

ABRAVA+climatização refrigeração

novatécnica

REFRIGERAÇÃO CONDICIONADO VENTILAÇÃO AQUECIMENTO

Data centers:
quando trocar o
ar pelo líquido

Termoacumulação
e a geração
distribuída

Termocumulação
contribui para
a redução de
emissões

Aplicação do CO₂
(R744) em túneis de
congelamento



mercofrío2026

15º Congresso Internacional de Ar Condicionado,
Refrigeração, Aquecimento e Ventilação

15 a 17 de Setembro de 2026

BarraShoppingSul - Porto Alegre - RS

MERCOFRIO.COM.BR

GARANTA SEU INGRESSO

UM DOS MAIORES EVENTOS DE AVAC-R DA AMÉRICA LATINA ESTÁ CHEGANDO.
CONTEÚDO TÉCNICO, INOVAÇÃO E NETWORKING ESTRATÉGICO ESPERAM POR VOCÊ.

Realização



Apoio Institucional Platina



Patrocínio Platina



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Organização



Apoio



MERCOFRIO.COM.BR



10

sumário



17



26



36

Negócios.....06

Data centers: resfriamento líquido10

Termoacumulação

Uma solução para o aproveitamento de energias renováveis17
Como funciona o sistema de armazenagem de energia térmica25

Termoacumulação contribui para a redução de emissões..... 26

Aplicação do CO₂ (R744) em túneis de congelamento 29

A contribuição dos difusores para o conforto térmico ..32

Diálogo32

Opinião: Inteligência Artificial e o mercado de trabalho33

Refrigeration Day..... 35

Abrava 36

Agenda..... 42



**ACESSE
A EDIÇÃO
DIGITAL**



O futuro não elimina tecnologias; redefine seu valor

A climatização vive um momento de transformação impulsionado pela inteligência artificial, pela computação de alto desempenho e pela economia digital. Os data centers tornaram-se infraestruturas de missão crítica e estão exigindo soluções capazes de dissipar cargas térmicas cada vez maiores em espaços reduzidos. Nesse contexto, o resfriamento líquido deixa de ser uma tecnologia de nicho para assumir papel de destaque em aplicações de alta complexidade.

Porém, isso não significa que o fim do resfriamento a ar está próximo. Significa que a engenharia de AVAC amplia seu conjunto de soluções para atender desafios cada vez mais complexos. Como toda inovação, o resfriamento líquido exige conhecimentos, competências e uma visão integrada que envolva todo o projeto, instalação, operação e comissionamento.

Ao mesmo tempo, uma outra questão ganha relevância: a termoacumulação ainda faz sentido diante da transição energética?

Durante muito tempo, a termoacumulação foi associada principalmente à redução dos custos de energia por meio do deslocamento do consumo entre horários de ponta e fora de ponta. Embora ela ainda seja usada para este fim e essa vantagem permaneça válida, hoje ela representa apenas parte de seu potencial. A expansão das fontes renováveis, a eletrificação da economia e a necessidade de redes elétricas mais resilientes recolocam o armazenamento de energia (inclusive na forma térmica) como elemento estratégico para a descarbonização.

Talvez a pergunta correta não seja se a termoacumulação continua fazendo sentido nos dias de hoje, mas em quais aplicações ela pode se tornar ainda mais relevante. Em um sistema elétrico mais flexível e descentralizado como o dos dias de hoje, armazenar frio pode ser tão estratégico quanto armazenar eletricidade.

Esses dois temas evidenciam uma característica da engenharia atual: as melhores soluções não surgem da substituição de uma tecnologia por outra, mas da capacidade de integrá-las, equilibrando desempenho, confiabilidade, sustentabilidade, custo do ciclo de vida e adaptação às demandas futuras.

É nesse cenário que a engenharia de AVAC reafirma seu protagonismo. Mais do que especificar equipamentos, cabe a nós, engenheiros, projetar sistemas preparados para operar por décadas em um ambiente de mudanças constantes.

O futuro da climatização não será definido pela adoção de uma tecnologia específica e sim pela qualidade das decisões que são tomadas hoje. E essas decisões continuarão fundamentadas naquilo que sempre caracterizou a boa engenharia: conhecimento, visão de longo prazo e compromisso com o desempenho das edificações e com a sustentabilidade.

Fabio Neves

diretor da Anthares Soluções em HVAC e presidente do Departamento Nacional de Comissionamento de Edificações da Abrava



CONSELHO EDITORIAL

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

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Leonardo Cozac; **1º Vice-Presidente:** Marcelo Munhoz; **2º Vice-Presidente:** Priscila Baioco; **3º Vice-Presidente:** Roberto Montemor; **Membros efetivos:** Alexandre Fernandes Santos, Ana Luiza Guimarães, André Fontes, André Oliveira, Charles Domingues, Christian Drewes, Daniel Rohe, Eduardo Rusafa, Fábio Luis Leite Neves, Fernando Cunha, Francisco Pimenta, George Szego, João Manuel Aureliano, Mansur Haddad, Mário Canale, Maurício do Vale, Mauro Gomes, Renato Cesquini, Renato Gimenes, Renato Majarão, Ronaldo Facuri, Stefan Luis Rosiak, Toribio Rolon. **Suplentes:** Eduardo Brunacci, Patrice Tosi e Thiago Pietrobon.

Conselho Fiscal: Luiz Villça, Renato Nogueira, Wagner Barbosa; **Suplentes:** Arivan Sampaio, Henrique Cury e Mariângela Rolfini.

DIRETORIA

Presidente Executivo: Paulo Macedo; **Vice-Presidente Executivo:** Marcelo Mesquita; **Presidente de Relações Internacionais:** Samoel Vieira; **Diretoria de Operações e Finanças:** Priscila Baioco; **Diretoria de Desenvolvimento Profissional:** Vitória Soares Lopes; **Diretoria de Economia:** Toribio Rolon; **Diretoria Jurídica:** Eduardo Brunacci; **Diretoria de Marketing & Comunicação:** Joana Canozzi; **Diretoria de Meio Ambiente:** Thiago Pietrobon; **Diretoria de Relações Associativas e Institucionais:** Marcelo Munhoz; **Diretoria Social:** Patrice Tosi; **Diretoria de Tecnologia:** Giancarlo Delatore; **Ouvidoria:** Roberto Montemor. **Conselho Consultivo de Ex-presidentes:** Arnaldo Basile Jr, Pedro Evangelinos, Wadi Tadeu Neaime, Samoel Vieira de Souza

DEPARTAMENTOS NACIONAIS

Moacir Marchi Filho (Energia Solar Térmica), João Manuel Aureliano (Ar-Condicionado), Fernando Tominaga (Automação e Elétrica), Fábio Neves (Comissionamento e Elétrica), Toribio Ramão Rolon (Comércio), Dilson C. Carreira (Distribuição de Ar), Celio Soares Martin (Projetistas e Consultores), Rodrigo Men (Instalação e Manutenção), Lineu Teixeira Holzmann (Isolamento Térmico), Filipe Colaço (Meio Ambiente), Mauro Gomes (Refrigeração), Eduardo Brunacci (Ventilação), André Oliveira (Ar-Condicionado Automotivo), Anderson Doms (Tratamento de Águas), Rafael Munhoz (Qualindoor).

DIRETORIAS REGIONAIS:

Minas Gerais: Remer Olavo Silva



Editor: Ronaldo Almeida ronaldo@nteditorial.com.br

Colaboraram na edição: Fábio Fadel, Francisco Dantas, Marcos Euzébio, Patrice Tosi e Samoel Vieira de Souza

Seção Abrava: Alessandra Lopes (Momento Comunicação)

Depto. Comercial: Adão Nascimento <adao@nteditorial.com.br>

Assinaturas: <assinatura@nteditorial.com.br>

Foto de capa: © Mkmult | r/ watch ?com

Redação e Publicidade:

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

As opiniões publicadas, assim como os artigos assinados, são de absoluta responsabilidade dos autores, não significando qualquer concordância por parte da redação da revista.

Ano XIII – No. 149 – Agosto de 2026





Sicflux estrutura departamento de exportação



A Sicflux, fabricante brasileira de soluções para refrigeração e filtragem de ar acaba de estruturar seu departamento de exportação. A iniciativa marca o início da expansão internacional da companhia. Para liderar o departamento, a empresa contratou Lucas Vinicius Gemignani, que assume a coordenação de exportação. Com 13 anos de experiência em vendas internacionais, desenvolvimento de mercados e negócios globais, o executivo chega com a missão de consolidar a presença da Sicflux no exterior, estruturando processos, desenvolvendo canais comerciais e ampliando o alcance da marca em novos países.

Ao longo de sua trajetória profissional, Gemignani conduziu projetos comerciais em mais de 20 países, atuando na abertura de mercados, negociação com parceiros internacionais e desenvolvimento de estratégias de crescimento para diferentes segmentos industriais. Nos últimos anos, também passou a integrar Business Intelligence às estratégias comerciais, utilizando dados para apoiar decisões de precificação, identificar oportunidades de expansão e impulsionar resultados.

“Minha trajetória sempre foi voltada para abrir novos mercados e construir relações duradouras com clientes ao redor do mundo. Estruturar o departamento de exportação da Sicflux é a oportunidade de aplicar essa experiência para colocar uma empresa genuinamente brasileira em um patamar que hoje só empresas estrangeiras ocupam no nosso setor”, afirma Lucas Vinicius Gemignani.

Elgin celebra sucesso da Caravana

A Elgin celebra o sucesso de mais uma Caravana Elgin. A edição 2026, que percorreu 10 cidades estratégicas do país entre os meses



de março e junho, encerrou o circuito registrando um crescimento de 63% no número de participantes em comparação ao ano passado. Ao todo, o evento gratuito de formação certificou mais de 3.850 profissionais nos últimos quatro meses, consolidando o compromisso de contribuir para reduzir a escassez de ofertas de cursos qualificantes e atualizações tecnológicas em diversas regiões do Brasil. As cidades visitadas foram: Manaus, São Luís, Teresina, Maceió, Salvador, Goiânia, Belo Horizonte, Campinas, Porto Alegre e Florianópolis.

A Caravana ganhou mais um propósito, o de responsabilidade social. Por meio da iniciativa beneficente “Vem DoAr”, o projeto engajou os participantes de todas as praças e arrecadou cerca de 1,5 tonelada de alimento. Todo o volume será destinado à fundação do ex-jogador Cafu, atual embaixador oficial da Elgin.

“Como uma empresa nacional, a Elgin entende que o investimento vai muito além do desenvolvimento de produtos de ponta; ele passa pela educação e pela valorização das pessoas que movem o nosso setor. Tenho orgulho de encerrar mais um ano de Caravana com a certeza de que contribuímos para a capacitação e atualização dos nossos profissionais e de que, com isso, fortalecemos o setor como um todo. Quando elevamos o nível técnico do serviço, geramos mais eficiência, segurança e impulsionamos o desenvolvimento sustentável do mercado”, reforça Anderson Bruno, Vice-Presidente Comercial da Elgin.

O executivo também destaca o peso estratégico que os instaladores e refrigeristas possuem para a reputação e crescimento da companhia no país. “Sabemos que o acesso a treinamentos

modernos e de alta qualidade ainda é escasso em muitas cidades. A Caravana Elgin nasce para descentralizar esse conhecimento e qualificar nossos parceiros gratuitamente. Em 2026, fomos além ao conectar esse propósito à nossa agenda social. Ao todo, a Caravana já ultrapassa a marca de 13.850 profissionais certificados ao longo de sua história,

elevando a régua técnica do mercado brasileiro”, complementa.

Com o encerramento oficial da temporada 2026, a Elgin já se volta para o planejamento da ação no próximo ano, quando o projeto completará sua quinta edição.



Mercofrio 2026 anuncia ocupação total dos espaços

O Mercofrio 2026, 15º Congresso Internacional de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação, confirmou a ocupação total dos seus espaços de lounge. O evento, que será realizado de 15 a 17 de setembro, no BarraShoppingSul, em Porto Alegre, chega a esta etapa com todas as cotas de patrocínio e áreas de relacionamento fechadas, reforçando a expectativa de uma das edições mais fortes de sua história.

Realizado pela Asbrav - Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação, o congresso terá como tema central “AVAC-R Inteligente: IA, Eficiência e Qualidade do Ar para

DUTOS FLEXÍVEIS

**Uma solução versátil para
HVAC e muito mais.**

Os dutos flexíveis são componentes essenciais em sistemas de ventilação, ar-condicionado e exaustão, proporcionando soluções práticas para projetos que exigem flexibilidade, leveza e eficiência na distribuição do ar. Disponíveis em diferentes materiais e configurações, destacam-se pela facilidade de instalação e pelo excelente desempenho térmico e mecânico.

Dutos Flexíveis Multivac

Aludec



Isodec



Semidec



Isodec Eco



Aplicações e Vantagens



Dutos Flexíveis

São usados em sistemas HVAC para ventilação e exaustão.



Fácil Instalação

Sua flexibilidade permite a adaptação em espaços reduzidos e de difícil acesso.



Leveza

Materiais modernos garantem um peso reduzido sem comprometer a eficiência.



Redução de Ruídos

Modelos com isolamento ajudam a minimizar ruídos no fluxo de ar.

um Planeta Sustentável”. A proposta é reunir empresas, especialistas, profissionais técnicos, acadêmicos e líderes do setor para debater soluções conectadas aos principais desafios da climatização e da refrigeração.

Para o presidente da Asbrav, Mário Canale, a procura pelos espaços comerciais demonstra a relevância do congresso para o mercado. “O Mercofrio se consolidou como um ambiente estratégico para troca de conhecimento, relacionamento e apresentação de soluções. Ter todos os espaços comerciais fechados com antecedência mostra a confiança das empresas no evento e a força do setor de Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração”, afirma.

A edição de 2026 contará com patrocinadores nas categorias Platina, Ouro e Prata. Entre as marcas confirmadas estão CPFL, CREA e Midea, na categoria Platina; Airside, BerlinerLuft, Bry-Air, Daikin, Full Gauge, Hengst, Johnson Controls, Projelmec, Sicflux e Ziehl-Abegg, na categoria Ouro; e LG e Indústrias Tosi, na categoria Prata.

O Mercofrio 2026 terá atividades voltadas à aproximação entre empresas, profissionais e instaladores, ampliando as oportunidades de networking e atualização. A agenda deve contemplar temas como inteligência artificial, eficiência energética, qualidade do ar interno, sustentabilidade, descarbonização, cadeia do frio, normas técnicas e novas tecnologias aplicadas ao setor.

Mais informações podem ser obtidas no site www.mercofrio.com.br.

Copeland divulga relatório de impacto global

A Copeland divulgou seu segundo Relatório de Impacto Global destacando o progresso da empresa no Ano Fiscal de 2025 (FY25) em sustentabilidade ambiental, segurança no local de trabalho e impacto na comunidade, orientada por seus pilares: Propósito, Desempenho e Pessoas.

De acordo com fontes da empresa o avanço aconteceu por meio de três áreas estratégicas de foco: Descarbonização Orientada pelo Desempenho, com

redução de emissões de gases de efeito estufa em 20% em relação ao ano anterior; Inovação Alinhada, com o empenho de mais de 4% da receita anual em engenharia, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos; e Pessoas e Cultura, com redução da sua Taxa Global de Incidentes Registráveis (TRIR) em 22%.

“O verdadeiro impacto ambiental é alcançado quando a sustentabilidade está integrada tanto às nossas operações diárias quanto à nossa engenharia colaborativa de produtos”, disse Tracy Reiter, Diretora de Transformação e Sustentabilidade da Copeland. “Embora nossas metas validadas pela SBTi definam nossa trajetória de longo prazo, os resultados de curto prazo advêm da aplicação do rigor do Copeland Business System à nossa cadeia de valor compartilhada. Unir nossa disciplina operacional ao desempenho ambiental nos permite oferecer soluções de última geração que impulsionam diretamente as metas de eficiência de nossos clientes”, destaca.

Saiba mais em <https://www.copeland.com/en-us/impact>

Johnson lança novo modelo de termostato



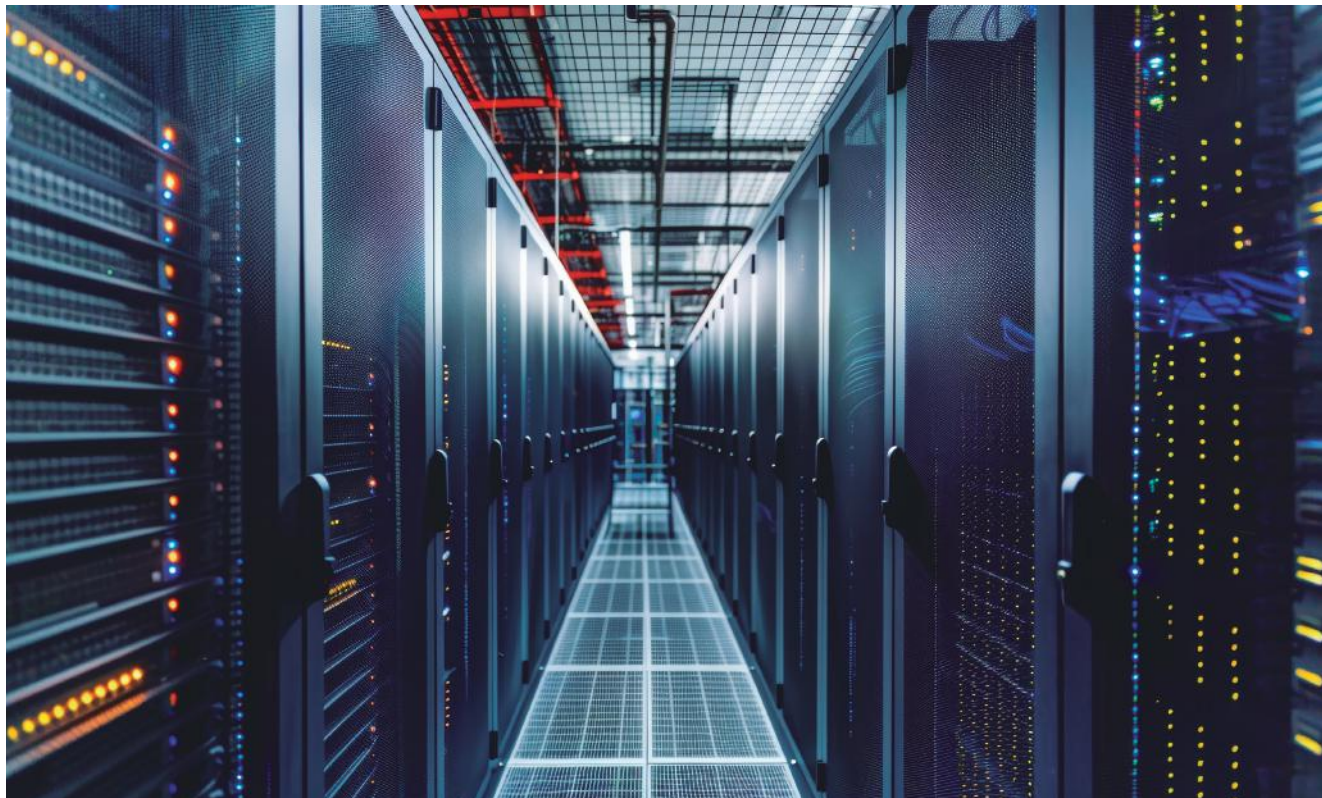
A Johnson Controls apresenta o termostato da Série TEC4000S, com uma interface de usuário que atende ao nível AAA das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), o mais alto padrão de acessibilidade disponível. Segundo a empresa, o equipamento proporciona uma redução de até 80% no tempo de configuração e comissionamento em edificações de médio porte, permitindo uma implementação de sistemas mais rápida e eficiente para instaladores e de serviços.

