido.

Como há muitas evaporadoras em um mesmo sistema, para que o equipamento funcione, é necessário um sistema de automação e controle fornecidos pelo próprio fabricante. Com isso, pode-se controlar quando necessário o acionamento ou não de uma evaporadora através de controle remoto, ou de um sistema central acessado por computador, garantindo assim economia de energia, tornando o sistema mais viável.

Por exemplo: uma sala de reunião que não esteja sendo utilizada pode permanecer com o equipamento desligado e ligá-lo apenas minutos antes da reunião se iniciar; a condensadora também se adequa à quantidade de trabalho necessário, assim esse equipamento só consumirá energia quando for realmente solicitado. A figura 4 a seguir ilustra um sistema VRF, mostrando inúmeras evaporadoras com apenas uma condensadora.

Figura 4 - Sistema VRF



Fonte: Iragorrry, José. Eficiência e consumo energético em sistemas VRF, 2014

2.3 Carga térmica

O cálculo de carga térmica é utilizado para saber a quantidade de calor que deve ser absorvida de um ambiente para mantê-lo confortável, conforme padrões estabelecidos pelo cliente ou pela norma ABNT NBR 16401. Esse cálculo considera fatores importantes que aumentam a quantidade de calor do ambiente, podendo esses serem fontes externas e internas de calor.

As fontes de calor externas interferem no ambiente estudado devido à taxa de ar de renovação inserida ao ambiente condicionado, ao calor ganho mediante a condução em paredes, janelas, tetos e telhados, à radiação dos raios solares através das paredes, telhados e tetos, portas externas etc.

As fontes de calor internas são derivadas da ocupação do ambiente por pessoas, que geram calor sensível e latente, iluminação, motores elétricos, equipamentos eletrônicos e algumas fontes de calor específicas dependendo do tipo de empreendimento.

2.3.1 Conforto térmico

Com a sensação de calor ou frio, vem o desconforto térmico, ou seja, quando o corpo não consegue dissipar o calor produzido (sensação de calor) ou quando o corpo encontra dificuldade para manter seu calor (sensação de frio). A sensação de desconforto vem do trabalho que o organismo tem para manter a temperatura interna do corpo. O corpo humano perde calor através da pele e da respiração, além do próprio trabalho que esse corpo esteja realizando. Pode-se definir conforto térmico como a satisfação do homem com o ambiente térmico em que ele se encontra.

Essa perda de calor ocorre pela convecção devido à velocidade do ar e à radiação que depende da temperatura das superfícies ao redor, além da perda por evaporação do suor. Essa transferência de calor é influenciada pelo tipo de vestimenta do indivíduo e a atividade física que ele desempenha.

2.4 ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela elaboração e aplicação das normas técnicas no Brasil, contribuindo para as necessidades básicas do desenvolvimento tecnológico brasileiro. Foi fundada em 1940, sendo uma entidade privada sem fins lucrativos e reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da resolução nº 07 do CONMETRO, de 24 de agosto de 1992.

A NBR 16401 é a norma que rege as instalações de ar-condicionado, desde sistemas centrais a unitários. Foi revisada em 6 de agosto de 2008, sendo publicada em três partes, que têm como referências outras normas regentes.

Parte 1 – Estabelece parâmetros básicos e requisitos mínimos de projetos para sistemas de ar condicionado e em instalações especiais, como salas limpas, centros cirúrgicos e laboratórios.

Parte 2 – Parâmetros de conforto térmico, em que são especificados parâmetros de ambientes internos, como temperatura de conforto, umidade relativa, temperatura externa padrão para determinadas cidades etc.

Parte 3 – Qualidade do ar interior, em que são especificados os requisitos mínimos para sistemas de ar condicionado, como vazões, níveis de filtragem de ar, requisitos técnicos e componentes relativos de qualidade de ar.

A norma foi utilizada na realização deste trabalho para estabelecer referências de valores de temperatura e umidade relativa do ar, buscando estabelecer um índice de conforto térmico tolerável nos ambientes estudados.

2.5 Eficiência energética

A eficiência energética consiste na otimização de um sistema, reduzindo o consumo de energia de um sistema, porém, obtendo no mínimo o mesmo trabalho. Para atingir esse objetivo, há diversas maneiras de se conseguir-la.

Podem-se realizar estudos mais refinados sobre o local ou um sistema para verificar se os equipamentos empregados no processo não estão superdimensionados, portanto, gastando mais energia do que seria realmente necessário para aquele caso.

A atualização dos equipamentos, trocando máquinas obsoletas por outras de tecnologia mais recente, logo, de melhor eficiência, também melhora a eficiência energética de um empreendimento.

