

# ABRAVA+ climatização refrigeração

REFRIGERAÇÃO AR-CONDICIONADO VENTILAÇÃO AQUECIMENTO

novatécnica  
ISSN 2358-8926

PMOC pode ser aplicado às instalações de refrigeração?

Amônia é alternativa para a refrigeração comercial

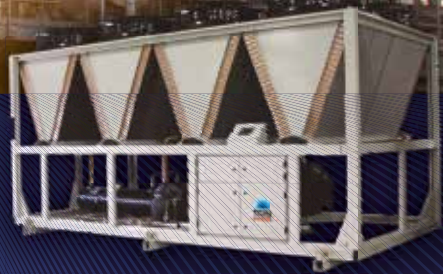
Investimento inicial x eficiência energética

Soluções aplicáveis em edificações de balanço energético nulo



# TOSI

## AR CONDICIONADO



indústrias

data centers

hospitais



**INDÚSTRIAS TOSI**

11 3643.0433 [INDUSTRIASTOSI.COM.BR](http://INDUSTRIASTOSI.COM.BR)



A **Montreal Canadense** destaca-se como uma renomada indústria química e fabricante de Óleos Lubrificantes de alto desempenho. Possuímos o Registro NSF H1, certificando a adequação de nossos lubrificantes para o maquinário empregado na Indústria de Alimentos e Bebidas. Cumprimos rigorosamente as normas estabelecidas pelo Título 21 CFR 178.3570 da Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos, assegurando a conformidade de nossos produtos para aplicações que envolvam possível contato com alimentos.

Além disso, os lubrificantes da linha Food Grade da Montreal Canadense são cuidadosamente formulados em nossa fábrica, que possui a certificação ISO 9001. Esta certificação atesta o compromisso da nossa empresa com padrões internacionais de qualidade, garantindo aos nossos clientes produtos que atendem aos mais elevados requisitos de desempenho e segurança.

### Características, Vantagens e Benefícios Potenciais:

Os **Óleos Montreal Canadense** tem excelente estabilidade em altas temperaturas, mais limpeza do evaporador, menores tempos de parada e redução de custo de manutenção, boa compatibilidade e bom comportamento em viscosidade, temperatura, pressão em relação aos gases refrigerante de amônia e dióxido de carbono, garante alta eficiência do sistema e retorno adequado do óleo em projetos de refrigeração, notáveis propriedades anti-desgaste, alto índice de viscosidade e isento de parafina.

Linha POE 100% Sintético	ISO VG 15	ISO VG 22	ISO VG 32	ISO VG 46	ISO VG 68	ISO VG 100	FATOR 175PZ	SW 220
NSF H1	X	X	X	X	X	X	X	X
Nº REG.NSF H1	168873	168875	168877	168878	168879	168880	168851	168874



Linha Fator BSE +	FATOR BSE 32	FATOR BSE 55	FATOR BSE 170
NSF H1	X	X	X
Nº REGISTRO NSF H1	168848	168849	168850

MONTREAL GREAT ARCTIC SUPER PLUS	ISO VG 68	ISO VG 220
NSF H1	X	X
NUMERO REGISTRO NSF H1	168871	168872

### Saúde e Segurança:

Com base na informação disponível, não é esperado que este produto cause efeitos adversos à saúde quando utilizado nas aplicações a que é destinado e seguidas as recomendações indicadas na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químico (FISPQ). As FISPQ encontram-se disponíveis em nosso site [www.oleomontreal.com.br](http://www.oleomontreal.com.br) de acordo com a legislação, e deve-se utilizar este produto apenas nas aplicações pretendidas.



26



17



19



40

<b>Negócios.....</b>	<b>08</b>
<b>Empresas</b>	
Armacell anuncia expansão .....	10
Midea Carrier renova parceria com Senai.....	12
<b>Ferramentas do PMOC podem ser aplicadas na refrigeração.....</b>	<b>13</b>
<b>Amônia é opção para refrigeração comercial.....</b>	<b>17</b>
<b>Refrigeração comercial: custo inicial x eficiência energética.....</b>	<b>19</b>
<b>Soluções aplicáveis em edificações de balanço energético nulo ....</b>	<b>26</b>
<b>Entrac Campo Grande .....</b>	<b>36</b>
<b>13°. QAI é realizado em São Paulo .....</b>	<b>38</b>
<b>Diálogo .....</b>	<b>39</b>
<b>Abrava.....</b>	<b>40</b>
<b>Agenda.....</b>	<b>42</b>



13

# GERENCIAMENTO DO DESEMPENHO DURANTE O CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO

A Armstrong melhora o desempenho dos sistemas mecânicos e reduz os custos durante todo o ciclo de vida de um edifício.

Economia nos gastos da construção

---

Redução nos gastos operacionais

---

100% de conforto para os ocupantes

---

50% de redução nos custos em reparos e substituições



Para mais informações, visite-nos [ArmstrongFluidTechnology.com](http://ArmstrongFluidTechnology.com) ou ligue para - 0800 580 4048

ENVIE UM E-MAIL PARA: [comercialbr@armstrongfluidtechnology.com](mailto:comercialbr@armstrongfluidtechnology.com)



## Amônia, uma possibilidade para sistemas de refrigeração comercial

A segurança do meio ambiente e a sustentabilidade são preocupações crescentes; seguimos pressionados por soluções ecológicas em praticamente todas as áreas e no setor de refrigeração não é diferente, sendo a utilização do fluido refrigerante amônia uma solução real e possível para sistemas de refrigeração comercial.

Destacamos que o composto amônia faz parte de nosso cotidiano e muitas vezes nem mesmo a notamos sendo utilizada como produção de fertilizantes na agricultura, na fabricação de produtos de limpeza doméstica, como coadjuvante na produção de plásticos e de tecidos e corantes.

A história registra a utilização da amônia (NH<sub>3</sub> & R-717) para refrigeração desde 1876, sendo um fluido refrigerante que se manteve como opção viável desde que foi introduzido e classificado como natural, entregando as melhores propriedades termodinâmicas, e sendo o único que por décadas tem proporcionado resultados mensuráveis de economia de energia e operações seguras.

Globalmente há um interesse crescente na amônia como fluido refrigerante, destacamos o exemplo da Europa, onde os regimes regulatórios encorajaram novas aplicações e os sistemas de refrigeração de amônia são usados com segurança para ar-condicionado em hospitais, prédios públicos, aeroportos e hotéis.

A junhoria destes compostos sintéticos, por mais pesquisas realizadas, ainda colaboram – em junhor ou menor grau - com alguma agressão ao meio ambiente e os possíveis impactos ambientais com os fluidos sintéticos ainda não são plenamente conhecidos.

Os fluidos refrigerantes naturais como amônia estão totalmente imunes a futuras restrições de aplicação por motivos ambientais e se mostram totalmente viáveis devido sua disponibilidade permanente no mercado, baixo custo de aquisição e simplicidade de aplicação. Contudo, se impõem cuidados operacionais adquiridos através do conhecimento, atualização e capacitação técnica para utilização segura.

A amônia possui todos as características desejáveis para um fluido refrigerante, exceto sua toxicidade. Neste cenário, soluções modernas de refrigeração com amônia de baixa carga estão tornando viável sua utilização até mesmo em zonas urbanas e comerciais.

Os fluidos refrigerantes naturais, dentre estes a amônia, podem substituir prontamente algumas aplicações com fluidos refrigerantes sintéticos em diversos setores, com praticidade, segurança ambiental e ocupacional e eficiência energética.

O Departamento Nacional de Refrigeração da Abrava desempenha um papel importante na divulgação de informações técnicas sobre a aplicação adequada da amônia como fluido refrigerante, oferecendo ferramentas e suporte às indústrias e profissionais do segmento para enfrentarem com sucesso esses novos desafios e oportunidades.

**Ricardo Santos**

pertence ao departamento comercial da Mayekawa e faz parte do DN Refrigeração da Abrava



### COMITÊ EDITORIAL

Alberto Hernandez Neto, Antonio Luis de Campos Mariani, Ariel Gandelmann, Arnaldo Basile Jr., Arnaldo Parra, Arthur Nogueira de Freitas, Cristiano Brasil, Francisco Dantas, Gilberto Machado, João Pimenta, Leonardo Cozac, Leonilton Tomaz Cleto, Luciano de Almeida Marcato, Maurício Salomão Rodrigues, Oswaldo de Siqueira Bueno, Paulo Penna de Neulaender Jr., Priscila Baioco, Rafael Dutra, Ricardo Santos, Roberto Montemor, Rogério Marson, Sandra Botrel e Wili Colozza Hoffmann

### DIRETORIA EXECUTIVA:

Pedro Evangelinos (Presidente do Conselho de Administração), Luiz Moura (Vice-presidente do Conselho de Administração), Arnaldo Basile (Presidente-executivo), Arnaldo Lopes Parra (Diretor de Relações Associativas e Institucionais), Fábio Takahama (Diretor de Economia), Gilberto Machado (Diretor Jurídico), Jovelino Antonio Vanzin (Diretor de Relações Governamentais), Samoel Vieira de Souza (Diretor de Relações Internacionais), Priscila Baioco (Desenvolvimento Profissional), Renato Cesquini (Diretor de Meio Ambiente), Paulo Américo Reis (Diretor de Operações e Finanças), Eduardo Brunacci (Diretor Social), Luciano Marcato (Diretor de Eficiência Energética), Celso Simões Alexandre (Ouvidor), Henrique Cury (Delegado de Relações Internacionais), Thiago Pietrobon (Diretor-adjunto de Meio Ambiente), Joana Canozzi (Diretora de Comunicação e Marketing) e Matheus Leme (Tecnologia).  
Conselho Fiscal: Wadi Tadeu Neaime, Renato Nogueira de Carvalho e Leonardo Cozac de Oliveira Neto (efetivos), e Hernani José Diniz de Paiva, Wagner Marinho Barbosa e Sidney Ivanof (suplentes).  
Conselho Consultivo de Ex-presidentes: Arnaldo Basile Jr, Wadi Tadeu Neaime, Samoel Vieira de Souza  
Ouvidoria: Celso Simões Alexandre  
Delegado de assuntos internacionais: Henrique Elias Cury  
Presidentes dos Departamentos Nacionais:  
Moacir Marchi Filho (Energia Solar Térmica), Ronaldo Facuri (Ar-Condicionado), Fernando Tominaga (Automação e Elétrica), Fábio Neves (Comissionamento e Elétrica); Toribio Ramão Rolon (Comércio), Dilson C. Carreira (Distribuição de Ar), Fernando Tessaro (Projetistas e Consultores), Gerson Catapano (Instalação e Manutenção), Lineu Teixeira Holzmann (Isolamento Térmico), Thiago Pietrobon (Meio Ambiente), Renato Majarão (Refrigeração), Eduardo Bertomeu (Ventilação), André Oliveira (Ar-Condicionado Automotivo), Anderson Doms (Tratamento de Águas), Arthur Aikawa (Qualindoor).

### DIRETORIAS REGIONAIS:

Minas Gerais: Remer Olavo Silva

### CONSELHEIROS:

Arnaldo Basile Jr, Arnaldo Lopes Parra, Eduardo Brunacci, Edison Tito Guimarães, Eduardo Pinto de Almeida, Francisco Correa Rabello, Gerson Alvares Robaina, Gilberto Carlos Machado, James José Angelini, Leonardo Cozac de Oliveira Neto, Leonilton Tomaz Cleto, Luciano Marcato, Manoel Luiz Simões Gameiro, Mauro Apor, Paulo Penna de Neulaender Júnior, Paulo Fernando Presotto, Renato Giovanni Cesquini, Renato Nogueira de Carvalho, Renato Silveira Majarão, Samoel Vieira de Souza, Sidney Ivanof, Thiago Dias Arbulu, Toshio Murakami, Wagner Marinho Barbosa.



Editor: Ronaldo Almeida [ronaldo@nteditorial.com.br](mailto:ronaldo@nteditorial.com.br)

Colaboraram na edição: Amanda Oliveira de Moura, Michelle Mirian Vargas Vieira e João Pimenta; Fábio Fadel e Ivair Lúcio Soares Júnior  
Depto. Comercial: Alfredo Nascimento <[alfredo@nteditorial.com.br](mailto:alfredo@nteditorial.com.br)>, Adão Nascimento <[adao@nteditorial.com.br](mailto:adao@nteditorial.com.br)>

Assinaturas: Laércio Costa <[assinatura@nteditorial.com.br](mailto:assinatura@nteditorial.com.br)>

Foto de capa: Pearl River Tower em Guangzhou, China – edifício NEZB

Foto © Efred | Dreamstime.com)

Redação e Publicidade:

Avenida Corifeu de Azevedo Marques, 78 - sala 5 - 05582-000 (11) 3726-3934



# Produzido 100% no Brasil, mantendo o padrão de qualidade japonesa



Linha Essencial



Sustentável



Econômico



Silencioso



Escaneie  
o QR Code  
e visite  
nosso site



## Nova linha de óleos lubrificantes para refrigeração

A Montreal Canadiane anuncia seu novo produto: o óleo lubrificante para sistemas de refrigeração Montreal Great Arctic Super Plus. Indicado para aplicações que demandam alto desempenho em diferentes faixas de temperatura, seu uso é especialmente recomendado para compressores de

refrigeração em ambientes comerciais e industriais, sendo compatível com diversos fluidos refrigerantes, como o R-717 (amônia) e o R-22, entre outros.

Desenvolvido com tecnologia de ponta, o Montreal Great Arctic Super Plus devido a sua composição avançada proporciona uma lubrificação eficiente, reduzindo o desgaste e prolongando a vida útil dos componentes do sistema. Oferece também excelente estabilidade térmica, garantindo o desempenho ideal mesmo nas condições mais extremas. Utilizando bases 100% sintéticas de PAO (Polialfaolefinas), além da base PAO, a aditivação garante performance superior do produto, tanto em bases quanto nos aditivos, oriundos dos melhores fornecedores internacionais.

Segundo a empresa, o Montreal Great Arctic Super Plus pode melhorar a eficiência energética dos sistemas de refrigeração, ao minimizar a fricção e otimizar o desempenho. Resistente à oxidação, possui proteção anti desgaste e antiespumante, sobressaindo-

se como uma escolha confiável. A aditivação para expansão de selos, prevenindo possíveis vazamentos do gás refrigerante, é uma funcionalidade adicional que reforça a eficácia do produto. Sua ótima fluidez em temperaturas baixas garante um desempenho consistente em variadas condições ambientais. Seu desenvolvimento foi baseado em materiais de baixo impacto ambiental, atendendo às certificações e normas internacionais de qualidade e proteção ambiental.

O Montreal Great Arctic Super Plus é comercializado em embalagens de 20 e 200 litros, estando dispo-

nível nas viscosidades ISO VG 68 e 220. O produto pode ser adquirido diretamente na fábrica da Montreal Canadiane, através de seus fornecedores e distribuidores e pelo e-commerce da empresa.

## Armacell anuncia nova espuma

Uma nova geração de espuma estrutural reciclável, produzida com polietileno tereftalato (PET), está sendo trazida pela Armacell ao mercado brasileiro. Trata-se do ArmaPET® Struct GRX, um produto que proporciona melhorias significativas no processo de produção de peças em compósitos com maior eficiência, redução de custos e sustentabilidade.

De acordo com Rogério Sanches, gerente de desenvolvimento de negócios da Armacell, o novo ArmaPET Struct GRX é muito versátil, com aplicações que vão da construção civil, passando por pás de geradores eólicos, até o emprego em peças náuticas.

“Esse produto tem uma penetração imediata nos segmentos eólico e náutico, pois nestes segmentos é mais comum o uso do processo de infusão, propiciando uma redução significativa no consumo de resina na fabricação das peças em compósitos e, consequentemente, a diminuição do peso e dos custos das peças, sem impacto nas propriedades mecânicas das estruturas”, explica Sanches. A redução na absorção de resina pode chegar até 60%, em relação à geração anterior de espuma estrutural.

Outras características importantes da espuma estrutural dizem respeito à ótima estabilidade térmica, dimensional e sua alta resistência à fadiga, garantindo um desempenho a longo prazo e baixa manutenção ao longo da vida do produto. Sanches afirma que o novo ArmaPET Struct GRX possui uma estrutura celular mais fina e homogênea em comparação com a geração anterior de espuma estrutural, resultando em propriedades mecânicas aprimoradas, com ganho de até 30%.



A **Belimo** líder global no desenvolvimento para dispositivos de controle com foco em eficiência energética, segurança e conforto de Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado conta agora com uma ampla gama de sensores:

- Sensores de Temperatura Ambiente com display (**Vencedor do Prêmio AHR Expo Innovation 2023**).
- Medidores de Energia Térmica (BTU Meter).
- Dispositivo para Monitoramento de Gás.

→ Conheça as Vantagens  
[belimo.com/br/pt\\_BR](https://belimo.com/br/pt_BR)

**BELIMO**



# Trocadores de Calor Série S: Menor queda de pressão com melhor transferência de calor

Para projetos de até  
**50 bar**

- ❁ Redução da queda de pressão lado secundário em **até 25%** comparado com outras marcas;
- ❁ Placa com **profundidade reduzida** para melhor transferência de calor;
- ❁ **Resistente à fadiga térmica** comum em bombas de calor e sistemas cascata;
- ❁ **Design anticongelante testado em laboratório** garantindo uma aplicação confiável;
- ❁ Placas assimétricas **reduzindo drasticamente o consumo da bomba** do lado secundário;
- ❁ **Distribuidor altamente eficiente**, necessário em médios e grandes evaporadores, tornando os trocadores mais compactos;
- ❁ **Design desenvolvido e patenteado pela Sanhua**



## APLICAÇÕES

Os trocadores de calor da Série S são amplamente recomendados para aplicações em sistema VRF, bomba de calor, resfriamento de bateria E-bus, chiller, sistema cascata, transporte frigorífico, sistema waterloop, trabalhando como:

- ❁ **Evaporador;**
- ❁ **Condensador;**
- ❁ **Subresfriador;**
- ❁ **Economizer;**
- ❁ **Resfriador de óleo;**
- ❁ **Intercooler;**
- ❁ **Resfriador de ar;**

A Sanhua tem a certificação PED da UE.

Os trocadores de calor da série S são homologados para trabalhar com grupo de fluidos 1 e 2, incluindo água, solução de etilenoglicol, refrigerantes comuns HCFC, HFC, HC e HFO, como R410A, R32, R454B, R290, R134a, R404A, R507, R448A, R449A, R1234yf, R1234ze e R452A etc.



