

ABRAVA+ climatização refrigeração

REFRIGERAÇÃO AR-CONDICIONADO VENTILAÇÃO AQUECIMENTO

novotécnica
ISSN 2358-8926

Controle da
umidade garante
saúde, conforto
e qualidade de
produção

A amônia no
centro do futuro
da refrigeração
comercial

O crescimento
exponencial dos
sistemas VRF

SWAC e OTEC
para resfriamento
e geração de
energia

EM MAIO DE 2026 O AVAC-R TEM UM ENCONTRO MARCADO:

sannar

26º SANNAR – Salão Norte-Nordeste de Ar-Condicionado e Refrigeração

Praia Centro Hotel

Av. Monsenhor Tabosa, 740 - Praia de Iracema Fortaleza, CE

13 e 14 de maio

Informações: www.sannar.inf.br

Informações: sannar@nteditorial.com.br Whatsapp 11 933482325 Telefone: 11 3726 3934

PATROCINADORES

armacell

ARMSTRONG

ASPEN
PUMPS

BELIMO

BerlinerLuft.

ControleInfra

DAIKIN

Eugênio

elgin

FRIVEN

INDÚSTRIAS
TOSI

Koura
Klea®

klimatix
Grupo Mecalor

MULTIVAC

POWERMATIC®
DUTOS E ACESSÓRIOS

projelmec

OTAM

SICFLUX

TRANE

RAYDUS

TROX

WEGER

APOIO INSTITUCIONAL

ABRAVA

novatécnica

REALIZAÇÃO E MÍDIA

PORTAL
eja engenhar
arquiteturc

ABRAVA climatização
refrigeração



33 índice

ACESSE A VERSÃO DIGITAL



10



14



36

Negócios..... 06

Entrevista: Mauro Atalla..... 10

Tratamento do ar: controle da umidade

Imprescindível para garantir saúde, conforto e qualidade14

Tecnologias e estratégias para a desumidificação do ar16

Conforto não depende apenas da temperatura do ambiente22

Controle da umidade garante ambiente mais saudável....24

Tecnologia: VRF

O crescimento exponencial dos sistemas VRF26

Principais avanços estão associados à evolução do inverter27

Avanço em lógicas de controle mais sofisticadas29

Escopo de aplicação dos sistemas VRF foi ampliado31

A amônia no centro do futuro da refrigeração comercial. 33

SWAC e OTEC para resfriamento e geração de energia..... 36

Diálogo 41

Abrava – Jurídico 41

Agenda..... 42



Além do conforto: climatização não é “almofada”, é “airbag”

Pela janela, vi 2026 iniciar-se. Escrevo estas linhas de uma casa projetada com janelas grandes, bem vedadas e vidros duplos, onde o calor emana de aquecedores elétricos de rodapé (Baseboard Heaters). Cada zona possui seu próprio controlador para ajuste e monitoramento da temperatura ambiente. Um sistema de ventilação e exaustão renova o ar de forma perene, enquanto um recuperador de calor completa a integração do sistema. Poderíamos denominar isso como “climatização de conforto”... mas seria mesmo apenas conforto? Nestas primeiras semanas do ano, as temperaturas variaram drasticamente entre -8°C e -21°C. A máxima chegou a 5 graus positivos — uma sensação térmica de quem sai do freezer para o refrigerador. Durante uma caminhada a -15°C, sob um céu cinzento e encoberto, recebo um alerta de “mau tempo” para os dias seguintes. O questionamento é imediato: como assim “mau tempo”? Estas condições atuais já não o seriam? A resposta veio da previsão: chuva congelante, risco de queda de árvores sob o peso do gelo, com calçadas e ruas perigosamente escorregadias.

Nestes momentos firmo minhas convicções. A climatização, há tempos, deixou de ser uma questão de conforto; esse é, talvez, um de seus menores atributos. Estas condições vividas e vívidas mostram uma situação de sobrevivência. Climatização não é “almofada”, está mais para “airbag”.

Mirando as ruas, os carros e as árvores totalmente tomados pelo branco, ocorre-me que a climatização de um ambiente não pode nascer de uma engenhoca, mas deve ser rigorosamente montada com engenharia. E isto não se justifica por busca de sofisticação, mas por objetividade planejada, segurança e durabilidade. A climatização é proteção térmica, é barreira contra contaminação e é o que garante a viabilidade para negócios e processos produtivos.

Precisamos ser claros: engenhoca é uma solução sem base teórica consistente, feita para resolver um problema sem considerar a real necessidade técnica. Já a engenharia fundamenta-se nas ciências — termodinâmica, física, ciência dos materiais — para projetar, construir e manter sistemas de forma eficiente e segura, seguindo métodos e normas rigorosas. As qualidades mais latentes da climatização dependem da sua aplicação. Na recepção de um pronto atendimento hospitalar, se executada com engenharia, ela atua como uma barreira de proteção contra contaminações; se for fruto de “achismo”, será apenas um lenitivo para a temperatura. Nas escolas e escritórios, o processamento mental, o aprendizado e a criatividade só atingem seu potencial máximo quando o ambiente resulta de um projeto dedicado à qualidade do ar, e não do simples ato de reunir condicionadores de ar em uma engenhoca sem conceitos.

De volta ao meu abrigo, observo o Heat Recovery escondido sob a escada do *basement*, trabalhando ao lado do boiler. Ele é o símbolo dessa engenharia invisível, mas vital. Ele mantém a casa e o ambiente de home office saudáveis para um bom nível de alerta, garantindo eficiência energética ao reaproveitar o calor sem a necessidade de reaquecer o ar de renovação. É a eficiência aplicada à vida. Nesta edição mergulhamos na engenharia, saúde, conservação e segurança, assuntos fundamentais dentro do nosso setor. Aproveite a leitura.

Célio Soares Martin
Presidente do DNPC 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 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 Luís Leite Neves, Fernando Cunha, Francisco Pimenta, George Szezo, João Manuel Aureliano, Mansur Haddad, Mário Canale, Maurício do Vale, Mauro Gomes, Renato Cesquini, Renato Gimenes, Renato Majarão, Ronaldo Facuri, Stefan Luís Rosiak, Toribio Rolon. **Suplentes:** Eduardo Brunacci, Patrice Tosi e Thiago Pietrobon. **Conselho Fiscal:** Luiz Villaga, Renato Nogueira, Wagner Barbosa; **Suplentes:** Arivan Sampaio, Henrique Cury e Mariângela Rolfini.

DIRETORIA

Presidente Executivo: Leonardo Cozac; **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 Jurídico:** 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), Ronaldo Facuri (Ar Condicionado), Fernando Tominaga (Automação e Elétrica), Fábio Neves (Comissionamento e Elétrica), Toribio Ramão Rolon (Comércio), Dilson C. Carreira (Distribuição de Ar), Fernando Tessaro (Projetistas e Consultores), Rodrigo Men (Instalação e Manutenção), Lineu Teixeira Holzmann (Isolamento Térmico), Filipe Colaço (Meio Ambiente), Mauro Gomes (Refrigeração), Eduardo Bertomeu (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: Cesar Messano, Fabio Fadel, Francisco Dantas, Graziela Yang, Gustavo Hoffmann, João Manuel R. L. Aureliano, João Pimenta, Marcos Santamaria,

SEÇÃO ABRAVA:

Alexandra Lopes (Momento Comunicação)

DEPTO. COMERCIAL:

Adão Nascimento <adao@nteditorial.com.br>

ASSINATURAS:

Laércio Costa <assinatura@nteditorial.com.br>

Foto de capa: ID 155282750 © Bogdanst | Dreamstime.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.



BOMBA DE ALTO VÁCUO

REFRIGERAÇÃO



A45

30 CFM

O melhor custo-
benefício do mercado.
Líder de vendas e locações.

Modelo disponível para

VENDA **OU**
LOCAÇÃO



Flauta com Solenoide
► item de série

Testado e Aprovado



Tecnologia de vácuo com economia
energética e alta performance
é nossa **especialidade.**

INDÚSTRIA BRASILEIRA

+55 19 3864 2100



39

anos
gerando vácuo
com tecnologia

Feicon 2026: termômetro da construção civil no Brasil



A Feicon – Feira Internacional da Construção Civil abre o calendário nacional do setor entre os dias 7 e 10 de abril, no São Paulo Expo na capital paulista, consolidando-se como um dos principais momentos de encontro, leitura de mercado e geração de negócios. Maior feira da construção civil e arquitetura da América Latina, o evento reúne mais de mil marcas expositoras e espera receber mais de 100 mil visitantes, entre profissionais do varejo, engenheiros, arquitetos, construtores e representantes da indústria.

A edição de 2026 ocorre em um contexto de projeções mais favoráveis para o setor. Segundo estimativas do SindusCon-SP e da FGV Ibpe, o Produto Interno Bruto da construção deve crescer 2,7% em 2026, após um período de ajustes e desaceleração. Um dos principais vetores dessa expectativa é o Programa Reforma Casa Brasil, que prevê a liberação de R\$40 bilhões em crédito facilitado para reformas habitacionais em todo o país.

Para dimensionar o impacto desse volume de recursos, a Abramat (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção) encomendou à consultoria Econit uma modelagem econométrica exclusiva. O estudo estima que, dos R\$40 bilhões previstos, aproximadamente R\$12,3 bilhões devem chegar diretamente à indústria de materiais de construção,

estimulando a produção, a demanda e a movimentação da cadeia.

É nesse cenário que a Feicon se consolida como um espaço estratégico de leitura de mercado, conexão entre os diferentes elos da cadeia e apresentação de soluções alinhadas às demandas atuais do setor. Ao longo de sua trajetória de quase quatro décadas, a feira acompanhou a profissionalização, a ampliação da base técnica dos profissionais e a incorporação de novas tecnologias tanto na fabricação quanto na aplicação de produtos.

Vitrine de soluções

Segundo Ivan Romão, diretor da Feicon, a proposta do evento é reunir soluções completas para quem atua na construção. “A Feicon é um ambiente que reúne soluções completas para quem atua na construção civil, independentemente do elo da cadeia. O visitante encontra marcas, produtos, oportunidades de relacionamento e conteúdo técnico qualificado”, afirma.

Os expositores estão distribuídos em macrosetores como acabamentos, estruturas, construção industrializada, instalações e externos. O recorte permite ao visitante ter uma visão abrangente do mercado, com opções voltadas tanto a grandes obras quanto para as reformas residenciais, atendendo perfis diversos de compradores.