3 METODOLOGIA

Visando alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, foi inicialmente realizada uma pesquisa bibliográfica em material científico publicado na literatura por meio da plataforma Google Acadêmico, além de normativas publicadas pela ABNT. Em seguida, foi realizado um estudo de caso em um edifício comercial localizado em São Paulo, no bairro da Bela Vista. Para realização do estudo de caso, foram feitas visitas à edificação, análise de documentos e informações cedidas pela empresa responsável pelo serviço. Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e imagens.

3.1 Análise estrutural das instalações existentes

3.1.1 Descrição do ambiente estudado

O projeto instalado possui condicionadores de ar do tipo *Self-Contained* de condensação a água e torre de resfriamento, com as evaporadoras locadas em casas de máquinas dedicadas em cada pavimento e a torre de resfriamento locada na cobertura. Esses sistemas climatizam os atuais *layouts* do edifício administrativo, que possui 14 pavimentos, conforme detalhado na tabela 1, localizado em São Paulo, no bairro da Bela Vista.

Tabela 1 - Pavimentos e os seus Ambientes

PAVIMENTO	AMBIENTES
1.º	Sala de Musicalização, Serviço Social, Depósito, Sala Fria, Depósito Cozinha.
2.º	Sl. de Estudos, Brinquedoteca, Aula 01, Aula 02, Sl. de Artes, Assist. Social, Fonoaudiologia.
3.º	ESPRO 40 Aluno, Aula Informática, Dep. Informática, Tricot Crochet, Assist. Social, Psicopedagoga, Artesanato.
4.º	Diretoria I, II, III, IV, IRSSL Filantropia, Área para Palestras I, II, Geração de Renda
5.º	Sala Polivalente 1 e 2, Sala Técnica, Posto de Enfermagem, Internação, Depósito, Audiência 1 e 2, Reunião, Treinamento Individual 1 e 2.
6.º	Sala de Teste, Sala 1, 2 e 3, Qualidade de vida, Reunião, Supervisor Patrus, Secretárias, Atendimento e Recepção, Estações de Trabalho, DP RH.
7.º	Educação Continuada, SMA, Gerente, RH IRSSL, Gestão Técnica, Comitê Ética e Pesquisa, Gustação e Olfação, Instituto Ludwig, Escritório, Depósito.
8.º	Projetos, Superintendência I e II, Planejamento e Coordenação, Gerente, Compras e Coordenação de Suprimentos, Contratos.
9.º	Gerente I, Marketing e Gerente II, Sala de Reuniões I, II e III, Jurídico, Superintendente Comercial, Reuniões Marketing, Diretoria, Comercial.
10.º	Cobrança, Financeiro, Superintendência, Sala de Reunião, Gerente I e II, Reserva.
11.º	Call Center I, II, III e Descanso, Depósito.
12.º	Sistema ADM, Consultores e Integração, Recepção, Sistema PACS, Pacientes Externos 6, PEP e Pacientes Internos, Sist. Coordenadores, Sist. Treinamento, Superintendência.
13.º	Telecom e Infraestrutura, Gerente de Infraestrutura, Help Desk, Homologação, Depósito, Filantropia, Estações de Trabalho.
14.º	Call Center, Administração, Gestor, Prestação de Contas e Financeiro.

Fonte: Elaborado pelo Autor

O atual sistema realiza a insuflação de ar por redes de dutos regulados através de *dampers* (registros) e bocas de ar chamadas difusores ou grelhas. O retorno do ar do ambiente é realizado por grelhas de retorno instaladas no forro, fazendo com que o ar retorne pelo

entreforço diretamente para a casa de máquinas. As casas de máquinas possuem captações de ar exterior para realizar a mistura com o ar de retorno, essa captação se faz por meio de venezianas e *dampers* com filtragem.

O projeto proposto para a reforma trata-se de um sistema do tipo *VRF*, que é composto por unidades evaporadoras dos mais diferentes tipos (*Hi-wall*, *Cassette*), que podem ser instaladas dedicadas para cada local específico.

Com isso, proporcionando um melhor controle de temperatura para cada ambiente, melhor zoneamento e consequentemente menor consumo de energia.

Interligadas através de tubulações frigoríficas em cobre com unidades condensadoras e um sistema de tratamento de ar externo localizado na cobertura do edifício, o sistema de climatização será distribuído por *shafts* (furações), que serão criados nas atuais casas de máquinas. Essa solução proporciona menos espaço técnico para as instalações de ar-condicionado, aumentando as possibilidades arquitetônicas do empreendimento.