Baixe aqui o  
catálogo completo



Eduardo Macedo entrega placa comemorativa a Cheng

## Midea Carrier e Senai reafirmam parceria

Memorando foi assinado durante visita de Henry Cheng, gerente geral da Midea Building Technologies à Escola Oscar Rodrigues Alves



Um brinde ao sucesso

A Midea Carrier e o Senai reafirmaram sua parceria com a assinatura de um Memorando de Cooperação. A colaboração tem se mostrado de vital importância para o desenvolvimento da indústria de climatização e refrigeração no Brasil.

Segundo Marcos Torrado, diretor comercial da Midea Carrier, a empresa tem instalado sistemas de VRF em várias cidades do país visando capacitar profissionais dos cursos de refrigeração do Senai ao possibilitar a utilização de equipamentos avançados como base para o aprendizado. “A parceria com o Senai demonstra o nosso compromisso em investir no desenvolvimento de talentos locais e em tecnologias avançadas para melhorar a qualidade da educação técnica”, afirma o executivo.

A assinatura do memorando incluiu



Cheng é apresentado às instalações do Senai



Eduardo Macedo, Marcos Torrado e Arnaldo Basile



Equipe técnica da Midea Carrier confere as instalações



Equipe da Midea Carrier e representantes de entidades prestigiaram o evento

a entrega de placa comemorativa pelo diretor da unidade educacional, Eduardo de Macedo, a Henry Cheng, gerente geral da Midea Building Technologies (MBT) em evento acontecido na Escola Senai Oscar Rodrigues Alves, em São Paulo no último 15 de maio. O executivo aproveitou sua visita ao Brasil para também traçar estratégias com o objetivo de fortalecer o relacionamento com os clientes. O Brasil é um dos principais mercados do segmento de VRF e a proximidade com os clientes é essencial para oferecer o melhor suporte e soluções.

A unidade do Senai Ipiranga (Oscar Rodrigues Alves) é um importante centro de treinamento e capacitação para profissionais do setor de AVAC-R e centro de referência na modalidade para todo o país. Neste sentido, é, para a Midea Carrier, peça fundamental na qualificação profissional e no desenvolvimento do setor.

## FANCOILS Amasus

Equipamentos ideais para projetos com foco em climatização de conforto, o que possibilita praticidade de instalação, operação e manutenção.

### VERSATILIDADE

Aplicado nos mais variados ambientes, projetos e necessidades de climatização

### EFICIÊNCIA:

Alto desempenho térmico com menor consumo energético

### CUSTO-BENEFÍCIO:

Alta eficiência com menor custo por equipamento em relação a outros sistemas

### DADOS CONSTRUTIVOS

- Perfis em alumínio 25mm
- Painéis em chapa galvanizada com revestimento e pintura eletrostática a pó na parte externa
- Bandeja de condensados em aço INOX 304
- Ventiladores Sirocco e Limit Load com coxins de borracha e lona na descarga
- Fabricação para aplicações em sistemas de expansão direta e indireta
- Diversos graus de filtragem
- Variedade de acessórios (caixas de mistura, sistemas de aquecimento e umidificação)

### TRAGA SEU PROJETO!

Equipamentos projetados e fabricados de acordo com cada aplicação, necessidade e especificidade de instalação. Entre em contato!



**ENTRAC** 19 E 20 DE JUNHO  
UBERLÂNDIA | MG

[www.weger.com.br](http://www.weger.com.br)  
11 4722-7675  
vendas@weger.com.br



## De olho no futuro, Armacell expande produção em 40%

A história da Armacell remonta ao ano de 1860, quando Thomas M. Armstrong funda uma empresa para produzir rolhas de garrafas em Pittsburgh, EUA. Em 1954 a empresa inicia a produção de materiais flexíveis para isolamento térmico. Pioneira na fabricação de espuma elastomérica, a divisão separa-se da Armstrong adotando a marca Armacell já no início dos anos 2.000.

No Brasil a empresa iniciou suas atividades no início da década de 1990. O ano de 1995 marca a inauguração da fábrica de espuma elastomérica em Pindamonhangaba, no Vale do Paraíba, estado de São Paulo. Com esse passo, a empresa consolida sua posição no mercado brasileiro.

Em 2016, em um movimento agressivo e ousado, a Armacell adquire a Polipex, então forte fabricante de espumas de polietileno. A planta da empresa incorporada está localizada em São José, região metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina. Em 2018 a empresa transfere sua planta de espuma elastomérica para São José, unificando toda a produção em um só local.

Em mais um passo em direção à liderança incontestada no Brasil e na América do Sul, a empresa instala sua linha contínua de produção de espuma elastomérica em 2019. A modernização e adequação à nova realidade se deu graças a investimentos massivos da Armacell.

Desde 2020 a empresa vem apresentando um crescimento exponencial, chegando a cerca de 50% em alguns anos. No mesmo período, expandiu suas linhas de espumas especiais de alta engenharia, com aplicação na indústria pesada, na de óleo e gás e de geração de energia, particularmente a eólica. Também para a construção civil a Armacell expandiu sua presença através de materiais de revestimento acústico.

No presente ano a empresa deu início a mais um ciclo de investimentos. A linha de produção recebeu aportes



Mansur Haddad

que permitirão a expansão em 40% da produção de espuma elastomérica. Metade dessa expansão já entrou em operação e o restante estará em funcionamento até o final do ano.

### Liderança e parcerias

Mansur Haddad, diretor geral da Armacell para a América do Sul, discorre com entusiasmo sobre os planos da companhia. Com a tranquilidade de quem sabe para onde conduz os negócios, ele evita o tom triunfalista, sem deixar de mirar o futuro com otimismo.

“No Brasil mantemos uma liderança incontestada. Na América do Sul temos a liderança em países importantes, como a Argentina, e uma posição privilegiada na maioria deles. Mas já houve momentos em que estivemos na liderança de todos os países da região.”

Ele está atento, também, para o fato de que a posição de liderança precisa ser defendida, além de que crescimentos da ordem que a empresa teve nos últimos anos a expõe para a concorrência.

“Temos um reconhecimento de marca que reflete o trabalho de mais de três décadas. Trabalho esse firmado em sólidas parcerias com o mercado e alicerçado pelos compromissos assumidos pela Armacell, como é o caso da atual expansão que permitirá suprir toda a demanda por vários anos”, afirma Haddad.

O diretor geral da Armacell valoriza o trabalho da equipe. “Temos uma

equipe, não só de suporte de engenharia, mas de vendas, que está permanentemente junto aos clientes. Isso se traduz numa sólida parceria com distribuidores, revendedores e cliente final. Nosso portfólio de produtos é amplo e diversificado, atendendo à todas as necessidades do mercado. Possuímos a inovação no DNA da companhia. Do mais, é serviço, serviço e serviço, e foco no cliente o tempo todo.”

A Armacell possui 25 plantas industriais em 19 países. Haddad coloca em destaque algumas delas. A de São José, pelo óbvio motivo de ser aquela que abastece o mercado regional. Outros destaques são as plantas da Alemanha, Índia, China e Estados Unidos.

A grande quantidade de plantas espalhadas pelo mundo permite à empresa oferecer os mais diversos produtos, como alguns de alto valor agregado que podem ser fornecidos pelas plantas europeias, por exemplo. “Toda a nossa linha industrial vem da Coreia do Sul”, exemplifica Haddad.

Além da “cultura de transparência, lealdade e parceria de longo prazo”, o diretor da Armacell ressalta o trabalho em direção ao cumprimento das metas ESG (Environmental, Social and Governance – Meio ambiente, Social e Governança). Na questão social, a empresa tem um amplo programa de apoio às comunidades vizinhas à fábrica em São José, fornecendo cestas básicas e ações educacionais e culturais. Utilizando os recursos da Lei Rouanet, a empresa oferece espetáculos de dança, teatro e outras modalidades para a comunidade vizinha, ao mesmo tempo em que permite o desenvolvimento de artistas. “Nem todas as empresas utilizam os artifícios da Lei Rouanet. Nós entendemos como uma forma de transferir o imposto que deveria ser recolhido para ações diretas e locais que trazem enormes benefícios ao entorno”, afirma Haddad. Ele diz, ainda, que o passo seguinte será aprofundar, também, as metas de preservação do meio ambiente.



© Sorranison Prakittrakoon | Dreamstime.com

## Como as ferramentas do PMOC podem ser aplicadas às instalações de refrigeração

Trata-se de um conjunto de atividades de característica contínua, que visa manter as boas condições de funcionamento de determinado equipamento ou processo

A Lei Federal 13.589/2018 regulamentou a obrigatoriedade do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em todos os espaços públicos com ocupação humana. Através da Lei o poder público buscou estabelecer bases mínimas para a qualidade do ar em ambientes interiores objetivando preservar a saúde e o bem-estar de seus ocupantes.

No entanto, há quem defenda um entendimento mais amplo na aplicação do PMOC, visando ativos ou processos. “Como o próprio processo se denomina, PMOC é um Plano de Manutenção, Operação e Controle. Desta forma, é um conjunto de atividades, de característica contínua, que visa manter as boas condições de funcionamento daquele equipamento

ou processo. Se aplica tanto para climatização, quanto para refrigeração comercial, industrial etc. Entretanto, no caso de ambientes de uso público e coletivo, a sociedade brasileira já conta com Leis e Normas que exigem cuidados com essas atividades, a fim de manter estes espaços seguros do ponto de vista sanitário e ambiental”, afirma o especialista Arnaldo Lopes Parra, diretor da Pósitron, diretor de relações associativas e institucionais da Abrava e membro do Conselho Editorial da revista Abrava + Climatização & Refrigeração.

“Já para espaços de somente refrigeração comercial, como por exemplo balcões ou câmaras frigorificadas, de modo geral não existe ocupação humana contínua. O fato de não existir ocupação humana permanente, não significa que estes espaços podem receber menos atenção por parte da manutenção, tanto para aspectos sanitários (estoque de alimentos), quanto para manter os parâmetros estabelecidos em Normas Técnicas (temperaturas para resfriados, congelados etc.). Também vale lembrar que câmaras resfriadas, onde existe ocupação humana (no caso câmara fria de preparo e corte de carne, por exemplo), devem seguir as orientações sanitárias, as Normas ABNT sobre o assunto, as NRs da CLT e incluir o PMOC”, completa Parra.

O mesmo alerta faz Rogério Marson Rodrigues, gerente industrial da Eletrofrio. “A refrigeração comercial possui setores de manipulação de alimentos com grande circulação de pessoas e presença de trabalhadores por longos períodos, cuja qualidade do ar interno é tão importante quanto em sistemas de ar-condicionado, o qual já recebe atenção específica de ações de PMOC. Nestes setores da refrigeração, a atenção deveria ser a mesma.”

Também Anderson Oliveira, gerente de vendas e distribuição da Sanhua, entende que o conceito pode ser um pouco mais expandido. “A adesão do PMOC na refrigeração comercial é muito positiva, uma vez que as manutenções preventivas devem seguir alguns critérios pré-estabelecidos por fabricantes de componentes e equipamentos de forma geral. Assim como é previsto a análise da qualidade do



Arnaldo Parra

óleo de um compressor semi-hermético, o PMOC aplicado em refrigeração comercial pode auxiliar, por exemplo, na análise de desbalanceamento de rede elétrica que, quando fora dos padrões, ocasiona um superaquecimento do motor elétrico do compressor, reduzindo sua vida útil. Consequentemente aumentando o custo operacional.”

“Por se tratar de um ambiente de uso público e coletivo, ou seja, um ambiente destinado às atividades de natureza comercial, os supermercados devem implementar e manter o PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle) do sistema de climatização, previsto pela Lei Federal 13.589/2018. Um dos principais objetivos do PMOC é assegurar a qualidade do ar interno para os ocupantes. Apesar da Lei Federal ter apenas 5 anos, o PMOC não é novidade, e existe desde 1998 através da Portaria 3.523 estabelecida pelo Ministro da Saúde, José Serra. Esta portaria determina um regulamento técnico com medidas básicas referente aos procedimentos de manutenção, assim como solicita a determinação de procedimento e parâmetros para análise de qualidade do ar, disposto posteriormente através da Resolução-RE N° 09/2003”, explica Ana Carolina Rodrigues, engenheira de aplicação e

vendas sênior para a América Latina da Copeland.

### O que precisa ser controlado

Ao falarmos numa ampliação da aplicação dos conceitos que embasam a construção do PMOC, iremos nos deparar com realidades bem mais complexas. “O PMOC para a refrigeração comercial pode diferir de acordo com as características do processo a que se destina. Refrigeração de produtos embalados hermeticamente tem aplicação diferente de refrigeração de produtos in natura ou semiprocessados. Assim, geralmente se controlam as seguintes grandezas: temperatura do espaço refrigerado, temperatura do produto, umidade relativa e contaminantes presentes. Para ambientes de preparo de alimentos, onde se requer refrigeração e existe presença de trabalhadores em forma contínua, por exemplo, também existe preocupação com o índice de CO<sub>2</sub> e outros. Para itens físicos para controle, os operadores e mantenedores concentram atenção nas características de consumo energético, medindo e controlando corrente, tensão, frequência, potência consumida, dentre outras”, avança Parra.

Já Oliveira, da Sanhua, inclui a troca de óleo, atuadores, sensores, transdutores, desbalanceamento elétrico, delta de temperatura interna e/ou do processo, qualidade da água de condensação e resfriamento, periodicidade entre as intervenções preditivas, preventivas, corretivas, sistemas de segurança, dentre outros itens a serem controlados.

A manutenção de parâmetros como temperatura e umidade de câmaras e balcões, visando a durabilidade e qualidade dos alimentos, é uma questão crucial na manutenção de sistemas de refrigeração. Assim, faz todo o sentido buscar assimilar as ferramentas que dão vida ao PMOC num ambiente com tais características. “Um PMOC bem idealizado pode determinar procedimentos de trabalho os quais orientarão as atividades de manutenção e permitirão o acompanhamento da gestão, responsáveis por manter a qualidade do frio alimentar”, entende Marson, da Eletrofrio.

“A medição e o controle de tempe-

ratura e umidade para espaços refrigerados é de grande importância para manter a máxima eficiência energética do processo, permitindo a melhor performance e menor consumo de energia possível. Podemos, assim, entender que quanto mais preciso for o controle, melhor será a performance do equipamento e melhor relação de consumo de energia. O PMOC neste caso irá constituir uma ferramenta útil, pois através de procedimentos planejados de coleta e análise de parâmetros, permitirá antever e programar ações para manter o processo dentro de seus parâmetros, otimizando o uso e diminuindo custos. Curvas de tendência de consumo ou mesmo corrente elétrica diretamente, podem servir de alerta para intervenções preventivas e corretivas”, completa Parra.

A mesma defesa faz Oliveira. “O PMOC direcionado aos controles de umidade e temperatura contribui positivamente, uma vez que para cada tipo de produto ou alimento,

sempre haverá uma range pré-estabelecido pelo fabricante (produto / equipamento) que alertará quanto às consequências oriundas da não observância desses tópicos. Um bom exemplo é a temperatura e umidade no armazenamento da carne, no qual fica muito visível, na sua coloração e textura, quando armazenada de forma incorreta. Outro exemplo é o sorvete. Quando acondicionado em temperatura fora do range indicado pelo fabricante, ou na tentativa de o “recongelar”, o sorvete pode se tornar cristalino, perder sua textura e conseqüentemente haverá alteração do sabor.”

Mas qual seria o caminho para o estabelecimento de um plano de manutenção, operação e controle visando as instalações de refrigeração em um supermercado? “Como as disciplinas de ar-condicionado e refrigeração possuem similaridades técnicas, as equipes de manutenção são quase sempre as mesmas dentro de

um supermercado, o que possibilita a elaboração de um PMOC direcionado às áreas climatizadas de alta, média e baixa temperatura”, pontua Marson.

“O PMOC é uma ferramenta poderosa, e sua elaboração requer profissionais habilitados, com profundos conhecimentos na área, além de imprescindível experiência. A avaliação do estado dos equipamentos, observação das condições de registro e controle das grandezas físicas, elétricas e ambientais são fatores decisivos para o bom desempenho dos processos. As características dos espaços refrigerados, seu uso e acesso, layout de câmaras e corredores, também constitui diferença para a eficiência energética”, alerta Parra.

Para Oliveira, a indicação primária é “sempre seguir os manuais de instalação, manutenção e configuração dos fabricantes. A partir daí, pode-se isolar vários trechos do sistema de refrigeração e climatização e desenvolver o PMOC por blocos de sistemas. Por

PARA ALTAS TEMPERATURAS

## PoliPex® Plus UV

Espuma de Polietileno PoliPex Plus UV, indicada para equipamentos com tecnologia On/Off que não utilizem o fluido refrigerante R-410A para sistemas de ciclo reverso.

[www.armacell.com](http://www.armacell.com)



## Implementação de um PMOC

É importante ressaltar que o PMOC se refere somente ao sistema de climatização, para conforto, saúde e bem-estar de pessoas. No que tange ao frio alimentar e armazenamento de alimentos, as normas e legislações específicas devem ser observadas. Para implementação do PMOC gosto muito de utilizar o método de gestão e melhoria contínua denominado PDCA; é um processo cíclico e dividido em 4 etapas Plan (Planejar), Do (Executar), Check (Verificar) e Act (Agir). O PMOC pode também ser dividido nessas etapas, sendo a etapa de planejamento com o levantamento de dados, documentos e criação do plano de manutenção, seguidos da execução das atividades de manutenção e operação do sistema. A verificação é feita através da análise de qualidade do ar que deve ser realizada semestralmente e o agir deve ser de acordo com o resultado da análise. Por exemplo, se algum parâmetro estiver fora da condição recomendada, uma intervenção deve ser planejada, executada e uma nova análise deve ser realizada.