“Desde o seu lançamento, há quase 20 anos, a linha de termostatos TEC passou por uma evolução significativa, orientada pelo feedback contínuo dos clientes e por insights obtidos em aplicações reais”, afirmou Sayan Chakraborty, gerente de produtos de Termostatos Comerciais da Johnson Controls. “Aproveitando esses insights e nossa tradição de 140 anos em inovação em termostatos, desenvolvemos a Série TEC4000S com recursos que oferecem o maior valor para instaladores, proprietários e gestores de edifícios, e ocupantes atuais. Esta Série TEC4000S de última geração dá continuidade ao legado da Johnson Controls, ao mesmo tempo em que se alinha às exigências de um mercado em constante evolução.”

A Série TEC4000S apresenta uma tela colorida de 4 polegadas sensível ao toque e uma estrutura de navegação simplificada. Sua interface, em conformidade com o nível AAA, incorpora elementos visuais de alto contraste, textos grandes e acesso direto a funções utilizadas com frequência, reduzindo as etapas de navegação e favorecendo uma operação inclusiva em ambientes comerciais. Com perfis de configuração predefinidos e clonagem via USB, o tempo de instalação pode ser reduzido em até 80%. O adaptador opcional Johnson Controls Connected Workflow Wireless MS/TP (CWCVT) permite o comissionamento sem fio antes da montagem na parede, enquanto o ajuste automático do controle proporcional reduz o tempo e a necessidade de conhecimento especializado para o comissionamento de equipamentos mais complexos.

A Série TEC4000S destina-se a aplicações comerciais de zona única com áreas entre 300 e 3.000 pés quadrados, incluindo escritórios, hotéis, lojas de varejo, condomínios administrados e escolas de ensino básico. Este modelo oferece sete aplicações de controle de AVAC e uma linha composta por dois SKUs, projetada para simplificar a seleção e a gestão de estoque.

A Série TEC4000S suporta comunicação BACnet MS/TP para monitoramento e gerenciamento remotos, integrando-se tanto ao sistema Johnson Controls Metasys quanto a sistemas de automação predial de terceiros.



dreamstime_L_322186832.jpg

Quando trocar o ar pelo líquido

A inteligência artificial pressiona, cada vez mais, a infraestrutura dos centros de processamento de dados forçando a busca de novas tecnologias e soluções

O avanço da inteligência artificial (IA) está transformando a infraestrutura digital e impondo novos desafios para a operação dos data centers. Com aplicações cada vez mais intensivas em processamento, cresce a necessidade de soluções capazes de garantir eficiência energética, disponibilidade e desempenho, acelerando a adoção de soluções como o *liquid cooling* para suportar a nova geração de cargas computacionais.

A expansão da IA generativa (GenAI), da análise avançada de dados e das aplicações de alta performance, está elevando rapidamente a demanda por capacidade computacional e, por consequência, por energia. Segundo um estudo recente do Gartner, o consumo mundial de eletricidade dos data centers deverá crescer 26% neste

ano, alcançando 565 terawatts-hora (TWh), ante os 447 TWh registrados em 2025. A consultoria projeta, ainda, que a procura global por potência chegará a 132 gigawatts (GW) em 2026 e poderá atingir 290 GW até 2030, impulsionada principalmente pela GenAI.

Esse movimento está dando origem às chamadas *AI Factories* (ou Fábricas de IA), infraestruturas desenvolvidas especificamente para treinar, implementar e operar modelos avançados de IA em larga escala. Diferentemente dos data centers tradicionais, essas instalações utilizam plataformas aceleradas por GPUs de alto desempenho, o que exige muito mais energia e, sobretudo, muito mais capacidade de dissipação térmica.

Essa mudança representa uma guinada na arquitetura tecnológica das instalações. Enquanto os data centers convencionais operam com densidades entre 5 kW e 50 kW por rack e usam predominantemente refrigeração a ar, as *AI Factories* já trabalham com densidades superiores a 50 kW por rack — em muitos casos, ultrapassando 100 kW por rack —, o que abre espaço para o *liquid cooling* como a grande solução operacional.

Para entender mais essas tecnologias, ouvimos três especialistas do setor: Marcos Santamaria, da engenharia de aplicação das Indústrias Tosi; Fernando Madureira, diretor de projeto e expansão da Elea Data Centers; e Eduardo Spagnuolo, engenheiro de vendas para o setor da construção civil na América do Sul da Grundfos.

O que é o *liquid cooling*

Segundo Eduardo Spagnuolo, “o *liquid cooling* é uma tecnologia de refrigeração na qual um fluido líquido é utilizado para remover o calor gerado pelos equipamentos de TI, como servidores, CPUs e GPUs. Diferentemente do resfriamento tradicional por ar, o líquido absorve o calor diretamente dos componentes eletrônicos e o transporta de forma mais eficiente para um sistema de rejeição térmica.”

“A GPU (*Graphics Processing Unit* ou Unidade de Processamento Gráfico) é o principal tipo de chip utilizado hoje para a criação da Inteligência

Artificial. Ao mesmo tempo que processa em velocidades muito maiores que os chips tradicionais, a GPU também gera uma dissipação térmica muito mais alta. A concentração de GPUs faz com que a somatória de calor dissipado necessite de uma solução mais eficiente de troca do que apenas o ar, como se fazia tradicionalmente nos data centers pelas últimas décadas”, explica Fernando Madureira.

Marcos Santamaria detalha que o termo *liquid cooling*, na verdade, engloba mais de uma família tecnológica: “Existem 3 tipos de resfriamento líquido em data centers: o resfriamento direto do chip, o resfriamento líquido por imersão de fase única e o resfriamento líquido por imersão de 2 fases.” Essa distinção é importante, já que cada abordagem tem implicações diferentes de projeto, operação e investimento.

A troca do ar pelo líquido está relacionada a capacidade de transporte de calor. “A função do *liquid cooling* é aproveitar as melhores propriedades de transmissão térmica (principalmente a capacidade térmica volumétrica) de um líquido para a remoção de calor gerado pelas GPUs. A capacidade **térmica** volumétrica (geralmente medida em $\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$) de um líquido pode ser superior a 3000 vezes maior que a do ar. Esta é a relação de diferença de vazão entre ar e líquido necessária para movimentar a mesma quantidade de calor”, diz Madureira.

Em termos práticos, isso significa que, para remover a mesma carga térmica, seria necessário movimentar um volume de ar até 3.000 vezes maior do que o volume de líquido equivalente — o que se torna fisicamente inviável a partir de determinada densidade de potência por rack.

“Com o crescimento da IA, muitos racks superam 30 kW, faixa na qual o *air-cooling* começa a encontrar limitações práticas e energéticas”, completa Spagnuolo. Santamaria, por sua vez, resume as duas vantagens mais evidentes do líquido frente ao ar: “Os sistemas de resfriamento líquido têm como principal vantagem a maior eficiência energética nos sistemas de resfriamento, mas também uma redução significativa na área ocupada em relação aos sistemas de resfriamento a ar.”



Marcos Santamaria



Eduardo Spagnuolo



Fernando Madureira

Faixas de temperatura de operação

Um dos pontos que mais interessam a projetistas é a faixa de temperatura em que esses sistemas trabalham, já que ela define diretamente a estratégia de rejeição de calor, e se será necessário *chiller*, ou se é possível usar *free cooling*, e assim por diante. “Em

termos de temperatura, hoje temos como referência a temperatura de 22°C como *setpoint* de trabalho para o *direct-to-chip*. Já no *immersion cooling*, esta temperatura pode variar bastante dependendo do tipo de tecnologia e fluido utilizado, podendo ser de 30°C a mais de 50°C”, exemplifica o diretor da Elea.

O engenheiro da Grundfos situa essas temperaturas dentro do padrão internacional de referência: “Segundo a Ashrae, as principais faixas de temperatura de fornecimento de água para *liquid cooling* são W17, W27, W32, W40 e W45, correspondendo a temperaturas de até 17°C, 27°C, 32°C, 40°C e 45°C, respectivamente.”

Essa classificação da Ashrae é uma referência obrigatória para quem projeta ou opera sistemas de *liquid cooling*, uma vez que relaciona diretamente a temperatura de fornecimento de água à infraestrutura de resfriamento necessária, como pode-se observar na tabela 1.

Produção do líquido: os dois circuitos

Um dos conceitos mais importantes para entender o *liquid cooling* é a existência de dois circuitos hidráulicos distintos. “Nos sistemas de resfriamento líquido, temos 2 circuitos: um circuito primário, chamado de FWS (*Facility Water System*), entre chillers, torres ou *drycoolers* e as unidades CDU (*Cooling Distribution Units*); e outro secundário, chamado de TCS (*Technology Cooling System*), entre estas CDU e os resfriamentos líquidos em si, sejam eles do tipo direto no chip ou por imersão, neste caso, entre os tanques de imersão”, explica o engenheiro de aplicação das Indústrias Tosi.

Spagnuolo detalha a função de cada circuito e o papel central da CDU nessa interface: “Um sistema de *liquid cooling* utiliza dois fluidos em circuitos separados. O primeiro circula diretamente pelos equipamentos de TI, absorvendo o calor gerado pelo

Unit) faz a interface entre esses dois circuitos, transferindo o calor por meio de um trocador de calor e controlando parâmetros como temperatura, pressão e vazão. Essa separação aumenta a segurança, a confiabilidade e a eficiência operacional do data center.”

Fernando Madureira reforça que a solução final de rejeição de calor depende do contexto de cada instalação: “O que existe em comum é que o calor absorvido pelo *liquid cooling* deve ser eliminado para o ambiente externo, via um sistema de água gelada ou, dependendo da temperatura de operação e da localização do data center, por trocadores de calor externos do tipo *dry cooler*.”

A separação em dois circuitos (FWS/primário e TCS/secundário) atende à necessidade de isolar o fluido que entra em contato direto com o hardware de TI (mais crítico e sensível) do fluido de facilidades, reduzindo riscos de contaminação e simplificando a manutenção.

O que muda no projeto de infraestrutura

Do ponto de vista de engenharia, adotar o *liquid cooling* significa incorporar um conjunto de equipamentos que, em muitos casos, não existe no sistema de resfriamento a ar.

De acordo com Marcos Santamaria, “a FWS (*Facility Water System*) será produzida por chillers, torres de resfriamento ou *drycooler*. Já o líquido de resfriamento propriamente dito será resfriado pelos trocadores de calor das CDU (*Cooling Distribution Unit*), que receberão esta água de facilidades (FWS).”

Eduardo Spagnuolo resume a lista completa de equipamentos envolvidos: “chillers, *dry coolers*, torres de resfriamento ou sistemas de *free cooling* para resfriar o fluido, além de bombas, tubulações, isolamento e CDUs (*Coolant Distribution Units*) para sua distribuição e controle até os equipamentos de TI.”

Para Madureira, o coração desse sistema é a CDU que exige redundância interna: “O sistema mais aplicado hoje em dia utiliza CDUs, que consistem em um trocador de calor a placas (entre o *coolant* e a água gelada) e um conjunto de bombas que conta com

TABELA 1: FAIXAS DE TEMPERATURA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA SISTEMAS DE RESFRIAMENTO LÍQUIDO

Classe de Fluido	Temperatura Máxima de Fornecimento	Infraestrutura Típica de Resfriamento	Aplicação / Objetivo Principal
W17 (antiga W1)	17°C (62,6°F)	Chiller / Torre de Resfriamento	Data centers tradicionais com chillers dedicados
W27 (antiga W2)	27°C (80,6°F)	Chiller + Free Cooling parcial	Redução do uso de compressores usando o ar externo
W32 (antiga W3)	32°C (89,6°F)	Torre de Resfriamento Direta	Permite operação sem chiller na maioria dos climas
W40 (Nova)	40°C (104,0°F)	Dry Cooler / Torre de Resfriamento	Otimizado para alta densidade e rejeição direta de calor
W45 (antiga W4)	45°C (113,0°F)	Dry Cooler sem evaporação de água	Economia máxima de energia e uso em climas quentes
W+ (antiga W5)	> 45°C (> 113,0°F)	Sistema de Aquecimento Predial	Reaproveitamento do calor gerado para aquecimento local

Na prática, quanto mais alta a temperatura de operação suportada pelo sistema de *liquid cooling*, menor a dependência de chillers e maior o potencial de uso de *free cooling*.

processamento de dados. O segundo, proveniente de sistemas como chillers, *dry coolers*, torres de resfriamento ou *free cooling*, tem a função de remover esse calor e dissipá-lo para o ambiente externo. A CDU (*Coolant Distribution*

uma redundância incorporada para acionamento em caso de falha.”

Essa lista de equipamentos indica claramente que o liquid cooling não substitui a infraestrutura de água gelada tradicional, mas soma-se a ela, acrescentando uma camada adicional de distribuição (CDU + TCS) até o rack e o servidor.

Segurança, qualidade da água e redundância

Distribuir água, ou outro fluido, a poucos centímetros de componentes eletrônicos de altíssimo valor exige controle rigoroso. Este é, na visão dos três especialistas, um dos pontos mais sensíveis do projeto e da operação.

Santamaria organiza esse cuidado em quatro pilares: “gestão da qualidade e química da água; controle de vazão, pressão e temperatura; conexões de alta engenharia e mitigação de riscos; e metalurgia e compatibilidade de materiais.”

Spagnuolo acrescenta a dimensão do monitoramento contínuo: “A

segurança depende de redundância hidráulica, monitoramento contínuo, controle de qualidade do fluido, detecção de vazamentos, controle de pressão e vazão e integração com sistemas supervisórios. Essas medidas garantem disponibilidade, estabilidade térmica e proteção dos equipamentos críticos.”

“Data center sempre tem que contar com redundância na sua operação. É uma operação *Zero Downtime*. No *liquid cooling*, esta redundância tem que estar presente nos equipamentos e nos encaminhamentos. Os equipamentos têm que ser instalados em quantidade superior à necessária para a operação e, em geral, internamente os equipamentos também, como uma redundância de bombas, por exemplo (uma operante e uma reserva). O *loop* de circulação deve contar com válvulas que possibilitem manobras de interrupção de um trecho sem comprometer o atendimento a todas as cargas”, completa Fernando Madureira.

Balanceamento hidráulico

Um sistema hidráulico mal balanceado é, segundo os entrevistados, um dos principais riscos operacionais do *liquid cooling*. “Sem balanceamento, o fluido de resfriamento segue o caminho de menor resistência, deixando os servidores ou chips mais distantes com menos vazão do que o necessário, o que pode provocar superaquecimento e perda de performance”, explica Santamaria.

O engenheiro da Tosi cita soluções específicas. “Se utiliza sistema de retorno reverso nos coletores dos racks, válvulas de balanceamento dinâmico (PICVs) e placas de orifício fixo ou insertos de restrição dentro dos servidores (ou nos engates rápidos de cada lâmina), fornecido pelos fabricantes, que instalam estas pequenas placas com furos calibrados milimetricamente.”

Fernando Madureira também classifica esse tema como o ponto mais crítico de todo o projeto de um sistema *direct-to-chip*: “Este talvez seja o

projelmec

Eficiência e confiabilidade em ventilação para ambientes críticos.

☎ (51) 3451.5100

☎ (11) 5571-6329 / 5574-0735

☎ (11) 5574-8489 / 5539-7906

✉ vendas@projelmec.com.br

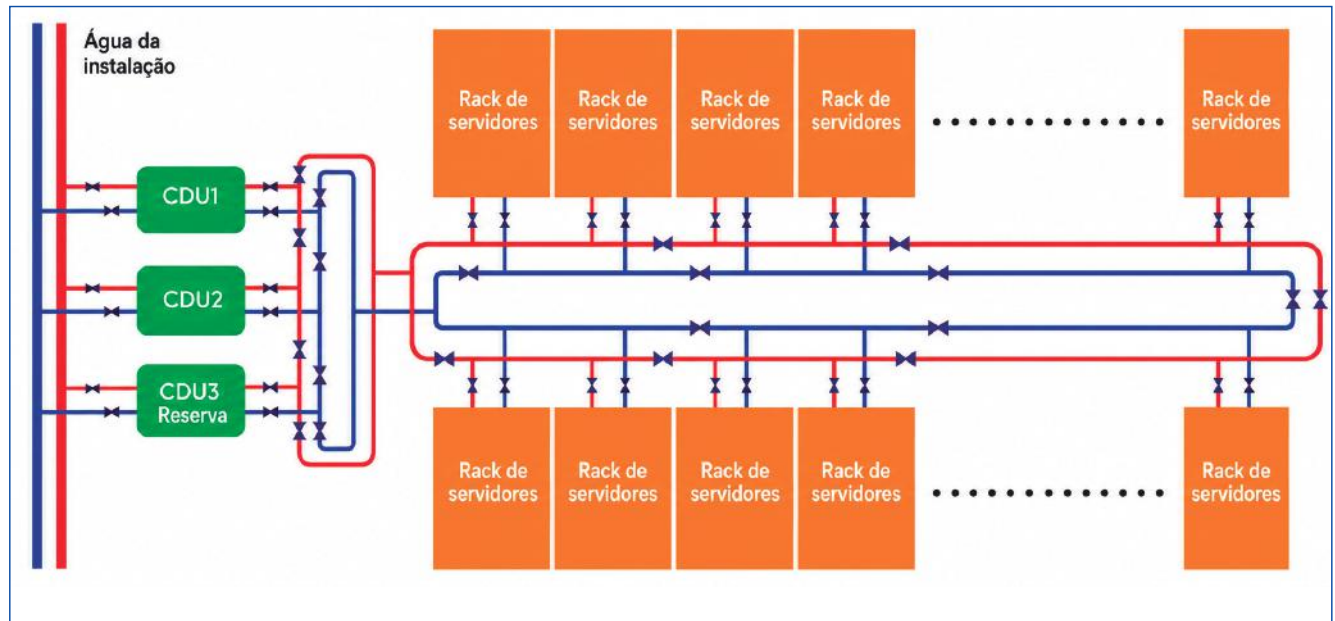
🌐 projelmec.com.br

📷 projelmec 📺 projelmecventilacaoindustrial 📺 projelmecventilacaoindustrial



Visite nosso site
e conheça nossa
linha completa.





ponto mais crítico na implementação de um data center com *liquid cooling direct-to-chip*. Além de cargas críticas, elas variam em altos ranges e muito rapidamente. Como utiliza-se fluxo variável, o balanceamento tem que ser mantido em qualquer cenário de carga, com resposta rápida e automatizada.”