O tratamento de ar externo é necessário, pois as evaporadoras não possuem capacidade de remoção de calor latente para ambientes com uma ocupação elevada. Composto por uma condensadora do tipo *VRF* e uma unidade de tratamento de ar localizada na cobertura, o ar tratado é conduzido para os pavimentos através de dutos de chapa de aço galvanizada isolados com lã de vidro, dividindo o *shaft* com as tubulações frigoríficas das evaporadoras. Esse ar é insuflado nos ambientes com as vazões necessárias conforme norma NBR-16401 para taxas de ocupações adotadas no projeto.

Conforme os projetos presentes em anexo, foi utilizado um andar padrão para representar a nova concepção do sistema.

3.2 Cálculo de carga térmica

Para este estudo, foi utilizado o software TRACE 700 da Trane, versão 6.0, para o auxílio no cálculo da carga térmica. No software, foram imputados todos os valores referentes a áreas de paredes, telhados, janelas e todos os outros componentes arquitetônicos que influenciam na geração de calor no ambiente. Também foram informados a localidade do projeto e os parâmetros de temperatura e umidade que o ambiente necessita para o conforto dos colaboradores.

3.2.1 Características arquitetônicas

O edifício está situado na cidade de São Paulo, no bairro da Bela Vista. Para essa parcela de calor, é necessário informar os dados climáticos da região em que se localiza o estudo, conforme a figura 5 e seu norte magnético.

Figura 5 - Tela de localização geográfica do projeto

Weather Library - General Information

Region: South America | Subregion: Brazil | Location: Sao Paulo, Brazil

Filename: []

Latitude: -23.85 deg | Time zone: 3 | Design month: February

Longitude: -46.64 deg | OA pressure: 93.1164 kPa

Altitude: 698.56488 m

	OADB °C	OAWB °C	Clearness	Ground reflect	Wind velocity m/s
Summer	30.55556	21.11111	1	0.2	5.14096
Winter	10.556		1	0.2	6.7056

Saturation Curve Coefficients:

Coef A	Coef B	Coef C	Coef D
-0.34509817	1.005085	-0.014635644	0.00035819763

Comments: []

ASHRAE Climatic Data

Station WMO #: 837800 | Station Name: Sao Paulo/Congonhas

Winter Design: 99.6 % 99 %

	0.4 %	1 %	2 %
Dry Bulb	8.8333	9.9444	
Cooling Maximum DB / Mean Coincident WB			
	0.4 %	1 %	2 %
Dry Bulb	32	31	29.944
Wet Bulb	20.333	20.444	20.388
Dew Point	14.966	15.7	16.138

Dehumid Maximum WB / Mean Coincident

	0.4 %	1 %	2 %
Dry Bulb	25.333	24.333	24.055
Wet Bulb	22.95	22.088	21.833
Dew Point	22.055	21.222	20.944

Buttons: Save, Close, New, Copy, Delete, Import...

Tabs: General Information, Hourly Observations

Fonte: Trane. Software TRACE 700, adaptado pelo autor.

A incidência de calor por radiação e condução do ambiente externo influi na quantidade de calor transmitida pelas paredes no decorrer do dia. Para obter-se essa quantidade de energia, é preciso fornecer as características geométricas, condutividades e resistências térmicas dos materiais utilizados na construção. Os dados foram incluídos conforme mostram as figuras 6 e 7.

Figura 6 - Tela para inserção dos coeficientes dos tipos de materiais da parede

Construction Types Library

Library type: Exposed Floor | Description: 6" HW Conc

Layer	Material description	Thickness mm	Conductivity W/m·°C	Density kg/cu m	Spec heat kJ/kg·°C	Resistance m²·°C/W
1	Inside Surface Resist.	0	0	0	0	0.12063
2	6 in. HW Concrete	152.3925	1.731	2242.5200	0.83736	0
3	Outside Surface Resist.	0	0	0	0	0.05864
4	None					
5	None					
6	None					
7	None					
8	None					
9	None					
10	None					

Comment: 6" heavyweight concrete

Buttons: Save, Close, New, Copy, Delete, Calculate, Advanced

Fonte: Trane. Software TRACE 700, adaptado pelo autor.

Figura 7 - Tela para configuração das paredes do projeto

Construction...		U-factor W/m ² ·°C
Slab	4" LW Concrete	1.20723
Roof	4" LW Conc	1.21245
Wall	Frame Wall, No Ins	2.48475
Partition	0.75" Gyp Frame	2.20281

Glass type...		U-factor W/m ² ·°C	Shading coeff
Window	Single Clear 1/4"	5.3941	0.95
Skylight	Single Clear 1/4"	5.3941	0.95
Door	Standard Door	1.1356	0

Height...		
Wall	3.048	m
Flr to flr	3.048	m
Plenum	0.6096	m

Pct wall area to underfloor plenum: %
Room type: Conditioned

Fonte: Trane. Software TRACE 700, adaptado pelo autor.