Além da área de exposição, a Feicon amplia sua frente de conteúdo com a Feiconference – Conferência

Internacional da Construção e Arquitetura, que contará com mais de 50 palestras e painéis, distribuídos em três palcos simultâneos, com foco em inovação industrial, sistemas construtivos, sustentabilidade, eficiência energética e gestão de negócios.

Para Romão, o evento também se consolida como ambiente de apresentação de tecnologias e de aproximação entre empresas e profissionais. “A Feicon se mantém sempre atualizada, com a grande atração sendo o produto, a tecnologia e o conhecimento técnico, em um ambiente favorável para gerar negócios e novos parceiros”, diz.

Ao reunir indústria, varejo, projetistas, entidades representativas e novas marcas, a Feicon reforça seu papel como principal ambiente de apresentação de soluções e lançamentos que devem chegar aos canteiros de obras e ao mercado nos próximos meses.

Credenciamento e venda de ingressos

O credenciamento gratuito da edição 2026 da FEICON para os visitantes está aberto por meio do site www.feicon.com.br e é válido até o dia 22 de março. A partir do dia 23 de março, a entrada passa a ser paga.

Também está aberta a venda de ingressos para a 2ª edição da Feiconference – Conferência Internacional da Construção e Arquitetura. Os ingressos podem ser adquiridos pelo site.

DUTO OCTOGONAL



MUITOS CASES DE SUCESSO No Varejo/Atacarejo

Dutos aparentes com estilo!



- **Baixo Peso**
- **Redução de suportes**
- **Redução de reforços**
- **Instalação entre treliças (depende do caso)**
- **Maior rapidez na fabricação e montagem**
- **Conheça o corte feito na fábrica, consulte-nos!**

Obras no Centro-Oeste são homenageadas

No dia 04 de dezembro, a Retec realizou a primeira edição do Campeões do AVAC do Centro-Oeste. A cerimônia aconteceu na sede da empresa, reunindo mais de uma centena de instaladores, projetistas, gestores, influenciadores e representantes dos principais fabricantes. A noite destacou obras de alta complexidade, projetos inovadores e iniciativas que impulsionaram a evolução do mercado regional de AVAC-R ao longo do ano. A premiação buscou valorizar soluções que se destacaram em eficiência, inovação, cumprimento de normas, segurança e impacto na região.

Os sistemas de climatização foram apontados pelos participantes como um dos pilares de modernização da infraestrutura do Centro-Oeste. Patrick Galletti, engenheiro mecânico e CEO do Grupo Retec, explica que a realização do evento consolida um movimento de amadurecimento técnico. “A climatização vem se tornando cada vez mais estratégica diante dos desafios climáticos, do aumento das ondas de calor e da necessidade de eficiência energética. Reunir o setor para reconhecer trabalhos de excelência reforça nosso compromisso com a evolução contínua do mercado”, afirmou durante a abertura institucional. A programação contou com exposição de tecnologias dos fabricantes representados pela empresa, atendimento técnico, rodada de *networking* e demonstração prática de soluções para automação, sensores de qualidade do ar e sistemas de climatização de alta eficiência. Profissionais testaram equipamentos, tiraram dúvidas e discutiram tendências como VRF, água gelada, retrofit e sistemas de climatização por demanda.

A cerimônia de premiação contemplou nove categorias que reconheceram obras e projetos em diferen-



tes frentes do setor. A principal honraria da noite, Obra Destaque do Ano, foi entregue à Eliar Construções e Instalações pelo trabalho realizado no Goiânia Medical Center. Na categoria Melhor Obra Hospitalar, o troféu foi para a Joule Engenharia Térmica pelo Hospital Regional de Rio Verde. O reconhecimento de Melhor Obra Industrial ficou com a Fluxo Engenharia pela execução na Vitamedic. Entre os retrofits, a Apoio

Engenharia venceu em Melhor Retrofit Predial pelo Windsor Hotel, enquanto a Arcobrás foi premiada em Melhor Retrofit Hospitalar pelo trabalho no Hospital Daher Lago Sul. Já o título de Melhor Retrofit Industrial foi concedido à Gomes Engenharia pela obra na Fresenius Kabi. A Melhor Obra de Melhoria Energética destacou a Isolux Service, pelo projeto desenvolvido na Brainfarma, iniciativa alinhada ao movimento crescente de eficiência energética no setor. Entre os projetistas, a Fox Engenharia recebeu o prêmio de Melhor Projeto de Processos pela atuação na Sede IV do Banco do Brasil e George Raulino venceu como Melhor Projeto de Conforto pelo Manhattan Shopping.

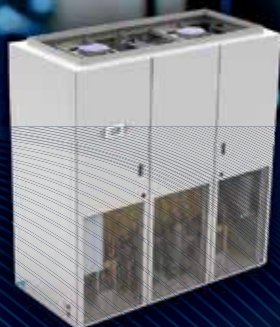
O evento terminou com sorteios e música ambiente, integrando empresas, fornecedores e especialistas. Com continuidade confirmada para 2026, a iniciativa pretende se consolidar como encontro anual de reconhecimento e desenvolvimento da climatização no Centro-Oeste. “O objetivo é que o Campeões do AVAC se torne um ponto de encontro fixo para discutir soluções, valorizar profissionais e estimular práticas que tornem o setor mais robusto e sustentável”, concluiu Galletti.

TOSI

AR CONDICIONADO



indústrias



data centers



hospitais



100%



INDÚSTRIAS TOSI

11 3643.0433 INDUSTRIASTOSI.COM.BR





Mauro Atalla

"A descarbonização do setor de AVAC-R no país está menos concentrada na origem da eletricidade e mais na eficiência energética e nos refrigerantes"

Executivo da Trane Technologies expõe a visão da empresa sobre o papel do setor privado na contenção da crise climática

Mauro Atalla, é Vice-Presidente Sênior e *Chief Technology and Sustainability Officer* (CTSO) da Trane Technologies. Sua função na empresa envolve liderar as áreas de Engenharia, Tecnologia, Excelência em Gestão de Produtos e Inovação, tendo a sustentabilidade como princípio orientador de toda a nossa estratégia.

Nascido no Brasil, formou-se em Engenharia Mecânica pela Unicamp, onde também concluiu o mestrado. Possui doutorado pela Virginia Tech e MBA pela Duke University. Nos últimos 12 anos atuou no setor aeroespacial e de defesa, sendo os últimos seis como CTO da Collins Aerospace, divisão da RTX. Ingressou na Trane Technologies no início de 2025.

A entrevista a seguir foi concedida ao editor da revista *Abrava+ Climatização & Refrigeração*, Ronaldo Almeida, por email, por ocasião da COP30, em novembro último.

Pergunta: Você esteve recentemente em São Paulo participando do *Sustainable Innovation Forum*. De forma geral, o que é essa organização e qual seu papel na mitigação dos efeitos da crise climática?

Resposta: O *Sustainable Innovation Forum* é um evento de destaque, integrante da *Climate Action Innovation Zone*, e atua como uma plataforma estratégica para conectar governos, investidores e o setor privado em torno de soluções climáticas. O fórum desempenha um papel fundamental ao ajudar a acelerar a contribuição do setor privado, transformando a ambição climática em ações concretas e alinhando urgência e cooperação. Além disso, o evento oferece uma plataforma relevante para que a Trane Technologies demonstre que a inovação tecnológica é o principal vetor para o alcance das metas climáticas globais, especialmente no contexto que antecede a COP30.

Pergunta: É inegável que a atividade econômica — especialmente a industrial — está na raiz da crise climática. Qual deve ser, então, o papel do capital privado para garantir que alcancemos manter o aquecimento global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais?

Resposta: O papel da iniciativa

privada é fundamental, e a Trane Technologies está focada em três frentes estratégicas:

1. *Tecnologia e inovação impulsionam a descarbonização e o retorno sobre o investimento (ROI)*

A Trane Technologies utiliza soluções de ponta — incluindo eletrificação, sistemas avançados de gestão térmica e recursos digitais — para reduzir de forma significativa as emissões em edifícios e no transporte, que juntos respondem por cerca de metade das emissões globais. Inovações como bombas de calor de alta eficiência, sistemas simultâneos de aquecimento e resfriamento e controles autônomos baseados em inteligência artificial promovem não apenas melhorias incrementais, mas transformações reais, otimizando o uso de energia, reaproveitando calor residual e gerando economias mensuráveis de custos e carbono.

2. *Soluções sustentáveis geram benefícios financeiros concretos e excelência operacional*

A eletrificação e a gestão térmica avançada não beneficiam apenas o meio ambiente — elas também proporcionam reduções expressivas de custos, com retornos rápidos do investimento, frequentemente entre dois e três anos. Acreditamos que soluções sustentáveis são aquelas que geram valor financeiro para os clientes ao mesmo tempo em que reduzem ou eliminam seu impacto ambiental. O comissionamento contínuo e as análises orientadas por dados garantem que os sistemas operem com eficiência máxima, assegurando retorno financeiro e ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida.

3. *Resiliência, adaptabilidade e parcerias estratégicas preparam as organizações para o futuro*

As soluções da Trane Technologies não são apenas sustentáveis, mas também aumentam a resiliência frente a interrupções no fornecimento de energia, instabilidades da rede elétrica e mudanças regulatórias, por meio da diversificação das fontes de energia e da viabilização de sistemas híbridos. A colaboração estratégica com clientes, formuladores de políticas públicas e inovadores acelera o avanço rumo às metas de neutralidade de carbono,

tornando a sustentabilidade não apenas uma exigência, mas uma vantagem competitiva estratégica para o sucesso de longo prazo.

Pergunta: A demanda por sistemas de refrigeração — tanto para climatização quanto para preservação de alimentos — deve triplicar até 2050. Isso coloca o setor AVAC-R no centro da crise climática. Como a indústria deve se posicionar para atender essa demanda real sem agravar ainda mais o problema?

Resposta: A demanda por refrigeração é uma necessidade humana e econômica real e, por isso, nosso setor precisa se posicionar como parte essencial da solução. A indústria deve avançar em três caminhos principais:

Acelerar a eletrificação: promover rapidamente a transição para sistemas elétricos (como bombas de calor), que são significativamente mais eficientes do que os sistemas tradicionais baseados em combustão, especialmente à medida que as redes elétricas passam a utilizar mais fontes de energia renovável.

Foco em baixo GWP: avançar na transição para refrigerantes de nova geração, com Potencial de Aquecimento Global (GWP) próximo de zero.