Ele alerta ainda para as consequências de um balanceamento malfeito: “Um balanceamento ineficiente pode levar a uma queda do rendimento dos processadores (processamento mais lento) ou até a danos nos servidores, que possuem um valor muito elevado.”

“A preocupação com o balanceamento tem que ocorrer desde a fase de design, com dimensionamentos e seleções de válvulas e atuadores que permitem uma rápida resposta ao sistema. A fase de TAB (*Testing, Adjusting and Balancing*) em campo deve seguir procedimentos específicos à solução de projeto, com tratamento químico e dimensionamento correto dos filtros para garantir a qualidade do *coolant* e evitar incrustações. Finalmente, antes de entrar em operação, o comissionamento nível 5 deve garantir que todas as premissas anteriores foram atingidas”, conclui Madureira.

A mensagem é clara: balanceamento em *liquid cooling* não é um ajuste pontual, mas um processo contínuo que atravessa projeto, instalação, comissionamento e operação.

Direct-to-chip: a tecnologia de adoção mais rápida

Entre as três variantes de *liquid cooling*— direto no chip, imersão de fase única e imersão de duas fases —, o *direct-to-chip* (D2C) é hoje a mais amplamente adotada no mercado. “Em um servidor, o maior calor é produzido pelos chips que processam as informações, calor este que corresponde a cerca de 80% a 85% do calor total gerado pelo servidor. O sistema de refrigeração direta (*direct-to-chip*) atua removendo através de um trocador de calor instalado sobre este, no lugar do dissipador de calor normalmente utilizado pelos sistemas resfriados a ar. Então, esta maior parcela de calor é transferida para um fluido intermediário que será resfriado pelo fluido de facilidades através dos trocadores de calor das CDU. Para que isto ocorra, as CDU incorporam também um sistema de bombeamento controlado deste líquido de resfriamento (TCS). O restante do calor produzido pelos servidores (15% a 20%) continuará a ser removido por um sistema de resfriamento convencional a ar”, explana Marcos Santamaria.

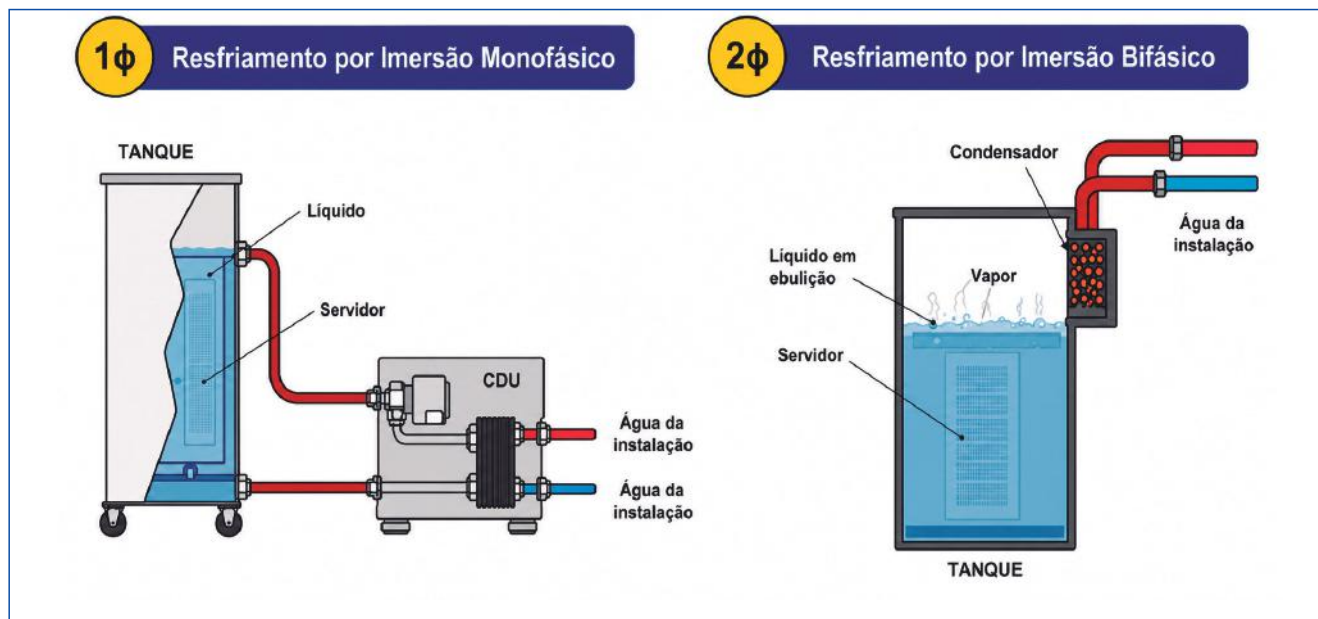
Mesmo com *direct-to-chip*, uma fração relevante do calor gerado pelo servidor — memórias, VRMs, controladores e outros componentes — ainda precisa de resfriamento a ar, o que explica por que essa tecnologia nunca

elimina totalmente a necessidade de ar-condicionado na sala.

“O sistema *direct-to-chip* resume-se a um pequeno trocador de calor que fica em contato direto com a superfície do chip (GPU) e utiliza como líquido de resfriamento um composto chamado comercialmente de *coolant*. Este líquido, que tem como principal componente a água, circula em um *loop* fechado muito semelhante ao circuito secundário de um sistema de água gelada. O equipamento que circula o *coolant* e retira o calor absorvido neste sistema se chama CDU (*Cooling Distribution Unit*), composto por bombas de circulação e um trocador de placas para fazer a transmissão térmica entre o *coolant* e o sistema de água gelada”, detalha, pedagogicamente, Madureira.

Ou, como resume, Spagnuolo, “o *direct-to-chip cooling* utiliza placas frias (*cold plates*) instaladas diretamente sobre CPUs, GPUs e outros componentes que geram mais calor. O líquido circula por essas placas e remove o calor diretamente da fonte térmica, aumentando significativamente a eficiência.”

Do ponto de vista prático, a grande vantagem apontada é a compatibilidade do D2C com a arquitetura de racks já existente na maioria dos data centers, o que facilita *retrofits* e reduz o impacto de obra.



Immersion cooling: quando o servidor mergulha no líquido

A segunda grande família de tecnologias é o resfriamento por imersão, que representa uma mudança muito mais radical na arquitetura do data center.

É Santamaria quem explica a diferença conceitual em relação ao D2C: “No sistema de resfriamento por imersão, o calor total produzido pelas placas eletrônicas dos servidores, incluído aí o calor dos chips, é transferido para um fluido dielétrico (que não conduz eletricidade) que, por sua vez, também precisará ser resfriado ou condensado pelo sistema de água de facilidades.”

“O *immersion cooling* tem como abordagem, literalmente, mergulhar os servidores por completo dentro de um líquido dielétrico que irá resfriar não apenas o chip, mas o servidor como um todo. O líquido dielétrico é basicamente um óleo que não conduz eletricidade, o que garante o funcionamento dos servidores mesmo totalmente imersos neste fluido. Existem duas abordagens de solução de *immersion cooling*: *single-phase* e *dual-phase*. Enquanto o *single-phase* apenas trabalha com um fluido no estado líquido, o *dual-phase* utiliza um líquido de baixa temperatura de ebulição e tira proveito das propriedades de calor latente (mudança de estado do fluido)

para uma maior dissipação de calor”, detalha Madureira, da Elea.

Direct-to-chip x immersion

Marcos Santamaria destaca a diferença de complexidade de implementação entre os dois sistemas: “O sistema de resfriamento direto do chip é o que está sendo mais adotado por ser de mais fácil implementação, com poucas alterações nos servidores e introdução de racks específicos, como a substituição dos dissipadores de calor dos chips e a interligação hidráulica. Já os sistemas de resfriamento por imersão necessitam de servidores especificamente projetados para esta aplicação, de forma que, apesar de mais eficientes do ponto de vista energético — por atuarem em 100% do calor produzido, e não apenas no calor produzido pelos chips —, têm uma aplicação mais restrita, sendo mais comumente utilizado em data centers de mineração de criptomoedas.”

O impacto físico dessa escolha sobre o layout da sala é explicado por Madureira. “O *direct-to-chip* foi um sistema que se adequou melhor à arquitetura tradicional dos data centers, sendo a solução mais amplamente aplicada. No data center tradicional, os servidores ficam dispostos em racks com portas traseira e dianteira perfuradas que permitem a circulação do

ar (com fluxo da frente para a traseira do rack). Com o sistema *direct-to-chip*, estes racks recebem mangueiras conectadas no anel que circula o *coolant*, não impactando muito na disposição tradicional das fileiras de racks dentro de um data center. O *immersion cooling* muda esta disposição dos servidores para a posição horizontal, exigindo uma maior área de ocupação por conjunto de servidores e alterando totalmente a qualificação dos técnicos que irão operar os sistemas.”

“O *direct-to-chip* resfria apenas os componentes mais quentes, preservando a arquitetura tradicional dos servidores e facilitando retrofits. Já o *immersion cooling* resfria todo o equipamento por imersão e oferece capacidade térmica ainda maior, porém exige uma infraestrutura mais específica. O D2C costuma ser a escolha para modernização de data centers existentes, enquanto a imersão pode ser mais atrativa para novas instalações de IA e HPC de alta densidade”, explica Spagnuolo numa abordagem prática.

Em síntese, para quem está diante de um projeto *greenfield* e de **altíssima densidade**, o *immersion cooling* pode oferecer o melhor desempenho térmico. Já para quem precisa modernizar uma instalação existente com o menor impacto possível sobre a ope-

ração e a qualificação da equipe, o *direct-to-chip* tende a ser a escolha mais pragmática.

Quando o *liquid cooling* é a melhor solução

“É vantajoso utilizar sistemas de resfriamento líquido quando existe prioridade na redução do custo operacional e aumento na eficiência energética, mas, também, passa a ser necessário quando se deseja trabalhar com racks de altíssimas densidades e, especialmente, com servidores de alta capacidade de processamento dedicados à Inteligência Artificial”, condensa Marcos Santamaria.

Fernando Madureira vai além e afirma que, para determinados perfis de cliente, o *liquid cooling* deixou de ser uma opção: “O sistema de *liquid cooling* não é uma opção. É uma demanda que vem do cliente que busca uma hospedagem de sua operação em um data center. Ou seja, são as características do projeto de implementação dos serviços de computação (racks, processadores etc.) que determinam se o *liquid cooling* é requerido ou não.”

Ele chama atenção, porém, para a importância do planejamento financeiro do projeto: “O que deve ser estudado na implementação é o dimensionamento correto e o faseamento adequado (se possível) da implementação, para que o investimento seja diluído através do tempo, de acordo com a real necessidade de utilização da infraestrutura.”

“Não existe uma regra única, pois a escolha deve ser baseada em uma análise técnica e financeira de cada projeto, considerando requisitos atuais, crescimento futuro, custos operacionais e objetivos de negócio. Geralmente, a adoção do *liquid cooling* tende a ser mais vantajosa quando as necessidades de densidade térmica, eficiência energética ou expansão da infraestrutura ultrapassam os limites do resfriamento a ar”, simplifica Spagnuolo.

Ele também destaca o ganho de eficiência global associado à tecnologia: “O resfriamento líquido oferece maior capacidade de remoção de calor, redução do consumo energético e melhor eficiência operacional. Não existe uma

regra única, porém estudos destacam que essa tecnologia pode contribuir significativamente para a melhoria da eficiência global do data center e para a redução do impacto ambiental.”

Na prática, o critério mais objetivo continua sendo a densidade por rack: instalações abaixo de 30 kW/rack normalmente ainda são bem atendidas pelo ar; acima desse patamar — e especialmente acima de 50 kW/rack, faixa típica das *AI Factories* —, o *liquid cooling* deixa de ser opcional.

O *liquid cooling* tende a eliminar totalmente a necessidade do resfriamento a ar? A resposta dos três especialistas é a mesma: não, ao menos não na maioria dos casos.

“Depende do modelo utilizado. O modelo de resfriamento líquido por imersão sim, substitui o uso do resfriamento a ar; já o modelo de resfriamento líquido direto no chip, não — uma parte do resfriamento dos servidores ainda será feita pelo sistema de resfriamento a ar”, resume Santamaria, da Tosi

“O resfriamento líquido não dispensa o resfriamento tradicional por ar. Um data center de IA é composto por racks equipados com servidores que exigem *liquid cooling*, mas existem cargas neste rack que dependem de um resfriamento tradicional a ar. Também, neste data center, existem racks que não utilizam *liquid cooling*, pois possuem uma densidade menor (servidores de armazenamento e de network). Os projetos atuais pedem uma flexibilização na parte de *cooling*, que mistura uma capacidade em *liquid cooling* e outra em *air cooling*. Ou seja, para cada 1.000 kW de capacidade da CAG, a instalação de LC varia entre 700 kW e 900 kW, e a de AC de 100 kW a 300 kW. A somatória das duas tecnologias dentro do data hall supera a capacidade instalada de CAG”, explica Madureira.

“O resfriamento líquido está se tornando a principal solução para ambientes de alta densidade computacional, especialmente aplicações de Inteligência Artificial (IA) e HPC (*High Performance Computing*), mas não substitui integralmente o resfriamento a ar na maioria dos data centers. Na prática, os projetos atuais tendem a ser híbridos, combinando *liquid cooling* para os componentes

mais críticos e *air cooling* para cargas auxiliares e calor residual”, complementa Spagnuolo.

Algumas conclusões

Ao fim e ao cabo, a escolha entre ar e líquido é uma questão de densidade, não de preferência. Data centers tradicionais, com até 30-50 kW por rack, seguem bem atendidos pelo ar. Acima desse patamar — realidade cada vez mais comum em IA — o *liquid cooling* deixa de ser opcional.

Direct-to-chip e *immersion cooling* atendem a necessidades diferentes. O D2C, mais simples e compatível com a arquitetura tradicional de racks, é a escolha natural para retrofit. O *immersion*, mais eficiente por tratar 100% do calor do servidor, exige infraestrutura e qualificação de equipe diferentes, sendo mais indicado para projetos *greenfield* (iniciados do zero) de altíssima densidade.

O projeto hidráulico é tão crítico quanto o elétrico. Qualidade da água, controle de vazão e pressão, compatibilidade de materiais, redundância de bombas e balanceamento hidráulico são fatores que, se negligenciados, comprometem tanto a performance quanto a integridade de equipamentos de altíssimo valor.

O ar não vai desaparecer, convivendo com o líquido. Mesmo nos projetos mais avançados, uma parcela do calor gerado nos racks continuará a depender de resfriamento a ar. O desenho híbrido é hoje a realidade da maioria das instalações de IA.

A decisão de investimento é, assim, técnica e financeira. A adoção do *liquid cooling* parte das exigências do cliente e da carga computacional contratada, cabendo ao projetista dimensionar corretamente a infraestrutura e, sempre que possível, planejar as fases para diluir o investimento ao longo do tempo.

Para o técnico e o engenheiro que atuam na linha de frente da operação dos data centers, entender essas nuances, muito mais do que decorar siglas como CDU, FWS, TCS ou W45, significa estar preparado para o principal desafio da infraestrutura digital nos próximos anos: sustentar, com segurança e eficiência, o apetite térmico crescente da inteligência artificial.



Uma solução para o aproveitamento de energias renováveis

A termoacumulação de água gelada não pode ser descartada como consequência do fracasso da acumulação de gelo, tampouco pelo fim da tarifa horosazonal tradicional

A termoacumulação já foi uma estratégia preferencial para a estocagem de água gelada ou gelo nos horários em que o custo da energia elétrica era mais competitivo, incentivando a criação de um estoque térmico para abastecer o horário de ponta. Essa lógica, amarrada à extinta tarifa horosazonal, fez com que a maioria dos projetos de grande porte, notadamente shoppings centers, edifícios de uso corporativo e hospitais, incorporassem tanques de acumulação.

Com o fim da tarifa horária tradicional e a popularização do mercado livre de energia, a percepção geral no mercado foi de que a termoacumulação havia perdido sua razão de ser. Somando-se a isso, o histórico de insucessos de muitos sistemas de termoacumulação de gelo — mal dimensionados, caros de manter e pouco

eficientes —, fez com que a solução se ausentasse do radar de projetistas de sistemas de água gelada no Brasil.

Mas há quem defende, com verdade técnica, que essa conclusão foi precipitada. Para explorar essa tese, ouvimos dois especialistas: o professor doutor João Pimenta, da Escola de Engenharia da Universidade de Brasília (UnB), e Leonilton Tomaz Cleto, consultor especializado em desempenho de sistemas de AVAC-R e diretor da Yawatz Engenharia. Em entrevista por e-mail, eles detalharam por que a termoacumulação de água gelada continua sendo, na visão de ambos, uma das soluções de engenharia mais eficientes disponíveis para o setor, especialmente diante do avanço da geração distribuída fotovoltaica.

A primeira questão a ser respondida é o que mudou com o fim, relativo, da chamada tarifa horosazonal e se essa era a única justificativa para explorar a solução. Ou se, independente disso, a termoacumulação ainda se sustenta enquanto instrumento de gestão energética.

O professor João Pimenta acredita que sim, mas amplia o argumento. Segundo ele, além de deslocar o consumo para horários de tarifa mais baixos, a termoacumulação pode reduzir a demanda elétrica máxima, evitando ultrapassagens da demanda contratada e aumentando a flexibilidade operacional dos sistemas de climatização e refrigeração, benefícios esses que permanecem válidos independentemente da estrutura tarifária vigente.

Leonilton Tomaz Cleto vai direto ao ponto sobre porque a solução caiu em desuso. Para ele, os sistemas de água gelada com tanques de termoacumulação ainda estão entre os mais eficientes e confiáveis do mercado. O problema, explica, começou com a migração para o mercado livre de energia, quando se fundou a ideia de que “não havia mais horário de ponta” — uma generalização que não é totalmente verdadeira. Falta, na avaliação do responsável pelo projeto, um estudo de engenharia mais rigoroso antes de descartar a solução.