Outros fatores construtivos considerados no cálculo foram: a projeção das sombras dos edifícios vizinhos, tipo de fachada, utilização de persianas e ambientes vizinhos climatizados.

3.2.2 Layout e ocupação

A ocupação e o *layout* dos ambientes climatizados foram definidos por meio de um projeto de arquitetura que foi utilizado como base para o cálculo. Com essa quantificação de pessoas e equipamentos, determina-se os valores das seguintes cargas: carga térmica por ar externo, calor latente e sensível dissipado por pessoas, dissipação térmica dos equipamentos elétricos e iluminação. Os dados são incluídos no software conforme ilustra a figura 8.

Figura 8 - Tela para fatores de ocupação e layout

Internal Load Templates - Project

Alternative:
 Description:

People...

Type:
 Density:
 Schedule:
 Sensible: kW Latent: kW

Workstations...

Density:

Lighting...

Type:
 ASHRAE Space/Area Type:
 Heat gain: Schedule:

Miscellaneous loads...

Type:
 Energy: Schedule:
 Energy meter: Data Center Equipment:

Internal Load

Fonte: Trane. Software TRACE 700, adaptado pelo autor.

A população total ocupante do pavimento, de acordo com a norma ABNT 16401, parte 3, definiu a quantidade de ar em relação ao nível de ocupação adotado. Para este projeto, foi adotado o nível 1 na parte de edifícios de escritórios, conforme a figura 9.

Figura 9 - Níveis de ocupação conforme norma

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Ex me L/s
		F _p L/s*pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess	F _a L/s*m ²	
Comércio varejista								
Supermercado de alto padrão	8	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Supermercado de padrão médio	10	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Supermercado popular	12	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Mall de centros comerciais	40	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Lojas (exceto abaixo)	15	3,8	0,6	4,8	0,8	5,7	0,9	
Salão de beleza e/ou barbearia ^b	25	10	0,6	12,5	0,8	15,0	0,9	
Animais de estimação ^b	10	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	
Lavanderia "self-service"	20	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Edifícios de escritórios								
Hall do edifício, recepção	10	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Escritórios de diretoria	6	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Escritório com baixa densidade	11	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Escritório com média densidade	14	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Escritório com alta densidade	20	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Sala de reunião	50	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
CPD (exceto impressoras)	4	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
Sala impressoras, copiadoras	--	--	--	--	--	--	--	
Sala digitação	60	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	
"Call center"	60	3,8	0,6	4,8	0,8	5,7	0,9	
Bancos								
Bancos (área do público)	41	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	
Caixa forte	5	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	

Fonte: ABNT NBR 16401: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3 – 2002

Para este estudo, a taxa de calor adquirida pelo ar externo não entrará no resumo da carga térmica total, pois será concebido um sistema de tratamento de ar que envolve filtragem, temperatura e umidade, independente do sistema de climatização comum.

Ao final do cálculo, o software apresentou os resultados através de um resumo semelhante à figura 10.

Figura 10 - Resumo fornecido pelo Software TRACE 700

COOLING COIL PEAK				CLG SPACE PEAK				HEATING COIL PEAK				TEMPERATURES											
Peaked at Time: Outside Air				Mo/Hr: OADB/MB/HR: Sum of Peaks				Mo/Hr: Heating Design OADB: 8				Cooling				Heating							
Space Sens. + Lat. kW		Plenum Sens. + Lat. kW		Net Total kW		Percent Of Total (%)		Space Sensible kW		Percent Of Total (%)		Space Peak Space Sens kW		Coil Peak Tot Sens kW		Percent Of Total (%)		SADB		Cooling		Heating	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		22.4		20.8	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		24.1		18.0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.0		0.0	
11.38		0.00		11.38		19.68		11.34		35.17		0.00		0.00		0.00		0.00		Fn MtrTD		0.0	
0.13		0.00		0.13		0.22		0.12		0.37		0.00		0.00		0.00		0.00		Fn BlrDTD		0.0	
4.74		1.39		6.13		10.55		4.82		14.95		-2.46		-0.29		1.50		16.78		0.0		0.0	
3.27		0.00		3.27		5.63		3.35		10.39		-5.91		-30.67		30.67		0.0		0.0		0.0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.0		0.0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.0		0.0	
19.52		1.39		20.91		35.98		19.63		60.89		-8.66		-9.43		48.94		0.0		0.0		0.0	
Sub Total ==>																							
Internal Loads																							
1.87		0.47		2.34		4.03		1.87		5.80		0.00		0.00		0.00		0.00		3,108		3,108	
11.28		0.00		11.28		19.41		5.64		17.49		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
4.98		0.00		4.98		8.57		4.98		15.45		0.00		0.00		0.00		0.00		668		668	
18.13		0.47		18.60		32.01		12.49		38.74		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
Sub Total ==>																							
0.12		-0.12		0.00		0.00		0.12		0.37		-0.06		0		0.00		0.00		3,108		3,108	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		-9.99		51.84		0.00		0		0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		668		668	
-0.30		-0.30		-0.30		-0.52		0.00		0.00		0.15		-0.78		0.00		0.00		0		0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0		0	
Grand Total ==>																							