A implementação do PMOC deve começar com o projeto de climatização. Compreendo que o nosso setor AVAC-R se divide em grupos profissionais de projeto, instalação e manutenção, e a sinergia entre esses profissionais é fundamental. Por exemplo, em alguns estabelecimentos já me deparei com casa de máquinas sem ponto de água próximo para limpeza do equipamento e dificuldade para acesso para manutenção. Além disso, a portaria 3.523/1998 determina renovação de ar mínima de 27 m<sup>3</sup>/h assim como a classe de filtragem adequada, que devem ser consideradas no momento do projeto junto às normas, tal como a ABNT 16.401. Nesta etapa de planejamento, deve ser feito um levantamento dos ambientes climatizados e suas respectivas áreas, isso pode ser realizado através do projeto do sistema de climatização. Caso o sistema não tenha o projeto, ou esteja

diferente do instalado, o as-built (conforme construído) deve ser realizado. Com essa informação dos ambientes e área, será determinado a estratégia de amostras de qualidade do ar, conforme determinado pela RE-09.

Para criação do plano de manutenção, é necessária identificação dos equipamentos, recomenda-se o uso de etiquetas, os modelos e número de série, além de observar as características do ambiente que pode influir na periodicidade das atividades. É importante considerar para a elaboração do plano a norma ABNT 13.971, as recomendações do fabricante e a periodicidade mínima das atividades determinada pela RE-09.

Além disso, a portaria 3.523/1998, apresenta em seu anexo um modelo de plano que pode ser utilizado como referência. É importante inserir no plano instruções de operação do sistema ou ações para emergências. Se neste momento de levantamento de dados e criação do plano seja observado que as instalações não atendam requisitos da norma, por exemplo, renovação ou filtragem. Deve ser apresentado ao responsável do imóvel para que ações sejam tomadas para resolvê-las.



**Ana Carolina Rodrigues**

engenheira de aplicação e vendas sênior para a América Latina da Copeland

exemplo: pensando em um sistema Rack, podemos elaborar um bloco dos componentes mecânicos, bloco dos componentes elétricos, bloco do sistema de condensação e bloco do sistema de evaporação e temperatura interna. Uma vez separados por blocos, isolamos os itens principais do bloco a ser analisado e trabalhamos na elaboração da devida manutenção, de acordo com os parâmetros do fabricante daquele item a ser estudado. Nesse exemplo, dividimos um sistema Rack em 04 blocos e cada qual terá um plano de manutenção que pode, ou não, ser dependente um do outro. Diferentemente de equipamentos prontos como sistemas splits, a refrigeração comercial é um sistema concebido pelo projeto e cada projeto tem características intrínsecas; portanto, podemos definir que um PMOC para refrigeração comercial é exclusivo”, concebe ele.

Já em relação aos centros de distribuição, os caminhos seriam outros, embora com similaridades. “Os centros de distribuição de produtos perecíveis, diferentemente dos supermercados, possuem câmaras frigoríficas de grande porte e altas potências instaladas, porém, o conceito de elaboração de um PMOC é similar, guardadas as proporções dos equipamentos instalados”, explica o gerente da Eletrofrío.

“O primeiro passo a ser dado, é que o Responsável Técnico (RT) pelo PMOC atenda aos requisitos mínimos de profundos conhecimentos nas áreas frigorígena, automação e controle, bem como esteja perfeitamente familiarizado com as atividades, as rotinas e procedimentos específicos dos processos envolvidos. Câmaras frigoríficas para medicamentos são atendidas por normas diferentes de câmaras para carne congelada ou produtos hermeticamente embalados. O estudo do layout, com projeto bem definido quanto ao equipamento a ser empregado, e o tipo de controle e automação, irá permitir que o RT selecione as rotinas específicas, bem como determinar suas periodicidades e demais detalhes. As rotinas de manutenção têm como base a norma ABNT NBR 13.971 – Manutenção Programada para Sistemas de Refrigeração, Ventilação e Ar Condicionado”, finaliza Parra.





© Sebastian Czaplak | Dreamstime.com

## A amônia, enquanto refrigerante primário, tem viabilidade em supermercados

A discussão sobre a descarbonização do AVAC-R tem na substituição dos atuais fluidos refrigerantes um dos seus pontos fulcrais. Além dos impactos diretos na emissão de gases de efeito estufa, encontra-se envolvida a questão energética. Um refrigerante pode ser de baixo impacto ambiental, no que tange às emissões, mas não alcançar a melhor eficiência energética, tornando nulo o efeito pretendido.

Por outro lado, há que se levar em conta fatores relacionados à segurança das instalações quanto à pressão, toxicidade e inflamabilidade das diversas alternativas. Por isso, a escolha nunca pode ser amparada em um ou dois argumentos apenas. É necessário realizar uma análise a cada caso e buscar a melhor alternativa que contemple os vários aspectos. A princípio, todos os fluidos naturais ou misturas, como os HFOs, encontram seu lugar. Aqui, avaliaremos a viabilidade da amônia aplicada a instalações de refrigeração comercial.

É possível utilizá-la nesse tipo de aplicação? “Sim, é possível”, afirma o gerente industrial da Eletrofrío, Rogério Marson Rodrigues, “inclusive temos, pelos menos, 25 supermercados no Brasil utilizando a amônia

Na rota para a substituição dos refrigerantes, é possível incluir o R-717 com excelentes resultados

como fluido refrigerante primário, resfriando fluidos secundários para atendimento de expositores e câmaras frigoríficas, tanto para média (resfriados) como baixa temperaturas (congelados). Os fluidos secundários aplicados nestes casos são o propileno glicol (30%) e o acetato de potássio (80%), para os sistemas de resfriados e congelados, respectivamente, ou o etanol (25% / 55%) em ambos os sistemas. Ainda na refrigeração comercial, mais especificamente em centrais de distribuição ou centrais de processamento de alimentos, a amônia também está presente, sempre no conceito de fluido primário proporcionando o resfriamento de um fluido secundário.”

Luciano Costa, engenheiro de vendas técnicas na Guntner do Brasil, corrobora. “A grande vantagem na

aplicação de amônia está na eficiência energética do sistema, pois possui melhores propriedades termodinâmicas, além de ser um sistema muito mais robusto, com baixa manutenção, confiável e seguro, pois o nível de exigência de segurança em um sistema de amônia é muito maior.”

Para o engenheiro da Guntner a amônia presta-se melhor em aplicações e instalações de médio e grande porte, tanto para regimes de alta quanto baixa temperatura. Em instalações pequenas o investimento inicial é ainda muito alto. Quanto à escolha do fluido secundário, segundo ele, “dependerá basicamente da temperatura de evaporação da amônia e das temperaturas de trabalho do fluido secundário. Com o adequado controle, pode-se utilizar água quando necessário temperaturas positivas, glicol em solução aquosa em temperaturas positivas e negativas em uma evaporação até em torno de  $-20^{\circ}\text{C}$ , além do  $\text{CO}_2$  e soluções de etanol, mais indicadas para aplicações abaixo de  $-20^{\circ}\text{C}$  de evaporação. Entretanto, existem diversas alternativas de fluidos secundários além destes, que são um pouco menos utilizados.”

O maior problema da amônia é a alta toxicidade. O que não chega a

## fluidos alternativos

representar um grande problema, na visão de Marson. “O respeito às normas e procedimento de solda são fundamentais para a garantia da estanqueidade do sistema de refrigeração.”

A opinião é compartilhada por Costa, que ressalta a necessidade de respeito às normas. “Primeiramente a construção do sistema em acordo com as normas vigentes, utilizando equipamentos e materiais que atendam aos critérios especificados, com os procedimentos adequados de soldagem, limpeza, testes e afins. Na sequência, mas não menos importante, prever um sistema de segurança em acordo às recomendações do IIAR.”

Por outro lado, é mandatário o respeito aos materiais específicos exigidos em uma instalação do tipo. “A aplicação de amônia em sistemas de refrigeração exige componentes específicos para este fluido refrigerante, os quais devem respeitar as características do fluido, evitando reações com metais que possam resultar em vazamentos

indesejados”, alerta Marson.

A interpretação de Costa, da Gtüntner não é diferente. “As mudanças são bem significativas, a iniciar pelo material, pois para halogenados, a grande maioria dos componentes são fabricados em ligas de cobre. A amônia não é quimicamente compatível com estes materiais, então suas válvulas são tipicamente de ferro fundido, aço fundido ou inox. A faixa de trabalho dos sensores é diferente devido às pressões de trabalho serem também.”

E para quem acha que esse tipo de instalação é raro, os exemplos, se não são tão numerosos, ao menos servem para atestar sua viabilidade. “Existem duas redes de supermercados, uma no Rio Grande do Sul e outra no Rio de Janeiro que utilizam, em parte de suas lojas, a amônia como fluido refrigerante primário”, informa Marson.

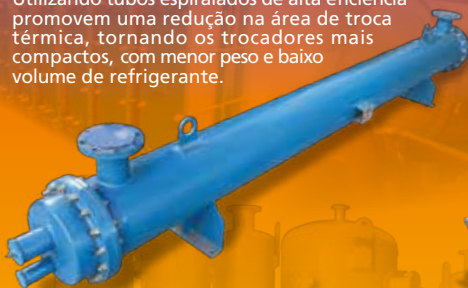
“Temos diversos cases de sucesso em aplicações com amônia e amônia mais fluido secundário. No Brasil temos clientes no segmento da pro-

teína animal e frigoríficos de médio porte, utilizando amônia como fluido primário e glicol como fluido secundário, otimizando suas instalações em áreas onde se exige baixa carga de amônia e mantendo eficiência na performance térmica e energética. Temos ainda, grandes clientes no segmento de operação logística, centros de distribuição e indústria alimentícia com sistemas em operação e obtendo excelentes resultados com melhor *payback* e consumo energético, utilizando fluidos mais sustentáveis com amônia no primário, glicol e CO<sub>2</sub> no secundário. E há uma maior presença dessas soluções também em redes supermercadistas que buscam por alternativas de menor impacto ambiental, com mais tecnologia na casa de máquinas, componentes mais seguros e que facilitam a manutenção, além da escolha por trocadores de calor de maior qualidade e confiabilidade”, afirma Débora Faili, gerente comercial divisão AVAC-R na Gtüntner do Brasil.

# As melhores soluções para o mercado de refrigeração

## VKW - Resfriadores de água

Utilizando tubos espiralados de alta eficiência promovem uma redução na área de troca térmica, tornando os trocadores mais compactos, com menor peso e baixo volume de refrigerante.



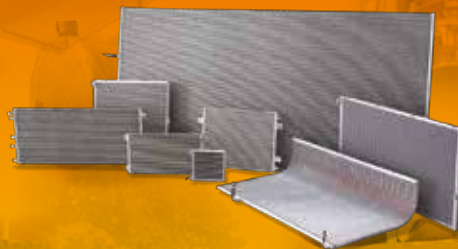
## CA - Condensadores para refrigeração e ar condicionado

Ideais para Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado que utilizam mais de um compressor.



## CM - Microcanais para refrigeração e ar condicionado

Os condensadores da linha CM resfriados a ar, têm a finalidade de rejeitar o calor adquirido no sistema evaporador. Os microcanais em alumínio permitem melhor performance, economia de gás refrigerante, tamanho reduzido e maior vida útil.



Agora com Painéis Solares em todas as novas instalações



Tel: (11) 4128 2577 - [www.apema.com.br](http://www.apema.com.br) - [vendas@apema.com.br](mailto:vendas@apema.com.br)

 @apemaindustria

# Eficiência energética em sistemas de refrigeração versus baixo investimento inicial

De acordo com o IIR (*International Institute of Refrigeration*), o setor que abrange os sistemas frigoríficos representa aproximadamente 20% do consumo total de eletricidade no mundo. E dentro dos sistemas frigoríficos voltados para a conservação de produtos perecíveis, o segmento de supermercados e atacadistas se destaca. Nesse segmento, a refrigeração, somada à climatização, representa aproximadamente 70% do consumo de energia, segundo estudos de eficiência energética da Eletrofrío.

Vale notar que a climatização nem sempre está presente em todas as lojas, mas, quando está, contribui significativamente para o consumo energético. Neste contexto, as redes de supermercados e atacadistas enfrentam o dilema entre optar por sistemas de refrigeração energeticamente eficientes, mas com custos iniciais elevados, ou escolher opções de baixo investimento inicial, porém com maior consumo energético a longo prazo.

## Implantação de projetos de eficiência energética

As oportunidades para desenvolver projetos de eficiência energética se aplicam tanto a novos projetos quanto a instalações existentes.

Considerando que uma rede de supermercados possui muitas lojas, o impacto de pequenos projetos de eficiência energética, quando multiplicado pelo número de instalações, pode representar uma economia substancial. Portanto, o foco não deve ser apenas na construção de novas lojas!

## Implantação de projetos com baixo investimento inicial

A opção de projetos com menor investimento inicial é comum em um mercado com altos custos financeiros, em que uma redução de 10% no investimento inicial pode permitir a abertura de uma loja adicional a cada dez lojas. Esse tipo de projeto facilita a aquisição e implantação de negócios para redes de pequeno e médio porte e a expansão de redes de maior porte.

O custo inicial mais baixo permite uma recuperação mais rápida através das economias operacionais imediatas, mas esses projetos tendem a ser menos eficientes, resultando em maiores custos operacionais, consumo de energia, custo de operação e manutenção a longo prazo. Além disso, a ausência de alguns componentes ou recursos pode reduzir a vida útil do equipamento, aumentando a necessidade de manutenção e dos custos ao longo do tempo.

## Soluções de eficiência energética em sistemas frigoríficos

Existem diversas soluções para aumentar a eficiência energética de sistemas frigoríficos, mas algumas se destacam como as principais e mais relevantes, cada uma com suas vantagens e desvantagens.

Infelizmente não é possível quantificar o investimento de cada solução de forma geral em um único artigo. A única forma de equilibrar eficiência energética e investimento inicial é através de uma análise individual de cada projeto

- Entre as soluções mais relevantes consideram-se:
- Escolha do gás refrigerante,

A eficiência energética tem se tornado uma preocupação crescente em diversos setores, especialmente no de refrigeração, que desempenha um papel significativo na matriz energética global

- Evaporadores de alta eficiência,
- Dimensionamento de condensadores com  $\Delta T$  menores,
- Redução de carga térmica,
- Aplicação de motoventiladores eletrônicos,
- Controle de condensação flutuante,
- Controle de resistências de orvalho em expositores frigoríficos, e
- Controle de degelo sob demanda para forçadores de ar de câmaras de congelados.

Além de equipamentos e dispositivos de controle, destacam-se alguns serviços relevantes e oportunos para a eficiência energética, como o monitoramento e serviços específicos de manutenção.

Todas essas soluções podem ser aplicadas tanto em novos projetos quanto em instalações existentes e, na maioria dos casos, o custo de implementação no início do projeto é menor.

## Distribuição do consumo de energia

Para analisar as soluções de aumento da eficiência energética em sistemas de refrigeração comercial que serão apresentadas neste artigo, é importante compreender a subdivisão do consumo de energia.

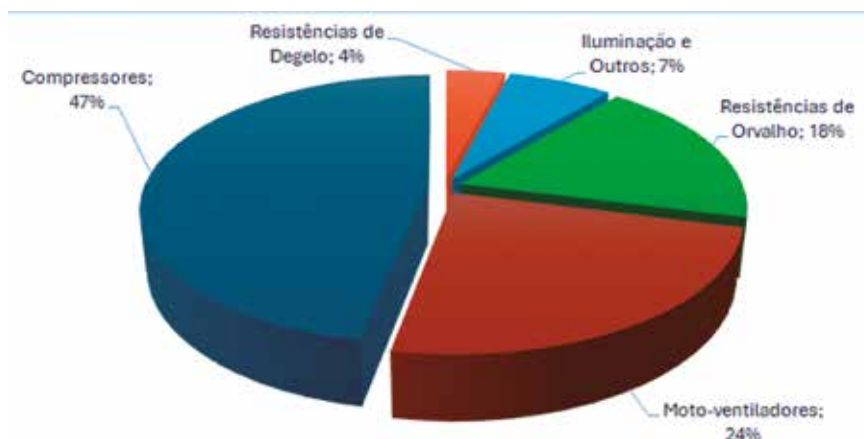
O consumo de energia em sistemas de refrigeração comercial pode ser dividido em cinco principais grupos: compressores, motoventiladores, resistências de orvalho, iluminação e resistências de degelo, conforme ilustrado no gráfico 01.

Ao mencionar a economia em algum dos componentes dos grupos listados, deve-se considerar o impacto geral no sistema de refrigeração. Por exemplo, uma economia de 10% nos compressores, que representam 47% do consumo total, resultaria em uma redução de apenas 4,7% no consumo total. Nas soluções apresentadas a seguir faremos referência a esse impacto para compreender a economia no sistema como um todo.

## Escolha do gás refrigerante

A seleção do gás refrigerante é fundamental e impacta diretamente no meio ambiente e na eficiência energética dos siste-

Gráfico 01 – Distribuição média do consumo dos principais componentes de uma sistema de refrigeração em um supermercado



mas de refrigeração. Embora essa escolha seja feita no início do projeto, nos últimos anos tem se tornado comum realizar mudanças de gases por meio de procedimentos de retrofit, Essas mudanças devem ser conduzidas por empresas e profissionais capacitados, pois uma seleção inadequada pode prejudicar o sistema e um serviço mal executado comprometer a operação da loja. A troca de gás deve ser cuidadosamente analisada, pois, enquanto algumas mudanças podem reduzir o consumo e aumentar a eficiência energética, outras podem resultar em um aumento no consumo.

A tabela 01 exemplifica a diferença de consumo de energia em sistemas frigoríficos dimensionados para uma carga de 198kW e operando com 4 diferentes gases refrigerantes. Os dados apresentados na simulação da Tabela 01 indicam que, na cidade de São Paulo, para um sistema de média temperatura, um sistema com gás R134 consome 9,1% menos energia do que com R404. Comparando o propano com o R404, a redução no consumo de compressores e motoventiladores pode chegar a 17,5%.

Como motoventiladores e compressores representam 71% da

energia consumida no sistema de refrigeração, a redução total de energia com R134 é de 6,4%, enquanto com propano é de 12,4%, além do fato de que o propano é um gás natural e, portanto, não contribui para o aquecimento global.

Para a seleção de gases refrigerantes é importante considerar outros critérios além da eficiência energética e do impacto ambiental, que não são abordados neste tema.

#### Critério de projeto e operação dos equipamentos

Durante décadas os critérios de projeto e operação dos equipamentos frigoríficos no Brasil seguiram padrões específicos de temperatura de evaporação e condensação para sistemas de média temperatura (resfriados) e baixa temperatura (congelados).