Há ainda um segundo fator, mais importante na visão de Cleto: a própria termoacumulação foi mal aplicada em diversos projetos brasileiros, principalmente em sistemas de

termoacumulação de gelo, segundo ele, “a pior opção de sistema de água gelada”. Segundo o consultor, esse tipo de sistema nunca foi viável no Brasil, e o mercado livre acabou por ser um pretexto conveniente para abandoná-lo, em meio à frustração generalizada dos usuários com os problemas operacionais recorrentes. O resultado colateral, argumenta Cleto, foi que os sistemas de termoacumulação de água gelada, infinitamente superiores, acabaram sendo descartados juntos, por associação indevida. “No entanto, o sistema de termoacumulação de água gelada ainda é a melhor solução de engenharia e deveria ser considerado em muitas aplicações”, afirma.

Da gestão de energia à gestão de eficiência

Os dois especialistas convergem em um ponto central: a discussão precisa sair do campo elétrico e entrar no campo termodinâmico. Pimenta lista os benefícios ainda vigentes: redução de custos operacionais e de demanda máxima, aproveitamento de excedentes de geração renovável, aumento da segurança operacional e, em sistemas bem concebidos, possibilidade de reduzir a capacidade instalada de chillers e da infraestrutura elétrica associada. Ele faz, porém, uma ressalva: a redução de Capex não é automática e depende diretamente da configuração e do dimensionamento do sistema.

Leonilton Tomaz Cleto propõe uma mudança de abordagem mais radical. Para ele, ainda hoje os critérios de aplicação da termoacumulação costumam ficar limitados à sua utilização no horário de ponta, quando, na verdade, sua melhor aplicação estava ligada à eficiência, não apenas ao consumo de energia. O consultor observa que a gestão de energia normalmente fica sob responsabilidade de equipes de engenharia elétrica, que muitas vezes não têm o conhecimento aprofundado sobre o comportamento da eficiência de um sistema de água gelada ao longo do dia, considerando o ciclo de operação, seja de 12, 18 ou 24 horas, e ao longo do ano, com as variações climáticas. Na sua visão, disciplinas como termodinâmica, transferência de calor e mecânica dos fluidos têm impacto muito maior na eficiência energé-

tica de um sistema de água gelada do que os fatores do sistema elétrico que atende o sistema de água gelada, ainda que estes também sejam relevantes.

Para ilustrar o argumento, Cleto apresenta um dado técnico. Um chiller de alto desempenho, com condensação a água, pode atingir um COP acima de 6,0 kW/kW operando a 100% de carga no pico do verão. Em climas mais amenos, esse mesmo equipamento pode alcançar um COP superior a 9,0 kW/kW — um ganho de eficiência de cerca de 50%. Ele pondera, no entanto, que esse ganho nem sempre se traduz totalmente em desempenho positivo para sistemas convencionais que operam apenas em horário diurno ou por períodos de 16 a 18 horas. Considerando a maior parte do território brasileiro — de São Paulo ao Norte e Nordeste, excetuando a região Sul —, mesmo sistemas eficientes e bem controlados costumam atingir, nos períodos de temperaturas mais amenas, um COP de chiller (isoladamente, sem contar a Central de Água Gelada como um todo) na faixa de 7,5 a 8,0 kW. É justamente aí, segundo o consultor, que entra a vantagem da termoacumulação: operando no período noturno, é possível obter resultados de eficiência ainda melhores.

Qual o melhor horário para acumular?

Se antes a lógica era simples — produzir fora do horário de ponta —, hoje a decisão sobre quando acumular energia térmica ficou mais complexa. João Pimenta confirma que, sem tarifas horosazonais diferenciadas, a termoacumulação perde parte do seu apelo original. Ainda assim, permanece o benefício de acumular água gelada em períodos de temperatura externa mais amena — normalmente à noite —, que favorecem COPs mais altos e, consequentemente, menor consumo de energia e menor custo por TRh (tonelada de refrigeração-hora) acumulada. Em instalações com geração fotovoltaica, pondera o professor, pode ainda ser vantajoso concentrar a produção térmica durante as horas de maior geração solar. A decisão ideal, segundo ele, deve considerar simultaneamente tarifas, demanda contratada, condições climáticas, eficiência

dos chillers, previsão de carga e disponibilidade de geração renovável.

Tomaz Cleto é ainda mais enfático ao separar as duas tecnologias. Sobre a termoacumulação de gelo, a sua avaliação é dura: “nunca trouxe vantagens, só prejuízos — pior que sítio no interior, casa na praia ou jipe antigo”, compara. O problema, segundo ele, começava já no projeto, no dimensionamento — frequentemente superdimensionado — da carga térmica no horário de ponta (das 17h30 às 20h30). As contas feitas no projeto são planejadas, mas, na prática, o resultado foi ruim. O caso mais crítico, segundo Cleto, era os edifícios de escritórios: a partir das 18h30 o prédio se esvaziava e a carga térmica prevista em projeto para o horário de ponta simplesmente não se concretizava, comprometendo o retorno do investimento.

O consultor aponta ainda um problema de eficiência mais grave: para produzir gelo no horário noturno, o consumo de energia do sistema como um todo — chillers, bombas e torres de resfriamento — costuma ser de 50% a 55% maior. A isso se soma o uso de solução de etileno glicol, para viabilizar o congelamento, mas que ele descreve como um fluido de propriedades termofísicas ruins: baixa eficácia nos trocadores de calor (reduzindo o COP dos chillers) e maior consumo de energia de bombeamento, devido às propriedades mais elevadas. A manutenção desse fluido, acrescenta, também é cara e mais difícil. “Assim, quando se provou que a termoacumulação de gelo era uma solução muito ruim para os sistemas de água gelada no Brasil (e eu me sinto orgulhoso por fazer parte de um grupo de engenheiros que difundiu essa inviabilidade), infelizmente acreditou-se que os sistemas de termoacumulação de água gelada também eram inviáveis”, reforçando que os dois sistemas não deveriam ter sido julgados pela mesma régua.

Uma diferença técnica relevante, segundo o consultor, é que o volume do tanque em sistemas de gelo é bem menor que o de sistemas de água gelada — o que tornou difícil viabilizar tanques de água gelada em edifícios com mais de 50 metros de altura. Por outro lado, em aplicações industriais, hospitais, data centers e

shopping centers com tipologia mais horizontal — ou nos casos em que é possível instalar o tanque no topo do prédio —, Cleto vê grandes vantagens e possibilidades reais de ganho de eficiência. A chave, segundo ele, é a aplicação de um sistema de automação otimizado, supervisionado por especialistas em eficiência de sistemas de termoacumulação de água gelada. A introdução da inteligência artificial no controle desses sistemas pode tornar essa ferramenta ainda mais poderosa nas mãos dos especialistas.

Cleto destaca ainda uma vantagem operacional pouco discutida: diferente do gelo, o tanque de água gelada pode ser “carregado” ou “descarregado” a qualquer momento da operação, sendo utilizado ao longo de todo o dia — seja para otimizar a operação dos chillers ou para garantir maior estabilidade operacional do sistema. Quanto ao horário ideal, a sua recomendação é clara: acumular à noite (mesmo em sistemas que funcionam 24 horas por dia) e utilizar o tanque no período de pico de carga térmica, que costuma coincidir com o horário de ponta tarifário. Ele lamenta que não exista, hoje, uma tarifa reduzida para o período noturno, e sugere que, num contrato de mercado livre bem estruturado, uma tarifa especial entre 22h00 e 6h00, por exemplo, tornaria a termoacumulação de água gelada uma proposta ainda mais atrativa para consumidores e fornecedores.

Geração distribuída como nova oportunidade para estocar energia

Com a expansão da geração distribuída, sobretudo fotovoltaica, a pergunta natural é se essa tendência devolve à termoacumulação parte do apelo que ela tinha na era da tarifa horosazonal. Para João Pimenta, a resposta é afirmativa: os excedentes de geração fotovoltaica podem ser utilizados para produzir e armazenar água gelada ou água quente para uso posterior, aumentando o autoconsumo da geração local, reduzindo a demanda em horários críticos e desacoplando o momento da geração elétrica do momento do consumo térmico. Ele observa que, no contexto dos edifícios, essa integração tende a ser mais relevante com a geração fotovoltaica do que com a eólica.

Tomaz Cleto registra menos familiaridade com o tema da geração distribuída em si, mas aponta o que considera óbvio: como a energia elétrica ainda não pode ser armazenada de forma ampla e barata, a energia térmica — que pode — se torna um complemento natural. Para ele, a grande oportunidade é a aplicação de termoacumulação de água gelada em sistemas de District Cooling (resfriamento distrital) associados a sistemas locais de geração de energia, um movimento que já vem crescendo nos Estados Unidos e na Europa. Novamente, os consultores reforçam que a vantagem real depende da otimização do deslocamento da carga térmica diurna — principalmente no pico — para a termoacumulação realizada no período noturno.

Sobre os segmentos com maior potencial de aplicação, Pimenta afirma que a termoacumulação é especialmente atraente em instalações com cargas térmicas elevadas e previsíveis, picos declarados, restrições de demanda elétrica ou tarifas diferenciadas. Ele cita como setores de maior potencial os edifícios corporativos, universidades, hospitais, shopping centers, aeroportos, indústrias, sistemas distritais de água gelada e data centers.

Tomaz Cleto amplia a resposta: praticamente qualquer setor pode se beneficiar da termoacumulação de água gelada. As limitações, na visão dele, estão muito mais ligadas à prática de cada aplicação — o que exige um estudo de critérios de engenharia, incluindo uma análise não superdimensionada do perfil de carga térmica, além de aspectos estruturais como área disponível, volume e peso do tanque, pressão de projeto, horários de operação e, claro, o retorno financeiro do investimento.

Nesse ponto, o consultor traz uma reflexão sobre como o setor costuma avaliar o retorno do investimento em climatização de modo geral. Ele lembra que, no caso de um sistema de ar-condicionado convencional, ninguém questiona o ROI (retorno sobre o investimento) antes de decidir pela sua implantação, mesmo quando esse retorno supera dois anos, considerando apenas os custos energéticos.

termoacumulação

Mas se o projeto inclui a produtividade dos usuários, comparando um sistema padrão (avaliado apenas pela eficiência dos chillers) com um sistema otimizado com termoacumulação de água gelada, o resultado passa a ser, segundo ele, muito favorável à termoacumulação.

Benefícios ambientais

João Pimenta defende que o impacto ambiental da termoacumulação é significativo e vai além da simples redução de custos. Segundo ele, um projeto eficiente de termoacumulação diminui a demanda máxima e otimiza a infraestrutura, reduzindo a capacidade necessária de chillers e o inventário de fluidos refrigerantes - o que minimiza riscos ambientais e de segurança associados a vazamentos. Além disso, o sistema amplia o aproveitamento de fontes renováveis e permite que o carregamento térmico ocorra em períodos de menor intensidade de carbono na rede elétrica. Ele faz, contudo, uma ressalva: o benefício real ecológico depende da tecnologia adotada, das perdas térmicas do sistema e do perfil da geração elétrica local, ou seja, não é um ganho automático ou universal.

Leonilton Tomaz Cleto prefere um enquadramento diferente. Ele insiste em usar o termo “gestão de eficiência energética” em vez de “gestão de energia”, argumentando que, em sistemas termodinâmicos, indicadores como COP, SEER ou PLV (Part Load Value) são muito mais representativos do desempenho real do sistema do que o simples consumo registrado na conta de energia. Quanto à dimensão ambiental especificamente, sua visão é mais cética: para ele, qualquer discurso que vá além dos ganhos operacionais e de eficiência energética já fornecidos pela termoacumulação de água gelada tende a ser, em boa parte, marketing. Isso não significa negar o benefício ambiental — a economia de energia e a redução de impacto ambiental já são, segundo ele, consequências naturais de maior eficiência —, mas ele evita trazer à solução um propósito ambiental que vai além disso.

O potencial pouco explorado nos data centers

Um dos segmentos que mais pode-



Leonilton Tomaz Cleto

ria beneficiar-se da termoacumulação seria o de data centers, hoje entre os maiores consumidores de energia elétrica do país e do mundo. Pimenta explica que, nesse tipo de instalação, a termoacumulação atua na redução da demanda de pico, na otimização do PUE (Power Usage Effectiveness) e no aumento da resiliência operacional. O processo se viabiliza pela produção e armazenamento de energia térmica, via água gelada, gelo ou materiais de mudança de fase (PCMs), durante períodos de menor custo energético ou de temperaturas externas mais baixas. Esse “inventário térmico” é então utilizado nos horários de pico para aliviar os chillers e liberar capacidade elétrica para os servidores de TI. Pimenta destaca ainda um benefício de segurança operacional: o sistema viabiliza resfriamento contínuo emergencial durante falhas na rede elétrica, cobrindo o intervalo necessário para a partida dos geradores de backup. A implementação, porém, exige con-

trole automatizado de alta precisão, sistemas redundantes e dimensionamento específico da autonomia térmica necessária.

Tomaz Cleto é categórico ao afirmar que a termoacumulação deveria ser muito mais utilizada no Brasil em projetos de data centers, como já ocorre nos Estados Unidos e na Europa. Mas, segundo sua avaliação, isso ainda não acontece por aqui, mesmo em projetos novos, em razão de abordagens conservadoras e soluções mais simplistas, em que a garantia de operação é resumida a redundância e continuidade operacional. Essa simplificação, na visão do consultor, gera confusão na própria definição do conceito do sistema de água gelada, que poderia ser bem mais eficiente e, ao mesmo tempo, oferecer maior garantia operacional. Ele faz uma ressalva importante: o conceito de termoacumulação de água gelada aplicado a um data center — assim como em outros sistemas industriais — não deve ser entendido apenas como uma ferramenta para economizar energia no horário de ponta.

Água gelada x gelo: entendendo as diferenças de processo

Pimenta explica que, embora ambos utilizem chillers para resfriar um fluido de trabalho e tanques para armazenar a energia térmica, os processos sofrem significativamente na termodinâmica e na operação.

Na termoacumulação por água gelada, os chillers operam com setpoints positivos — acima de 0°C —, armazenando o que se chama de calor sensível. Já na produção de gelo, o sistema trabalha com calor latente, o que exige setpoints negativos e o uso de uma solução anticongelante como fluido secundário para viabilizar o congelamento.

Essa diferença física tem impacto direto no dimensionamento e na eficiência de cada sistema. O armazenamento em gelo exige um volume de reservatório significativamente menor, o que é vantajoso em locais com restrição de espaço. Em contrapartida, operar o chiller em temperaturas negativas reduz o COP do equipamento e aumenta o consumo de energia. Por isso, segundo o professor, o sistema de

gelo exige um projeto e um controle operacional muito mais precisos para equilibrar a eficiência energética e as previsões econômicas.

Componentes de um sistema de termoacumulação

Além dos chillers, que produzem água gelada ou o gelo, um sistema de termoacumulação depende de uma série de outros componentes para cumprir sua função. João Pimenta lista os principais: tanque de armazenamento, isolamento térmico, bombas, tubulações, válvulas de controle e balanceamento, vasos de expansão, trocadores de calor, sistemas de tratamento de água, sensores de temperatura, pressão e vazão, além de medição de energia térmica. Ele reforça que o sistema de automação e controle é fundamental, pois precisa coordenar o carregamento e a descarga do tanque conforme a carga térmica, as tarifas vigentes, a demanda elétrica contratada, a geração renovável disponível e o estado de carga do próprio reservatório.

Leonilton Tomaz Cleto confirma que esses são, de fato, os componentes básicos de qualquer sistema de água gelada — com exceção do próprio tanque de termoacumulação, que é o elemento que diferencia essa configuração dos demais. Ele descreve o tanque, de forma didática: “Tratando-se do sistema de termoacumulação de água gelada, de fato, o tanque de termoacumulação nada mais é do que um bypass enorme (de grande volume) entre o circuito primário e o circuito secundário de água gelada. E o fluxo da água gelada da saída dos chillers para o inferior do tanque de termoacumulação ou do inferior do tanque para a sucção das BAGS depende primeiramente das demandas de vazão do circuito primário e do circuito secundário. Ou seja, sempre que a vazão no circuito primário for superior à vazão do circuito secundário, o tanque estará recebendo água gelada (no jargão de campo, o tanque estará sendo “carregado” de água gelada) e quando a vazão do circuito secundário for maior que a do circuito primário, o tanque estará sendo “descarregado”.

Mas a maior diferença, segundo Cleto, é mesmo no sistema de auto-



João Pimenta

mação e controle da Central de Água Gelada (CAG). Um sistema convencional, sem termoacumulação, pode até operar com um controle inadequado — fruto de projeto malfeito, lógicas incompletas ou outras limitações — e ainda assim funcionar, ainda que de forma ineficiente e instável. Já em um sistema com termoacumulação de água gelada, um controle inadequado tem consequências muito ruins: pode levar à descarga do tanque — enchendo-o de água quente de retorno — fora do planejamento, comprometendo toda a estratégia energética planejada. Enquanto isso ocorre, os chillers passam a operar em carga parcial e com baixo diferencial de temperatura, prejudicando ainda mais a eficiência do conjunto. Para o consultor, o componente mais importante de qualquer sistema de água gelada continua sendo uma boa engenharia — e isso é ainda mais determinante quando o projeto inclui termoacumulação.

Uma solução técnica, não apenas tarifária

Ao sintetizar sua posição sobre o tema, João Pimenta afirma que a termoacumulação permanece uma proteção relevante e deve ser considerada sempre que uma ou mais condições estejam presentes: tarifas horárias desenvolvidas, ou demanda intermitente com intervalos prolongados sem carga, o que permite adotar um sistema com capacidade reduzida de resfriamento ou aquecimento.

Para o professor, a previsão da termoacumulação não deve mais ser avaliada apenas pela diferença entre tarifas de ponta e fora de ponta — planejamentos que dominaram o raciocínio do setor por décadas. Ele defende que a solução seja entendida como um recurso mais amplo: deslocar cargas, reduzir a demanda elétrica, integrar fontes renováveis, limitar a capacidade instalada de equipamentos e aumentar a resiliência operacional das instalações. A sua aplicação, segundo Pimenta, é mais atraente quando há cargas térmicas previsíveis, picos pronunciados, restrições de energia elétrica, tarifas desenvolvidas, excedente de geração renovável ou necessidade de reserva térmica para continuidade operacional. A decisão final, conclui, deve resultar de uma análise técnica e critério econômico do perfil de horário de carga, da eficiência do sistema, das perdas térmicas envolvidas, do espaço disponível, do investimento necessário e da estratégia de controle a ser empregado.