Sistemas inteligentes e circulares: implementar controles digitais e inteligência artificial para otimizar a eficiência e integrar a circularidade aos sistemas, como a recuperação de calor, além de incorporá-la desde a concepção dos produtos. A inovação precisa ser integrada e regenerativa para atender a essa demanda crescente de forma responsável.

Pergunta: A digitalização traz um novo paradoxo. De um lado, pode reduzir atividades tradicionalmente poluentes. De outro, traz desafios como o crescimento exponencial de data centers, com alto consumo de água, energia e impactos ambientais. Como a indústria pode responder a um desafio dessa escala?

Resposta: O paradoxo é real e os data centers voltados à inteligência artificial, com suas enormes demandas de energia e refrigeração, tornam esse desafio ainda mais urgente. Muitos enxergam a gestão térmica apenas como uma necessidade de infraes-

trutura ou um aspecto secundário do projeto. Na Trane, nós a vemos como um pilar central de design e um multiplicador de desempenho, capaz de impulsionar economia de energia, disponibilidade operacional e retorno sobre o investimento.

A Trane é uma inovadora e consultora de confiança, que atua em parceria com seus clientes de data centers no desenvolvimento e na implementação de sistemas integrados e personalizados de gestão térmica, essenciais para sustentar o crescimento dos negócios de forma cada vez mais sustentável diante da crescente demanda por data centers.

Desde a fase de ideação até a co-inovação, trabalhar lado a lado com nossos clientes de data centers nos proporciona insights fundamentais para projetar, desenvolver e fabricar soluções específicas que os ajudem a se manter à frente em um ambiente dinâmico. A resposta do setor precisa atuar em três frentes críticas:

Resfriamento líquido: acelerar a transição para o resfriamento líquido direto no chip (*direct-to-chip*), que é muito mais eficiente do que os métodos a ar, reduzindo de forma drástica o consumo de água e energia.

Circularidade energética: deixar de tratar o calor residual como um subproduto a ser descartado. É essencial capturar e reaproveitar essa enorme carga térmica como uma valiosa fonte de energia para instalações próximas, transformando os data centers em nós de uma rede energética circular.

Otimização por IA: utilizar inteligência artificial específica para AVAC para gerenciar e otimizar de forma autônoma a eficiência dos sistemas de gestão térmica dos data centers, garantindo que o crescimento digital ocorra da maneira mais eficiente possível do ponto de vista energético.

Pergunta: Qual tem sido a contribuição concreta da Trane para mitigar os efeitos atuais e futuros da crise climática, considerando o crescimento da demanda por refrigeração e os altos níveis de energia e emissões envolvidos?

Resposta: Na Trane Technologies, nosso propósito é transformar o setor e construir um futuro melhor e mais sustentável. Não se trata apenas de melhorias incrementais, mas de liderar

soluções pioneiras. Nossa estratégia central está baseada em três pilares: Eletrificação, Sistemas Avançados de Gestão Térmica e Capacitação Digital. Esses são os principais vetores tecnológicos que utilizamos para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e a demanda por energia.

Eletrificação: A eletrificação do aquecimento, especialmente por meio de bombas de calor avançadas, é um passo fundamental. Esses sistemas são significativamente mais eficientes do que os métodos tradicionais baseados em combustão, convertendo uma parcela muito maior de energia em calor utilizável. Essa abordagem também se estende a processos industriais e ao transporte refrigerado, oferecendo alternativas mais limpas, silenciosas e eficientes.

Gestão térmica: Nossos sistemas de gestão térmica são projetados para entregar desempenho máximo, reduzindo diretamente o consumo de energia. Uma inovação-chave nesse campo são os sistemas simultâneos de aquecimento e resfriamento, que são de três a quatro vezes mais eficientes do que os sistemas tradicionais isolados. Mais do que eficiência, essa abordagem promove um uso mais circular da energia, evitando o desperdício de calor e possibilitando seu reaproveitamento.

Capacitação digital: Nossas soluções digitais funcionam como a inteligência que potencializa nossas inovações físicas. Damos suporte a dezenas de milhares de edifícios conectados e a mais de dois milhões de equipamentos conectados, gerando até cinco bilhões de pontos de dados diariamente. Essas informações impulsionam nossas ações *green for green*, permitindo decisões orientadas por dados, manutenção preditiva e reduções significativas tanto na pegada de carbono quanto nas contas de energia de nossos clientes.

Pergunta: E sobre o consumo de energia da transformação digital, especialmente considerando o peso da refrigeração nesse setor?

Resposta: Como engenheiro de formação e, atualmente, no cargo de *Chief Technology and Sustainability Officer*, enxergo o desperdício como uma falha de projeto. Nossos sistemas de recuperação de energia, sejam cinéticos ou baseados em baterias, captu-

ram e reutilizam energia que, de outra forma, seria perdida. Isso se traduz diretamente em economias significativas de custos, redução do impacto ambiental e aumento da vida útil dos equipamentos.

Por exemplo, os sistemas de baterias desempenham um papel transformador na eletrificação do aquecimento ao fornecer mecanismos essenciais de armazenamento de energia para tecnologias de baixo carbono. Ainda assim, há uma quantidade significativa de inovação necessária para eliminar a maior parte das formas de desperdício, e estou aberto a contribuições de inovadores que atuam nesse campo.

Pergunta: Por fim, muito se fala em descarbonização. Com a matriz energética brasileira predominantemente renovável, o que significa, na prática, “descarbonizar” o setor AVAC-R no Brasil?

Resposta: O Brasil possui uma vantagem competitiva extraordinária por contar com uma matriz energética predominantemente renovável. Por isso, a descarbonização do setor de AVAC-R no país está menos concentrada na origem da eletricidade (Escopo 2) e mais na eficiência energética e nos refrigerantes (Escopos 1 e 3):

Eficiência extrema: descarbonizar significa reduzir, em termos absolutos, a demanda por energia não renovável. Além disso, mesmo quando a fonte de energia é limpa, se não for utilizada de forma eficiente, não é sustentável. Nossas soluções de otimização baseadas em inteligência artificial e os sistemas avançados de gestão térmica desempenham um papel crítico nesse processo.

Transição de refrigerantes: no Brasil, o foco está na eliminação das emissões provenientes de gases com alto Potencial de Aquecimento Global (GWP). A migração para refrigerantes de nova geração, aliada a uma gestão rigorosa de vazamentos (Escopo 1), é o principal campo de atuação para a descarbonização. **Resiliência e adaptação:** descarbonizar também significa construir infraestruturas resilientes ao calor extremo, garantindo a segurança alimentar e a saúde pública — um imperativo social fundamental para as mudanças climáticas.

ENTRAC

ENCONTRO TECNOLÓGICO DE
REFRIGERAÇÃO
E AR-CONDICIONADO

**EM 2026, O MAIS TRADICIONAL EVENTO DO AVAC-R
ESTÁ DE VOLTA.**

11 e 12 de Março

Cuiabá, MT

15 e 16 de Abril

Belém, PA

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

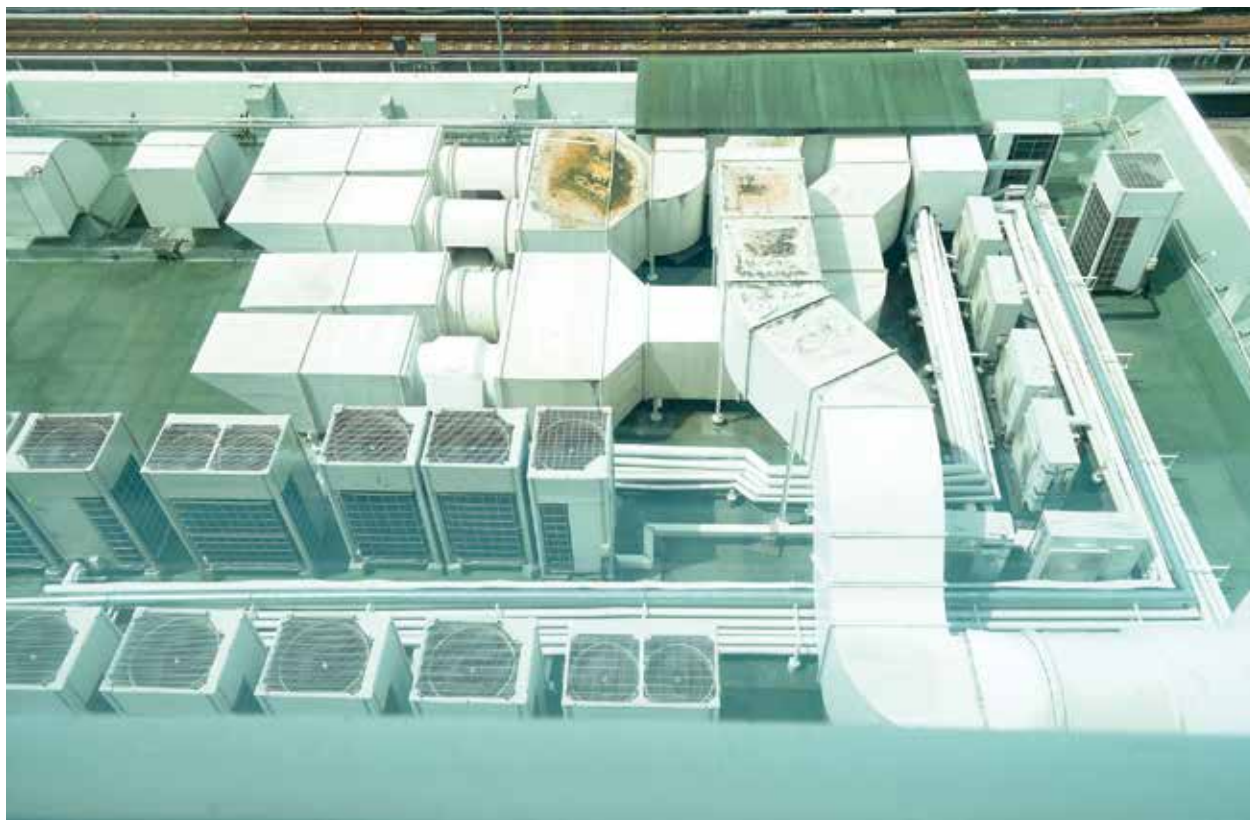
Realização: **novatécnica**

Apoio:



Patrocinadores





Controle da umidade do ar é imprescindível para garantir saúde e conforto

Por outro lado, não são poucos os ambientes industriais que demandam controle estrito da umidade para garantir a qualidade na produção e preservar ativos

Atualmente, estima-se que as pessoas passam entre 80% e 90% do seu tempo em ambientes fechados – uma realidade moldada pela urbanização, pelo trabalho em escritórios, pela tecnologia do home office e até por fatores como a poluição e eventos globais como a pandemia. Esta migração para dentro transformou a qualidade do ar interior de uma preocupação técnica em um pilar fundamental da saúde pública, do bem-estar e da produtividade. Paralelamente, em um universo que muitas vezes passa despercebido, uma infinidade de processos industriais críticos, da fabricação de semicondutores à produção de alimentos e medicamentos, depende de um controle preciso e rigoroso da umidade para garantir qualidade, segurança e conformidade.