Para alterar estes critérios, os fabricantes precisam dimensionar e disponibilizar evaporadores de alta eficiência e selecionar condensadores com  $\Delta T$  menores, o que implica em um maior custo de investimento, mas traz benefícios significativos ao consumo de energia.

Tabela 01 – Comparativo de diferentes gases refrigerantes simulado na cidades de SP/ Sistema de Média Temp / 198 kW / Temp Evap.: -7°C / Temp Oper. Cond.: +4°C / Pot Bomba: 9 kW, pelo Software Pack Calculation Pro – (Eletrofrío Refrigeração)

Equipamento Eletrofrío - Modelo	PowerPack	Power Pack	HighPack	HighPack
Tipo de Gás Refrigerante aplicado	R404	R134	R410	R290 / Propano
Energia fornecida:				
Total [kWh]:	1.556.712	1.556.712	1.556.708	1.556.707
COP				
COP médio do sistema (COSP) [-]:	2,12	2,33	2,44	2,57
Consumo de energia				
Bombas e ventiladores [kWh]:	117963	116844	116.836	116.150
Compressor [kWh]:	616412	550431	519.991	490.016
Total [kWh]:	734374	667275	636.827	606.166
Economia				
Economia energética anual [kWh]:	-	67099	97547	128208
Economia energética anual [%]:	-	9,1%	13,3%	17,5%

Com evaporadores de alta eficiência, é possível elevar a temperatura de evaporação e sua pressão de evaporação correspondente, mantendo rigorosamente as condições de temperatura ambiente necessárias para a conservação dos produtos perecíveis.

Condensadores dimensionados para  $\Delta T$  menores permitem operar com pressões de condensação mais baixas. O  $\Delta T$  é a diferença entre a temperatura de condensação e a temperatura ambiente.

Em resumo, elevar a pressão de evaporação (sucção) e reduzir a pressão de condensação (descarga) diminui a carga no compressor e aumenta a eficiência energética.

### Elevação da temperatura e pressão de evaporação (Sucção)

Atualmente, existem expositores frigoríficos com evaporadores de alta eficiência como produto padrão, devido aos ganhos energéticos. No entanto, nem todos os fabricantes disponibilizam essa opção. Antes de 2018 a temperatura de evaporação padrão no mercado para média temperatura (resfriados) era  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $-30^{\circ}\text{C}$  para baixa temperatura (congelados).

Desde o lançamento da linha Vitrine da Eletrofrío em 2018, o mercado passou a disponibilizar equipamentos com evaporadores de alta eficiência, permitindo projetos com temperatura e pressão de evaporação mais alta como apresentado na Figura 01. O impacto da elevação da temperatura pode ser quantificado usando softwares de dimensionamento de compressores.

### Sistema de média temperatura (Resfriados)

Para quantificar a redução do consumo, a figura 02 mostra a capacidade e COP de um compressor Bitzer nas diferentes temperaturas de evaporação, entre  $-10^{\circ}$  e  $-4^{\circ}\text{C}$ . A redução de consumo de energia do compressor, elevando a temperatura de evaporação de  $-10^{\circ}$  para  $-4^{\circ}\text{C}$ , é de 22% ou 3,7% por cada  $^{\circ}\text{C}$  de elevação.

Considerando que os compressores representam 47% do consumo total do sistema frigorífico, essa redução equivale a uma diminuição de 10,5% no consumo geral.

### Sistema de baixa temperatura (Congelados)

De maneira semelhante, a figura 03 ilustra a redução do consumo de energia em sistemas de baixa temperatura, mostrando o comportamento de um compressor Copeland nas diferentes temperaturas de evaporação, entre  $-30^{\circ}$  e  $-26^{\circ}\text{C}$ .

No regime de congelados, o comportamento é diferente, devido à pressão de operação muito mais baixa, mas também

Figura 01 – Temperaturas de Evaporação Disponíveis no Mercado Brasileiro (Eletrofrío Refrigeração)

Temperatura de Evaporação	Padrão do mercado antes de 2018	Novas alternativas a partir de 2018	Elevação da temperatura de evaporação $[\Delta T]$
Média Temperatura	$-10^{\circ}\text{C}$	$-4^{\circ}\text{C}$	6 K
Baixa Temperatura	$-30^{\circ}\text{C}$	$-26^{\circ}\text{C}$	4 K

## DUTO OCTOGONAL



### MUITOS CASES DE SUCESSO No Varejo/Atacarejo



### Dutos aparentes com estilo!



- Baixo Peso
- Redução de suportes
- Redução de reforços
- Instalação entre treliças (depende do caso)



- Maior rapidez na fabricação e montagem
- Conheça o corte feito na fábrica, consulte-nos!

## refrigeração comercial

Figura 02 – Dados extraídos do Software de Seleção de Compressores Bitzer / temp. cond: 45°C / sub:2k / SH total: 20K / SH útil: 6K / 60Hz

Tipo de Gás	Compressor	Temp. Evaporação	Temp. Condensação	Capacidade Frigorífica [kW]	COP	Economia de Energia c/ referência a temp. evap. -10°C
R-134	4VES-10Y	-10 °C	45°C	10,97	2,29	3%
		-9 °C		11,62	2,37	
		-8 °C		12,30	2,45	7%
		-7 °C		13,01	2,53	10%
		-6 °C		13,75	2,61	14%
		-5 °C		14,53	2,7	18%
		-4 °C		15,33	2,8	22%

Diferença de Temp.
6 K

Taxa Economia / °C
3,7%

Figura 03 – Dados extraídos do Software de Seleção de Compressores Copeland / temp. cond.: 45°C / sub:2k / SH total: 20K / SH útil: 6K / 60Hz

Tipo de Gás	Compressor	Temp. Evaporação	Temp. Condensação	Capacidade Frigorífica [kW]	COP	Economia de Energia c/ referência a temp. evap. -30°C
R-404	ZF41	-30 °C	45°C	9,7	1,11	4%
		-29 °C		10,15	1,15	
		-28 °C		10,6	1,18	6%
		-27 °C		11,05	1,22	10%
		-26 °C		11,55	1,26	14%

Diferença de Temp.
4 K

Taxa Economia / °C
3,4%

apresenta uma redução significativa no consumo de energia. Elevando a temperatura de evaporação de -30° para -26°C, a redução de consumo é de 14% ou 3,4% por cada °C de elevação. Aplicando o mesmo critério dos dados do gráfico 01, essa redução representa 6,4% do consumo geral.

Redução da temperatura e pressão de condensação (Descarga)

Projetos eficientes de condensadores devem considerar o dimensionamento de  $\Delta T$ s menores e uma localização adequada para instalação do equipamento, evitando proximidade com outras fontes de calor.

### Redução da temperatura em função do dimensionamento

A figura 04 ilustra a redução do consumo de um compressor Bock em função da redução da temperatura de condensação. Como dado prático, para cada grau que o sistema seja dimensionado a maior ou menor, há um impacto de 2,8% no consumo energético do compressor.

### Riscos de elevação da temperatura pelo posicionamento do condensador e interferência com outras fontes de calor

Durante o projeto de sistemas de refrigeração o posicionamento do condensador é um fator crítico que deve ser cuidadosamente considerado. É essencial analisar a região onde o condensador será instalado e identificar a presença de outros equipamentos geradores de calor. Nesses casos, recomenda-se buscar soluções com os fornecedores desses equipamentos para evitar interferência entre eles.

Se cada grau de elevação da temperatura de condensação tem um impacto de 2,8% no consumo energético dos compressores, deve-se evitar toda interferência entre equipamentos de refrigeração, equipamentos de ar-condicionado, extratores de fornos, dutos de descarga de geradores entre outros.

Exemplos de interferência entre equipamentos podem ser observados nas figuras 05 e 06. Para reduzir essas interferências, pode-se instalar barreiras físicas entre os equipamentos, manter

Figura 04 – Dados extraídos do Software de Seleção de Compressores Bock / temp. evap.: -4°C / sub:2k / SH total: 20K / SH útil: 6K / 60Hz

Tipo de Gás	Compressor	Temp. Evaporação	Temp. Condensação	Capacidade Frigorífica [kW]	COP	Economia de Energia c/ referência a temp. cond. +48°C
R-134	HGX34e/380-4S	-4°C	48 °C	14,8	2,59	2,7%
			47 °C	15	2,66	
			46 °C	15,3	2,72	
			45 °C	15,5	2,79	
			44 °C	15,8	2,86	
			43 °C	16	2,94	
			42 °C	16,3	3,01	

Diferença de Temp.
6 K

Taxa Economia / °C
2,7%

Figura 05 – Interferência entre Chiller de Media Temperatura e Unidade Condensadora de Baixa Temperatura (Eletrofrío Refrigeração)

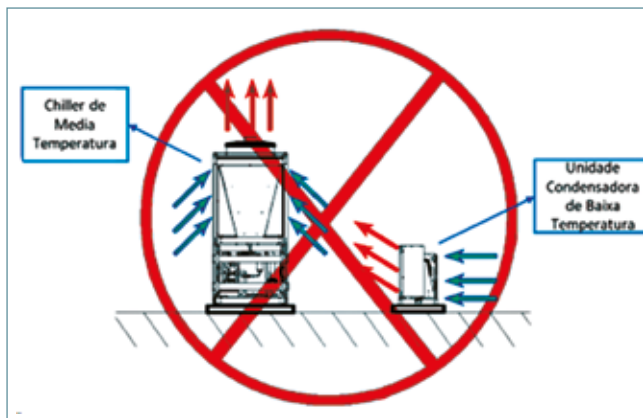


Figura 06 – Interferência entre unidade de Ar-Condicionado e um Chiller de Media Temperatura (Eletrofrío Refrigeração)

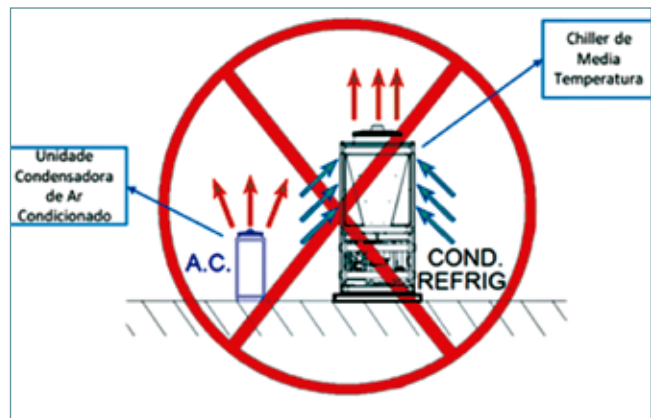


Figura 07 – Exemplo de Nivelamento de Motoventiladores e Indicação de Barreira Física entre os Equipamentos. (Eletrofrío Refrigeração)

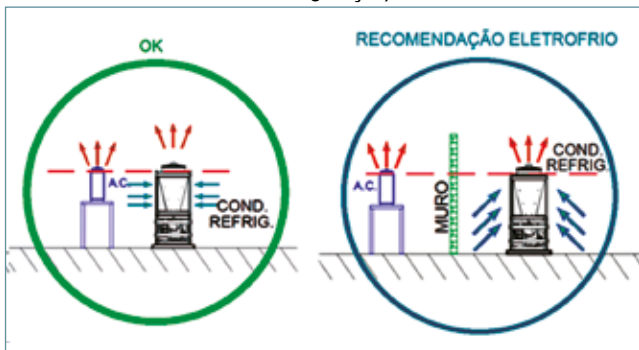


Figura 08 – Exemplo com dados de um projeto de 2.000 m2 comparando a carga térmica com expositores verticais abertos e fechados (Eletrofrío Refrigeração)

Carga Térmica [kCal/h]	c/ exp abertos	c/ exp fechados	diferença
Expositores	110000	45000	
Câmaras	83000	83000	
<b>Total</b>	<b>193000</b>	<b>128000</b>	<b>-34%</b>

uma distância segura ou nivelar os motoventiladores (figura 07).

### Redução de carga térmica

A carga térmica é a quantidade de calor que o sistema de

refrigeração precisa remover para manter a temperatura desejada. Reduzir esta carga implica diretamente na diminuição do consumo de energia dos compressores.

Uma excelente alternativa para reduzir a carga térmica é a introdução das portas em expositores frigoríficos, tanto nos expositores verticais de resfriados quanto em ilhas de congelados. As portas impedem a entrada de ar quente e mantêm a temperatura interna mais estável, o que pode resultar em uma

Figura 09 – Comparativo de consumo simulando 5 cidades do Brasil, pelo Software Pack Calculation – Projeto com Media Temp. em R134/ Glicol/160 kW + Baixa Temp. em C02 Sub/26kW (Eletrofrío Refrigeração)

Cidade	Cálculo do Consumo Médio Mensal de Compressores e Motoventiladores [kW.h]		Redução Calculada	Estimativa Impacto Consumo Geral
	Condensação Normal	Condensação Flutuante		
São Paulo	39172	35290	-9,9%	-7,0%
Brasília	39843	36808	-7,6%	-5,4%
Belém	43825	43319	-1,2%	-0,8%
Fortaleza	42878	42286	-1,4%	-1,0%
Curitiba	38672	33890	-12,4%	-8,8%

redução de 15 a 35% da carga térmica total da loja, aumentando significativamente a eficiência do sistema (figura 08).

Esta solução também pode ser aplicada em sistemas existentes. No entanto, é importante destacar que a instalação das portas altera outras características do expositor e da instalação, como a velocidade da cortina de ar, potência de resistências de orvalho e o redimensionamento da tubulação frigorífica, entre outros fatores.

Além dos fabricantes de expositores frigoríficos, existem poucas empresas capacitadas para realizar esta modificação. Mas, considerando o benefício do aumento da eficiência energética, faz dessa uma solução que merece ser considerada.

#### Aplicação de motoventiladores eletrônicos

Os motoventiladores eletrônicos podem ser aplicados nos sistemas de refrigeração tanto nos expositores frigoríficos como nos forçadores de câmaras e nos condensadores a ar.

Segundo estudos de eficiência energética da Eletrofrío, a redução do consumo nestes equipamentos pode chegar a até 50%. Considerando que os motoventiladores representam 24% do consumo total de energia do sistema frigorífico em supermercados, a redução com a aplicação de motoventiladores eletrônicos pode reduzir o consumo total em 10 a 12% se implementada em toda a instalação. Apesar do custo inicial elevado, os benefícios dos motoventiladores eletrônicos são inquestionáveis, com um *payback* justificável.

No entanto, um ponto de desvantagem, na percepção de alguns clientes, é o custo elevado de manutenção. Quando quemam, os motoventiladores eletrônicos geralmente precisam ser substituídos, pois o reparo não é viável, apesar de ter um índice de falhas menor devido à tecnologia avançada e alto grau de proteção.

#### Automação e controles eletrônicos inteligentes

A automação e os controles eletrônicos inteligentes têm sido uma solução empregada para melhorar a eficiência energética em sistemas de refrigeração, aumentando a durabilidade dos equipamentos, diminuindo os custos de manutenção e melhorando a conservação dos produtos. Três soluções se destacam nos controles eletrônicos inteligentes para aprimorar a eficiência energética:

##### Controle de condensação flutuante

Esse controle é aplicado especialmente em cidades com amplitudes térmicas significativas entre os períodos de verão e inverno. Ele ajusta automaticamente a temperatura de condensação com base nas condições climáticas, otimizando o desempenho do sistema e reduzindo o consumo de energia.

Os dados apresentados no estudo da Figura 09 indicam que, em regiões com pequenas oscilações de temperatura e altas temperaturas médias como Belém e Fortaleza, o ganho é insignificante. Por outro lado, a implantação em cidades como Brasília, São Paulo e Curitiba resulta em um aumento de eficiência de 5,4% a 8,8%. Além disso, para aplicar a condensação flutuante, é necessário usar válvulas de expansão eletrônica em todos os ambientes.

No entanto, considerando que muitas instalações no Brasil já utilizam sistemas de resfriamento por glicol com válvulas de expansão eletrônica, há uma oportunidade de aplicação com baixo investimento inicial.

##### Controle de resistências de orvalho em expositores frigoríficos

Os expositores frigoríficos possuem resistências de orvalho para evitar a formação de condensação nas superfícies. O controle inteligente ajusta essas resistências com base na temperatura e umidade ambiente, economizando energia sem comprometer a qualidade da exposição dos produtos.

Esse controle passa a ser viável em regiões mais quentes e de baixa umidade. O investimento necessário é relativamente baixo e simples para implementar em lojas existentes embora o ganho anual seja modesto. Estima-se uma redução de 5 a 15% das resistências de orvalho o que representa uma redução de 1 a 3% no consumo total de energia.

##### Controle de degelo sob demanda para forçadores de ar de câmaras de congelados

Os forçadores de ar das câmaras frigoríficas acumulam gelo ao longo do tempo.

O controle sob demanda ativa o degelo apenas quando necessário e pelo tempo necessário, evitando desperdício de energia e garantindo a remoção eficiente do gelo. Além dessas vantagens, esse controle também reduz a exposição de calor nos produtos armazenados nas câmaras e diminui a potência das resistências de degelo do forçador de ar.

O investimento para a instalação dos componentes é baixo. Ele é viável em câmaras com pé direito a partir de 5 metros, onde os forçadores são maiores e a potência das resistências também é mais elevada.

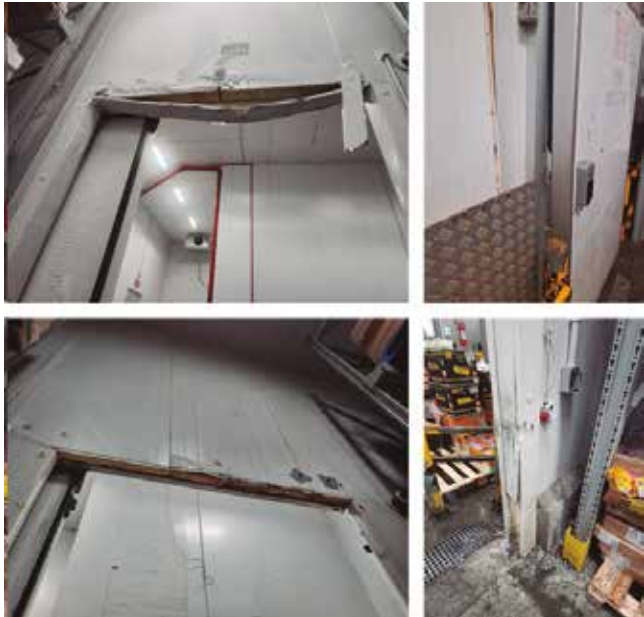
Um estudo de caso realizado em 2023 pela Eletrofrío em um Atacarejo no nordeste do Brasil demonstrou uma redução média de 2,3% do consumo total de energia do sistema.