O conjunto das respostas dos dois especialistas converge para uma mensagem que interessa diretamente a todo o setor de AVAC-R: a termoacumulação de água gelada não deveria ter sido descartada como consequência do fracasso da termoacumulação de gelo, tampouco apenas pelo fim da tarifa horosazonal tradicional. Estamos falando de duas tecnologias específicas, com desempenhos termodinâmicos muito diferentes, e cujas previsões dependem, acima de tudo, de bom dimensionamento, controle de automação bem projetado e uma leitura realista do perfil de carga da instalação; não de uma régua tarifária que, segundo os próprios entrevistados, nunca contou toda a história.

Como funciona o sistema de armazenagem de energia térmica



Um sistema de termoacumulação funciona em conjunto com um sistema de água gelada, utilizando um ou mais tanques de grande volume para armazenar energia térmica em baixa temperatura. O processo ocorre no interior dos tanques, onde um líquido é resfriado ou congelado e mantido a baixa temperatura até o momento do uso.

O fluido mais comum é a água, utilizada em dois modos: por resfriamento (aproveitando o calor sensível) ou por congelamento (aproveitando os calores sensível e latente). Outros fluidos, como os Materiais de Mudança de Fase (PCM), são raros no Brasil. Os PCM possuem alto calor latente de fusão e temperatura de fusão acima de 10°C, permitindo reduzir o volume de armazenamento e usar chillers com água gelada (sem anticongelante), resultando em maior eficiência. Eles podem ser inorgânicos (sais hidratados) ou orgânicos (ácidos graxos, parafinas).

A principal vantagem da termoacumulação é a capacidade de produzir frio durante períodos de baixa demanda (ex.: noturno) ou tarifa de energia elétrica mais baixa, acumulando a energia térmica. Essa energia é utilizada durante o período de ponta (tarifa mais alta), permitindo reduzir ou até desligar os chillers. Nesse modo, apenas as bombas de água gelada operam para circular o fluido entre os tanques e os equipamentos, reduzindo substancialmente a demanda contratada e o consumo de energia no horário de ponta.

Alguns sistemas são dimensionados para atender toda a carga térmica durante o pico de verão, o que exige tanques maiores e chillers de menor capacidade. Isso reduz a demanda contratada também no período fora de ponta, mas exige análise cuidadosa e um chiller reserva.

Os dois tipos mais comuns de termoacumulação são:

I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VENTILAÇÃO



Não Associados ABRAVA: R\$ 89,00


Thermomatic
Indoor Air Control

FIGURA 1: ACUMULAÇÃO DE ÁGUA GELADA
(EXTRAÍDO DO “MANUAL DE SISTEMAS DE ÁGUA GELADA” (CORTESIA TRANE))



1. Termoacumulação de água gelada

Este é considerado o sistema mais eficiente disponível. O modelo mais comum utiliza um tanque de grande volume com fluxo estratificado, no qual a baixa velocidade da água garante a separação entre a porção “gelada” (mais densa) e a “quente” (menos densa) por diferença de densidade.

O arranjo típico é o de duplo circuito:

Circuito primário: Bombas primárias (BAGP) atendem os chillers.

Circuito secundário: Bombas secundárias (BAGS) atendem os equipamentos usuários.

O tanque de termoacumulação é instalado no *bypass* entre os dois circuitos, e o fluxo para o tanque depende da diferença de vazão entre o primário e o secundário.

Operação:

Carregamento (período fora de ponta/baixa demanda): Com as BAGS desligadas, os chillers e BAGP operam. A água gelada dos chillers alimenta a parte inferior do tanque, enquanto a água “quente” do retorno sai pelo topo e volta para os chillers. O tanque se carrega totalmente com água gelada.

Descarregamento (período de ponta): Com os chillers e BAGP desli-

gados, a água gelada da parte inferior do tanque é succionada pelas BAGS e enviada aos equipamentos. A água “quente” que retorna volta para o topo do tanque, descarregando-o de cima para baixo.

Operação mista (demanda parcial): Se a vazão primária for maior que a secundária, o excesso de água gelada é armazenado no tanque. Se a vazão secundária for maior, a diferença é suprida pela água gelada do tanque, que se descarrega parcialmente.

Vantagens:

Ótimo controle, com possibilidade de otimização da sequência de operação dos chillers.

Menor consumo de energia, podendo atingir economia anual de até 50% comparado a sistemas tradicionais. Em dias amenos, os chillers podem operar apenas à noite (com melhor COP) para carregar o tanque, atendendo toda a demanda diurna.

Permite que os chillers evitem operar em cargas muito reduzidas.

Desvantagem e cuidados:

A principal desvantagem é o uso apenas do calor sensível, o que exige um volume de água cerca de sete vezes maior do que sistemas com gelo (que

usam calor latente). Isso torna sua aplicação em edifícios altos difícil devido à pressão elevada nos tanques.

Um problema crítico é a Síndrome de Baixo DT (pequena diferença de temperatura). Se as BAGS operarem com vazão excessiva, ocorre um descarregamento natural do tanque enquanto os chillers trabalham com carga reduzida. Isso pode esvaziar o tanque antes mesmo do horário de ponta, forçando o acionamento dos chillers nesse período e elevando o custo de energia. Portanto, um sistema de automação bem configurado é essencial para evitar esse desvio.

2. Termoacumulação de gelo

Este sistema utiliza o calor latente de fusão da água como fonte de armazenamento, reduzindo significativamente o volume dos tanques. A contrapartida é que os chillers precisam operar com temperaturas mais baixas (em torno de -6°C) durante o período de fabricação de gelo.

Os dois sistemas mais utilizados são:

a) Ice Balls (esferas de gelo):

Utiliza um ou dois tanques de grande volume com centenas de milhares de esferas herméticas (cerca de 100 mm de diâmetro) contendo água destilada, soltas no tanque.

O tanque é preenchido com solução de água e etileno glicol a 25% (ponto de congelamento a $-11,5^{\circ}\text{C}$), que circula por todo o sistema.

Produção de gelo: A solução de glicol circula a baixa temperatura (-6°C) pelo tanque, congelando a água no interior das esferas.

“Queima” de gelo: A solução de glicol que retorna dos equipamentos (cerca de $+12^{\circ}\text{C}$) circula pelo tanque, derretendo o gelo.

b) Tanques com Serpentinhas:

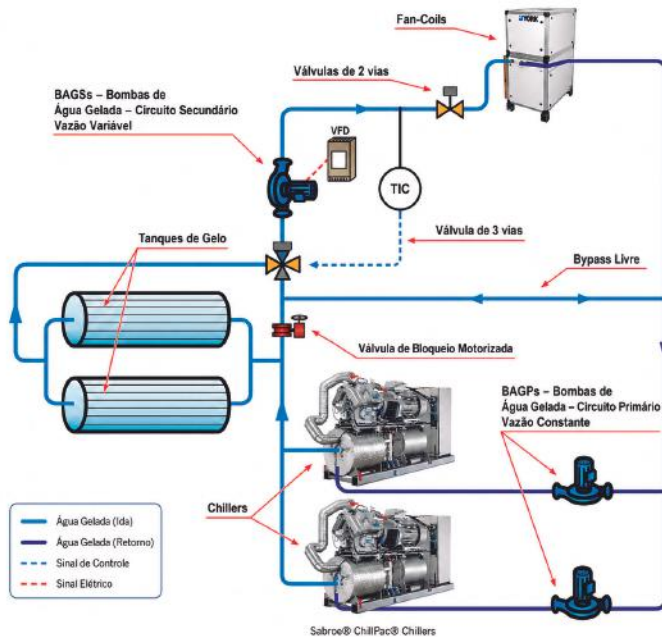
Utiliza dezenas de tanques de menor volume com serpentinas flexíveis de polietileno imersas em água da rede.

No interior das serpentinas, circula a solução de água e etileno glicol a 25%.

Produção de gelo: A solução de glicol circula a -6°C no interior das serpentinas, congelando a água ao redor delas.

“Queima” de gelo: A solução de glicol que retorna dos equipamentos ($+12^{\circ}\text{C}$) circula pelas serpentinas, derretendo o gelo.

FIGURA 2: ACUMULAÇÃO DE GELO
(EXTRAÍDO DO “MANUAL DE SISTEMAS DE ÁGUA GELADA” (CORTESIA JOHNSON CONTROLS))



Operação dos chillers em sistemas com gelo: Os chillers operam com dois **setpoints de temperatura**:

Modo ar-condicionado (período normal): A temperatura de saída da solução de glicol é de cerca de 6°C, atendendo a demanda do sistema.

Modo fabricação de gelo (período noturno): A temperatura de saída é reduzida para -6°C para congelar a água nos tanques.

Modo queima de gelo (horário de ponta): Os chillers **são desligados**. As **bombas primárias** (BAGP) fazem a solução de glicol circular pelos tanques de gelo (em série com os chillers desligados), derretendo o gelo e resfriando a solução que retorna dos equipamentos (entre 8°C e 13°C) até a temperatura de **setpoint** de 6°C, que é então enviada ao circuito secundário para os condicionadores de ar.

Extraído do “Manual sobre Sistemas de Água Gelada – Vol. I, item 8.6” – Leonilton Tomaz Cleto, editado pelo MMA/PNUD

PORTAL
e|a engenharia
arquitetura
WWW.PORTALEA.COM.BR

Informação técnica
para quem projeta,
constrói e transforma

O Portal EA é a plataforma de conteúdo especializada em engenharia, arquitetura, construção, climatização, refrigeração, automação, eficiência energética e qualidade do ambiente interno.



NOTÍCIAS E ARTIGOS

Atualização diária sobre o mercado e as melhores práticas.



ENTREVISTAS E ESPECIAIS

Conteúdo técnico com especialistas e lideranças do setor.



INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Tendências, lançamentos e soluções que impulsionam o futuro.



EVENTOS E CAPACITAÇÃO

Agenda completa dos principais eventos e cursos do setor.



ENGENHARIA



ARQUITETURA



HVAC-R
CLIMATIZAÇÃO



EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA



AUTOMAÇÃO
E CONTROLE

novatécnica

**Sistemas
hidrônicos
para HVAC**



A chave para o sucesso em projetos de retrofit em Edifícios.

Os edifícios representam 38% das emissões globais de CO₂, sendo 28% durante a operação e 10% durante a construção e renovação. A Belimo contribui com soluções inovadoras para sistemas HVAC hidrônicos, que aumentam a eficiência energética, reduzem emissões e proporcionam conforto nos edifícios. Produtos como válvulas inteligentes e sensores precisos permitem otimizar projetos de renovação, alinhando eficiência e sustentabilidade.



Conheça as Vantagens
belimo.com

BELIMO



Termocumulação contribui significativamente para a redução de emissões

Demanda térmica para proceder à climatização é variável em horário, época e perfil de uso, a exemplo do que ocorre também em relação à intensidade das fontes renováveis

Entendo a tarifação horosazonal como uma medida de natureza conjuntural para estimular e favorecer a adoção de medidas estruturais de equalização entre os perfis de geração de energia e as correspondentes atividades de sua utilização no tempo.

A adoção pela Eletrobras da metade da década de 1980 a 1990, resultou em providências de contraposição que, em linhas gerais, constituíram-se de sistemas de geração a partir de combustíveis fósseis de altas taxas de emissões, cujo impacto se fez sentir com o acréscimo registrado na crescente taxa de CO₂ contida no ar, que atingiu um valor de 320 ppm em 1960, considerando que no início da Revolução Industrial Europeia, em 1850, esse valor situava-se em 280 ppm. Em 2014 atingiu 400 ppm e, na atualidade, 430 ppm.

Inicialmente, adotou-se fundamen-

talmente o diesel, cuja taxa de emissões atinge 725 g/kWh, e, em sequência, o G.N., com taxa de emissões 400 g/kWh.

A termoacumulação contribuiu significativamente para a redução de emissões, por operar com energia elétrica oriunda de matriz com emissões da ordem de 100 g/kWh, aproveitando a baixa demanda no horário noturno, considerando que cerca de 40% do uso de energia em edificações são devidos ao AVAC-R.

Trata-se, pois, de um processo estruturador que racionaliza a produção e a compatibiliza com a utilização, procedendo à equalização entre os respectivos perfis.

Mudanças climáticas e a gestão energética

A evolução do valor da deposição de CO₂ na atmosfera – acréscimo de 0,37

ppm/ano no período de 1850 a 1960, de 1,33 ppm/ano no período de 1960 a 2014, e de 2,55 ppm/ano a partir de 2014, combinado com o Relatório AR6 SYR do IPCC (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas), que conclui por uma capacidade de retenção de CO₂ pelos ecossistemas de apenas 41% do valor das emissões, dirige as providências para a extensão da geração por fontes renováveis e de mitigação de uso de combustíveis fósseis.

Considerando suas reconhecidas características de sazonalidade e variabilidade, o emprego das fontes renováveis exige o armazenamento de energia como fator estruturante, além da viabilidade econômica que se acentua a cada ano, reunindo a necessidade de preservação ambiental à vantagem da sobreposição estratégica e econômica, comparada a processos triviais descompromissados e desacoplados.

A demanda térmica para proceder à climatização é variável em horário, época e perfil de uso, a exemplo do que ocorre também em relação à intensidade das fontes renováveis, especialmente solar e eólica. Um sistema de produção de energia térmica para climatização e/ou refrigeração precisa modular sua intensidade, de modo a adequá-la ao respectivo perfil demandado pela carga, por razões de eficácia e eficiência.

Assim, a sobra entre a potência e a demanda deve ser desativada, a menos que se disponibilize um sistema suplementar de armazenamento de energia capaz de receber a sobra de potência e armazená-la para um uso posterior, viabilizando a operação da produção à plena carga e evitando operação sob potência reduzida – por exemplo, atendimento de carga em período noturno e de baixa demanda – que geralmente ocorre sob eficiência energética inferior à do regime pleno.

Reduz-se o uso de energia primária e alonga-se a vida útil do sistema de geração de frio, sem incorrer-se em aumento da potência.

Fontes renováveis x armazenagem de energia

A variabilidade e a sazonalidade das fontes de energia renováveis impõem

a adoção do armazenamento de energia. O sol só brilha durante o dia e o vento não sopra 24 horas por dia, 7 dias por semana. Para solucionar esse desafio, é necessário transferir energia do momento em que é disponibilizada para o momento em que é necessária. O armazenamento de energia é a resposta, e está se tornando um negócio crescente e estratégico.

Para edificações onde a carga de resfriamento representa parcela importante da carga total, as vantagens do armazenamento térmico em relação a armazenamento elétrico equivalente são expressivas, especialmente pelos aspectos de robustez, durabilidade e custo de implantação. Há estudos que mostram a termoacumulação resultando em custo inicial da ordem de 30%, comparado ao custo de armazenamento de energia elétrica.

Considerando que o armazenamento de energia é dispositivo indispensável em sistemas supridos por fontes renováveis, conforme já abordado, consideramos estratégica sua adoção quando atendendo instalações com características de uso 7x24, dada a exigência de continuidade do procedimento e a disponibilização já da energia térmica, diferentemente da hipótese de disponibilização de energia elétrica, sujeita ainda a uma transformação antecipada ao usufruto, de elétrica para térmica, e a possibilidade de ocorrência de lapso operacional circunstancial até a disponibilização da energia térmica.

Aspecto ambiental e aplicações

As características já abordadas quanto à variabilidade e à sazonalidade das fontes renováveis, a maior parte de seu uso proporcionado pelo armazenamento de energia, e as vantagens correlacionadas da termoacumulação em sistemas AVAC-R, demonstram sua característica contributiva significativa quanto ao aspecto ambiental.

A termoacumulação pode e deve ser aplicada a data centers, por exemplo, reconhecidamente um dos maiores usuários de energia e, especificamente, energia térmica. Enquanto tradicionalmente os racks de IT envolviam potência de 4 kW, já existem racks

com potências variando entre 12 kW e 30 kW.

Isso ensejou a transição para equipamentos com resfriamento por líquido atuando sobre as placas frias do processador, podendo se constituir em sistema monofásico ou bifásico de troca térmica, ou seja, calor sensível, ou calor sensível + calor latente.

Em sistemas resfriados por ar, a insuflação ocorre a 25 °C ou 26 °C, permitindo temperatura de suprimento do líquido de resfriamento a 24 °C, ensejando em várias situações climáticas externas, resfriar por processo evaporativo em circuito fechado. O uso de mistura de complexos orgânicos pode ensinar temperatura de congelamento e de fusão da mistura em torno de 23 °C, permitindo usufruir de armazenamento de calor latente, sem majorar o *lift* da compressão mecânica que provocaria significativa redução da performance termodinâmica.

A opção por armazenamento na forma de calor latente associada à troca térmica de calor sensível pelo diferencial de temperatura entre o suprimento e o retorno, favorece a aplicação com ocupação de espaço correspondente a 1/7 de sistema com capacidade equivalente em armazenamento somente sensível.

A aplicação de processos de baixa exergia – *altas temperaturas de resfriamento e baixas temperaturas de aquecimento* – aplica-se em sua plenitude aos *data halls* – espaços dos data centers ocupados pelos ITEs – onde ocorre a parcela preponderante da demanda por resfriamento. Se combinada a condições psicrométricas regionais de baixa umidade específica do ar – estação quente-seca de longa duração – pode-se adotar majoritariamente o processo natural por resfriamento evaporativo em circuito fechado (*compressor-less cooling*), aliando a eficiência energética do sistema à eficiência termodinâmica propiciada pelo clima.

Há publicação da Ashrae que notifica a procura por localidades com essa característica climática para implantação de data centers, considerando que o processo de compressão, para muitos data centers, se constitui na maior demanda individual, após os

gestão energética

equipamentos de ITE.

O processo de termoacumulação e suas variantes

A acumulação térmica com água gelada consiste em utilizar o calor contido no fluido, considerando a massa armazenada, multiplicada pelo calor específico e pela diferença de temperatura na utilização para a climatização, nas serpentinas das UTAs. No caso da água, o calor específico é 1 kcal/(kg.K), sendo a energia armazenada em kcal, o resultado do produto da massa em kg, pelo diferencial de temperatura em °C; a capacidade de armazenamento é 100% constituída por calor sensível.

Já a acumulação térmica com uso de gelo considera o calor latente da água relativo ao processo de mudança de fase – de líquido para sólido – que equivale a 80 kcal/kg. Considerando que o ponto de congelamento da água corresponde a 0 °C, excessivamente baixo para processos tradicionais de climatização – o que também poderia provocar condensação na distribuição do ar tratado em UTAs – a

Ashrae desenvolveu e divulgou uma tecnologia de alteração do fluido térmico que permite assumir valor conveniente em cada caso para a temperatura de mudança de fase da solução, a qual substitui a água com as vantagens decorrentes da possibilidade de adequações ao processo, as quais são denominadas PCM, Material de Mudança de Fase, na sigla em Inglês. A capacidade passa a ser a soma do calor latente à capacidade sensível resultante do diferencial de temperatura adotado, considerando o calor específico da mistura.