Este duplo imperativo, no entanto, coloca-se frente a um recurso cada vez

mais valioso: a energia. O desafio contemporâneo é, portanto, claro e complexo: como assegurar os níveis ideais de umidade, seja para o conforto humano ou para as exigências técnicas da indústria, sem comprometer a eficiência energética? A resposta exige uma compreensão profunda dos parâmetros envolvidos e uma abordagem de engenharia integrada e inteligente.

Para os ambientes onde vivemos e trabalhamos, a ciência aponta que a faixa entre 40% e 60% de umidade relativa (UR) oferece o equilíbrio ideal. Dentro dessa zona, nosso conforto respiratório é maximizado, a incômoda eletricidade estática é minimizada e criamos uma barreira natural contra a proliferação de ácaros, fungos e bactérias, que prosperam em ambientes excessivamente úmidos. Já na indústria, os parâmetros variam dramaticamente conforme a necessi-

dade do processo. Enquanto uma sala limpa farmacêutica pode exigir um ambiente seco, próximo de 30% UR, uma indústria têxtil pode necessitar de 60% UR para evitar que as fibras se quebrem. Em centros de dados, o equilíbrio é particularmente delicado: a umidade deve ser alta o suficiente para prevenir descargas eletrostáticas que danifiquem servidores, mas baixa o bastante para inibir a corrosão, geralmente estabilizando-se entre 40% e 55% UR.

Conhecer o alvo é apenas o primeiro passo. A verdadeira sofisticação está em alcançá-lo com máxima eficiência, o que requer uma mudança de mentalidade: abandonar a lógica simples de “resfriar e desumidificar” e adotar uma orquestração sistêmica. Esta orquestração começa com o princípio do controle por demanda, utilizando sensores precisos e sistemas modulantes que ajustam sua operação em tempo real, evitando o desperdício de funcionar em capacidade máxima sem necessidade. É complementada pela estratégia de segregação espacial – tratar apenas as áreas que realmente precisam de controle climático preciso, em vez de condicionar um galpão inteiro de forma homogênea.

No campo das tecnologias específicas, a escolha entre métodos de umidificação e desumidificação é crucial. Para adicionar umidade de forma eficiente, os umidificadores adiabáticos, que evaporam a água utilizando o calor do próprio ambiente, consomem significativamente menos energia que os sistemas tradicionais a vapor. Para remover umidade, especialmente em climas frios ou onde se requer umidade muito baixa, os desumidificadores dessecantes são superiores. A inovação aqui está na regeneração do material dessecante, que em sistemas modernos pode ser realizada aproveitando calor residual de outros processos industriais ou mesmo energia solar térmica, fechando um ciclo virtuoso de eficiência.

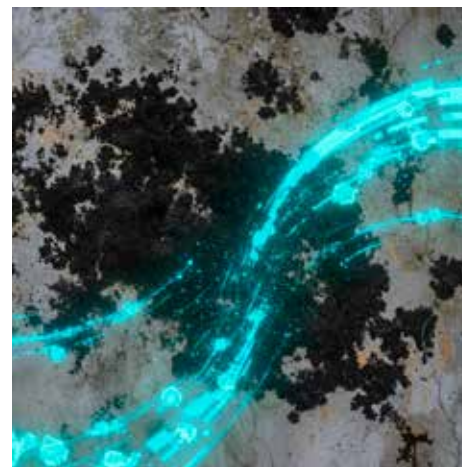
Contudo, a maior eficiência raramente está apenas nos equipamentos ativos, mas na sua integração inteligente com o próprio edifício. Estratégias passivas formam a primeira linha de defesa: uma envoltória bem projetada e vedada é fundamen-

tal para evitar a infiltração indesejada de umidade externa. Vestíbulos climatizados em entradas principais funcionam como câmaras de compensação, reduzindo drasticamente a perturbação do ambiente interno. E talvez uma das tecnologias mais eficazes seja a unidade de ventilação com recuperação de energia entálpica (ERV), que não só recupera calor, mas também a umidade do ar que está sendo expulso, pré-condicionando o ar novo que entra e aliviando a carga dos sistemas mecânicos.

A lógica de operação também deve ser inteligente. Um sistema bem projetado primeiro avalia se o ar exterior pode ser um aliado, utilizando-o para ventilar ou ajudar no controle de umidade (em um processo de free cooling ou free drying) antes de acionar qualquer equipamento mecânico. Quando estes são necessários, operam de forma modulante e suave, longe do custoso ciclo de liga e desliga.

Olhando para a frente, a tendência é uma integração ainda mais profunda, guiada por dados e previsão. Sistemas de gestão predial (BMS) com algoritmos preditivos começam a não apenas reagir, mas a antecipar necessidades com base em previsões meteorológicas e históricos de ocupação. O desenvolvimento de novos materiais dessecantes e a integração direta com fontes de energia renovável estão transformando o controle climático de um custo operacional em um componente estratégico de sustentabilidade.

Em conclusão, garantir a qualidade do ar interior através do controle adequado da umidade é uma necessidade não negociável, tanto para nossa saúde quanto para a excelência industrial. A busca pela eficiência energética, longe de ser um obstáculo, tem sido o motor de uma revolução silenciosa na engenharia de climatização. Ela força um pensamento mais holístico, onde cada watt consumido é deliberado e cada condição de conforto ou produção é atingida com máxima parcimônia. O papel do projetista hoje é, assim, o de um maestro, orquestrando arquitetura, tecnologia passiva, sistemas ativos e gestão inteligente para criar ambientes que sejam, ao mesmo tempo, saudáveis, produtivos e sustentáveis.



DESCONTAMINAÇÃO DE AMBIENTES

Contra o mofo, invista no que funciona.



Faça como centenas de clientes que já adotaram a tecnologia Active Pure® e livre-se de vez dos incômodos e prejuízos causados pelo mofo.



Controle eficaz do mofo



Economia a médio e longo prazo



20 anos de experiência em descontaminação de ambientes:

NEUTRALIZAÇÃO DE ODORES INTERNOS
ODORES NO SISTEMA DE EXAUSTÃO
DESCONTAMINAÇÃO DE SERPENTINA
TRATAMENTO DO AR EM OBRAS

www.ecoquest.com.br

Tecnologias e estratégias para a desumidificação do ar

Considerações gerais

A obtenção dos parâmetros estabelecidos por Legislação e Normas Técnicas para controle da umidade deve nortear os critérios de conceituação e implementação de instalações de tratamento e distribuição de ar em Sistemas de AVAC. Para ambientes ocupacionais devem-se adotar como limites do intervalo, por razões de conforto, de salubridade e desempenho cognitivo, umidades relativas entre 40% e 60%.

A Ashrae, na Standard-55, estabelece, ainda, uma temperatura de orvalho do ar máxima 16,8°C, que deve ser atendida mesmo durante o recesso operacional, com vistas a mitigar a geração de fungos e mofo, o que se torna crítico ao ser ultrapassado o valor de 80% para a umidade relativa.

Já para ambientes ocupados por processos industriais, a umidade deverá ser atendida para o requisito exigido pelo processo, sem prejuízo dos parâmetros já citados para ambientes ocupacionais. O cumprimento do requisito tem influência importante na qualidade do produto objeto do respectivo processo.

A eficiência energética e a eficácia operacional para obtenção de parâmetros de controle da umidade – absoluta e/ou relativa – em ambientes climatizados destinados a conforto térmico ou processos industriais apoiam-se, fundamentalmente, nas ciências Psicrométricas e Termodinâmicas; a Psicrometria como indutora, e a Termodinâmica como executora.

Não tenho dúvida em afirmar que o processo THIC – Temperatura e Umidade com Controle Independente – estabelece os caminhos tanto para a eficácia, quanto para a eficiência energética. Ainda mais, o processo de desacoplamento total entre cargas proporciona obter o escalonamento energético entre o uso da energia primária e a obtenção da energia secundária de natureza térmica, dando oportunidade à hierarquia e à circularidade no uso, com minimização de perdas exérgicas.

Poupa-se exergia, na proporção relativa da exigência da carga a atender, sobrepondo o fator qualidade à quan-



tidade, em decorrência do arranjo em cascata – quer seja na “produção”, quer seja no “consumo” – considerando a aplicação focada na 1ª Lei e na 2ª Lei.

Eficiência energética não se constitui em utilizar menos energia em valor aritmético – menor somatório da energia primária – mas, na menor debelação exérgica em transformações, ensejando que resíduos possam constituir-se em insumos. Do contrário, não haveria respaldo para uso de processos de desumidificação por dessecação – cujo COP térmico tem valor 0,6 – em detrimento de processo por resfriamento mecânico com COP termodinâmico 10 vezes maior, porém exigindo energia primária da qualidade mais alta ($q = 1,00$).