#### Monitoramento

O monitoramento contínuo e inteligente em sistemas frigoríficos tem emergido como uma solução eficaz para melhorar a eficiência energética. Na prática, o monitoramento coleta e



**Figura 10 – Exemplo de portas frigoríficas danificadas por acidentes com empilhadeiras ou falta de manutenção (Eletrofrío Refrigeração)**



analisa dados em tempo real sobre o desempenho do sistema, permitindo a identificação e correção rápida de problemas, a otimização do uso da energia e a garantia, através de uma rotina de comissionamento, que os sistemas operem dentro dos parâmetros ideais.

Algumas plataformas, como o Galileo da Eletrofrío, oferecem serviços de monitoramento baseados em inteligência artificial. O investimento na implantação de sistemas de monitoramento se torna mais acessível em projetos instalados nos últimos 5 anos ou novos projetos. Nestes projetos os controladores de automação, sensores e medidores de energia já estão preparados para enviar os dados necessários para a plataforma de monitoramento, facilitando a integração.

### Operação e manutenção

Os sistemas frigoríficos, como qualquer outro equipamento, estão sujeitos a desgaste ou falhas decorrentes do próprio uso ao longo do tempo. A implantação de boas práticas de operação e manutenção levam a redução do consumo de energia, e consequente incremento na eficiência energética da instalação, com um baixo custo de implantação.

Neste setor, a operação durante o manuseio e movimentação dos produtos perecíveis é muito dinâmica e requer uma atenção maior. Uma grande parte deste serviço não é feito por funcionários, mas reposidores que trabalham para os fornecedores.

### Manutenção regular de portas frigoríficas

As portas frigoríficas desempenham uma função importante na manutenção da eficiência do sistema de refrigeração. Quando danificadas, geram um aumento significativo da carga térmica através da entrada de ar quente e úmido do ambiente externo.

O ar úmido que entra através destas aberturas aumenta a formação de gelo nos evaporadores e impactam no aumento do tempo de funcionamento das resistências de degelo (figura 10).

Para garantir a operação eficiente e econômica do sistema, é crucial manter as portas em boas condições de funciona-

mento, realizando reparos e substituições conforme necessário. Investir na manutenção adequada das portas frigoríficas não só melhora a eficiência energética do sistema, mas também protege a qualidade dos produtos armazenados e reduz os custos operacionais a longo prazo. A estrutura de manutenção deve estar atuando com uma rotina de ações preventivas e corretivas para evitar ou corrigir com agilidade.

Limpeza regular de condensadores e evaporadores

A sujeira e os detritos acumulados nas serpentinas dos condensadores e dos evaporadores reduzem a transferência de calor, forçando o sistema a trabalhar mais para atender a demanda de refrigeração resultando em um maior consumo de energia.

Com base no dado de que cada grau de elevação da temperatura de condensação tem um aumento de 2,8% no consumo energético dos compressores, a limpeza regular desses componentes é essencial e a um custo mínimo em comparação com os benefícios obtidos. A implementação e acompanhamento de procedimentos de operação e manutenção devem ser considerados como investimentos para melhoria da eficiência energética.

### Conclusão

As oportunidades de investimento em eficiência energética abrangem tanto equipamentos quanto serviços, e são viáveis tanto para novos projetos quanto para instalações já existentes. Embora alguns investimentos sejam mais adequados para novos projetos, devido ao seu caráter de longo prazo, o maior potencial reside nas lojas já instaladas. Isso se deve à grande quantidade de estabelecimentos existentes e às economias significativas que podem ser alcançadas.

Algumas soluções não exigem um grande investimento inicial, mas oferecem um retorno financeiro menor. O objetivo deste artigo é compartilhar experiências e apresentar soluções e oportunidades que vão desde critérios de projeto até procedimentos de manutenção, demonstrando que existem diversas oportunidades com diferentes níveis de investimento e ganhos em eficiência energética.

Há também outras soluções que não foram mencionadas neste artigo, mas que podem proporcionar benefícios importantes dependendo das características específicas de cada projeto. Cada instalação tem suas próprias particularidades e exige soluções personalizadas para alcançar a máxima eficiência energética.



**Ivair Lúcio Soares Júnior**

Gestão industrial de instalações da Eletrofrío Service



Zero Carbon Building – Hong Kong

© YLlaw | Dreamstime.com

## Soluções de climatização aplicáveis em edificações de balanço energético nulo

O artigo apresenta uma análise abrangente das edificações de balanço energético nulo (ZEB) já consolidadas, considerando diversas regiões climáticas, bem como as principais estratégias adotadas para climatização nessas construções.

### 1. Introdução

Desde a Primeira Revolução Industrial no século XVIII, a humanidade testemunhou uma ascensão sem precedentes, impulsionada pelos grandes avanços tecnológicos. Entretanto, esse progresso veio acompanhado de impactos ambientais significa-

tivos, como o aumento exponencial da demanda energética e a emissão desenfreada de gases de efeito estufa. Para lidar com esses desafios, foram estabelecidos acordos internacionais, como o Protocolo de Montreal e o Protocolo de Kyoto, com o objetivo de reduzir as emissões e melhorar a eficiência energética (Protocolo de Montreal, 1989; Protocolo de Kyoto, 1997). Em resposta a essas preocupações, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015, delineando metas ambiciosas, incluindo a construção de infraestruturas resilientes e a promoção da eficiência energética (ONU, 2015).

Nesse sentido, as edificações de balanço energético zero (ZEB) emergem como uma alternativa promissora. Os edifícios concebidos dentro do conceito ZEB são projetados para terem alta eficiência energética, com o objetivo de equilibrar o consumo de energia com a geração de energia

renovável. Essas construções são fundamentais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover a sustentabilidade no setor da construção civil (JAYSAWAL et al., 2022).

No contexto brasileiro, emergem diversos programas de incentivo à construção de ZEBs, como o programa de etiquetagem PBE Edifica, incentivos fiscais, linhas de financiamento promovidos pela Caixa Econômica Federal e o Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica (Procel). O Procel, instituído em 1985 pelo Governo Federal, visa promover a eficiência energética e reduzir os impactos ambientais por meio de ações em diversas áreas (Procel, 2013). Considerando que as edificações representam cerca de metade do consumo total de energia elétrica no Brasil (EPE, 2020), a busca por soluções inovadoras e sustentáveis na construção civil é essencial para alcançar as metas de eficiência energética.

A Eletrobras, por meio do Procel,

visa impulsionar a construção de edifícios *Near Zero Energy Buildings* (NZEB) no Brasil, promovendo uma matriz mais sustentável no setor de edificações. Em 2020, foi lançado um edital que premiava quatro projetos de edificações energeticamente eficientes com um milhão de reais cada para sua construção. Dentre vários projetos inscritos, foram selecionados quatro vencedores, incluindo um projeto da Universidade de Brasília. Este edifício é um modelo de coworking que se destaca pelo uso de conceitos de arquitetura bioclimática e engenharia, refletindo a preocupação com critérios de sustentabilidade e eficiência energética. A expectativa é que esses projetos sirvam de referência para o setor de construção civil, encorajando a adoção de construções sustentáveis em diferentes regiões e condições climáticas do país (Procel Edifica, 2019). No contexto atual brasileiro há uma defasagem em relação a outras nações no que tange à construção de edifícios ZEB, pois a sua implementação está em fase inicial, o que evidencia um vasto potencial para expansão futura, desenvolvimento de pesquisa e avanços tecnológicos.

Tendo em vista que um dos maiores consumidores de energia em edificações são os sistemas de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado), ao adotar tecnologias avançadas para climatização e ventilação, os ZEBs podem maximizar a eficiência energética e reduzir significativamente as demandas de energia (FENG et al., 2019). Essas soluções não apenas contribuem para a redução dos custos operacionais, mas também para a consecução dos objetivos de sustentabilidade e eficiência energética das edificações ZEB. Portanto, a busca por soluções de AVAC de alta eficiência é fundamental para promover edificações mais sustentáveis e eficientes energeticamente, alinhadas com os objetivos de conservação de energia e redução das emissões de carbono (ASHRAE, 2021).

## 2. Aspectos gerais relacionados ao conceito ZEB

### 2.1 Tipologia

A busca por práticas construtivas mais sustentáveis tem gerado um aumento significativo no interesse

pela eficiência energética em edifícios. Diferentes categorias, como Edifícios de Energia Zero (ZEB), Edifícios de Quase Energia Zero (NZEB) e Edifícios de Energia Positiva (PEB), foram desenvolvidas para quantificar e orientar os esforços em direção a edificações mais autossuficientes do ponto de vista energético.

Os ZEBs representam um marco ambicioso nessa busca, produzindo a mesma quantidade de energia que consomem ao longo de um ano, exigindo uma cuidadosa integração de tecnologias renováveis para compensar o consumo de energia do edifício (*European Parliament and Directorate General*, 2021). Já os NZEBs visam a significativa redução do consumo de energia, envolvendo práticas eficientes e a incorporação de fontes renováveis para atender à maior parte das necessidades energéticas, conforme estabelecido pela Diretiva Europeia 2010/31/ISSO (*European Parliament and Directorate General*, 2021). Por fim, os PEBs representam uma evolução adicional, gerando um excedente líquido de energia e contribuindo para a rede elétrica, conforme definido pela Norma Internacional ISO 52000-1 (ISO 52000-1).

### 2.2 Certificações e Normas

Devido à crescente busca por sustentabilidade na construção civil, há uma adesão cada vez maior a certificações ambientais que desempenham um papel crucial na promoção da sustentabilidade em edificações. Estas certificações, como a LEED e a BREEAM, estabelecem critérios rigorosos que abrangem eficiência energética, gestão de resíduos, qualidade do ar interno e seleção de materiais sustentáveis, resultando em benefícios como redução nos custos operacionais e valorização do imóvel (Figueiredo et al., 2019; USGBC, 2020; BRE, 2020).

Paralelamente, normas como a EPBD Recast na União Europeia e a ASHRAE/ANSI/USGBC 189.1 nos Estados Unidos estabelecem diretrizes específicas para edifícios de quase zero energia (NZEB) e promovem a eficiência energética em diferentes áreas, visando a construção de ambientes mais conscientes e resilientes (*European Parliament and Directorate-General*, 2021; Bre, 2020).

No Brasil, iniciativas como o programa de etiquetagem PBE Edifica e a Normativa IN02/2014 também desempenham um papel fundamental na promoção da eficiência energética em edifícios públicos federais, contribuindo para a redução dos custos operacionais e para a adoção de práticas sustentáveis no setor público.

## 3. Levantamento de edificações ZEB

Considerando os inúmeros estudos realizados acerca de construções com diversas tecnologias voltadas para uma alta eficiência energética e baixo impacto ambiental, realizou-se um levantamento com 41 edificações já consolidadas como ZEBs com o intuito de averiguar as suas semelhanças e diferenças e quais são as soluções de sistemas AVAC mais adotadas ao redor do mundo. Para a melhor organização dessa análise foram definidos alguns critérios de classificação: zonas climáticas, geração de energia renovável e ano de inauguração. Além disso, foi feita uma investigação para detalhar as diferentes soluções de climatização, como mostra a Tab. 1.

Foram especificadas cada uma das zonas climáticas em que as edificações foram construídas, baseando-se na classificação alfanumérica do adendo da ANSI/ASHRAE Standard 169-2020: *Climatic Data for Building Design Standards*. As zonas são definidas através de uma identificação da zona térmica de cada local utilizando os conceitos de *heating* (HDD) e *cooling* (CDD) *degree-days*, os quais são definidos de acordo com a necessidade de aquecimento ou resfriamento da edificação em relação a uma temperatura média local. O outro fator divide os territórios segundo as temperaturas médias e os dados anuais de umidade. Outro critério importante foi a forma de geração de energia renovável de cada um dos prédios, podendo ser hídrica, solar, eólica, geotérmica ou por biomassa. Com essa pesquisa foi possível obter também dados anuais dos valores de energia gerada e consumida da maioria das edificações escolhidas. As construções foram classificadas também de acordo com o ano de inauguração ou reforma.

**Tabela 1. Levantamento das edificações de balanço de energia nulo.**

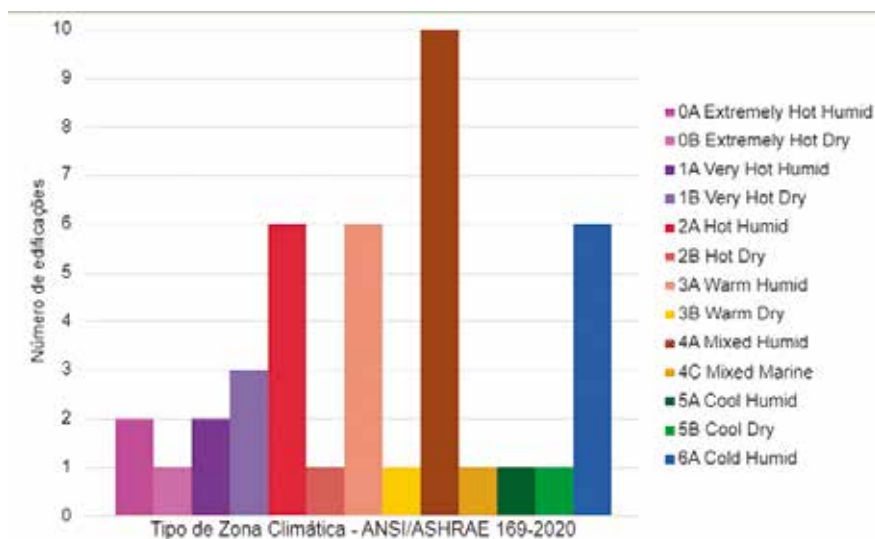
Edificação	Localização	Zona Clim.	Ano de Cons.	Cons. anual (kWh/m <sup>2</sup> )	Ger. anual (kWh/m <sup>2</sup> )	Tecnologias AVAC
Alpine Branch Library	Alpine, EUA	6B	2016	13	18,83	VRF e ERV. (ALPINE..., c2022)
American Samoa EPA Office	Utulei, Samoa Americana	0A	2017	100,3	103,39	VRF. (AMERICAN..., c2002)
Bullitt Center	Seattle, EUA	4C	2013	16	47,92	GSHP, RFH e ERV. (BULLITT..., c2013)
CasaZeroEnergy House	Udine, Itália	4A	2010	17	111,06	GSHP e RFH. (FRATTARI, 2013)
Childcare Centre Cologno Monzese	Milão, Itália	4A	2010	19,6	-	GSHP, ERV e RFH. (ERHORN e ERHORN-KLUTTIG, 2020)
Creche Municipal Hassis	Santa Catarina, Brasil	2A	2015	-	23,96	Split.
Darla Moore School of Business	Columbia, EUA	3A	2015	67	-	CAG, DOAS e CB. (SCHOOL..., 2015)
DPR Construction Phoenix Regional	Phoenix, EUA	2B	2011		93,26	VAP. (DPR..., c2022)
ÉcoTerra Home	Quebec, Canada	6A	2008	56	120	GSHP e ERV. (NOGUCHI et al, 2008)
ENERPOS	Reunion Island, França	2A	2008	14,4	97,48	VRF e VAP. (FRANCO et al., 2012)
Frydenhaug Skole	Drammen, Noruega	6A	2019	37	-	VRF, GSHP e ERV. (ERHORN e ERHORN-KLUTTIG, 2020)
Hadera Kindergartens	Hadera, Israel	3A	2016	15,9	20,82	HVAC Inverter e DOAS. (HADERA..., c2022)
Hawaii Gateway Energy Center	Hawaii, EUA	1A	2005	43,1	47,4	GSHP e RFH. (ROBERTS, c2009)
Indira Paryavaran Bhawan Ministry of Environment and New Delhi, Índia Forest	New Delhi, Índia	1B	2013	45	45,54	CAG, CB e GSHP. (SINGH et al., 2019)
La Jolla Commons	San Diego, EUA	3B	2014	-	-	CAG. (SHEHADI, 2020)
Lakeline Learning Center	Austin, EUA	2A		39,69	39,8	VAV, ERV e VAP. (LAKELINE..., c2022)
Lombardo Welcome Center	Pennsylvania, EUA	4A	2018	79,2	150,73	GSHP, ERV e DOAS. (ZERO..., c2022)
Meridian Building	Wellington, Nova Zelândia	3A	2007	97,8	97,8	CAG, CB e ERV. (MARRIAGE, 2017)
Omega Center for Sustainable Living	Rhinebeck, EUA	4A	2009	64	79,81	GSHP. (THE AMERICAN..., c2024)
Pantin Primary School	Pantin, França	4A	2010	27	32,4	GSHP. (LENOIR et al., 2011)
Pearl River Tower	Guangzhou, China	2A	2013		-	CAG, DOAS, ERV e CB. (TOMLINSON et al., 2014)
Petinelli Curitiba	Curitiba, Brasil	3A	2014	25	48,18	VRF. (PERTINELLI..., 2018)
PNC Net-Zero Branch	Ft. Lauderdale, EUA	1A	2013	-	191,87	VRF. (THIBEAU, 2013)
Power House Drøbak Montessori school	Drøbak, Noruega	6A	2018	-	33,89	CAG e GSHP. (POWERHOUSE..., c2024)

Powerhouse Brattørkaia	Trondheim, Noruega	6A	2019	22,14	25,56	ERV. (USINA..., [s.d.])
Powerhouse Kjørbo	Oslo, Noruega	6A	2014	20	40,66	CAG e GSHP. (VITO, [s.d.])
Powerhouse Telemark	Porsgrunn, Noruega	6A	2020	25,9	29,76	VAV, GSHP e ERV. (TAPPER, 2019)
Primary School of Laion	Bolzano, Itália	4A	2006	10	24,54	GSHP e ERV. (TROI et al., 2009)
School of Design and Environment 4 (SDE4)	Singapura	0A	2019	55,36	72,12	VAP. (NET-ZERO..., [s.d.])
Sede RAC Engenharia	Curitiba, Brasil	3A	2017	27,4	28,01	GSHP. (SEDE..., 2018)
Solar XXI	Lisboa, Portugal	3A	2006	24	25,33	GSHP
Solarsiedlung am Schlierberg	Freiburg, Alemanha	4A	2008	21	54,63	ERV. (HEINZE e VOSS, 2009)
Suncoast Credit Union - Bushnell Service Center	Bushnell, EUA	2A	2015	21,5	47,19	Split, GSHP.
The Edge	Amsterdam, Holanda	4A	2015	24,5	25	GSHP. (THE EDGE, [s.d.])
The Floating Office Rotterdam	Rotterdam, Holanda	4A	2021	39,23	42,78	GSHP e ERV. (FLOATING..., [s.d.])
The Joyce Centre for Partnership & Innovation	Hamilton, Canadá	5A	2018	42	74,62	VRF, GSHP. (MOHAWK..., 2018)
The Research Support Facility	Golden, EUA	5B	2010	104	110	DOAS, ERV, RFH. (USDOE, [s.d.])
The Unisphere	Maryland, EUA	4A	2018	-	-	GSHP. (USGBC, 2020)
Tilal Al Ghaf Pavilion	Tilal Al Ghaf, Dubai	0B	2020	310,4	843,27	VRF, ERV. (TILAL..., c2022)
West-MEC SW Campus Building X	Buckeye, EUA	1B	2018	120,9	130,15	ERV. (WEST-MEC..., c2022)
Zero Carbon Building	Hong Kong, China	2A	2012	-	151,32	VAP. (ARCHDAILY, [s.d.])