COOLING COIL SELECTION				HEATING COIL SELECTION			
Total Capacity kW	Sens Cap. kW	Coil Airflow L/s	Enter DB/MB/HR C	Capacity kW	Coil Airflow L/s	Enter DB/MB/HR C	Lvg C
58.10	38.64	3,108.4	24.1	17.8	11.5	12.8	12.1
0.00	0.00	0	-18	-18	0	-18	-18
0.00	0.00	0	-17.8	-17.8	0.0	-17.8	-17.8
Total				Total			

AREAS			
Gross Total	Glass m2	(%)	
Floor	169		
Part	203		
ExFlr	0	0	0
Roof	0	0	0
Wall	152	64	35

ENGINEERING CKS			
% OA	Cooling	Heating	
21.5	21.5	21.5	
18.38	18.38	18.38	
53.48	53.48	53.48	
2.91	2.91	2.91	
343.35	343.35	-113.89	
77	77	77	

AIRFLOWS			
Vent	Cooling	Heating	
668	668	668	
0	0	0	
3,108	3,108	3,108	
0	0	0	
3,108	3,108	3,108	
668	668	668	
0	0	0	
0	0	0	

TEMPERATURES			
SADB	Cooling	Heating	
12.8	12.8	23.5	
22.4	22.4	20.8	
24.1	24.1	18.0	
0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	

Fonte: Trane. Software TRACE 700

3.4 Selecionamento de equipamento

Partindo dos resultados da carga térmica e da necessidade do *layout*, foi possível selecionar os equipamentos do estudo. Como referência, foi considerado o catálogo da fabricante LG. Foi necessária uma condensadora para cada dois pavimentos, que totaliza sete unidades. Conforme a tabela 2 mostra, essas unidades estão locadas na cobertura do empreendimento. Devido a fatores de simultaneidade citados em catálogo, as unidades condensadoras possuem capacidade menor que a nominal solicitada pelos ambientes.

Tabela 2 - Tabela das unidades condensadoras selecionadas por pavimento

PAVIMENTOS	CAPACIDADE NOMINAL (kW)	CAPACIDADE DA UN. CONDENSADORA SELECIONADA (kW)
1° e 2°	102,5	84
3° e 4°	128,9	100,8
5° e 6°	133,0	106,4
7° e 8°	129,3	100,8
9° e 10°	133,4	106,4
11° e 12°	132,9	106,4
13° e 14°	102,6	84,0

Fonte: Elaborado pelo Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A instalação existente teve a necessidade da análise de consumo elétrico dos equipamentos, pois, devido ao tempo de instalação, os dados de consumo e capacidade não são confiáveis. A figura 13 ilustra a utilização do Fluke no equipamento existente para a medição do consumo elétrico do equipamento. Como se pode ver, o equipamento está localizado no piso e interligado ao seu quadro elétrico.

Figura 13 - Coleta de dados em *self-contained*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os equipamentos escolhidos para realização das medições foram aqueles com maior demanda devido à ocupação, um exemplo é o ambiente que ocupa o *call center*, pavimento 14. Conforme mostra a tabela 3, o consumo elétrico em relação à capacidade de refrigeração dos equipamentos está elevado com relação a outras instalações. Apresentam uma média de 1,9 kW/TR, o que representa 532 kWh com a instalação em plena carga para 280 TR.

Tabela 3 - Dados obtidos pelo Fluke

HORÁRIO	CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO EM OPERAÇÃO	CAPACIDADE DE REFRIGERAÇÃO	POTÊNCIA ATIVA
07:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
08:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
09:00	2 circuitos	10 TR	5,0 kW
10:00	2 circuitos	10 TR	5,2 kW
11:00	2 circuitos	10 TR	5,2 kW
12:00	2 circuitos	10 TR	5,3 kW
13:00	2 circuitos	10 TR	5,3 kW
14:00	2 circuitos	10 TR	5,3 kW
15:00	2 circuitos	10 TR	5,2 kW
16:00	2 circuitos	10 TR	5,2 kW
17:00	2 circuitos	10 TR	5,2 kW
18:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
19:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
20:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
21:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
22:00	1 circuito	5 TR	2,7 kW
MÉDIA		1 TR	1,9 kW

Fonte: Fluke. Software Power Log 3.2.