A justificativa única, pois, para adoção de tal desproporção de quantidade de energia primária, para obter idêntica quantidade de energia térmica e de mesma qualidade (desumidificação do ar para uma mesma temperatura de orvalho), é a disponibilidade de energia primária de baixa qualidade, compatível com a exigência da carga a atender. No caso do processo dessecante, o aquecimento do fluxo de ar para reativação do rotor dessecante – com temperatura do ar a 95°C (qualidade 0,20), oriunda de rejeito de processo de maior exigência, resulta em quantidade 10 vezes maior de energia primária para a mesma quantidade e classe de energia secundária, porém de qualidade 5 vezes inferior, com fluxos arranjados em cascata hierárquica. Esse procedimento é possível de obter-se em instalações que co-utilizam frio e calor, com uso

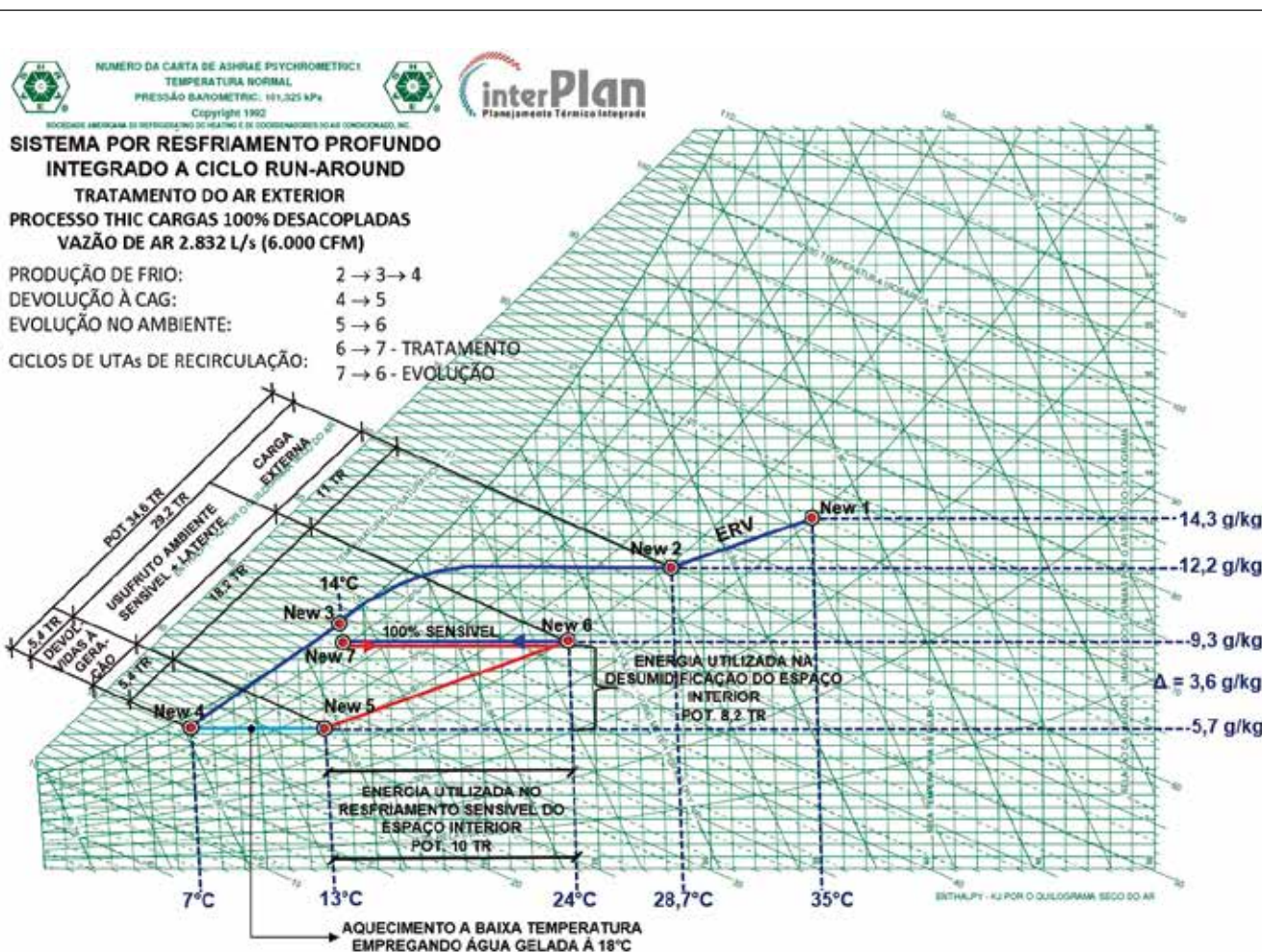
de boilers por condensação que empregam combustível como energia primária, aproveitando rejeitos térmicos da combustão que seriam descartados, ou em processos de cogeração de energia, mecânica e térmica.

Deve-se considerar que a entalpia do ar antes e após a dessecação é idêntica, havendo uma permuta entre calor latente e sensível e, como resultado, a temperatura, que se eleva, pode ser reduzida por troca de calor com água recirculada em torres de resfriamento – com COP 20 vezes superior ao correspondente a resfriamento por compressão mecânica – porém, com temperatura limitada a cerca de 5°C acima da temperatura de bulbo úmido do ar externo do local.

Pode-se alcançar a mesma entalpia do ar interno para o ar externo tratado, à temperatura de bulbo seco 32°C e temperatura de orvalho da ordem de 6°C, suficiente, na maioria dos casos, para obter a temperatura de orvalho do ar interior ($\pm 13^\circ\text{C}$), sem recorrer a desumidificação adicional, permitindo operar com altas temperaturas de resfriamento, como se verá mais adiante. A integração entre processos desempenha papel essencial na prática da efficientização energética e da descarbonização, visão holística do universo energético do complexo, não a visão holística exclusiva de um processo.

Caso de desumidificação por dessecação com reativação por resíduos térmicos

A edição de março/2025 da Revista A + C&R publicou relato de integração



exerçática em supermercado. A desumidificação do ar do sistema de climatização realizada por procedimento dessecante, integrado ao sistema de frio alimentar, possibilitou o aquecimento do fluxo de ar de reativação do elemento dessecante, com uso 100% de energia térmica oriunda do processo de arrefecimento da condensação do sistema de frio alimentar – uso zero de energia primária nobre – e como contrapartida do aquecimento do ar após desumidificado, procede o aquecimento de água para o sistema de consumo doméstico até 45°C, sendo o arrefecimento completado por água recirculada em torre de resfriamento, alcançando entalpia abaixo da do ar interior e permitindo adotar-se 12°C para a temperatura de suprimento da água gelada para a climatização, com cargas 100% desacopladas em processo THIC.

Essa instalação foi implantada em 2001 e confirmou todos os pressu-

postos operacionais e de desempenho admitidos.

Exemplo de integração em equipamento comercial de linha

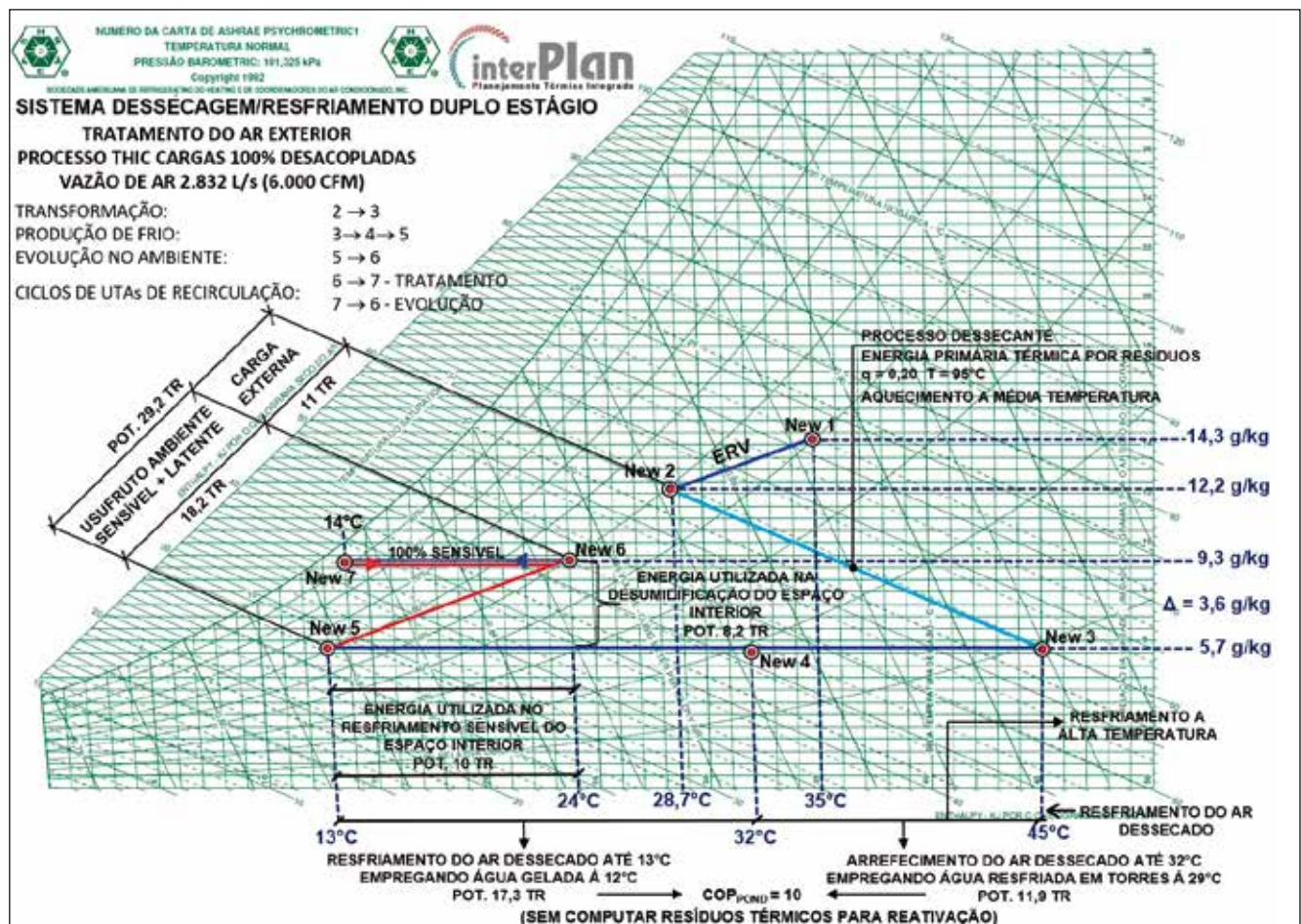
Catálogo técnico de renomado fabricante divulga equipamento constituído por sistema híbrido – refrigeração mecânica + dessecagem – para tratamento de ar exterior – DOAS. A explanação informa que o equipamento objeto da divulgação utiliza compressor de potência nominal 18 TR para uma vazão de ar 2.832 L/s (6.000 CFM), enquanto equipamento tradicional de refrigeração mecânica utiliza compressor de potência nominal 33,5 TR, ambos empregando dispositivo ERV (Recuperador de Energia de Ventilação).

Isso corresponderia a uma distorção de 86%, para mais.