LAG: Central de Água Gelada; VAV: Variable Air Volume; CB: Chilled Beams, VAP: Ventilador de Alta Performance; DOAS: Dedicated Outdoor Air System; VRF: Volume de Refrigerante Variável; ERV: Energy Recovery Ventilator; RFH: Radiant Floor Heating; GSHP: Ground Source Heat Pump

Em relação as zonas climáticas, foi possível observar na Fig. 1 que existem edificações construídas em diferentes climas ao redor do mundo, porém, dentre os projetos escolhidos, a maioria está localizado em zonas de clima temperado ou quente. As zonas climáticas com o maior número de edificações são a zona de clima temperado úmido, com 10 edifícios, seguida pelas zonas quentes e úmidas e zona fria e úmida, ambas com 6 edifícios. Ressalta-se que, embora as características climáticas exerçam influência nas tecnologias adotadas em cada um dos projetos, postula-se que tais aspectos não mantêm uma correlação direta com a quantidade de ZEBs em determinada região. O número de projetos de edificações com balanço de energia nulo está intimamente rela-

Figura 1. Gráfico do número de edificações por zona climática.



## eficiência energética

cionado ao contexto socioeconômico do país, assim como aos investimentos e incentivos direcionados a pesquisas nesse domínio. No cenário brasileiro, apesar da existência de diversas iniciativas visando a redução do impacto ambiental, identifica-se uma escassez de edificações ZEBs. A maioria dos projetos encontra-se em estágios de desenvolvimento preliminares ou ainda não apresentam validação como edificações efetivamente dotadas de balanço de energia nulo.

Quanto à geração de energia, fica evidente na Fig. 2 a preferência pela energia solar sobretudo pela utilização de painéis fotovoltaicos como fonte principal (mais de 80% das edificações). Apesar de algumas edificações também utilizarem outros tipos de geração como geotérmica, biocombustível, eólica e célula a combustível, poucas empregam estas como fontes principais e nenhuma das edificações estudadas faz o uso de energia hídrica.

Partindo para uma análise mais quantitativa, com os dados energéticos, juntamente com a área ocupada das construções, foi possível construir o gráfico da Fig. 3 com os valores de geração de energia e consumo anuais por metro quadrado para a maioria das edificações.

Referente ao ano de inauguração, apesar do conceito de balanço de energia nulo ser teorizado a partir das décadas de 1970 e 1980 e já existirem pesquisas que circundam a temática desde a virada do século XX, verificou-se entre os dados pré-selecionados que os projetos de ZEBs começaram a ser implementados com mais notoriedade a partir da década de 2010.

### 4. Soluções de AVAC adequadas para edifícios ZEB

Para a construção de um ZEB existem diversas tecnologias e soluções de climatização disponíveis no mercado que visam reduzir ao máximo o seu consumo energético, sem diminuir o conforto dos ocupantes. Dentre as edificações selecionadas para o levantamento, a maioria apresenta projetos que se utilizam de elementos arquitetônicos para controlar as temperaturas e a qualidade do ar, minimizando assim o uso de soluções de climatização ativa. É comum a aplicação de

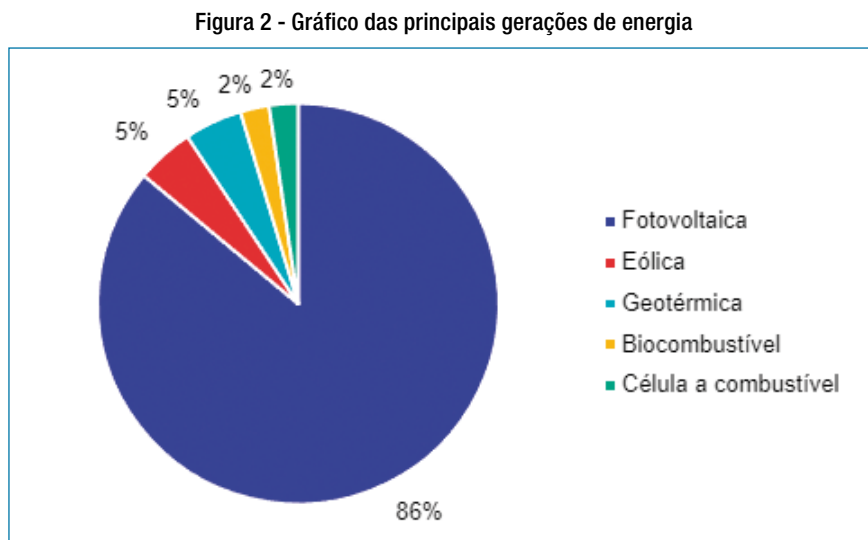


Figura 3. Gráfico de geração de energia x demanda energética.

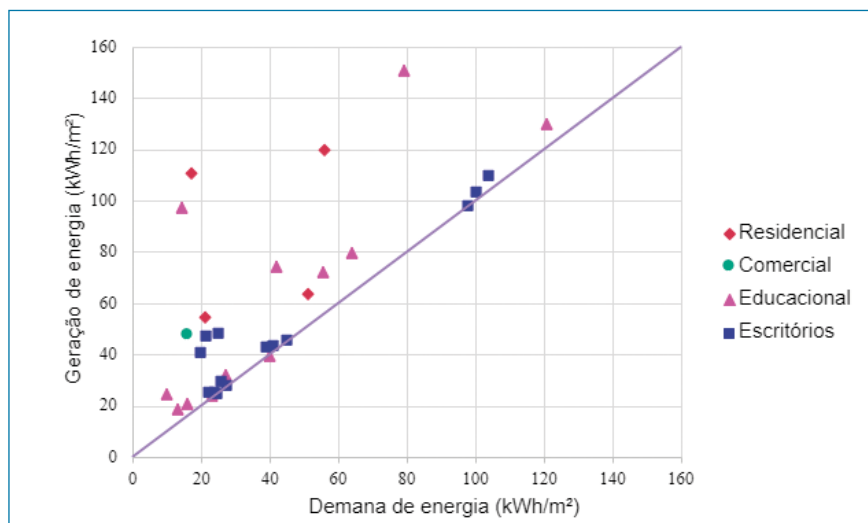


Tabela 2. Distribuição quantitativa das tecnologias de AVAC mais utilizadas.

Tecnologias mais usadas	Números de prédios
VRF	8
CAG	7
Trocador de calor geotérmico	19
Resfriamento Radiante	4
DOAS	5
ERV	17
Ventiladores	5

isolantes térmicos nas paredes e tetos dos prédios; instalação de janelas e persianas para ter um maior aproveitamento da ventilação natural cruzada

e do efeito chaminé (*Stack effect*); espaços de área verde (telhados verdes); e chaminés solares.

Ademais, os estudos de caso eviden-

ciaram que os edifícios ZEBs são quase sempre equipados com um sistema AVAC avançado e estratégias de ventilação mecânica energeticamente eficientes. Através da análise do levantamento realizado, observou-se que as soluções convencionais prevalentes foram o sistema VRF (*Variable Refrigerant Flow*) e CAG (Central de Água Gelada), além disso, foram implementadas diversas tecnologias complementares para otimizar a eficiência energética, tais como ERV (*Energy Recovery Ventilator*), resfriamento radiante, DOAS (*Dedicated Outdoor Air System*), ventiladores e trocadores de calor geotérmicos. A distribuição quantitativa dessas tecnologias entre os edifícios pesquisados está detalhada na Tab. 2.

**Tabela 2. Distribuição quantitativa das tecnologias de AVAC mais utilizadas.**

Tecnologias mais usadas	Números de prédios
VRF	8
CAG	7
Trocador de calor geotérmico	19
Resfriamento Radiante	4
DOAS	5
ERV	17
Ventiladores	5

#### 4.1. Fluxo de refrigerante variável (VRF)

A utilização de sistemas VRF fornece excelente desempenho e controle de temperatura por zonas, resultando em conforto térmico para os ocupantes (Roth *et al.*, 2002). Segundo o estudo realizado por Interact (2002, apud Roth *et al.*, 2002), a economia de energia alcançada e elevada do VRF são altas em zonas climáticas moderadas presentes no Brasil, variando de cerca de 30% no verão a mais de 60% no inverno, se comparado com um sistema convencional VAV. Essas economias parecem excepcionalmente altas e são atribuídas à alta eficiência em carga parcial do sistema VRF operando em um clima moderado.

Entretanto, a sua eficiência depende de maneira significativa da aplica-

ção específica, dessa forma é difícil fazer afirmações definitivas e gerais sobre o tema. No levantamento foram encontrados diversos casos em que este sistema foi aplicado combinado com recuperadores de calor e com bombas de calor geotérmicas.

#### 4.2 Central de Água Gelada (CAG)

As centrais de água gelada também são implementadas em algumas edificações do levantamento, sendo que os projetos variam entre *chillers* de condensação a ar, *chillers* de condensação a água e, em um dos casos, um *chiller brine-to-water*. Esses sistemas são eficientes, capazes de suprir a necessidade de climatização de espaços amplos com temperaturas uniformes e com uma redução de energia considerável ao serem comparados com sistemas *Multi Split*. Esses são muito utilizados em grandes edifícios comerciais, *data centers* e instalações industriais. Quando comparados com os sistemas VRF, apresentam um custo inicial de equipamentos mais barato, possuem um maior COP e funcionam melhor em edificações que precisam manter a temperatura interna constante. Entretanto, os sistemas VRF são mais flexíveis e podem ser facilmente integrados aos sistemas de gerenciamento dos edifícios. A escolha entre os sistemas depende dos objetivos do projeto e de suas limitações. (ENTERPRISE, 2020)

Nos projetos de edificações ZEB, as CAG são combinadas com outras soluções para maior eficiência e redução do gasto energético. O *Pearl River Tower* (TOMLINSON *et al.*, 2014), apresenta um projeto com um *chiller* de condensação a água juntamente com um sistema de resfriamento radiante, insuflamento pelo piso, DOAS e ERV. Todas essas tecnologias são voltadas para reduzir ao máximo o consumo energético, sem prejudicar o conforto térmico e ainda garantir a qualidade do ar interior. Outro exemplo da aplicação de uma CAG é o *Meridian Building* que também apresenta um sistema de resfriamento radiante e ERV, porém, nesse caso, o *chiller* é de condensação a ar.

#### 4.3. Sistemas de ar exterior dedicados

Os sistemas de ar exterior dedicados ou *dedicated outdoor air sys-*

*tem* (DOAS) para o tratamento do ar estão presentes em diversas edificações do levantamento realizado e são comumente combinados com rodas de recuperação de energia, com resfriamento radiante ou ambos. De acordo com estudo realizado por Roth *et al.* (2002), esta abordagem para gerenciar o ar de reposição da ventilação tem sido objeto de significativa atenção nos últimos anos. O ímpeto por essa atenção tem sido o crescente reconhecimento das penalidades e desafios associados ao cumprimento dos requisitos da Norma ASHRAE 62 (Ventilação para Qualidade do Ar Interno Aceitável) em todo o espaço condicionado de edifícios comerciais, com ênfase no controle efetivo da umidade, especialmente no contexto de abordagens energeticamente eficientes, como o volume de ar variável.

Análises da TIAX usando dados de edifícios de escritórios com sistemas VAV mostram que, tipicamente, 50 a 60% da carga de aquecimento do espaço é devido ao aquecimento do ar externo. O DOAS permite que o ar externo seja reduzido em aproximadamente 20%, resultando em economias de energia de aquecimento do espaço na ordem de 10% Roth *et al.* (2002).

A integração de Sistemas de Ar Exterior Dedicados (DOAS) e sistemas de resfriamento radiante fornece eficiência energética significativa tanto para o aquecimento quanto para o resfriamento dos espaços. Para o aquecimento, a economia de energia varia entre 8-12%, já para o resfriamento do espaço, as economias de energia estão na faixa de 15-20%, isso ocorre pois o ar externo corresponde a cerca de 25% da carga de resfriamento do ambiente e a redução de 20% dessa carga ocasiona o aumento de aproximadamente 20% no coeficiente de desempenho (COP), isso ocorre por causa da elevação de 6.11°C na temperatura do evaporador, são fatores críticos para essas economias (Mumma S.A., 2001 apud Roth *et al.*, 2002).

#### 4.4 Trocador de calor geotérmico

Os casos estudados evidenciam a ampla adoção de bombas de calor geotérmicas (GSHP) como uma solução de AVAC de alta eficiência, sendo utilizadas em 19 dos edifícios analisados. Os

trocadores de calor foram encontrados em diversas configurações e frequentemente combinados com outras soluções de alta eficiência como ERV e resfriamento ou aquecimento radiante. No edifício Zero Energy House, a bomba de calor água-ar foi projetada para se conectar ao sistema de aquecimento por piso radiante (*radiant floor heating*) (Esbensen, 1977). Outro caso interessante é o *Hawaii Gateway Energy Center*, que utiliza GSHP para produzir água gelada e emprega água do mar fria a 7°C para resfriar o ar externo a 22°C (Feng et al., 2016), trata-se de uma tecnologia de climatização de grande potencial, principalmente em regiões costeiras de clima quente, além de proporcionar significativa economia de energia em comparação com sistemas convencionais e menores emissões de gases de efeito estufa (Elsafty, 2010).

As bombas de calor geotérmicas (GSHP) são amplamente utilizadas em regiões frias para o aquecimento de edifícios. Análises climáticas realizadas para residências em Atlanta e Chicago destacaram os significativos benefícios proporcionados pela GSHP. Em particular, uma GSHP com um COP aproximadamente igual a 4,4 foi capaz de reduzir o consumo de energia primária em 55% e 39% em Atlanta e Chicago, respectivamente (Kavanaugh, 1995). Entretanto, estudos como o de Kavanaugh (1995) destacam a importância das condições locais do solo na determinação da eficiência e custo do sistema. Essas informações são essenciais para avaliar o potencial das GSHP em diferentes contextos climáticos e geográficos.

Bombas de calor de fonte dupla (DSHP) possuem grande potencial de economia de energia em locais de clima moderado. Simulações demonstraram que um sistema DSHP de 3 toneladas, com um COP de 4,98 aplicado na Geórgia possui eficiência energética significativa. Durante a temporada de aquecimento, a economia foi estimada em cerca de 15%, enquanto na temporada de resfriamento, a economia alcançando foi de aproximadamente 31% (Femp, 2000)

### 4.5 Resfriamento radiante

Algumas edificações adotam a

estratégia de resfriamento radiante em conjunto com as CAGs, utilizam pisos radiantes e, mais frequentemente, vigas frias como componentes do seu sistema de climatização. Segundo Roth *et al.* (2002), as vigas frias (*chilled beams*) apresentam considerável potencial de economia de energia. Por operarem em temperaturas elevadas, para evitar a condensação e acúmulo de umidade na superfície do teto, possibilitam um aumento na temperatura de evaporação, resultando em uma melhoria no COP do sistema. Além disso, elas contribuem significativamente para a redução do consumo energético destinado à ventilação, uma vez que constituem o principal meio de resfriamento do ambiente, tornando-se necessário apenas o controle da renovação do ar. As vigas frias também oferecem benefícios não energéticos, melhorando o conforto térmico dos ocupantes, operando com baixo nível de ruído e exigindo pouca manutenção.

Em contrapartida, sua aplicação é limitada, uma vez que as vigas frias, pelas suas dimensões, demandam algum espaço para instalação, nem sempre disponível, e ainda requerem a instalação de um circuito hidráulico de água gelada. Outro desafio pode ser o excesso de umidade em edificações localizadas em climas mais úmidos, não sendo recomendado para edifícios com elevada carga latente, como academias, por exemplo. No entanto, conforme destacado por Mumma (2001 apud Roth et al., 2002), essas questões podem ser resolvidas com a utilização de um DOAS. Ao combinar vigas frias com esses sistemas, é possível reduzir o consumo energético de climatização entre 25-30%, aproximadamente, em comparação com os sistemas VAV convencionais.

Em casos como a edificação CasaZeroEnergy em Udine (Itália), o piso radiante é integrado ao sistema do trocador de calor geotérmico horizontal e é capaz de resfriar ou aquecer o ambiente dependendo das condições climáticas locais. No inverno, a água que circula pelo piso chega a uma temperatura de 33°C - 36°C, o que permite níveis de temperatura confortáveis para os ocupantes do ambiente. E no verão, a temperatura do piso chega a aproximadamente 20°C o que

resulta na redução da temperatura do ambiente dentro dos parâmetros de conforto térmico (FRATTARI, 2013). Já os edifícios Indira Paryavaran Bhawan, Meridian Building e Pearl River Tower, por serem localizados em regiões de climas mais quentes, utilizam dessa estratégia de resfriamento radiante apenas para resfriar os ambientes através de vigas frias integradas a um sistema com CAG juntamente com DOAS e/ou ERVs.