Devido ao sistema ser deficiente no ponto de vista de zoneamento das áreas individuais, os equipamentos passam a trabalhar constantemente, gerando o desconforto térmico e consumindo mais do que necessário. Por esse motivo, foi realizado o novo cálculo de carga térmica e o estudo do tipo de distribuição, em que foi observada a redução da capacidade de refrigeração para 243 TR, devido à seleção dos equipamentos considerando a simultaneidade, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Resumo da carga térmica

PAVIMENTO	CT CALCULADA (TR)	SELF EXISTENTE (TR)	UE DIMENSIONADAS (TR)	UC DIMENSIONADAS (TR)
1.º	18,42	25,00	19,14	30
2.º	24,47	25,00	25,36	
3.º	26,73	20,00	28,50	
4.º	24,18	20,00	28,55	37
5.º	26,32	20,00	26,59	
6.º	23,57	20,00	25,42	41
7.º	22,19	20,00	23,74	
8.º	19,45	20,00	21,78	32
9.º	21,93	20,00	25,79	
10.º	24,00	20,00	27,30	35
11.º	26,80	20,00	29,29	
12.º	21,87	20,00	23,57	40
13.º	22,90	20,00	24,23	
14.º	11,44	12,50	12,43	28
TOTAL	314,27	282,50	341,69	

Fonte: Trane. Software TRACE 700. Elaborado pelo autor.

Uma análise válida para o estudo e, por consequência, a troca do conceito do sistema é a comparação do consumo elétrico de um equipamento novo, de mesmo funcionamento, de acordo com os dados do fabricante, contra os dados coletados do equipamento existente e o sistema VRF proposto pelo estudo.

Os equipamentos do tipo *Self-Contained* de Condensação a água da fabricante Carrier, com tecnologias mais atuais, consomem, conforme o catálogo, as cargas descritas na tabela 5.

Tabela 5 - Característica elétrica de um *self-contained* novo

Modelo	Potência de Refrigeração (TR)	Potência Elétrica Nominal de Operação (kW)	Corrente Elétrica Nominal de Operação (A)
40BZ12	10,0	13,497	44,8

Fonte: CARRIER DO BRASIL. Catálogo Técnico Self Contained. São Paulo: Midea Carrier, 2015.

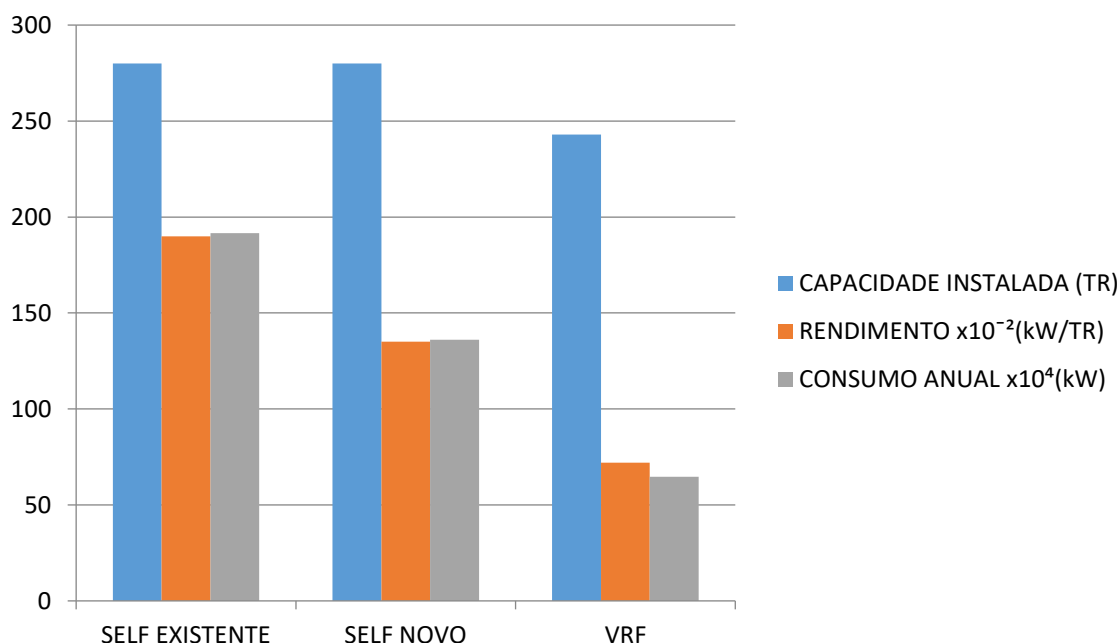
A tabela 6 e a figura 14 apresentam um resumo comparativo dos sistemas de acordo com o seu consumo médio.