Abordagem sobre a exposição

O sistema híbrido recebe o fluxo de ar externo previamente tratado em

processo ERV constituído por rotor dessecante passivo em contrafluxo com ar de expurgo a 24°C e 50% UR, o mesmo ocorrendo em relação ao sistema que classifica como tradicional de resfriamento/reaquecimento. À saída do estágio por refrigeração mecânica, o ar está sob condições psicrométricas TBS = 14°C e RU 10 g/kg. A evolução no estágio dessecante ocorre sob entalpia constante – desumidificação contra aquecimento – para cada 2,5°C de acréscimo na temperatura de bulbo seco, ocorre decréscimo de 1 g/kg na relação de umidade. Assim, para a considerada neutralidade da temperatura em relação à do ambiente interior (24°C), há uma disponibilidade para aquecimento de 10°C, o que resulta em uma capacidade de desumidificação de 4 g/kg e, como decorrência, 24°C e 6 g/kg na insuflação do ar tratado na unidade DOAS/ERV por refrigeração híbrida com reativação pelo arrefecimento da condensação do processo mecânico.



A inclusão do processo dessecante não altera a potência desenvolvida pelo conjunto, uma vez que se trata de uma transformação isentálpica, apenas altera a composição sensível/latente da potência, transformando-a de 75%/25% para 25%/75%, com participação zero na carga térmica sensível interna e potência 9 TR para desumidificação do espaço interior. O restante da potência é utilizado no complemento do tratamento psicrométrico do ar até a neutralidade para 24°C e 50% UR.

A hipótese de prover capacidade sensível de resfriamento da carga térmica interna comprometeria a eficácia para adsorção da carga latente interna pois, ao limitar o Δt disponível para o processo dessecante a 5°C (insuflação a 19°C) – resultaria em queda de 50% da capacidade de desumidificação – alvo de processo – sem preencher a capacidade de resfriamento necessária.

O sistema utilizado como referência comparativa forneceria capacidade

de desumidificação idêntica para a carga do ambiente interno (9 TR). Já uma utilização racional da potência de resfriamento sensível, empregando-a como potência útil em vez de aplicar reaquecimento de 7°C até 24°C, seria obtida por meio de um desdobramento em dois estágios: o primeiro, entre 7°C e 13°C (temperatura de orvalho do ambiente interno), e o segundo, entre 13°C e 24°C, este dedicado ao resfriamento da carga sensível interna.

Esses estágios representam, respectivamente, 5,4 TR (o 1º) e 10,0 TR (o 2º), sendo que o 1º estágio é realizado contra a água de retorno a 18°C, obtendo 100% de aproveitamento das 33,5 TR de produção de frio atribuídas no estudo comparativo ao intitulado sistema tradicional resfriamento/reaquecimento (18 + 5,4 + 10), transferindo para a carga 28 TR em composição sensível/latente 50%/50%, contra 18 TR (> 56%) e devolvendo 5,4 TR (30%) à geração de frio, com usufruto 100% e com COP

5,4 – contra algo entre 3,0 e 4,0.

Este estudo comparativo foi por nós apresentado na edição 2012 do Sannar (Salão Norte-Nordeste de Ar-Condicionado e Refrigeração), ocorrido no Recife.

Processo por desacoplamento total, escalonamento de exérgico hierárquico, reaquecimento com debelação nula e contribuição à otimização da QAI e à descarbonização da economia

Está apoiado no conceito de baixa exergia – altas temperaturas de resfriamento e baixas temperaturas de aquecimento. A inversão, ao longo do avanço do processo de tratamento do ar em unidades DOAS (UTAes), enseja que o resfriamento seja concluído a 18°C (retorno da água gelada à CAG), enquanto o reaquecimento do ar desumidificado sob o processo de resfriamento profundo (até a temperatura de orvalho 6°C), torna-se o fluido frio que é pós-aquecido em troca do pré-resfriamento da água, em processo

run-around, resultando em debelação exergética nula – o ar sendo aquecido de 7°C para 13°C em troca do resfriamento da água de 18°C para 14°C – que segue para alimentação dos processos de resfriamento radiante, retornando à CAG a temperatura de 18,5°C.

O processo de pós-aquecimento/pré-resfriamento em unidades DOAS resulta em evitar 16% de potência efetiva de frio em relação à demanda de pico e em evitar potência equivalente na geração de calor, além de evitar 100% de emissões de CO₂ que decorreriam da prática de aquecimento por combustão para uso em reaquecimento.

Comparando-se o processo de tratamento de ar externo por desacoplamento total entre cargas (THIC, que adota resfriamento profundo para obter desumidificação intensiva do ar), constata-se um arranjo em cascata entre fluxos de fluidos primário, que resfria, e secundário, que é resfriado. Obtém-se uma temperatura de orvalho do ar de 6°C, o que requer o resfriamento da água até 4°C. Porém,

esse processo oportuniza o arranjo em cascata na produção do frio, com um balanço altamente superavitário em relação ao perfil energético, tanto na potência disponibilizada quanto no quociente potência térmica por potência elétrica em regime.

A 2ª Lei da Termodinâmica – que rege a operação das máquinas de refrigeração por compressão mecânica – estabelece que, para cada grau K de acréscimo na temperatura saturada de evaporação – para a mesma temperatura saturada de condensação – obtém-se cerca de 5% de melhoria do COP, bem como, acréscimo da potência efetiva pela maior vazão mássica de fluido frigorígeno para um mesmo deslocamento volumétrico do compressor.

O desacoplamento entre cargas resulta em reduzir 2°C em 20% do fluxo, mas permite elevar em 7°C os restantes 80%, ensejando um acréscimo de 15% de potência efetiva em relação à nominal, e uma redução de 30% no uso da energia primária de acionamento do processo. O processo

THIC traz contribuição também para a otimização da QAI, por evitar a formação de biofilme, responsável por cerca de 23 tipos diferentes de contaminantes biológicos e perdas energéticas da ordem de 20%. Nas unidades DOAS, aplica-se processo germicida UVGI; nas UTAs, a operação ocorre com serpentinhas secas.

Conclusão

O processo holístico de tratamento de ar por integração exergética não só não incorre nos 86% adicionais de uso energético a que se refere a abordagem anterior em relação ao equipamento híbrido de refrigeração – mecânico + dessecante – como avança ao evitar 16% da potência em resfriamento e aquecimento específicos, além de majorar a eficiência dos ciclos termodinâmicos na produção de frio.

A utilização de 3 patamares distintos na refrigeração, como decorrência dos arranjos em cascatas na geração e no uso – incluindo processos radiantes de resfriamento – resulta em reduções de 42% na demanda elétrica das instala-

As melhores soluções para o mercado de refrigeração



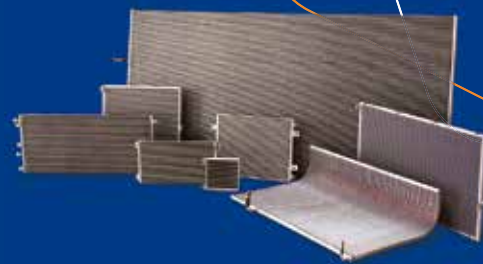
VKW – Resfriadores de água

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

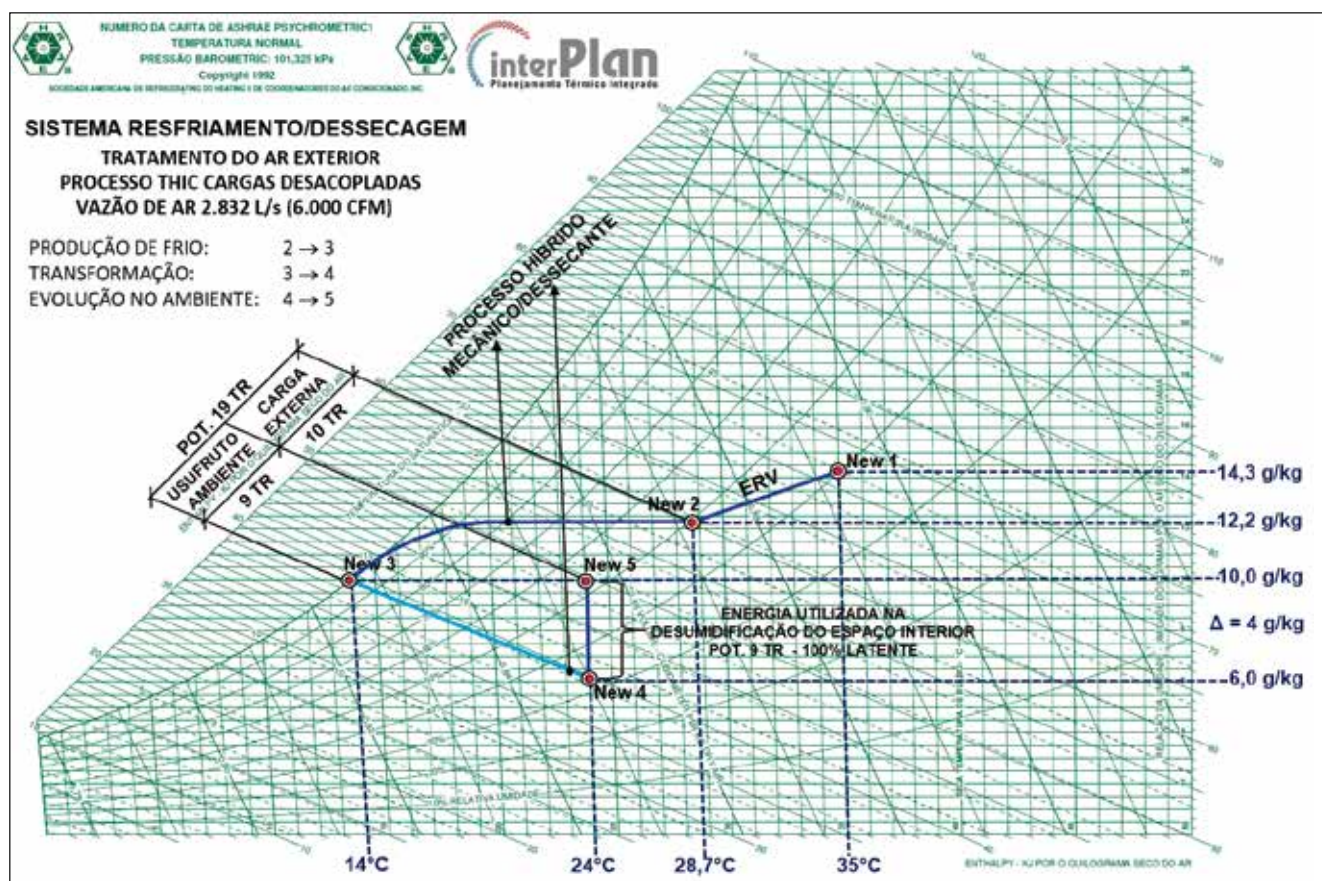
Tel: (11) 4128.2577 vendas@apema.com.br
www.apema.com.br @apemaindustria

Agora com Painéis Solares em todas as novas instalações



Certified Company
CRP
PETROBRAS





ções, 45% em uso de água por evaporação em torres de resfriamento – pela redução da demanda e melhoria da eficiência termodinâmica – e eliminação de emissões decorrentes de geração de calor por boilers à combustão, evitadas no pós-aquecimento do ar hiperdesumidificado em ciclo *run-around* nas DOAS. Há casos de empreendimentos de grande porte com projetos de nossa autoria, em que o ciclo *run-around* nas unidades DOAS evitou a implantação e a demanda térmica correspondentes a 670 TR, de frio e de calor, reduzindo 7.600 MWh elétricos, 66.300 m³ de água e 3.740 t CO₂e, por ano.