### 4.6. Recuperadores de calor

Os recuperadores de calor foram identificados como uma solução frequentemente utilizada no levantamento realizado, sendo encontrados em 17 edifícios analisados. Eles podem reduzir as cargas máximas de aquecimento e resfriamento em até um terço, porém, esses valores dependem muito do clima local e dos requisitos de ar externo. Uma análise bin para um edifício de escritórios na cidade de Nova York mostrou que uma unidade de ar-condicionado de telhado equipada com uma roda de entálpica reduziu o consumo anual de energia de aquecimento e resfriamento da edificação em 35% (ADL, 2000 apud Roth et al., 2002).

Um estudo da TIAX acerca de um escritório nos Estados Unidos, com sistema VA e uma roda de entalpia, evidenciou que as economias anuais de energia devido ao sistema de condicionamento de ar equivalem a 35%, levando em consideração as perdas de carga. Um sistema de recuperação de calor em uma mesma aplicação (pequeno escritório em Nova York), porém com diferentes implementações, alcançou economia anual de energia variando de 35 a 49%.

### 4.7 Ventiladores de alta performance

Ventiladores de teto de alta performance também fazem parte das alternativas incorporadas nos sistemas de climatização. Edificações como *DPR Construction Phoenix Reginal Office*, *ENERPOS*, *Lakeline Learning Center* e *Zero Carbon Building* contam com ventiladores de alto volume e baixa velocidade (HVLS) responsáveis por aumentar o fluxo de ar e minimizar o uso do ar-condicionado. O projeto do *Zero Carbon Building* conta com a



aplicação dos HVLS em conjunto com outros sistemas de alta eficiência energética como o sistema de resfriamento de altas temperaturas, para reduzir em 25% a sua demanda energética. (RONALD, 2012)

## 5. CONCLUSÃO

Para garantir a máxima eficiência energética em edifícios ZEB, a escolha das tecnologias de climatização depende do clima específico de cada região. Entre as edificações pesquisadas, foi possível observar que em climas moderados (zonas climáticas 2A 2B, 3A 3B, 4A e 4B) os sistemas VRF se destacam por proporcionar controle de temperatura por zonas e economias de energia significativas, especialmente quando combinados com recuperadores de calor e bombas de calor geotérmicas. Em regiões quentes (zonas climáticas 0A, 0B, 1A e 1B) foi evidenciado que a combinação de sistemas de resfriamento radiante, CAG, DOAS e ventiladores de alta performance ocasiona uma redução substancial no consumo de energia sem prejuízo algum em relação ao conforto térmico dos ocupantes. Já em climas frios, como nas zonas climáticas 5A, 5B, 6A e 6B as bombas de calor geotérmicas são muito utilizadas, oferecendo uma solução de alta eficiência energética e reduzindo consideravelmente o consumo de energia para aquecimento.

A seleção correta das tecnologias de climatização ativas é importante para atingir a meta de balanço energético nulo, ou até mesmo ultrapassá-la. Além disso, alcançar edifícios ZEB depende significativamente da expertise do engenheiro mecânico responsável pelo projeto, pois cada componente do sistema de AVAC precisa ser selecionado e dimensionado de acordo com as condições climáticas locais e as especificidades do edifício, garantindo que a interação entre as diversas tecnologias resulte em um desempenho energético otimizado. Portanto, o sucesso na implementação de tecnologias de AVAC em edifícios ZEB está diretamente ligado à qualidade do projeto de engenharia e à consideração da zona climática onde o edifício está localizado.



**Amanda Oliveira de Moura**  
 mandaoliveira2827@gmail.com



**Michelle Míriam Vargas Vieira**  
 michelle.miriam15@gmail.com



**João Manoel Dias Pimenta**  
 pimenta@unb.br  
 Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica

## 6. REFERÊNCIAS

- 22/7 ENTERPRISE. The Ultimate Difference: VRF System vs Chilled Water System. 2020. Disponível em: <<https://227enterprise.com/blog/difference-vrf-system-and-water-chiller-system/#:~:text=When%20compared%20to%20VRF%20systems,cost%2Defficiency%20for%20better%20facilities.>>
- ALPINE Branch Library. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: <<https://living-future.org/case-studies/alpine-branch-library/>>.
- AMERICAN Samoa EPA Office. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: <<https://living-future.org/case-studies/american-samoa-epa-office-2/>>.

## eficiência energética

- ARCHDAILY. ZCB Zero Carbon Building / Ronald Lu and Partners. 2012. Disponível em: < <https://www.archdaily.com/282880/zcb-zero-carbon-building-ronald-lu-and-partners>>.
- BULLITT Foundation. Bullitt Center, c2013. Building Features. Disponível em: < <https://bullittcenter.org/building/building-features/>>
- DPR Construction's Pheonix Regional Office. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: < <https://living-future.org/case-studies/dpr-constructions-pheonix-regional-office/>>.
- ELSAFTY, A.; SAEID, L. Sea Water Air Conditioning [SWAC]: A Cost Effective Alternative. *International Journal of Engineering*. v. 3, n. 3, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228863503\\_Sea\\_Water\\_Air\\_Conditioning\\_SWAC\\_A\\_Cost\\_Effective\\_Alternative](https://www.researchgate.net/publication/228863503_Sea_Water_Air_Conditioning_SWAC_A_Cost_Effective_Alternative)>
- EPE. Balanço energético nacional: ano-base 2019. In: [s.n.], 2020. Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020\\_sp.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf)>.
- ERHORN, H.; ERHORN-KLUTTIG, H. NZEB-like Educational Buildings. *Concerted Action Energy Performance of Buildings*. 2020.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND DIRECTORATE-GENERAL. Energy performance of buildings 2010/31/EU Directive – Fit for 55 revision – Implementation in action – In-depth analysis. [S.l.]: European Parliament, 2021.
- FEMP. Energy Savings from Dual-Source Heat Pump Technology, *Technology Installation Review*, DOE/EE-0220. 2000. Disponível em: < <https://p2infohouse.org/ref/43/42888.pdf>>
- FENG, W.; ZHANG, Q.; JI, H.; WANG, R.; ZHOU, N.; YE, Q.; HAO, B.; LI, Y.; LUO, D.; LAU, S. S. Y. A review of net zero energy buildings in hot and humid climates: Experience learned from 34 case study buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 114, p. 109303, 2019. ISSN 1364-0321. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119305118>>.
- FLOATING Office Rotterdam (FOR): A Vessel for Change. Powerhouse Company. Disponível em: < <https://www.powerhouse-company.com/floating-office-rotterdam>>.
- FRANCO, M., Baird, G., Garde, F., & Lenoir, A. Environmental design and performance of the ENERPOS building, Reunion Island, France. 2011. Disponível em: < <https://anzasca.net/wp-content/uploads/2014/08/41P87.pdf>>.
- FRATTARI, A. 2013. Casazeroenergy: An Italian Prototype of Zero Energy Building. *Open House International*. 38. 25-30. 10.1108/OHI-03-2013-B0004.
- HADERA Kindertgarens. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: < <https://living-future.org/case-studies/hadera-alfa/>>.
- HEINZE, M.; VOSS, K. Goal: Zero Energy Building Exemplary Experience Based on the Solar Estate Solarsiedlung Freiburg am Schlierberg, Germany. *Journal of Green Building*. 4. 2009. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/250312539\\_Goal\\_Zero\\_Energy\\_Building\\_Exemplary\\_Experience\\_Based\\_on\\_the\\_Solar\\_Estate\\_Solarsiedlung\\_Freiburg\\_am\\_Schlierberg\\_Germany](https://www.researchgate.net/publication/250312539_Goal_Zero_Energy_Building_Exemplary_Experience_Based_on_the_Solar_Estate_Solarsiedlung_Freiburg_am_Schlierberg_Germany)>
- JAYSAWAL, R. K.; CHAKRABORTY, S.; ELANGOVA, D.; PADMANABAN, S. Concept of net zero energy buildings (NZEB) - a literature review. *Cleaner Engineering and Technology*, v. 11, p. 100582, 2022. ISSN 2666-7908. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822001872>>.
- KAVANAUGH, S.; GILBREATH, C. Cost Containment for Ground-Source Heat Pumps. Final Report Submitted to the Alabama Universities-TVA Research Consortium and the Tennessee Valley Authority. 2009. Disponível em: < <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/895130>>
- LAKELINE Learning Center. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: < <https://living-future.org/case-studies/lakeline-learning-center/>>.
- LENOIR, A.; GARDE, F.; WURTZ, E. Zero energy buildings in France: Overview and feedback. *ASHRAE Transactions*. 117. 817-829. 2011. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/290014001\\_Zero\\_energy\\_buildings\\_in\\_France\\_Overview\\_and\\_feedback](https://www.researchgate.net/publication/290014001_Zero_energy_buildings_in_France_Overview_and_feedback)>.
- MARRIAGE, G. Meridian: New Zealand's first Green Star-rated building. 10.1016/B978-0-08-100707-5.00016-2. 2017. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/315854518\\_Meridian\\_New\\_Zealand's\\_first\\_Green\\_Star-rated\\_building](https://www.researchgate.net/publication/315854518_Meridian_New_Zealand's_first_Green_Star-rated_building)>.
- MOHAWK College. The Joyce Centre for Partnership & Innovation: An Inside Look at Mohawk's New Zero-Carbon Building. 2018. Disponível em: < [https://web.mohawkcollege.ca/announcements/An\\_inside\\_look\\_at\\_The\\_Joyce\\_Centre\\_2018.pdf](https://web.mohawkcollege.ca/announcements/An_inside_look_at_The_Joyce_Centre_2018.pdf)>
- NET-ZERO Energy Building @ SDE. College of Design and Engineering. Disponível em:< <https://cde.nus.edu.sg/arch/facilities/net-zero-energy-building-sde-4/>>

- NOGUCHI, M.; ATHIENITIS, A; DELISLE V.; AYOUB, J.; BRADLEY, B. Net Zero Energy Homes of the Future: A Case Study of the EcoTerra™ House in Canada. Renewable Energy Congress. Glasgow, jul. 2008. Disponível em: < [https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/canmetenergy/files/pubs/2008-112\\_OP-J\\_411-PVTZEH\\_EcoTerra.pdf](https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/canmetenergy/files/pubs/2008-112_OP-J_411-PVTZEH_EcoTerra.pdf)>.
- ONU. Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. In:[s.n.], 2015. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>>.
- PERTINELLI Curitiba. World Green Building Council. 2018. Disponível em: < [https://worldgbc.org/case\\_study/petinelli-curitiba/](https://worldgbc.org/case_study/petinelli-curitiba/)>
- POWERHOUSE Drøbak Montessori School:The first Powerhouse educational building. Snøhetta. c2024. Disponível em:< <https://www.snohetta.com/projects/powerhouse-drobak-montessori-school>>
- ROBERTS, T. Hawaii Gateway Energy Center, c2009. Disponível em: < [https://www.solaripedia.com/13/86/695/hawaii\\_gateway\\_energy\\_center.html](https://www.solaripedia.com/13/86/695/hawaii_gateway_energy_center.html)>
- ROTH, Kurt W.; WESTPHALEN, Detlef; DIECKMANN, John; HAMILTON, Sefhir D.; GOETZLER, William. Energy Consumption Characteristics of Commercial Building HVAC Systems. Volume III: Energy Savings Potential. Cambridge, MA: TIA X LLC, 2002.
- SCHOOL to Become Largest Net-Zero Energy Building in Southeastern United States. BE Building Enclosure, 2015. Disponível em: < <https://www.buildingenclosureonline.com/articles/85462-school-to-become-largest-net-zero-energy-building-in-southeastern-united-states>>.
- SEDE RAC Engenharia. World Green Building Council. 2018. Disponível em: < [https://worldgbc.org/case\\_study/sede-rac-engenharia/](https://worldgbc.org/case_study/sede-rac-engenharia/)>
- SHEHADI, M. Net-Zero Energy Buildings: Principles and Applications. 2020. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/341264745\\_Net-Zero\\_Energy\\_Buildings\\_Principles\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/341264745_Net-Zero_Energy_Buildings_Principles_and_Applications)>.
- SINGH, B.; SHARMA, S.; SYAL P. NZEB: A Case Study of Indira Paryavaran Bhawan. International Journal For Research in Engineering Application & Management. v. 4, n.10, 2019. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/341831718\\_NZEB\\_A\\_Case\\_Study\\_of\\_Indira\\_Paryavaran\\_Bhawan](https://www.researchgate.net/publication/341831718_NZEB_A_Case_Study_of_Indira_Paryavaran_Bhawan)>.
- TAPPER, C.; DOKKA, T. Powerhouse Telemark: A plus energy building with a low exergy heating and cooling system. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/336931716\\_Powerhouse\\_Telemark\\_A\\_plus\\_energy\\_building\\_with\\_a\\_low\\_exergy\\_heating\\_and\\_cooling\\_system](https://www.researchgate.net/publication/336931716_Powerhouse_Telemark_A_plus_energy_building_with_a_low_exergy_heating_and_cooling_system)>
- THE AMERICAN Institute of Architects. c2024. Omega Center for Sustainable Living. Disponível em:< <https://www.aia-topten.org/node/109>>.
- THIBEAU, Erin. PNC Opens Net-Zero-Energy Branch. Architect Magazine. 2013. Disponível em: < [https://www.architect-magazine.com/technology/pnc-opens-net-zero-energy-branch\\_o](https://www.architect-magazine.com/technology/pnc-opens-net-zero-energy-branch_o)>
- TILAL Al Ghaf Pavilion. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: < <https://living-future.org/case-studies/tilal-al-ghaf-pavilion/>>
- TOMLINSON, R. et al. Case Study: Pearl River Tower, Guangzhou. CTBUH Journal, Issue II, 2014. Disponível em:< <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1629-case-study-pearl-river-tower-guangzhou.pdf>>.
- TROI, A.; AVESANI, S.; NAPOLITANO, A.; VONMETZ, J.; BERGMEISTER, M. Solar active school in Laion (Italy). Erstes Symposium Aktiv-Solarhaus, Krems.2009. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/publication/267233386\\_Solar\\_active\\_school\\_in\\_Laion\\_Italy](https://www.researchgate.net/publication/267233386_Solar_active_school_in_Laion_Italy)>.
- USGBC. Case Study: United Therapeutics Unisphere.U. S. Green Building Council. 2020. Disponível em: < [https://www.usgbc.org/sites/default/files/2020-02/UT%20Unisphere\\_Case%20Study\\_Feb2020\\_0.pdf](https://www.usgbc.org/sites/default/files/2020-02/UT%20Unisphere_Case%20Study_Feb2020_0.pdf)>
- USINA Brattørkaia / Snøhetta. ArchDaily. Disponível em:< <https://www.archdaily.com.br/br/926936/usina-brattorkaia-snohetta>>.
- VITO. Powerhouse Kjørbo: Taking a Life-Cycle Approach to Positive Energy Buildings. Disponível em:< [https://positive-energy-buildings.eu/fileadmin/user\\_upload/Resources/EXCESS\\_D1.2\\_Case\\_Study\\_Powerhouse\\_Kjorbo.pdf](https://positive-energy-buildings.eu/fileadmin/user_upload/Resources/EXCESS_D1.2_Case_Study_Powerhouse_Kjorbo.pdf)>.
- WEST-MEC SW Campus Building X. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: < <https://living-future.org/case-studies/west-mec-sw-campus-building-x/>>
- ZERO Energy Lombardo Welcome Center. International Living Future Institute, c2022. Disponível em: <<https://living-future.org/case-studies/zero-energy-lombardo-welcome-cente/>>.
- U.S. DEPARTMENT of Energy's National Renewable Energy Laboratory. Energy and Architecture: The Sustainable Future. The Research Support Facility Project. [s.d.]. Disponível em: < [https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/rsf/energy\\_and\\_architecture\\_research\\_support\\_facility\\_project.pdf](https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/rsf/energy_and_architecture_research_support_facility_project.pdf)>



## Temporada de Entracs 2024 é inaugurada em Campo Grande

Em sua primeira edição do ano, o Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-condicionado aconteceu nos dias 15 e 16 de maio no Grand Park Hotel, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Fazendo justiça ao seu formato, que visa a disseminação de informações técnicas a engenheiros e técnicos de refrigeração e ar-condicionado, foram 14 palestras de conteúdo técnico ou mercadológico.

O primeiro dia do evento, quarta-feira, foi aberto pela palestra de Marcelo Lorençon de Souza da Klimatix que mostrou os ganhos energéticos e operacionais na instalação do sistema de climatização do Hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo. Em seguida, Carlos Santos Jr., pela Sicflux, discorreu sobre normas e novos produtos para sistemas de renovação de ar e exaustão de cozinhas.

Ainda no segmento de distribuição de ar e ventilação, Maurílio de Oliveira, da Multivac/MPU, apontou uma evolução do mercado em ventiladores e dutos de distribuição de ar. Já Plínio Rafael Vieira, pela Soler Palau Brasil apresentou as vantagens de maximizar a eficiência através da melhor estratégia para cada aplicação. Fernanda Beni completou o bloco discorrendo sobre as vantagens em

Cerca de uma centena de profissionais acompanharam as 14 palestras técnicas apresentadas

aplicação de unidades de tratamento do ar.

Com vistas à eficiência e durabilidade das instalações, Lineu Holzmann, da Armacell, explicou quais os requisitos, desempenho e boas práticas na aplicação de isolamento térmico. A programação do dia foi encerrada com a palestra de Affonso Lombardi sobre a adequação de cada produto do portafólio Trox.

O segundo dia foi aberto pela palestra de Marcos Santamaria, da Indústrias Tosi, com a palestra “Como o tratamento do ar externo pode contribuir com a produção de água quente em hotéis. Na sequência, Ariane Carreira, da Powermatic, falou sobre a última inovação da empresa, o Duto Click. Ventilação industrial:

Cases de seleção e manutenção, foi o tema da palestra de Laura Baldissera, da Projelmec.

Após o intervalo para café e visita aos expositores, Fábio Cardoso, da Every Control, discorreu sobre a automação e monitoramento pela internet e explicou os primeiros passos para utilização de inteligência artificial. Ele foi sucedido pela palestra de Arnaldo Basile, que mostrou como o mercado tem se comportado, apontando as oportunidades nos diversos segmentos.

Já Carlos Navarro, numa palestra de cunho prático e mercadológico, apresentou as possibilidades de ganhos para o instalador na especificação das bombas Aspen.

O evento foi encerrado pelo engenheiro Francisco Dantas, da Interplan Planejamento Térmico Integrado que mostrou o papel do AVACR na descarbonização da economia.