Tabela 6 - Resumo de consumo

	SELF- CONTAINED EXISTENTE	SELF- CONTAINED NOVO	VRF
Capacidade de Refrigeração (TR)	280	280	243
Consumo (kW/TR)	1,90	1,35	0,72
Consumo Mensal (kW)	159600	113400	53946
Consumo Anual (kW)	1915200	1360800	647352

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Gráfico de resumo de consumo dos sistemas estudados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os dados e resultados obtidos, observa-se que, com o controle individual dos equipamentos e a adequação da renovação de ar, as normas vigentes conforme o novo *layout*, proporcionaram um acréscimo de 11% na carga térmica real, porém, a somatória das unidades condensadoras com a utilização de simultaneidade de utilização das salas, próximo a 70%, gerou uma queda na capacidade das condensadoras de 13%.

Através do estudo, a diretoria de facilities, junto com a engenharia de manutenção, conseguiu viabilizar a utilização do sistema *VRF* dividido em 7 sistemas para atender ao edifício, que teve como redução a capacidade instalada e consumo, em que foram considerados equipamentos da fabricante LG, com rendimentos de 0,72 kW/TR, e obtido um consumo de 175kWh. Além também da redução de chamados por desconforto térmico e gastos com manutenções corretivas.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa visou analisar um projeto para *retrofit* do sistema de ar-condicionado de um prédio administrativo de 14 andares. Assim, os objetivos foram alcançados: foi possível avaliar o sistema de ar-condicionado da edificação e constatou-se que esse consumia energia em demasia, em comparação ao novo sistema proposto, mediante o tempo de instalação dos equipamentos e a baixa eficiência na distribuição de ar após mudanças de *layout*. Por conta da vida útil elevada dos equipamentos, alguns fatores agregam custos, como constantes manutenções e tubulações oxidadas que causam vazamentos, viabilizando a solução da troca do sistema.

Os dados analisados mostraram que, com o passar do tempo, a tecnologia agregada nos equipamentos modernos visa melhorar o desempenho com o menor consumo, e em paralelo com a engenharia, proporcionou benefícios a um edifício no ponto de vista econômico e de satisfação dos usuários.

A troca de conceito se tornou eficiente, uma vez que, mediante uma melhor distribuição dos equipamentos evaporadores do sistema VRF por todo o pavimento, o consumo elétrico diminuiu, na medida em que os ambientes que não estão realmente ocupados não demandam energia. Outro fator que colaborou para o menor consumo do equipamento é que a carga térmica foi calculada para o pior caso.

Sendo assim, o sistema de ar-condicionado passou a operar com uma folga. Comparando os dois conceitos, considerando o tempo de operação de 75 horas semanais durante 24 dias por mês, o estudo demonstrou uma redução de aproximadamente 34% do consumo de energia por ano, o que representa 1.267.848 kW/ano.

Em futuros trabalhos, recomenda-se analisar o desempenho do sistema de ar condicionado em longo prazo. Analisar se processos de manutenções preventivas contribuem para o desempenho e a durabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16401-1**: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais unitários – Parte 1: Projetos das instalações. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **ABNT NBR 16401-2**: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais unitários – Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **ABNT NBR 16401-3**: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais unitários – Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

AZEVEDO, WILSON DE; FURLAN, JOSÉ ERNESTO. **Sistemas Mecânicos III**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de São Paulo, 2000.

CARRIER DO BRASIL. **Catálogo Técnico Self Contained**. São Paulo: Midea Carrier, 2015. Disponível em: <https://carrierdobrasil.com.br/blog/produtos/mini-vrf-atom-midea-carrier/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

FERRAZ, FÁBIO. **Sistemas de Climatização**: Wordpress de Fábio Ferraz. Bahia: CEFET-BA, 2008. Disponível em: <https://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/11/sistemas-de-climatizacao5.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

FLUKE CORP. **Analísadores de Energia e de qualidade de energia FLUKE 434-II e 435-II**. Brasil: Fluke, 2022. Disponível em: <http://www.fluke.com/fluke/brpt/Ferramentas-de-Qualidade-de-Energia/Logging-Power-Meters/Fluke-434-Series-II-Energy-Analyzer.htm?PID=73937>. Acesso em: 13 mar. 2022.:

_____. **Software Power Log 3.2**. Brasil: Fluke, 2022. Disponível em <https://www.fluke.com/en-us/support/software-downloads/fluke-powerlog-application-software>. Acesso em: 13 mar. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Arquivo:novo do ciclo de refrigeração.jpg**. Wikipedia do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São José. Disponível em:

<http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Arquivo:Novo do ciclo de refrigera%C3%A7%C3%A3o.jpg>. Acesso em: 10 mar. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **O que é eficiência energética?** Disponível em: http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acesso em: 1 abr. 2022.