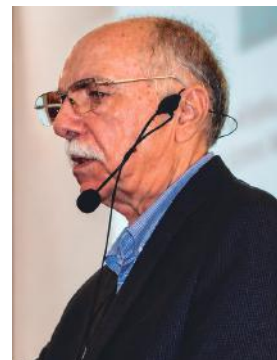
Os principais fatores para que um sistema de termoacumulação cumpra convenientemente sua função são: a disponibilidade de potência frigorífica compatível com o requerimento de energia a ser acumulada no tempo de carregamento e o controle correto do descarregamento, evitando a síndrome do baixo DT, o que provocaria circulação precoce da massa detentora da energia térmica, resultando em repasse com temperatura de

suprimento alterada e com eficiência comprometida, seja em resfriamento, seja em desumidificação. O processo de variação de vazão no sistema de bombeamento e o controle de vazão em cada UTA atendida são fatores essenciais para desempenho eficiente na etapa descarregamento.

Em resumo – equilíbrio entre os perfis da produção e de utilização de energia, produção suficiente e distribuição equitativa e equilibrada com as respectivas cargas térmicas e suas variações no tempo.

O conceito de Edificações com Balanço Energético Zero – NZEB, na sigla em inglês, compromisso universalizado de combate às mudanças climáticas, exige que toda a energia componente da utilização na operação dos edifícios seja oriunda de fontes renováveis. As características sazonalidade e variabilidade, e a necessidade de convergir a utilização para horários concentrados e definidos, somam-se em eficiência na captação e eficácia na utilização, em busca do equilíbrio ambiental e da otimização do uso dos recursos energéticos naturais disponíveis.

Acrescente-se a preocupação quanto ao emprego de fluidos refrigerantes de baixo GWP, a exemplo da 4ª geração, os HFOs, e, como transição, a mistura com os atuais HFCs, de modo a atingir até 2030 os propósitos, conforme preceituam a União Europeia (redução em GWP para 1/3 do valor médio corrente em 2014) e a Agência de Proteção Ambiental - EPA, GWP < 700.



Francisco Dantas

engenheiro mecânico e consultor em sistemas de eficiência energética; é diretor da Interplan Planejamento Térmico Integrado

CONHECIMENTO TÉCNICO QUE GERA RESULTADOS

CADASTRE-SE

E tenha em mãos a informação que move o mercado de AVAC-R no Brasil.

ESCANEIE O QR CODE

E acesse o conteúdo que viabiliza melhores decisões, projetos mais eficientes e resultados concretos.



ABRAVA climatização refrigeração

Informação certa. Decisão rápida. Resultado superior.



De © Oleh Marchak | Dreamstime.com

Aplicação do CO₂ (R744) em túneis de congelamento

O CO₂ é uma solução capaz de atender às exigências de eficiência energética, segurança operacional e redução do impacto ambiental

O túnel de congelamento é um equipamento projetado para promover a rápida remoção de calor dos produtos, reduzindo sua temperatura até níveis de congelamento em um curto intervalo de tempo. O processo ocorre pela circulação forçada de ar em alta velocidade através de evaporadores de baixa temperatura, criando uma intensa troca térmica entre o ar refrigerado e o produto.

Dependendo da aplicação, os túneis podem operar com temperaturas do ar entre -30°C e -45°C, ou até inferiores em alguns processos específicos. O congelamento rápido favorece a formação

de cristais de gelo menores no interior do produto, preservando melhor sua estrutura celular, textura, aparência e qualidade após o descongelamento.

A principal vantagem dos túneis de congelamento é a elevada taxa de transferência de calor, que permite reduzir significativamente o tempo necessário para congelar os produtos.

Entre os principais benefícios destacam-se:

- Maior preservação da qualidade dos alimentos;
- Menor perda de umidade e redução da desidratação superficial;
- Melhor manutenção das características sensoriais, como textura, sabor e aparência;
- Aumento da produtividade industrial;
- Possibilidade de congelamento individual de produtos (IQF – *Individual Quick Freezing*);
- Maior padronização do processo produtivo.

Essas características tornam os túneis amplamente utilizados nas indústrias alimentícia, pesqueira, avícola, frigorífica e de produtos processados.

O R744 aplicado a túneis de congelamento

O R744 (CO₂) é uma alternativa extre-

mamente interessante para aplicações de baixa temperatura, incluindo túneis de congelamento. Seu uso tem crescido globalmente devido às exigências regulatórias relacionadas à redução das emissões de gases de efeito estufa e à busca por refrigerantes naturais.

O CO₂ possui Potencial de Aquecimento Global (GWP) igual a 1 e Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP) igual a zero, características que o posicionam como uma solução sustentável para aplicações industriais de refrigeração.

Além dos benefícios ambientais, suas propriedades termodinâmicas favorecem aplicações de congelamento, especialmente quando utilizado em sistemas adequadamente projetados. Apesar de sua maior pressão de operação característica, sua alta densidade justifica seu comportamento e vantagens.

Em túneis de congelamento o R744 oferece diversas vantagens técnicas e ambientais:

Elevada capacidade volumétrica de refrigeração

O CO₂ apresenta alta densidade de vapor, permitindo maior capacidade frigorífica por unidade de deslocamento do compressor;

Excelente transferência de calor

As propriedades termodinâmicas do R744

refrigeração

proporcionam coeficientes de troca térmica elevados nos evaporadores, favorecendo sistemas mais compactos e eficientes;

Redução do diâmetro das tubulações

Devido à elevada densidade do fluido, a vazão volumétrica necessária é menor, possibilitando a utilização de linhas de menor diâmetro e redução da carga de refrigerante;

Baixo impacto ambiental

Por ser um refrigerante natural, o CO₂ atende às demandas de sustentabilidade e às tendências regulatórias globais;

Adequação para baixas temperaturas

O R744 apresenta excelente desempenho em aplicações de congelamento, principalmente em sistemas em cascata, bombeados ou de recirculação de líquido;

Alta confiabilidade operacional

Quando corretamente projetados, sistemas com CO₂ oferecem elevada robustez e estabilidade operacional para aplicações industriais severas.

Precauções necessárias

Embora apresente inúmeras vantagens, o CO₂ exige cuidados específicos devido às suas características físicas. Os principais aspectos incluem:

- Projeto adequado para elevadas pressões de operação;
- Seleção correta de válvulas, vasos de pressão, trocadores de calor e dispositivos de segurança;
- Capacitação das equipes de operação e manutenção;
- Utilização de procedimentos específicos para partida, parada e recolhimento de refrigerante;
- Instalação de sistemas de monitoramento de concentração de CO₂ em áreas confinadas;
- Atenção aos fenômenos de aprisionamento de líquido e aumento de pressão em trechos isolados da tubulação;
- Adequada gestão de óleo e retorno de lubrificante.

O cumprimento das normas aplicáveis e das recomendações dos fabricantes é fundamental para garantir segurança e confiabilidade.

Em relação ao tipo de sistema que mais se adequa ao R744, a escolha da arquitetura depende da capacidade frigorífica, da temperatura requerida e das condições operacionais da planta. Entre as configurações mais utilizadas destacam-se:

Sistema em cascata NH₃/CO₂: atualmente é uma das soluções mais difundidas para aplicações industriais de congelamento; o CO₂ atua no lado de baixa temperatura, enquanto a amônia per-

CARACTERÍSTICA	NH ₃ EXPANSÃO DIRETA	CASCATA NH ₃ /CO ₂	CO ₂ BOMBEADO
Eficiência energética	Alta	Muito alta	Muito alta
Carga de amônia na planta	Elevada	Reduzida	Muito reduzida ou inexistente
Segurança operacional	Requer maior atenção devido à presença de NH ₃ em áreas produtivas	Amônia confinada à casa de máquinas	Elevada, sem circulação de amônia
Impacto ambiental	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Complexidade do sistema	Média	Média/Alta	Alta
Aplicação em baixas temperaturas	Excelente	Excelente	Excelente
Investimento inicial	Menor	Intermediário	Maior
Sustentabilidade de longo prazo	Alta	Muito alta	Muito alta

manece confinada à casa de máquinas, reduzindo riscos operacionais e proporcionando elevada eficiência energética;

Sistema de CO₂ bombeado: muito utilizado em grandes instalações industriais, permite excelente distribuição do refrigerante e alta eficiência em múltiplos evaporadores;

Sistema Transcrítico de CO₂: embora amplamente utilizado no varejo alimentar, também pode ser aplicado em determinados processos industriais, especialmente em regiões de clima mais ameno ou quando associado a tecnologias de recuperação de energia e compressão paralela.

Na maioria dos túneis industriais de congelamento de grande porte, os sistemas em cascata NH₃/CO₂ continuam sendo uma das soluções tecnicamente mais consolidadas.

Características de compressores e demais componentes

Os componentes devem ser desenvolvidos especificamente para operação com CO₂ e para as pressões características do refrigerante.

Compressores

- Projetados para operação com R744;
- Alta resistência mecânica;
- Compatibilidade com os lubrificantes recomendados para CO₂;
- Capacidade de operar em baixas temperaturas de evaporação;
- Desejável disponibilidade de peças de reposição e serviço autorizado regional;
- Sistemas eficientes de controle de

capacidade.

Tubulações

- Materiais compatíveis com as pressões de projeto;
- Menores diâmetros em comparação a muitos refrigerantes sintéticos;
- Dimensionamento adequado para minimizar perdas de carga;
- Proteção contra sobrepressões em trechos bloqueados.

Válvulas e acessórios

- Certificados para as pressões de trabalho do CO₂;
- Dispositivos de alívio de pressão estrategicamente posicionados;
- Instrumentação específica para monitoramento das condições operacionais.
- Trocadores de calor
- Projetados para elevadas pressões;
- Geometrias otimizadas para maximizar a transferência térmica;
- Alta eficiência em aplicações de baixa temperatura.

A utilização do CO₂ em túneis de congelamento faz parte de uma tendência global de descarbonização da refrigeração industrial. A combinação entre desempenho técnico, segurança operacional, quando adequadamente projetada, e reduzido impacto ambiental têm impulsionado sua adoção em frigoríficos, processadores de alimentos e centros de congelamento em diversos países.

O sucesso desses projetos depende de uma abordagem integrada envolvendo projeto, seleção adequada dos componentes, automação, treinamento das

equipes e suporte técnico especializado. Quando esses fatores são considerados desde a concepção do sistema, o R744 pode oferecer uma solução altamente eficiente, sustentável e alinhada às demandas futuras da indústria de refrigeração.

A busca por maior eficiência energética, segurança operacional e sustentabilidade tem levado a indústria de refrigeração a avaliar diferentes arquiteturas para sistemas de congelamento. Entre as soluções mais utilizadas atualmente destacam-se os sistemas de amônia de expansão direta, os sistemas em cascata NH_3/CO_2 e os sistemas de CO_2 bombeado.

Comparação entre as principais tecnologias aplicadas a túneis de congelamento

Nos últimos anos, os sistemas em cascata NH_3/CO_2 têm se consolidado como uma das principais alternativas para túneis de congelamento industriais. Nessa configuração, a amônia permanece restrita à sala de máquinas, enquanto o CO_2 é distribuído para as áreas produtivas e para os evaporadores do túnel.

Essa arquitetura combina a elevada

eficiência energética da amônia com as excelentes propriedades termodinâmicas do CO_2 em baixas temperaturas, proporcionando redução da carga de amônia, melhoria dos aspectos de segurança e elevado desempenho operacional.

Outra tendência observada no mercado é a utilização de sistemas de CO_2 bombeado em aplicações de grande porte. Devido à elevada capacidade de transferência de calor do refrigerante, esses sistemas podem proporcionar excelente uniformidade de distribuição entre evaporadores e elevada eficiência em processos de congelamento rápido.

Independentemente da arquitetura escolhida, a seleção adequada dos compressores, evaporadores, válvulas e sistemas de automação é determinante para garantir confiabilidade, eficiência energética e vida útil do sistema.

Concluindo, o avanço das tecnologias baseadas em refrigerantes naturais demonstra que sustentabilidade e desempenho já não são objetivos conflitantes. No segmento de túneis de congelamento, o CO_2 vem se consolidando como uma solução tecnicamente

madura, capaz de atender às exigências de eficiência energética, segurança operacional e redução do impacto ambiental. A tendência é que sua participação continue crescendo à medida que a indústria alimentícia busca processos mais sustentáveis e alinhados às metas globais de descarbonização.



Marcos Euzébio
engenheiro e gerente de engenharia de aplicação da Bitzer

As melhores soluções para o mercado de refrigeração



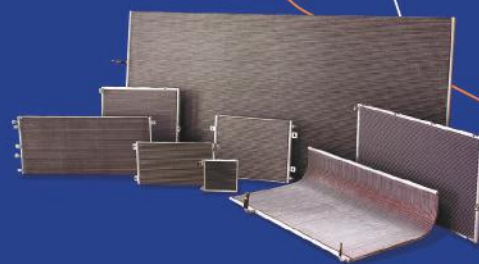
VKW – Resfriadores de água

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.

apema

A marca do trocador de calor

Tel: (11) 4128.2577 vendas@apema.com.br
www.apema.com.br @apemaindustria

Agora com Painéis Solares em todas as novas instalações



Certified Company
CRC
PETROBRAS



ISO 9001



A contribuição dos difusores para o conforto térmico

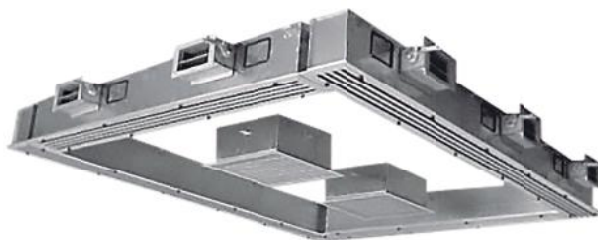
A difusão do ar é essencial para distribuir o ar tratado de forma uniforme, garantindo conforto térmico, qualidade do ar, controle da velocidade, redução de ruídos e maior eficiência energética do sistema de climatização.

Assim, os difusores distribuem o ar de forma uniforme, controlando direção, velocidade e alcance do fluxo. Eles promovem conforto térmico, boa mistura do ar e eficiência do sistema.

A especificação de um difusor não é aleatória. A escolha deve considerar vazão de ar, tamanho e ocupação do ambiente, carga térmica, pé-direito, nível de ruído, velocidade do ar, alcance do jato e aspectos arquitetônicos.

Cada tipo de difusor atende a uma necessidade específica, como segue:

- Lineares: estética e distribuição uniforme;
- Fluxo de deslocamento: conforto e alta qualidade do ar;
- Teto (Plenum): uso geral e boa mistura do ar;
- Vórtice: alta indução para grandes ambientes;
- Aletas ajustáveis: direcionamento



flexível;

- Alta indução: rápida uniformização da temperatura;
- Totem: para sistemas de piso elevado;
- Hospitalares: para o controle de contaminação;
- Longo alcance: grandes espaços e pé-direito elevado.

A aplicação de cada tipo de difusor depende do ambiente a ser climatizado:

- Lineares: escritórios, hotéis e corredores;
- Fluxo de deslocamento: auditórios, museus e salas limpas;
- Teto: escritórios, escolas e hospitais;
- Vórtice: shoppings, aeroportos e teatros;
- Aletas ajustáveis: ambientes com mudanças frequentes de layout;
- Alta indução: hotéis, hospitais e

edifícios corporativos;

- Totem: escritórios com piso elevado e data centers;
- Hospitalares: centros cirúrgicos e UTIs;
- Longo alcance: galpões, igrejas, hangares e ginásios.

Os difusores de piso, por exemplo, são indicados para sistemas com piso elevado, como escritórios, data centers e salas de controle. Oferecem maior conforto, melhor qualidade do ar, eficiência energética e flexibilidade para mudanças de *layout*.



Patrícia Tosi

diretora de marketing das Indústrias Tosi

diálogo

A manutenção preventiva das empresas

Na indústria de refrigeração, nenhum gestor responsável espera um compressor quebrar para iniciar a manutenção. A prevenção reduz custos, evita paradas inesperadas, preserva equipamentos e garante a continuidade da produção.

Paradoxalmente, muitas empresas ainda administram seus riscos jurídicos de forma oposta: somente procuram orientação quando recebem uma ação judicial, uma autuação fiscal ou enfrentam um conflito contratual.

A gestão empresarial moderna exige uma mudança de visão. O jurídico não deve atuar apenas no contencioso, mas participar das decisões estratégicas da empresa. Contratos bem elabora-

dos, análise de riscos, orientação nas negociações, prevenção trabalhista, tributária e societária são medidas que evitam prejuízos e fortalecem a segurança do negócio.

Assim como a manutenção preventiva prolonga a vida útil das máquinas, a gestão jurídica preventiva preserva a saúde da empresa. Seu papel não é impedir o crescimento, mas permitir que ele ocorra com segurança, reduzindo riscos e protegendo o patrimônio construído ao longo dos anos.

O empresário que compreende essa lógica deixa de enxergar o jurídico como um centro de custos e passa a vê-lo como um instrumento de gestão. No ambiente competitivo atual,

prevenir continua sendo muito mais inteligente, e muito menos oneroso, do que remediar.



Fábio Fadel

é advogado e escritor
fadel@ffadel.com.br



© BiancoBlue | Dreamstime.com

Inteligência Artificial e o mercado de trabalho

Este assunto está presente nas mídias em geral e tem tomado boa parte das publicações técnicas, gerando artigos sobre as dúvidas que pairam no mercado de trabalho.

Será que a IA vai tomar o meu emprego?

Como presidente de relações internacionais da Abrava, tenho participado de várias reuniões internacionais e a preocupação é a mesma em todo o mundo, mas, apesar de todos entenderem tratar-se de um assunto global, todos concordam que a solução precisa ser local.

Ninguém sabe ainda qual será o impacto da IA sobre o mercado de trabalho, os economistas ainda não chegaram a um acordo, eles ainda estão divididos em pelo menos três campos.

A magnitude e a direção do impacto da IA no futuro do trabalho

O estudo *Three Views on the Future of Work*, publicado em abril de 2026 pelo *Carnegie Endowment for International Peace*, mapeou as três correntes dominantes entre pesquisadores e formuladores de políticas.

A Figura 1 do trabalho originalmente publicado demonstra que as perspectivas sobre o impacto da IA

no ambiente de trabalho variam em magnitude e direção. Ao mapear as três correntes, o estudo apresentou graficamente as distâncias existentes entre elas, classificando as visões mais prováveis sobre a disrupção de empregos causada pela IA em três grupos.