O Entrac Campo Grande foi patrocinado por: Armacell, Aspen Pumps, Brahex, Every Control, Indústrias Tosi, Klea, Klimatix, Midea Carrier, Multivac/MPU, Powermatic, Projelmec, Sicflux, Soler Palau Otam, Trox e Weger, sendo apoiado por Abrava, Ashrae, Senai, Sindratar SP e Unigran.



Affonso Lombardi



Fábio Cardoso



Marcelo Lorençon



Ariane Carreira



Fernanda Beni



Marcos Santamaria



Arnaldo Basile



Francisco Dantas



Maurílio de Oliveira



Carlos Navarro



Laura Baldissera



Plínio Rafael Vieira



Carlos Santos Jr.



Lineu Holzmann



Público confere as novidades dos expositores

## 13ª QAI aborda os desafios em ambientes climatizados

Em 8 de maio último foi realizado a 13ª edição do Seminário Internacional da Qualidade do Ar de Interiores que aborda temas atuais relacionados a soluções técnica avançadas para projetos e instalações de ar-condicionado, ventilação e tratamento de ar. Organizado pelo capítulo brasileiro da Ashrae (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*) em conjunto com a Escola Politécnica da USP.

O objetivo foi expor e discutir técnicas e soluções diferenciadas que permitem viabilizar a qualidade do ar em ambientes interiores. A 13ª edição teve dois focos: Tratamento de ar aplicado a áreas classificadas, salas limpas e distribuição de ar em laboratórios, produção de vacinas e medicamentos, e os processos de redução dos poluentes no ar, filtragem do ar, diluição, e tecnologias possíveis.

O evento procurou trazer especialistas de grande relevância no cenário nacional e internacional. Assim, foi uma excelente oportunidade para conhecer novos paradigmas, soluções de alta tecnologia em ambientes classificados e salas limpas. Estiveram palestrando no evento dois *Distinguished Lecturer - DL* da Ashrae: o engenheiro Gutemberg Rios e o Prof. Dr. Paolo Tronville do Politecnico di Torino, Itália, que veio ao Brasil a convite do Laboratório de Estudos da Qualidade do Ar Interior (LEQAI) da Escola Politécnica da USP, e que é um dos principais especialistas europeus na área de filtragem de ar.

Estiveram presentes, também, profissionais que atuam nas duas principais Fundações que possuem laboratórios com sistemas de tratamento de ar avançados para a produção de vacinas no Brasil: a Fundação Butantan, representada pela engenheira Ivete Yazigi Roumieh, pelo engenheiro Adriano Alves Ferreira e pelo biólogo Ricardo Oliveira; e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), com o Dr. Bruno Perazzo Barbosa. Suas apresentações permitiram conhecer e discutir soluções estudadas, avaliadas e testadas que podem

Evento contou com palestras de profissionais dos principais laboratórios de produção de vacinas no país, além de especialistas relevantes nos cenários nacional e internacional



Mesa de abertura com as entidades promotoras e apoiadoras



Evento foi presencial com transmissão online

indicar como devem ser as instalações de tratamento de ar e climatização em áreas comuns para atender conforto e salubridade de pessoas e para áreas especiais e industriais.

### Desafios nos ambientes climatizados

O tema central, *QAI: Enfrentando desafios em ambientes climatizados*, teve seu foco nos esforços por garantir

a QAI em ambientes climatizados e possuidores de tratamento de ar para atender áreas especiais e salas limpas em laboratórios de produção de vacinas e medicamentos, ambientes de tratamento da saúde, como salas de cirurgia. Outro ponto chave que esteve em pauta foram as tecnologias e soluções para controlar as partículas e os poluentes presentes nos ambientes internos de edificações, locais em que há diferentes aplicações, como salas de aulas, salas de atendimento hospitalar e laboratórios. Na palestra dos engenheiros Célio Martin e Martin Lazar, foram discutidas soluções adotadas em instalações de tratamento de ar para áreas especiais, questões relacionadas com a distribuição de ar, com destaque para um amplo conjunto de exemplos de problemas reais encontrados e como viabilizar a superação destes. Gutemberg Rios abordou pontos críticos encontrados na aplicação do PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle) em sistemas de tratamento de ar dedicados à área da saúde, indicando como um particular desafio o estabelecimento de novos paradigmas para implantação do plano nestas áreas especiais.

O evento também colabora com os esforços que as diretorias da Escola Politécnica da USP e da

Fundação Butantan têm realizado para aproximar as duas instituições, ampliando o intercâmbio de conhecimento e viabilizando possibilidades de integração entre as equipes de engenharia das duas instituições, incluindo participação de estudantes universitários.

### Filtragem e monitoração

Uma questão, atual, tratada no seminário foi a mudança dos parâmetros e padrões que definem os filtros de ar



Adriano Alves Ferreira e Ricardo Oliveira, da Fundação Butantan



Bruno Barbosa da Fundação Oswaldo Cruz



Martin Lazar



Ivete Roumieh, da Fundação Butantan



Célio Martin

para atender as exigências de determinado ambiente, e como pode ser avaliado o consumo de energia para movimentar o ar que deve atravessar os filtros, ponto focal na palestra do Tronville. Neste contexto, destaca-se que a norma brasileira que classificava e estabelecia as características dos filtros, a NBR16.101, foi suprimida em agosto de 2023, e uma nova norma, a NBR ISO 16890, está em vigor hoje, que é a mesma norma vigente na Europa. Comparando as propostas destas duas normas verifica-se uma significativa mudança em que os padrões para dimensionar e selecionar os filtros estão modificados.

Um outro diferencial foi a abordagem sobre parâmetros que indicam a qualidade do ar respirado no auditório em que foi realizado o evento, monitorada em tempo real pela equipe do LEQAI em parceria com a Omni Electronica. Arthur Aikawa e o Prof. Antonio Luís Mariani provocaram os presentes a capturar um código QR nos seus celulares e abrir um painel com os dados monitorados no ar do interior do auditório e no ar exterior, demonstrando aos presentes os valores típicos para algumas grandezas. As medições foram realizadas por meio de dispositivos eletrônicos e também através da coleta de amostras do ar interior e exterior que possibilitam a realização de análises sobre os fatores físicos, químicos e biológicos relacionados ao ar. Outros pontos discutidos na palestra foram: 1) quantos sensores de monitoramento devem ser instalados em determinado ambiente e qual a posição; 2) qual a altura dos sensores; e, 3) se há estratificação de gases e de particulados em um mesmo ambiente. Também foram apresentados resultados de ensaios experimentais que indicam a indicação de uma similaridade entre a taxa de redução da concentração de particulado grosso  $PM_{10}$  e a taxa de redução na concentração de fungos viáveis em suspensão no ar quando ocorre aumento da vazão de ar exterior filtrado sendo insuflado no ambiente.

A 13ª. edição do Seminário Internacional de Qualidade do Ar de Interiores contou com o apoio institucional da Abrava, Asbrav, Brasindoor, CNCR, Qualindoor, PNQAI e Smacna Chapter Brasil.

## É seguro investir em créditos judiciais?

Uma das modalidades de investimentos que muitos ainda não compreendem e têm insegurança para investir é o crédito judicial. Isso por que além do deságio de compra, e isso depende da negociação apenas, o investidor terá juros de mora de 1% (um por cento) ao mês, mais a correção monetária INPC. Muitos fundos não rendem o mesmo.

Todo crédito pode ser objeto de cessão, para isso basta uma assessoria de verificação do processo para certificar se está garantido ou não. Créditos com bancos, por exemplo, nem precisa de garantia, dívida de condomínio etc. Tem ainda o precatório que é a dívida dos entes federativos (União, Estados, Municípios e Distrito Federal).

Uma vez adquirido, por meio de instrumentos jurídicos, pede-se a substituição do polo ativo na ação e o credor passa a comandar o processo.

No caso de dívidas de Estado, denomina-se precatórios, que o governo deve pagar por uma ordem cronológica. O credor originário vende porque não suporta a demora nos pagamentos. O investidor, que não tem urgência, acaba comprando mediante um deságio que pode variar de 40% a 65%. A legislação brasileira permite a operação, incluindo a Constituição Federal. No caso de precatórios, o crédito é atualizado pelo índice da taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), acumulado mensalmente em cima do valor de face; geralmente, por conta do deságio na aquisição, é um valor bem maior do que aquele previamente investido, o que pode render cerca de 20% ao ano, ou mais, quando somada a correção ao deságio, ou seja, no longo prazo tende a proteger o valor investido de variações na inflação e remunerar o capital.

Importante lembrar que é sempre em longo prazo (três anos no mínimo) e para se ter liquidez deve esperar o pagamento final ou ceder a outro investidor, mesmo assim há um ganho.

**Fábio A Fadel**

Fadel Sociedade de Advogados  
fadel@affadel.com.br

## Coquetel celebra união do setor AVAC-R

No dia 15 de maio, a Abrava e o Sindratar-SP realizaram o II Coquetel União, um evento setorial com representantes das empresas associadas, membros das diretorias das duas entidades e convidados, que se reuniram na sede da Fiesp em noite descontraída de confraternização.

Em discurso, Pedro Evangelinos, presidente do Conselho de Administração da Abrava e do Sindratar-SP, enalteceu a ajuda voluntária das empresas e profissionais do setor AVAC-R à população do RS, bem como outras iniciativas mobilizadas pela Abrava, Fiesp e Senai. Aproveitou para alertar que o socorro não pode aguardar decisões do governo, sendo a ação imediata das empresas e sociedade civil fundamental.

Em suas palavras fez também referência à importância da união das empresas do setor, e que a Abrava e o Sindratar-SP seguem trabalhando de forma harmônica e integrados com o propósito de oferecer representação e defesa estratégica para os interesses do setor com informações e serviços alinhados às respectivas demandas e necessidades.

Entre os presentes na cerimônia, além de representantes entidades promotoras, estiveram Eduardo Macedo, diretor da Escola Senai Oscar Rodrigues Alves, Arivan Sampaio Zanluca, do SIMMMEF (Sindicato Empresarial das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico da Região Metropolitana de Florianópolis), e, representando a Smacna Brasil, João Carlos Silva e Alexandre de Paula, respectivamente vice-presidente e diretor.





jurídico

## Aprovada MP que limita compensações tributárias

Na última terça-feira (14/05), foi aprovada pelo Senado a Medida Provisória nº 1202/2023 que estabelece limites para compensações tributárias acima de 10 milhões de reais.

A medida surgiu como resposta do Governo Federal ao julgamento da chamada “Tese do Século” estabelecida pelo STF em 2017, determinado que o ICMS não integraria a base de cálculo do PIS e da Confins.

Segundo as estimativas da Receita

Federal, ante as inúmeras ações judiciais distribuídas após o julgamento, o Governo teria deixado de arrecadar cerca de 60 bilhões de reais só no primeiro semestre de 2023, devido as compensações tributárias estabelecidas judicialmente.

Com a aprovação da MP, essas compensações, a partir de agora, terão de observar um prazo mínimo, podendo variar de 12 a 60 meses para serem efetivadas, de acordo com o valor total do crédito das empresas. Um ponto

positivo, entretanto, é que agora cai a limitação de 5 anos para uso dos créditos.

O texto aprovado ainda depende da sanção presidencial para virar lei, mas acredita-se que isso vá ocorrer rapidamente e sem vetos, já que o projeto é do próprio Executivo Federal.

**Dúvidas? O Departamento Jurídico da Abrava – DEJUR está à disposição.**

## Painel Abrava na Hospitalar 2024

Estabelecimentos assistenciais de saúde precisam ter ambientes saudáveis? Essa foi a tônica do Painel Abrava na Hospitalar, que aconteceu no dia 24 de maio na Hospitalar 2024, principal evento do setor no país. Especialistas apresentaram caminhos para implementação e manutenção das condições necessárias para estes tipos de ambientes, como ter o PMOC, um correto projeto de climatização, tratamento das águas dos sistemas, seguir as normas existentes para estes tipos de estabelecimento, entre outros requisitos.

A ocasião reuniu especialistas que atuam em áreas relacionadas a qualidade do ar em ambientes internos para a disseminação de informações a respeito de diversos aspectos como a qualidade do ar respirado no ambiente, ESG, tratamento de águas, projetos de sistemas de climatização, PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle), ventilação e renovação do ar nos ambientes.

A programação do painel Abrava foi aberta com apresentação institucional, feita por Arnaldo Basile, presidente executivo da associação, e contou com 5 palestras e uma mesa-redonda, quando foram colocados em evidência aspectos a serem observados no ambiente hospitalar, assim como os impactos da qualidade do ar interno na saúde dos profissionais que nele atuam, nos pacientes e ocupantes em geral. Alguns dos tópicos abordados foram: Alerta sobre condi-



ções ambientais em área de saúde, por Paulo Reis, do Comitê Nacional – CN de Normas Regulamentadoras e ESG; A relação do tratamento de águas x PMOC, por Charles Domingues do CN Tratamento de águas para o setor AVACR; Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares, por Arthur Aikawa do DN Qualindoor; Projetos AVAC-R em hospitais e a mitigação da contaminação cruzada, por Francisco Pimenta representando o DN Projetistas e Consultores; e O papel da renovação, filtragem e difusão do ar para controle de contaminação, por Carlos Santos e Plínio Rafael do DN Ventilação. O evento contou com a mediação de Arnaldo Parra, diretor da Abrava.

A mesa-redonda deixou em evidên-

cia a essencialidade da qualidade do ar interno em ambientes médicos hospitalares, focado na saúde e segurança das pessoas que nestes ambientes circulam, como o cumprimento do PMOC, o exercício das boas práticas relacionadas ao sistema de climatização, o rigor com as normas existentes, todas elas ações em prol não apenas dos pacientes e seus acompanhantes, mas para todos os colaboradores que permanecem nestes tipos de ambientes durante toda sua jornada de trabalho.

**A seção Abrava é editada a partir de informações fornecidas pela Momento Comunicação, assessoria de comunicação da Abrava dirigida pela jornalista Alessandra Lopes.**

## agenda



Julho	1ª Turma - Automação e Elétrica para Sistemas AVACR / Presencial e on-line	16/07/2024 a 5/11/2024
	Carga Térmica em Condicionamento de Ar / Presencial e on-line	18/07/2024
Agosto	PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle / Presencial e on-line	05/08/2024
	Distribuição de Ar / Presencial e on-line	13/08/2024
	PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle / Presencial e on-line	19/08/2024
	Diagnostico e Falhas VRF/VRV / Presencial e on-line	27/08/2024
Outubro	Técnicas Avançadas de Vendas na Era Digital / Presencial e on-line	21/10/2024
	PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle / Presencial e on-line	22/10/2024
	Renovação de AR / Presencial e on-line	31/10/2024
Novembro	Básico de VRF / Presencial e on-line	22/11/2024
	PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle / Presencial e on-line	23/11/2024

Todos os cursos acontecem nas modalidades presencial e online.

A sede da Abrava, onde acontecem os cursos, fica na Avenida Rio Branco, 1.492 - Campos Elíseos - São Paulo (SP)

## EVENTOS 2024

### Junho

**V Encontro de inverno para Jovens Profissionais do AVACR : 05**

**Entrac: 19 e 20**

**Executive Inn - Av. Rondon Pacheco, 5000 - Uberlândia - MG**

**IV Seminário de Refrigeração Comercial e Industrial 25**

**Entrac: 25 e 26**

Hotel Majestic - Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos, 2746

Florianópolis - SC

### Outubro

**Entrac: 16 e 17**

L'Acordes - Rodovia BR 364, 8250: Porto Velho - RO

### Agosto

**3º Enatrar - Encontro Nacional de Tratadores de Água para AVACR: 08**

**Entrac: 14 e 15**

Quality Hotel Aeroporto - Av. Rozendo Serapião de Souza Filho, 51 Vitória - ES

**Dia da Equidade de Gênero: 26**

**Semana Tecnológica Senai-Abrava: 16 a 19**

### Novembro

**XXIV ENPC - Encontro Nacional de Empresas Projetistas e Consultores 05 e 06**

### Setembro

**14º Mercofrio: 10 a 12**

Barra Shopping Sul - Porto Alegre - RS

## Programa de Capacitação em Qualidade do Ar de Interiores

**Local: EAD**

**Docente: Diversos**

<https://abrava.com.br/compromissos/programa-de-capitacao-em-qualidade-do-ar-de-interiores>

**MOMENTO AVAC-R**

**Toda quinta-feira**

**no canal do Youtube da Abrava**



## ÍNDICE DE ANUNCIANTES

Apema .....	18
Armacel .....	15
Armstrong.....	05
Belimo .....	08
Fujitsu .....	07
Full Gauge .....	4ª. capa
Indústrias Tosi....	2ª. capa
Multivac/MPU .....	21
Montreal .....	03
Sanhua .....	09
Senai.....	43
Weger .....	11



# PÓS-GRADUAÇÃO

## REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO

### **DURAÇÃO:**

360 horas (18 meses)

### **AULAS:**

- sábados das 10h às 17h
- segundas e quartas-feiras das 18h45 às 22h
- terças e quintas-feiras das 18h45 às 22h

**CONFIRA NOSSOS  
CURSOS:**



FACULDADE

**SENAI**

 [senaisrefrigeracao](#)

 [senairefrigeracao](#)

 [refrigeracao.sp.senai.br](#)

Escola SENAI Oscar Rodrigues Alves

Rua Mil Oitocentos e Vinte e Dois, 76

Ipiranga | São Paulo - SP

Telefone: (11) 2065-2810

# CONTROLE COMPLETO DE VÁLVULA DE EXPANSÃO ELETRÔNICA



VX-1005

Controlador para 1 VEE unipolar para evaporadores pequenos



VX-1025

Controlador para 1 VEE unipolar



VX-1050

Controlador para 1 VEE bipolar



VX-1225

Controlador para 2 VEE unipolares



VX-1250

Controlador para 2 VEE bipolares

PRÓXIMA FEIRA:



FISPAL  
FOOD SERVICE

11/06 - 14/06  
São Paulo, Brasil  
Stand: Rua I 068

*O RS enfrenta uma das maiores tragédias climáticas de sua história e muitos dos nossos funcionários perderam tudo. Ajude-nos a juntos reconstruir as vidas dessas famílias doando qualquer valor pelo PIX abaixo:*

[fullgaugers@fullgauge.com.br](mailto:fullgaugers@fullgauge.com.br)



[www.fullgauge.com](http://www.fullgauge.com)