IRAGORRY, JOSÉ. **Eficiencia y consumo energético en sistemas VRF**. [S.l.] : Mundo HVAC&R, 2014. Disponível em: <https://www.mundohvacr.com.mx/2014/10/eficiencia-y-consumo-energetico-en-sistemas-vrf/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

LAMBERTS, ROBERTO. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética e Edificações. 2011.

LINDSAY, JAMES E. **Daily Life in Medieval Islamic World**. Westport : Greenwood Publishing Group, 2005. ISBN-13: 978-0872209343.

STOECKER, WILBERT F. E JONES, JEROLD W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TRANE. **Software TRACE 700**. [s.l. : s.n.]. Disponível em: <https://www.trane.com/commercial/north-america/us/en/products-systems/design-and-analysis-tools/trane-design-tools/trace-700.html>. Acesso em: 13 mar. 2022.

VRV Inova. **Catálogo Técnico Daikin VRV Inova**. Brasil: Daikin, 2013.

Sobre os(as) Autores(as):

ⁱ Renato Higa



Engenheiro Mecânico pela UMC (Universidade Mogi das Cruzes), Tecnólogo Mecânico de Precisão pela FATEC (Faculdade de Tecnologia de São Paulo), Técnico em refrigeração e ar condicionado pelo SENAI “Oscar Rodrigues Alves”, Técnico em mecânica pela ETEGV (Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas). Atualmente é engenheiro de instalações da Rede D’or São Luiz, coordenando projetos de instalações hospitalares. Tem experiência de 10 anos na área de engenharia hospitalar, sendo 7 anos atuando em manutenção e 3 anos em projetos e obras.

ⁱⁱ Ivo Lima de Souza



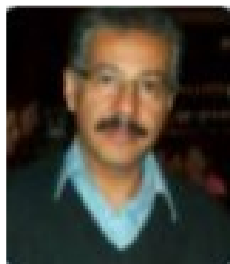
Pós-graduado em Gestão de Projetos (PMBOK) pela UNIP (Universidade Paulista), Pós-graduado em Licenciatura Plena (Educação) pela UNESP (Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Tecnólogo Mecânico de Projetos pela FATEC (Faculdade de Tecnologia de São Paulo). Atualmente é professor da Faculdade de Tecnologia SENAI, lecionando nos cursos de Graduação e Pós-graduação. Tem experiência de 30 anos na área de Projetos de Máquinas e Equipamentos Industriais. <https://orcid.org/0000-0001-6710-8006>

iii **Danielle Miquilim**



Doutora em Engenharia de Produção pela UNIP (2019). Atualmente é professora universitária na Faculdade de Tecnologia SENAI - Departamento Regional de São Paulo e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica. Defendeu sua tese sobre a formação de engenheiros empreendedores inovadores diante do processo ensino aprendizagem e gestão universitária. Em seu currículo lattes os termos mais frequentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: Administração da Produção, Operações e Logística. <https://orcid.org/0000-0001-5143-6590>

iv **Rudson de Lima Silva**



Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário da FEI (2012). Atualmente é professor universitário na Faculdade de Tecnologia SENAI - Departamento Regional de São Paulo e engenheiro do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Defendeu sua dissertação sobre uso de ferramentas de Inteligência Artificial (Snake) em análise de imagens médicas (RM de Carótidas). Em seu currículo lattes os termos mais frequentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: Inteligência artificial, manutenção hospitalar. <http://lattes.cnpq.br/7411988176615475>

v **Fatima Gabriela Soeiro Mazzo Solha**



Administradora de Empresas, Pós-graduada em Administração de Empresas pela FGV (Fundação Getúlio Vargas), Pedagogia pelo Centro Paula Souza e MBA em Controladoria e Finanças. Experiência profissional na área de serviços, comércio, treinamento e docente há mais de 10 anos formando adultos e jovens em grandes instituições de ensino do país. Atualmente é professora da Faculdade SENAI, nos cursos das áreas de Recursos Humanos e Gestão de pessoas. <http://lattes.cnpq.br/7956183940526379>