Considerando a amplitude da exigência no tratamento do fluxo de ar a ser desumidificado intensivamente, na entrada da DOAS, após o pré-tratamento no ERV, a temperatura de bulbo seco situa-se em torno de 26°C, com entalpia em torno de 60 kJ/kg, o que indica ser possível adotar temperatura de saída da água das DOAS 18°C, abaixo, ainda, da temperatura de orvalho do ar de entrada. Como o processo de desacoplamento total resulta

em resfriar o ar até 6°C, é necessário reaquecê-lo para 13°C, temperatura de orvalho do ar para 24°C e 50% de umidade relativa. E a água, a temperatura de 18°C na saída da DOAS, constitui-se no processo mais eficiente, uma vez que ao fazê-lo recebe, em contrapartida, potência frigorífica equivalente à do reaquecimento. Inverte-se o conceito inicial entre fluido primário – que resfria, e secundário – que é resfriado.

O ar, a temperatura de bulbo seco 7°C, transforma-se no fluido que resfria, e a água, a temperatura de 18°C, no fluido a ser resfriado. Sistemas triviais com água a 7°C e retorno a 12,5°C não teriam essa visibilidade de operação integrada em cascata. Tampouco o sistema com refrigeração híbrida, pois, ao fazer uso do processo dessecante para desumidificar entrega, como subproduto, aquecimento, diferentemente das UTAEs que desumidificam concomitantemente com resfriamento, com COP termodinâmico combinado de 6.

Há disponível, no mercado brasileiro, unidades DOAS por expansão indireta que utilizam ciclo *run-around*

como interface entre o ar tratado e a produção de frio, constituindo-se, também, em chillers virtuais como consequência do pós-aquecimento. Os desenhos representados em diagrama psicrométrico expõem 3 tecnologias com diferentes estratégias para a desumidificação do ar e controle da umidade em ambientes ocupacionais e de processos:

- 1) Desacoplamento total por resfriamento profundo, com expansão indireta;
- 2) Desacoplamento total por dessecagem e arrefecimento por estágios, com água a 29°C (torre de resfriamento) e mecânica (água gelada a 12°C);
- 3) Desacoplamento total por refrigeração híbrida, mecânica + dessecante.

Francisco Dantas

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

**Evento
paralelo ao
SANNAR
2026**

**Docente:
LEONILTON
TOMAZ CLETO**

SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE ÁGUA GELADA ENGENHARIA, EFICIÊNCIA E ATUALIZAÇÃO PROFISSIONAL

DE 12 A 14 DE MAIO DE 2026, Fortaleza recebe o **SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE ÁGUA GELADA**, realizado em paralelo ao SANNAR 2026 – Seminário Norte-Nordeste de Ar-Condicionado e Refrigeração, no Praia Centro Hotel, na Praia de Iracema.

VOLTADO A ENGENHEIROS E TECNÓLOGOS, o seminário aprofunda os fundamentos e as práticas contemporâneas dos sistemas de água gelada, abrangendo projeto, eficiência energética, controle, automação, operação e manutenção, direcionado às exigências técnicas e normativas atuais do setor.

Em um cenário em que eficiência, confiabilidade e automação inteligente são requisitos indispensáveis, o evento oferece uma formação técnica aplicada, alinhando teoria, normas e prática de mercado.

PROGRAMA TÉCNICO INTEGRADO, COM DESTAQUE PARA:



Refrigeração aplicada a chillers,
Eficiência energética e condições
reais de operação,
Tipos de sistemas de água
gelada e circuito variável,
Automação, monitoramento,
operação e manutenção,
Painéis de discussão com
análise de casos reais.

DOCÊNCIA COM RECONHECIMENTO INTERNACIONAL

O seminário será conduzido por **LEONILTON TOMAZ CLETO**, Engenheiro Mecânico, consultor da Yawatz Engenharia, com 39 anos de experiência, certificação internacional ASHRAE em Comissionamento e atuação em comitês técnicos internacionais. Sua trajetória integra normas globais, prática de campo e visão estratégica, garantindo conteúdo sólido e diretamente aplicável.

POR QUE PARTICIPAR?

Porque dominar sistemas de água gelada hoje significa reduzir custos, aumentar eficiência, atender às normas e fortalecer a atuação profissional em um mercado cada vez mais exigente.

PATROCÍNIO OURO

ARMSTRONG 

DAIKIN

Midea

Carrier

**INDÚSTRIAS
TOSI**

PATROCÍNIO PRATA

BELIMO

klimatix
Grupo Mecalor

REALIZAÇÃO

novatécnica

INSCRIÇÕES

aguagelada@nteditorial.com.br

Conforto térmico não depende apenas da temperatura do ambiente

Umidade e velocidade do ar influenciam diretamente a percepção de conforto

A umidade relativa recomendada para ambientes em instalações de conforto é entre 40% e 60%, faixa esta que reduz significativamente a proliferação de bactérias, vírus, fungos, ácaros e, consequentemente, os problemas de infecções respiratórias, rinite alérgica e asma, como podemos verificar na figura 1.

Nunca é demais repetir que o conforto térmico não depende apenas da temperatura do ambiente, mas, também, da umidade e da velocidade do ar. Se não fosse assim, ventiladores não teriam função de conforto, pois não controlam a temperatura. Do ponto de vista de conforto, tanto a umidade baixa causa desconforto por trazer ressecamento de mucosas, irritação ocular, aumento de partículas em suspensão e desconforto respiratório, como a umidade alta favorece proliferação de fungos, ácaros, mofo, odores e sensação de abafamento. Já com relação a saúde, como mencionado anteriormente, o controle de umidade é importante para evitar a proliferação de bactérias, vírus, fungos, ácaros.

Estratégias mais eficazes para o controle da umidade

A estratégia mais eficaz e eficiente energeticamente para controle da umidade em sistemas de ar-condicionado, não apenas para conforto, é seu tratamento na fonte principal de umidade que é o ar externo de renovação. Assim, a melhor forma de controle da umidade e/ou desumidificação do ar é através do uso de UTAs tipo DOAS (*Dedicated Outside Air System*), em que o ar externo de renovação não é apenas filtrado e inserido nos

ambientes, mas é efetivamente tratado, passando por um processo de resfriamento/desumidificação acompanhado eventualmente de um processo de reaquecimento.

Estes equipamentos DOAS podem incorporar diversas tecnologias. Para o clima tropical e equatorial do Brasil, nos locais em que a temperatura não cai abaixo de 20°C o ciclo *run around coil* com três serpentinas, duas de resfriamento e uma de reaquecimento, aproveitando o calor absorvido nas primeiras duas serpentinas, é bastante eficiente e recomendado. Já para locais em que temos temperaturas abaixo de 20°C normalmente necessitamos de serpentinas de reaquecimento abastecidas por outra fonte de calor, o ideal são bombas de calor.

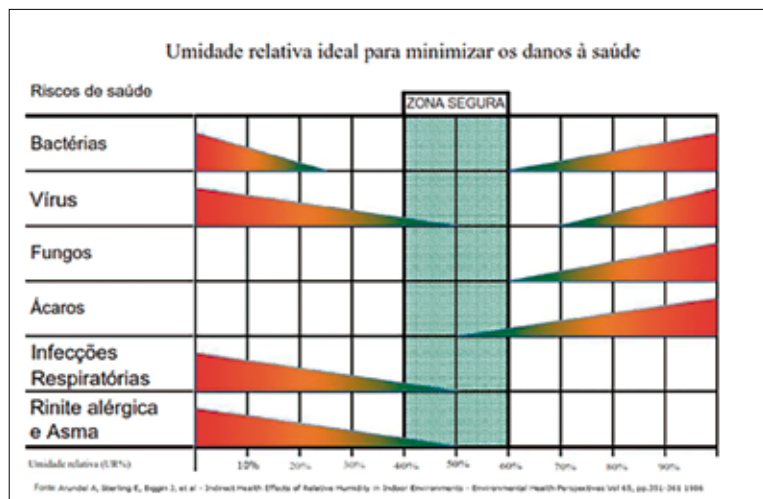
Quando dispomos de vazões de ar externo de renovação e ar de exaustão (normalmente de sanitários) com vazões próximas, e é viável se cru-



zar estes fluxos de ar, a utilização de recuperadores de calor como rodas entálpicas ou cubos entálpicos nas unidades DOAS passam a ser bastante interessantes, trazendo uma economia significativa na carga térmica do ar externo de renovação.

Características de unidades de tratamento do ar

As características esperadas de UTAs para um tratamento do ar eficiente e eficaz começa com uma boa filtragem, para depois ser complementada pelo processo de resfriamento/desumidificação e, dependendo das características do projeto, o seu rea-



quecimento e em locais de baixa umidade, eventualmente, até um processo de umidificação em algumas ocasiões específicas do ano.

Ambientes industriais possuem características próprias, cada qual com sua faixa de umidade relativa recomendada, alguns cuja maior preocupação é se manter um controle sobre a umidade máxima, e outros controle sobre a umidade mínima, tudo dependendo do processo em questão.

Exemplos de impactos da umidade inadequada:

- Indústria eletrônica e data centers: risco de descargas eletrostáticas (baixa umidade) ou corrosão e condensação (alta umidade);
- Indústria alimentícia e farmacêutica: crescimento microbiológico, alteração de propriedades físicas e químicas dos produtos;
- Indústria de papel, têxtil e gráfica: variação dimensional, deformações e falhas de qualidade;
- Armazenagem e logística: degra-

dação de produtos, embalagens e estruturas.