Três visões sobre o futuro do trabalho

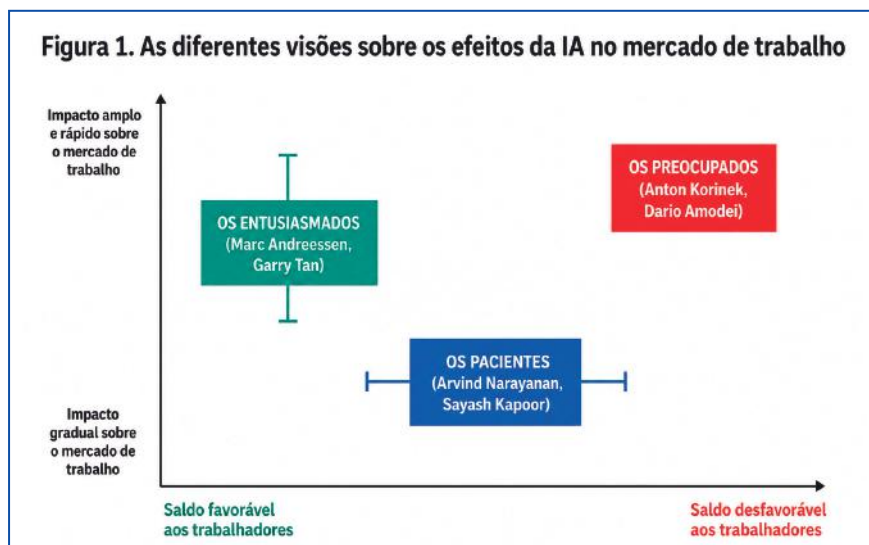
Entusiasmados: argumentam que a IA vai criar mais oportunidades do que eliminar.

Pacientes: defendem que a substituição será gradual e ocorrerá ao longo de décadas.

Alarmados: acreditam que a IA vai substituir uma grande parcela do trabalho de escritório na próxima década.

Não se trata de uma disputa entre otimistas e pessimistas, cada visão baseia suas posições em alguns fatos e a distância entre eles demonstra o quanto ainda há de incerteza sobre esse assunto

Os entusiasmados argumentam



Fonte: Three Views on the Future of Work – <https://carnegieendowment.org/>

com insistência que esse filme já foi visto, que as grandes ondas tecnológicas destruíram categorias de empregos e criaram outras que ninguém imaginava. O argumento não é que a transição não se dará sem sacrifícios e adaptações, mas sim que o resultado será positivo.

Eles argumentam que as novas tecnologias sempre remodelaram o trabalho; cerca de sessenta por cento dos empregos em 2018 eram de profissões que não existiam em 1940 e não houve uma disrupção no mercado de trabalho durante esse período. Os entusiasmados acreditam que a IA vai gerar um crescimento econômico tão grande que aumentará a demanda por trabalho humano em novas áreas, compensando as perdas nas categorias automatizadas.

Vamos acreditar que isso seja possível!

Os pacientes reconhecem o potencial transformador da IA, mas discordam da velocidade com que ela agirá porque acreditam que as limitações técnicas atuais, juntamente com as barreiras práticas de adoção nas empresas, irão frear o ritmo de substituição.

O argumento aqui é sobre a diferença entre o que a IA faz bem e o que ela não consegue fazer quando se trata de tarefas complexas do tipo que um trabalhador humano é capaz de fazer.

Segundo eles, existe uma lacuna estrutural entre o que a IA faz bem em

tarefas padronizadas e o que ela não consegue fazer quando o trabalho real exige interpretação do contexto, adaptabilidade, relacionamento etc.

Estes fatores influenciarão o ritmo de implementação nas empresas que terão de vencer barreiras como regulação, custos de implementação etc.

Os alarmados acreditam que a substituição vai ser rápida. Eles partem de três premissas:

- Ao longo da próxima década, ou antes, os sistemas de IA serão capazes de resolver a maioria das tarefas dos trabalhadores de escritório;
- Os empregadores vão preferir usar IA e demitir os trabalhadores humanos;
- Novos empregos não serão em quantidade suficiente para compensar os demitidos pela automatização feita pela IA levando a aumento no desemprego.

Importante observar que esse grupo, o *dos alarmados*, não deixa de ter suas razões no que diz respeito a troca de humanos por AI, pois, no mercado de trabalho real, temos visto que nas fusões e aquisições as demissões ou a desaceleração nas contratações atingem mais os trabalhadores com pouca experiência prática e aqueles de setores considerados mais fáceis de serem substituídos por IA, como recursos humanos, administração, direito, contabilidade e TI. Resta saber quantos novos empregos foram ou serão gera-

dos em novas funções para compensar essas demissões.

Consenso

Apesar da discordância entre esses três grupos, há pelo menos um consenso entre eles, o debate ainda não está totalmente resolvido e, por isso, é necessário agir agora.

A IA pode reduzir empregos, redesenhá-los ao longo do tempo, criar outros completamente novos ou fazer as três coisas ao mesmo tempo, mas precisamos agir agora, pois o argumento para começar a agir não depende de saber qual dos cenários se concretizará.

O mercado de trabalho raramente se move em linha reta. Ele alterna avanço e espera, visão de curto, médio e de longo prazo, convicção e dúvida, ensaio e erro etc. tentando sempre encontrar equilíbrio.

Governos que esperarem pela certeza antes de investir em data centers, em programas de requalificação e em novas estruturas regulatórias vão chegar tarde. Isso se aplica também às grandes corporações e às nossas empresas.

Para trabalhadores e empresas brasileiras, o risco não é só o desemprego; existe também o risco da obsolescência da função, aquela em que a função continua existindo, mas o profissional que não aprendeu a trabalhar com IA, apesar de continuar com seu emprego, poderá valer menos do que quem aprendeu.

Portanto, vamos ficar atentos e acompanhar a evolução desta nova era que certamente veio para ficar.



Samoel Vieira de Souza

engenheiro, Diretor da CACR Engenharia e Presidente de Relações Internacionais da Abrava

Evento celebra uma área fundamental para inúmeras atividades humanas

No dia 26 de junho, a Escola Senai Oscar Rodrigues Alves, em São Paulo, foi palco de mais uma edição do Refrigeration Day, o Dia Mundial da Refrigeração. O evento, organizado pelo Chapter Brasil da Ashrae, por meio de seu Comitê de Refrigeração, reuniu especialistas e entusiastas para celebrar uma área que, embora fundamental para a vida moderna, muitas vezes passa despercebida pelo grande público.

A ideia do Refrigeration Day surgiu de uma iniciativa do consultor britânico Stephen Gill, ex-presidente do Instituto de Refrigeração do Reino Unido, e foi celebrada pela primeira vez em 2019. A data escolhida, 26 de junho, homenageia Lord Kelvin, nascido em 26 de junho de 1824. Como destacou o organizador do evento, professor João Pimenta, a data ainda carece de ampla divulgação, mesmo entre os profissionais do setor. “Nós que somos do meio, às vezes, nem sabemos que essa data existe”, comentou, justificando a missão do comitê da Ashrae em promover celebrações que destaquem a importância da refrigeração.

Esta foi a segunda edição consecutiva do evento no Senai Oscar Rodrigues Alves, e a avaliação dos organizadores foi extremamente positiva. Embora o público tenha sido ligeiramente menor que no ano anterior, a qualidade da programação foi apontada como um grande diferencial. “Acredito que foi um sucesso, houve uma melhoria”, afirmou Pimenta, ressaltando que a “grade de melhor qualidade” tornou o evento mais atraente e rico em conteúdo técnico.

A grade de palestras e mesas-redondas foi cuidadosamente elaborada para abordar a refrigeração em toda a sua amplitude, indo muito além das aplicações convencionais. Os temas apresen-

tados evidenciaram a complexidade e a relevância da área. Após a saudação do então Presidente do Chapter da Ashrae, Cristiano Brasil, o professor Diego Londero, da Universidade Federal de Santa Catarina, abriu o evento traçando um panorama do setor de refrigeração. João Pimenta palestrou sobre um dos desafios mais urgentes da atualidade: a descarbonização do setor de refrigeração, alinhando a área às metas de sustentabilidade.

Em seguida, o professor Roberto Peixoto, do Instituto Mauá de Tecnologia, falou sobre o atual estágio da substituição dos fluidos refrigerantes. Peixoto traçou um panorama amplo e localizou como os vários mercados têm se posicionado.

A importância estratégica da criogenia foi a palestra proferida por Elinaldo Bendini, engenheiro da Fundação Butantan, que abordou o uso da refrigeração em processos especiais, como a produção e conservação de vacinas. A apresentação evidenciou a crucialidade da criogenia, tema pouco difundido, mas que se mostrou vital durante a pandemia da Covid-19, com a necessidade de armazenamento de vacinas a temperaturas ultrabaixas (como os -70°C exigidos pela vacina da Pfizer).

Mobilidade elétrica foi o tema desenvolvido pelo professor Guilherme Borges, do ITA, que trouxe uma perspectiva inovadora ao falar sobre sistemas de refrigeração para baterias de veículos elétricos, uma aplicação essencial para a expansão da mobilidade sustentável.

Tecnologia aplicada foi o tema explorado pelos representantes das empresas Danfoss e Bitzer, Davi Vidigal e Marcos Euzébio, que apresentaram palestras técnicas aprofundadas sobre dispositivos de expansão e compressores de

refrigeração, respectivamente.

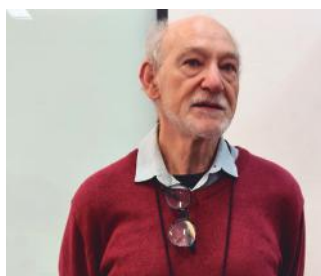
Para fechar a programação, o professor Edivaldo, do Senai, discutiu a importância do controle e automação em sistemas de refrigeração, demonstrando o alto grau de especialização exigido na área.

O grande valor do Refrigeration Day reside em sua capacidade de iluminar uma área que é a espinha dorsal da sociedade moderna, mas que opera silenciosamente nos bastidores. Como bem salientou Pimenta, a refrigeração vai muito além do ar-condicionado, um equívoco comum que a data busca corrigir.

A refrigeração está presente em data centers, que permitem o funcionamento da internet e das transações financeiras, na cadeia do frio, que preserva alimentos e medicamentos (como as vacinas), e em inúmeros processos industriais. É uma área apaixonante e vital que, muitas vezes, não recebe o reconhecimento que merece.

“Sou apaixonado por refrigeração, mais do que por ar-condicionado”, confessou Pimenta, expressando o entusiasmo que move os profissionais da área. Para ele, o evento é uma oportunidade de “mostrar para as pessoas a importância de uma área que a gente dedica a nossa vida”.

O Refrigeration Day no Senai Oscar Rodrigues Alves foi, portanto, muito mais do que uma reunião de engenheiros. Foi um marco na celebração de uma ciência que molda o mundo em que vivemos, reafirmando o compromisso dos profissionais da área com a inovação, a sustentabilidade e, acima de tudo, com a construção de um futuro em que a refrigeração seja devidamente valorizada por sua contribuição indispensável à humanidade.



Roberto Peixoto



João Pimenta



Cristiano Brasil

AVAC-R avança na agenda climática com vídeo manifesto

A Abrava apresenta o Vídeo Manifesto pela Descarbonização, iniciativa que consolida o compromisso do setor de AVAC-R com a agenda climática e o desenvolvimento sustentável.

Mais do que uma manifestação, a Abrava, ao lançar o vídeo manifesto “descarbonização” dá voz a um movimento coletivo que reúne empresas, entidades, profissionais e especialistas em torno de compromissos assumidos pelo setor com a sociedade, voltados à redução das emissões de gases de efeito estufa, ao aumento da eficiência energética e à promoção de tecnologias cada vez mais sustentáveis.

Desenvolvido pela Diretoria de Meio Ambiente e pelo Departamento Nacional de Meio Ambiente da Associação, junto com a Diretoria de Marketing, a partir de compromissos internacionais já existentes, o vídeo tem a missão de evidenciar que a descarbonização depende da atuação integrada entre indústria, poder público, universidades, entidades técnicas e consumidores. Cada elo da cadeia tem papel fundamental na transformação que o país precisa promover. A iniciativa, que teve seu ponto inicial com a entrega de uma carta compromisso à presidência da COP 30, reforça um dos três pilares da atual gestão da associação, considerando, ainda, os temas Qualidade do Ar Interno e Segurança Alimentar.

“A Abrava tem mantido o foco em fazer parte da solução para o setor e sociedade em diversas temáticas ligadas aos temas representados pela associação. Este manifesto representa o compromisso público e demonstra que mitigação e adaptação, desenvolvimento, conforto, segurança alimentar, saúde e sustentabilidade caminham juntos. Esta iniciativa faz parte de uma agenda permanente de disseminação de informações da associação em favor de ações que contribuam para um futuro mais sustentável para o Brasil. Deixamos o convite para que toda a



cadeia produtiva e a sociedade participe dessa transformação”, explica Thiago Pietrobon, Diretor de Meio Ambiente da Associação.

A iniciativa reforça a essencialidade do setor AVAC-R. Em um cenário de mudanças climáticas cada vez mais intensas, sua atuação torna-se ainda mais estratégica para garantir qualidade de vida, segurança, produtividade e desenvolvimento.

Ao mesmo tempo, o setor tem um papel decisivo no desenvolvimento de soluções para o enfrentamento da crise climática. A evolução tecnológica, o uso racional da energia, a transição para fluidos refrigerantes de menor impacto ambiental e a correta gestão dos equipamentos ao longo de todo o seu ciclo de vida fazem parte dessa agenda de compromissos.

Os sete compromissos do setor AVAC-R brasileiro

Por meio do Vídeo Manifesto, a Abrava apresenta os compromissos que darão o caminho para as ações da entidade e de toda a cadeia produtiva nos próximos anos:

Apoiar a implementação de um Plano Nacional de Resfriamento, integrando eficiência energética, qualidade do ar interior, substituição de fluidos refrigerantes, qualificação profissional e ampliação do acesso às tecnologias sustentáveis;

Fortalecer os padrões nacionais de desempenho energético das edificações, promovendo construções mais eficientes e a modernização do parque instalado, com redução do consumo

de energia e das emissões;

Reduzir em 68% as emissões do setor até 2050, acelerando a adoção de tecnologias de baixo potencial de aquecimento global, a logística reversa, a economia circular e a transição energética;

Incentivar a adoção de equipamentos até 50% mais eficientes até 2030, estimulando a inovação, a atualização dos padrões de desempenho e a valorização da instalação e manutenção realizadas por profissionais qualificados;

Promover Compras Públicas Sustentáveis, incentivando critérios ambientais e de eficiência energética nas aquisições realizadas pelo poder público;

Fortalecer a pesquisa, a inovação e a cooperação técnica, aproximando indústria, universidades, centros de pesquisa e instituições nacionais e internacionais para acelerar o desenvolvimento de novas soluções; e,

Ampliar a gestão responsável dos fluidos refrigerantes, garantindo o recolhimento, a regeneração, a reciclagem e a destinação ambientalmente adequada durante todo o ciclo de vida dos equipamentos.

Mais do que indicadores para o próprio setor, a Abrava destaca que esses compromissos representam uma contribuição concreta para que o Brasil avance na construção de ambientes mais saudáveis, sistemas produtivos mais eficientes e uma economia de baixo carbono.

Como observadora oficial do Protocolo de Montreal e participante ativa das iniciativas relacionadas à implementação da Emenda de Kigali e da agenda climática, a Associação tem atuado com foco em incentivar políticas públicas, disseminar conhecimento técnico e estimular soluções que conciliem inovação, eficiência energética e responsabilidade ambiental.

O vídeo manifesto pode ser conferido no canal oficial do youtube da Abrava Manifesto ABRAVA. O Setor AVACR e a Descarbonização

Seminário reuniu profissionais para debater a cadeia do frio

Mais de 150 profissionais participaram do VII Seminário de Refrigeração Comercial e Industrial da Abrava, realizado em 23 de junho, no auditório da Fiesp, em São Paulo. Com o tema “Refrigeração aplicada à segurança dos alimentos”, o encontro reuniu especialistas da indústria, do ensino técnico, do varejo, do food service, do transporte refrigerado e da cadeia de abastecimento, para analisar como a refrigeração impacta diretamente a qualidade dos alimentos, a confiança do consumidor e a saúde pública.

Promovido pelo Departamento Nacional de Refrigeração Comercial e Industrial da Abrava, o evento consolidou-se como um importante espaço para troca de conhecimento e atualização técnica. Entre as principais conclusões desta edição, destacou-se o entendimento de que a refrigeração não é apenas um meio de conservação, mas um elemento estratégico para garantir a segurança dos alimentos, proteger a saúde dos consumidores, reduzir desperdícios e preservar a qualidade dos produtos ao longo de toda a cadeia do frio.

De acordo com a comissão organizadora, formada pelo presidente do Departamento Nacional, Mauro Gomes, pelo vice-presidente, Luiz Villaça, e pelo secretário, Lucas Fugita, o seminário cumpriu seu objetivo ao reunir representantes de organizações e instituições de referência para sua realização. A troca de experiências e a disseminação de conhecimento reforçaram a importância da cadeia do frio para a segurança dos alimentos.

Para Mauro Gomes, o resultado superou as expectativas: “O Seminário ilustrou o profundo impacto da Refrigeração Comercial e Industrial no dia a dia de todos nós, que consumimos alimentos refrigerados, mais uma vez ilustrando a relevância da Abrava no contexto nacional. Superamos as nossas expectativas com a realização desta sétima edição. Conseguimos reunir profissionais multidisciplinares e representantes de importantes empresas e instituições para a troca de conhecimento em um mesmo fórum. Foi um evento com muita informação qualifi-



cada e temos certeza de que o conteúdo apresentado foi relevante para os participantes, podendo até representar um divisor de águas nas discussões sobre segurança dos alimentos e refrigera-

ção”, afirmou.

A cerimônia de abertura contou com a presença de representantes da Abrava, Sindratar-SP, Fiesp e Senai. Priscila Baioco, vice-presidente do Conselho Administrativo da Abrava, destacou a essencialidade da refrigeração, a atuação da entidade, o crescimento dos setores representados e as iniciativas voltadas à qualificação profissional. Em sua fala, ressaltou ainda a importância da diversidade e da inclusão para o fortalecimento do setor, bem como o alinhamento do tema do evento, segurança dos alimentos, com um dos vetores estratégicos da atual Gestão 360°.

A executiva também reforçou o papel das parcerias mantidas com órgãos governamentais como MMA, PNUD, UNIDO e GIZ, relacionadas ao Protocolo de Montreal e ao cumprimento das metas estabelecidas pela Emenda de Kigali, temas diretamente ligados à sustentabilidade na refrigeração.

Já o presidente do Sindratar-SP, Pedro Evangelinos, incentivou os participantes a compartilharem conhecimentos e boas práticas. Em sua mensagem, destacou que “a refrigeração está para os alimentos assim como os alimentos estão para a refrigeração”.

Ao longo da programação, especialistas destacaram a importância do controle rigoroso da temperatura desde a produção, armazenamento e transporte até a exposição e o consumo final dos alimentos.

Temas como confiabilidade térmica, monitoramento contínuo, eficiência energética, manutenção de sistemas, qualidade do ar, rastreabilidade e prevenção das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) estiveram entre os assuntos centrais do seminário.

A palestra de abertura do evento foi feita pelo diretor da Escola Senai Oscar Rodrigues Alves, Prof. Eduardo Macedo, que apresentou o tema “Da Av. do Estado para o Estado de São Paulo: formando refrigeristas e dando suporte à segurança dos alimentos”. O palestrante reforçou a missão da instituição de contribuir para o aumento da competitividade da indústria por meio da educação profissional.

A aplicação da refrigeração na cadeia

de abate bovino foi o tema apresentado por Walter Murback, da JBS/Friboi. O especialista evidenciou como o controle rigoroso da temperatura atua como uma barreira crítica contra a proliferação de microrganismos, reforçando a importância das boas práticas de resfriamento, das câmaras frigoríficas e da prevenção de contaminações ao longo do processo produtivo.

Na sequência, Mauricio Barbosa Jr., da Coldblock, e Mauricio Barbosa Neto, do Assaí Atacadista, destacaram que grande parte das perdas no varejo alimentar tem origem em falhas silenciosas na refrigeração, desde o recebimento até o ponto de venda. A apresentação mostrou como desvios térmicos, equipamentos ineficientes e hábitos inadequados dos consumidores geram prejuízos significativos, reforçando que a gestão rigorosa da cadeia do frio é decisiva para proteger margens, qualidade e segurança dos alimentos.

Lucas Fugita abordou o tema “Gestão de Fluidos Refrigerantes: Garantia da Qualidade e Segurança dos Alimentos” e destacou que a segurança dos alimentos depende diretamente da gestão adequada dos fluidos refrigerantes — desde a escolha e classificação do fluido até a instalação, manutenção e prevenção de vazamentos. Segundo o especialista, falhas nesses sistemas podem comprometer temperaturas de conservação, gerar riscos de contaminação química e provocar perdas operacionais que impactam a saúde pública e a qualidade dos produtos.

No período da tarde, Viviane Cremaschi, representante do Senai, destacou que o profissional da nova era da cadeia do frio precisa dominar ferramentas digitais, análise de dados, automação e conceitos de segurança dos alimentos para atuar em um setor cada vez mais tecnológico.

Raphael Kanzler, representante da ThermoStar, destacou que o transporte refrigerado é o elo invisível que sustenta a segurança, o valor e a viabilidade da cadeia do frio. A apresentação mostrou que falhas de temperatura durante o transporte podem gerar perdas expressivas, riscos sanitários e danos à reputação das empresas, reforçando a importância da tecnologia, do monitoramento contínuo e da capacitação das equipes.

Representando a Nestlé, Roberto



Meira Jr. abordou a refrigeração como uma aliada estratégica da segurança dos alimentos, destacando a importância da confiabilidade térmica, do monitoramento contínuo da temperatura e da qualidade do ar em ambientes refrigerados para garantir produtos seguros e atender às crescentes expectativas dos consumidores.

Fabiana Borrego apresentou uma visão ampliada sobre o papel da refrigeração na gastronomia e na proteção biológica dos alimentos. A especialista

ressaltou sua contribuição para a preservação das características sensoriais, como sabor, aroma, textura e aparência, além de sua importância para a transformação segura de preparações alimentícias.

Encerrando o ciclo de apresentações, Marcelo Rondina, da Heineken, demonstrou como práticas de manutenção, inspeção e controle operacional podem aumentar a eficiência dos sistemas de refrigeração industrial. A apresentação destacou a relevância da limpeza de trocadores de calor, do monitoramento da qualidade dos fluidos e da correta operação dos sistemas para elevar a eficiência energética e proteger a qualidade dos alimentos e bebidas produzidos.

De acordo com Luiz Villaça, vice-presidente do Departamento Nacional de Refrigeração, a programação evidenciou que o fortalecimento da cadeia do frio depende da combinação entre inovação, boas práticas, manutenção adequada e formação técnica contínua. “São pilares essenciais para proteger a saúde do consumidor e elevar os padrões de qualidade do setor. Reunir profissionais de alimentos para um evento de refrigeração permitiu o maior conhecimento mútuo entre os dois setores, suas necessidades e desejos recíprocos, fundamentais para a evolução e crescimento de ambos”.

Duas mesas-redondas foram realizadas ao final de cada período do evento, ampliando as discussões para além dos aspectos tecnológicos da refrigeração.

A mesa da manhã foi conduzida por Mauro Gomes e reuniu os palestrantes do período. Já a da tarde foi mediada por Lucas Fugita e contou com a participação dos especialistas que se apresentaram na segunda parte da programação.

Os debates abordaram os riscos associados às oscilações de temperatura durante o armazenamento e o transporte, os desafios para garantir a integridade dos alimentos congelados e a importância da conscientização dos consumidores na avaliação das condições de conservação dos produtos.

O evento foi apoiado por diversas entidades parceiras. Contou ainda com o patrocínio das empresas: Armacell, Bitzer, Clean Water, Elgin, Full Gauge, Johnson Controls e RAC; e as copatrocinadoras Mayekawa e São Rafael.

Seminário debateu inovação, eficiência energética e saúde ambiental em Florianópolis

Aconteceu, no dia 30 de junho, a terceira edição do Seminário Nacional de Tratamento de Águas e Qualidade do Ar Interno, promovido pelo Comitê Nacional de Tratamento de Águas da Abrava, em parceria com o SIMMMEF (Sindicato Empresarial das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico e Naval da Região Metropolitana de Florianópolis). Realizado no CREA-SC, o encontro reuniu especialistas, engenheiros, gestores, profissionais da indústria, consultores, pesquisadores e estudantes para discutir os desafios e as inovações relacionados ao tratamento de águas, à qualidade do ar interno, à eficiência energética e à segurança sanitária em sistemas de climatização e refrigeração.

Para a comissão organizadora, a realização do Seminário atingiu seu objetivo ao reafirmar seu papel como um dos principais fóruns de atualização técnica do setor AVAC-R no Sul do País, promovendo conhecimento, networking e a disseminação de soluções voltadas à saúde, à eficiência operacional e à sustentabilidade.

O evento foi aberto com as considerações de Marcelo Munhoz, vice-presidente do Conselho de Administração da Abrava, que ressaltou a importância da realização do seminário ao destacar temas relevantes para o setor e para a sociedade, em um evento dedicado à atualização técnica e à integração entre os diversos elos da cadeia dos segmentos representados.

Charles Domingues, presidente do Comitê Nacional de Tratamento de Águas da Abrava, destacou, em suas considerações o compromisso da comissão organizadora e do setor com a disseminação do conhecimento técnico e das melhores práticas. “O evento evidenciou que o tratamento de águas e a qualidade do ar interior são fundamentais para a saúde, a segurança, a eficiência energética e a conservação dos ativos, tanto em sistemas de ar-condicionado quanto de refrigeração. O debate consolidou a força desse tema na Região Sul”, con-



cluiu ao final do evento.

O superintendente do CREA Santa Catarina, Flávio Schäfer, também participou da abertura, dando as boas-vindas aos participantes e reforçando a importância das parcerias entre entidades locais e nacionais para o fortalecimento do setor.

O Seminário foi mediado por Arivan Sampaio, conselheiro da Abrava e vice-presidente do SIMMMEF, que conduziu a programação composta por palestras técnicas e apresentações de casos práticos sobre temas como a relação entre o tratamento de águas e o PMOC, a importância da manutenção para a qualidade do ar interior, os desafios do tratamento de águas em sistemas AVAC-R, o desempenho energético de sistemas de água quente com segurança sanitária, a renovação do ar em ambientes climatizados e a qualidade do ar em edificações e frigoríficos.

A programação da manhã foi aberta com a palestra de Charles Domingues, “A Relação do Programa de Tratamento de Águas x PMOC”, demonstrando como um programa eficiente de tratamento de águas contribui para o desempenho dos sistemas de climatização, a redução de custos operacionais, a preservação dos equipamentos e a segurança sanitária.

Na sequência, Marcos Santamaria, das Indústrias Tosi, apresentou o

tema “Qualidade do Ar Interior – O Papel da Manutenção”, enfatizando que a manutenção preventiva e planejada é um dos principais fatores para garantir ambientes saudáveis, eficiência energética e maior vida útil dos sistemas.

Encerrando o período da manhã, Yhuri Marinho, da Conforlab, abordou “Tratamento de Águas para AVAC-R”, apresentando boas práticas e soluções aplicadas ao controle da qualidade da água em sistemas de climatização e refrigeração. As apresentações foram seguidas por uma mesa-redonda.

O ciclo de palestras da tarde foi aberto por Heitor Tremea, representante da Ashrae South Brazil Chapter, com a palestra “Performance Energética em Sistemas de Água Quente, com Segurança Sanitária”, abordando soluções voltadas à eficiência energética aliadas à segurança dos sistemas.

Na sequência, Leandro Wolff, da Sicflux, falou sobre “A Importância da Renovação de Ar nos Ambientes”, destacando a ventilação adequada como elemento fundamental para a qualidade ambiental e a saúde dos ocupantes das edificações.

Mário Canale, presidente da Asbrav e membro do Qualindoor da Abrava, apresentou a palestra “Motivos para fazer PMOC”, reforçando a importân-



cia do Plano de Manutenção, Operação e Controle como instrumento essencial para garantir o desempenho dos sistemas de climatização e atender às exigências legais.

Dando continuidade à programação, Vanderlei Giareta, da Giareta Soluções, apresentou o tema “Qualidade do Ar Interno em Frigoríficos: da Segurança Operacional à Aceitação Sanitária Internacional”, demonstrando os desafios específicos enfrentados pelo segmento e a importância das boas práticas para garantir a qualidade do ar em ambientes frigoríficos e a conformidade sanitária.

Encerrando o ciclo de palestras, Alexandre Fernandes Santos, da Fapro, apresentou “Qualidade do Ar Interno nas Edificações”, discutindo soluções voltadas ao desempenho dos sistemas AVAC, à sustentabilidade, à eficiência energética e à melhoria das condições ambientais nas edificações.

A programação foi concluída com mais uma mesa-redonda, mediada por Charles Domingues.

Além das palestras, o seminário contou com a apresentação do Selo Abrava/Brasindoor de Qualidade do Ar Interior e do PNQAI – Programa Nacional de Qualidade do Ar Interior, conduzidas por Yhuri Marinho.

jurídico

Reforma tributária e o rateio de custos no grupo

É comum grupos econômicos concentrarem as funções de apoio (TI, jurídico, RH, contabilidade) numa empresa central, em geral a holding ou um centro de serviços compartilhados, que contrata o custo comum e o distribui entre as demais sociedades sem acrescentar margem. Rateio a custo, sem lucro: a fórmula que sempre sustentou a neutralidade fiscal dessas estruturas. A regulamentação da CBS e do IBS põe essa neutralidade em dúvida.

Os dois regulamentos (Decreto 12.955/2026, da CBS, e Resolução CGIBS nº 6/2026, do IBS) passaram de 600 artigos cada e desceram a minúcias como brindes, bonificações e definição de partes relacionadas. O compartilhamento de custos, rotina de qualquer grupo, ficou de fora. Só que o silêncio, aqui, não joga a favor do contribuinte.

A raiz da dúvida está no art. 4º da LC 214/2025, que sujeita à CBS e ao IBS toda operação onerosa com bens ou serviços, isto é, qualquer fornecimento com contraprestação. O § 3º ainda declara irrelevante a obtenção de lucro. Ratear a custo, sem margem, deixou de ser por si só um salvo-conduto. A ausência de lucro, que o Carf reconhecia como traço do rateio legítimo, perde o papel decisivo que tinha.

Sobra a exclusão do art. 12, § 2º, IV, que tira da base de cálculo os reembolsos por operações feitas por conta e ordem ou em nome de terceiros, desde que a nota fiscal seja emitida em nome do terceiro. Esse ‘desde que’ é o nó. No desenho clássico do centro compartilhado, a centralizadora contrata o fornecedor em nome próprio e recebe o documento em seu nome, para só então repartir o custo. A nota não sai em nome de cada empresa do grupo, e sem isso a exclusão não se aplica pela letra da lei.

Fora da hipótese de reembolso, resta a qualificação mais cara: fornecimento oneroso de serviços da centralizadora para as demais, tributado sobre o valor da operação. Como são partes relacionadas, a base não é o custo, e sim o valor de mercado. Na falta de comparável, o regulamento manda apurar pelo custo acrescido de lucro bruto ou das despesas de manutenção da atividade. Cria-se margem onde nunca houve, e a base incha.

Dirão que o efeito é neutro, porque a centralizadora destaca o tributo e as beneficiárias se creditam. O argumento só fecha se todas estiverem no regime regular e o custo rateado se ligar a atividade que admita crédito. Basta uma empresa do grupo no Simples, fora do campo de incidência ou com atividade que limite o crédito, e o ônus deixa de se recompor. Some-se o split payment, que antecipa o desembolso e devolve ao grupo o custo de capital de giro que o rateio justamente poupava.

A regra que falta virá nos atos conjuntos da Receita e do Comitê Gestor, e o contencioso sobre o tema deve nascer já em 2027. Até lá, manter o centro de serviços compartilhados como está é apostar numa leitura generosa que a lei hoje não autoriza. O caminho é revisar agora os contratos de rateio e a forma de contratação, inclusive a hipótese de o fornecedor faturar direto contra cada empresa do grupo, antes que a estrutura criada para poupar custo passe a produzi-lo. Podemos apoiá-los nessa revisão.

Rosenthal Metta Safartis
Advogados

escritório responsável pelo DEJUR - Departamento Jurídico da Abrava e está à disposição para mitigar esses riscos agindo preventivamente. email para o Dr. Thiago Rodrigues no thiago@rosenthal.com.br ou juridico@abrava.com.br

ENTRAC

ENCONTRO TECNOLÓGICO DE
REFRIGERAÇÃO
E AR-CONDICIONADO

**PARTICIPE DO MAIS TRADICIONAL
EVENTO DO AVAC-R.**

19 e 20 de Agosto

João Pessoa, PB

23 e 24 de Setembro

Curitiba, PR

11 e 12 de Novembro

Goiânia, GO

INFORMAÇÕES: WWW.ENTRAC.COM.BR
MARKETING@NTEDITORIAL.COM.BR
WHATSAPP 11 93348-2325

Realização: **novatécnica**

Apoio: **ASHRAE** Brasil Chapter

Patrocinadores

 **armacell**

ARMSTRONG 

ASPEN
PUMPS

BELIMO

 **BerlinerLuft.**

 **DAIKIN**

 **Every Control
Solutions**

**INDÚSTRIAS
TOSI**

klimatix
Grupo Mecalor

 **MULTIVAC** 

projelmec


POWERMATIC
DUTOS E ACESSÓRIOS


SICFLUX
Ar em movimento

OTAM 
Equipamentos de Ventilação

TROX

WEGER 
quality air / quality life

Mídias

Inscrição

PORTAL
e|a engenharia
arquitetura

ABRAVA climatização
refrigeração

entrac@nteditorial.com.br

www.portalea.com.br

(11) 3726-3934
(11) 933482325 (whatsapp)



CURSOS DE CURTA DURAÇÃO (8H)	
11/08	PMOC
20/08	Distribuição de Ar
27/08	Refrigeração por Absorção

Mais informações:

www.abrava.com.br, cursos@abrava.com.br (11) 3361-7266 ramal 22

*Os webinários acontecem no canal da Abrava no You tube **Os eventos e cursos estão sujeitos à mudança de datas

EVENTOS 2026		
Agosto		
27	I Seminário Internacional de Ventilação da Abrava	FIESP – São Paulo/SP
Setembro		
09	I Panorama Setorial Abrava Nordeste	
15 e 17	Mercofrio 2026	BarraShoppingSul Porto Alegre, RS
23 e 24	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac	Hotel Bourbon Rua Candido Lopes, 102 - Centro Curitiba, PR
Outubro		
6 a 8	Febrava Rio	Riocentro - Rio de Janeiro, RJ
Novembro		
11 e 12	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac Goiânia	San Marino Suite Hotel Rua 05 nº 1090, Setor Oeste- Goiânia, GO

INFORMAÇÕES ENTRAC: WWW.ENTRAC.COM.BR

Programa de Capacitação
em Qualidade do Ar de
Interiores

SAIBA MAIS



MOMENTO ABRAVA

Todo mês webcans exclusivos sobre o setor no canal do Youtube da Abrava

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

Abrava.....	09 E 23
Apema	31
Belimo.....	25
Entrac	41
Full Gauge.....	4ª. capa
Indústrias Tosi	05
Mercofrio	2ª. capa
Multivac/MPU	07
Projelmec	13
Senai.....	43



uniSENAI

Pós-graduação é na Universidade
Corporativa da Indústria

Seja um especialista em
**Refrigeração
e Climatização**

CURSOS DISPONÍVEIS

- **Gestão de Energia e Eficiência Energética em Sistemas de Climatização**
- **Gestão de Energia e Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração**
- **Projetos de Sistemas de Climatização**

DURAÇÃO: 360h

Aulas:

Segundas e quartas-feiras (18h45 - 22h)

Terças e quintas-feiras (18h45 - 22h)

Sábados (10h - 17h)

INSCREVA-SE



-  [senairefrigeracao](#)
-  [senaisp.ipirangarefrigeracao](#)
-  [sp.senai.br/refrigeracao](#)
-  posrefrigeracao@sp.senai.br

SENAI Ipiranga - Refrigeração

Rua Mil Oitocentos e Vinte e Dois, 76
Ipiranga | São Paulo - SP
Telefone: (11) 2065-2810

SENAI

LANÇAMENTO

VX-1225

Controle **de forma simultânea** 2 válvulas de expansão eletrônicas unipolares,

Realiza o controle de ventiladores, solenoide/compressor e degelo.
Lógica de pump down | 6 saídas digitais | 2 saídas analógicas | 2 VEE's.

FG TOOLBOX

Baixe o app FG Toolbox e use o VEE Selector para consultar a válvula mais adequada para sua instalação.



Disponível para
Android e iOS



Sitrad

Próxima feira:



29 de SET – 1 de OUT de 2026
Guadalajara, México
Stand: 1414

* Válvulas de expansão eletrônicas são vendidas separadamente.



Siga-nos! :)

f /fullgaugecontrols
@ /fullgaugecontrols

in /company/fullgauge
www fullgauge.com



Since 1985