A utilização de DOAS, se a vazão de ar externo de renovação for relevante em relação ao volume do ambiente, ou de equipamentos desumidificadores, caso o número de trocas do ar externo de renovação seja baixo, são as estratégias mais eficazes para desumidificação do ar em ambientes industriais.

O controle de umidade pode ter um impacto muito grande no consumo energético das instalações, se feito da forma mais usual com uso de resistências elétricas para reaquecimento do ar. A forma de mitigar este impacto é através da utilização das estratégias já mencionadas de uso de equipamentos tipo DOAS, para tratamento do ar externo de renovação, e de equipamentos desumidificadores, que tanto podem ser apenas utilizando o ciclo de refrigeração, como também utilizando-se de dessecantes químicos, a depender da faixa de umidade a ser atingida.

O uso de serpentinas de água quente alimentadas por bombas de calor para promover o reaquecimento do ar também podem reduzir significativamente o acréscimo de consumo de energia para o controle de umidade (desumidificação dos ambientes). Quando necessária a umidificação para obtenção da faixa de umidade desejada, os sistemas adiabáticos e por ultrassom são os métodos de umidificação de menor consumo energético.



Marcos Santamaria
engenharia de aplicação das
Indústrias Tosi



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 hidráulicos, 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.

IMPERIUM
AR CONDICIONADO

O clima certo em qualquer ambiente.

**FABRICAMOS QUALIDADE.
VENDEMOS CONFIANÇA.**

CONHEÇA MAIS

(11) 4606-1214
(11) 4606-1124
@imperiumarcond
R. José Lisboa, 85 - Jardim Alessandra
Várzea Paulista - SP - CEP: 13224-780
imperiumarcondicionado.com.br



Controle da umidade garante ambiente mais saudável

A desumidificação em ambientes industriais é fundamental para garantir qualidade do produto, estabilidade do processo e proteção dos ativos

Em instalações de conforto, o parâmetro mais usado, em instalações de conforto, é a umidade relativa do ar, que deve ficar entre 40% e 60%, sendo ideal algo próximo de 45% a 55% para maior estabilidade e bem-estar. Em regiões muito úmidas, recomenda-se operar próximo ao limite inferior para evitar mofo e condensação, já em climas secos, manter níveis mais altos ajuda a reduzir desconforto e ressecamento.

Por isso, o controle de umidade é um diferencial importante: ele garante um ambiente mais saudável, evita problemas como mofo e melhora o conforto térmico, sendo essencial em ambientes climatizados. Umidade alta aumenta a sensação de abafamento, dificulta a evaporação do suor e favorece mofo, odores e proliferação de ácaros. Já umidade baixa causa ressecamento da pele e vias respiratórias, irritação ocular e piora de alergias.

Manter níveis adequados contribui para qualidade do ar, evita condições

favoráveis ao crescimento microbiano e melhora a sensação de bem-estar. Por isso, contar com aparelhos que oferecem controle de umidade é um diferencial importante para garantir saúde e conforto.

Estratégias de projeto mais eficazes

A estratégia para o controle da umidade em sistemas de ar-condicionado, começa no projeto psicrométrico, garantindo separação entre carga sensível e latente e dimensionamento correto das vazões de ar externo. Na prática, isso significa escolher serpentinas e temperaturas adequadas para desumidificação, controlar ponto de orvalho, tratar o ar externo e reduzir infiltrações com boa estanqueidade. Além disso, é essencial contar com automação eficiente, como modulação de capacidade e controle por umidade, para manter estabilidade mesmo em cargas baixas. Essas medidas asseguram conforto, eficiência e qualidade do ar.

A tecnologia mais utilizada é a desumidificação por serpentina fria, em que o ar é resfriado abaixo do ponto de orvalho para condensar a umidade. É uma solução eficiente e integrada ao sistema de climatização, porém, em cargas latentes elevadas, pode gerar overcooling e exigir reaquecimento.

Para aplicações mais exigentes, sistemas DOAS são altamente recomendados, pois tratam o ar externo de forma dedicada e controlam com precisão o ponto de orvalho. Isso garante maior estabilidade da umidade e melhor IAQ, embora com maior custo e complexidade de projeto.

Já tecnologias dessecantes, como rodas dessecantes, são indicadas quando há alta demanda de desumidificação ou necessidade de pontos de orvalho mais baixos, comuns em climas muito úmidos ou aplicações críticas. O principal limite é a energia necessária para regeneração, sendo mais vantajosas quando há fonte de calor residual.

UTAs eficientes devem combinar qualidade construtiva com controle preciso do ar. É fundamental ter gabinetes bem vedados e isolados, bandejas de dreno que evitem água parada e acesso fácil para manutenção, garantindo IAQ e confiabilidade. A filtragem e as serpentinas preci-

sam ser corretamente dimensionadas para atender cargas sensível e latente. Do ponto de vista de eficiência, são essenciais ventiladores com inversor, sensores confiáveis de temperatura e umidade e integração com automação predial, permitindo controle de ponto de orvalho, monitoramento contínuo e otimização de energia.

Ambientes industriais

A desumidificação em ambientes industriais é fundamental para garantir qualidade do produto, estabilidade do processo e proteção dos ativos. Ela reduz condensação em equipamentos, minimiza corrosão, evita deformações e problemas em materiais sensíveis à umidade e contribui para maior repetibilidade do processo e produtividade. Em alguns setores, também ajuda no controle microbiológico. Por outro lado, quando a secagem é mais intensa, exige cuidados com eletricidade estática e conforto térmico das equipes, reforçando a importância de um controle bem dimensionado e integrado ao sistema AVAC.

As estratégias mais eficazes de desumidificação industrial começam pela redução da carga de umidade. Isso envolve boa vedação do prédio, controle de infiltrações, setorização de áreas críticas e pressurização adequada. Em seguida, é fundamental tratar o ar externo de forma dedicada e capturar fontes internas de vapor na origem. O controle deve ser baseado no ponto de orvalho, garantindo operação estável mesmo com variações climáticas e de processo, com foco em qualidade, confiabilidade e eficiência energética.

Em ambientes industriais, a tecnologia de desumidificação deve ser definida pelo ponto de orvalho exigido pelo processo. A desumidificação por refrigeração funciona bem quando o alvo não é muito baixo, com boa eficiência e fácil integração ao sistema AVAC, mas perde eficiência para secagens mais profundas. Já os sistemas dessecantes são indicados para pontos de orvalho mais baixos e maior estabilidade em clima úmido, com a limitação do consumo de energia para regeneração. Em muitos casos, soluções híbridas, combinando refrigeração e dessecante, oferecem o melhor equilíbrio entre desempenho, confia-

bilidade e custo operacional.

Consumo energético

O controle de umidade pode aumentar o consumo energético, principalmente quando envolve resfriamento abaixo do ponto de orvalho e, em alguns casos, reaquecimento do ar. Para mitigar esse impacto, a Midea recomenda evitar overcooling, adotar tratamento dedicado do ar externo, otimizar o controle baseado em ponto de orvalho e utilizar ventiladores com inversor de frequência. Estratégias como recuperação de energia, automação predial e, em aplicações mais rigorosas, dessecantes com uso de calor residual permitem reduzir significativamente o consumo, mantendo conforto, saúde e eficiência operacional.

Um ponto crítico, muitas vezes subestimado, é que controle de umidade depende de medição confiável e manutenção. Sensores mal posicionados ou descalibrados levam a decisões erradas do controle, aumentando consumo e piorando conforto. Também é essencial alinhar o projeto de umidade com ventilação e filtragem, porque qualidade do ar interno é resultado do conjunto, não de um único componente. Por fim, metas de umidade devem ser definidas de acordo com uso do ambiente, ocupação, clima, materiais presentes e exigências do processo, evitando tanto a busca de “ar seco” sem necessidade quanto a tolerância a níveis altos que favorecem condensação e degradação do ambiente.



Cesar Messano

Gerente de Marketing de Produto
RAC na Midea Carrier

O crescimento exponencial dos sistemas VRF

A tecnologia VRF (Volume de Refrigerante Variável) consolidou-se como uma das principais opções para climatização de média e grande escala, especialmente em retrofit e edifícios comerciais. Seu surgimento no Japão, motivado pela escassez de espaço para salas de máquinas e grandes dutos, revela sua vocação original: flexibilidade em projetos com restrições físicas severas. Para engenheiros e projetistas, a escolha entre VRF e sistemas tradicionais de água gelada (chillers) não é trivial e exige uma análise ponderada das vantagens e desvantagens técnicas e operacionais de cada solução.

Algumas das vantagens do VRF explicam sua expansão

Eficiência em cargas parciais: O coração do VRF é sua capacidade de modular a capacidade do compressor de forma precisa, atendendo exatamente à demanda térmica do edifício em tempo real. Em cenários onde as cargas são variáveis – comum em escritórios, hotéis e edifícios mistos –, esta modulação evita os ciclos liga/desliga de sistemas convencionais, resultando em significativa economia energética.

Facilidade e velocidade de instalação: O sistema utiliza tubulações de cobre para o refrigerante, de diâmetros relativamente pequenos, que interligam as unidades externas às internas. Isso reduz drasticamente o peso, o volume e a complexidade da obra de infraestrutura comparada aos sistemas de água gelada, que demandam tubulações de água, bombas, vasos de expansão e tratamento químico. A instalação é mais limpa e rápida.

Projeto e expansão simplificados: Sistemas VRF são modulares e padronizados. Ampliações futuras são facilitadas, desde que respeitados os limites da unidade condensadora. É uma solução *plug-and-play* que oferece menos incertezas no orçamento e cronograma de obra.

Controle individual avançado: Cada unidade evaporadora (interna) pode ser controlada de forma independente, permitindo diferentes temperatu-



© Yaroslav Piativskiy | Dreamstime.com

O sistema VRF é uma ferramenta poderosa no arsenal do projetista de AVAC, mas não é uma panaceia

ras em cada ambiente e a desativação de áreas não ocupadas. Este controle granular é um dos seus maiores atrativos para o conforto e eficiência operacional.

Limitações em projetos de alta performance

Barreira térmica e limitação de distância: O sistema é limitado pelo comprimento total das linhas de refrigerante e pela diferença de nível entre unidades. Em projetos muito extensos ou verticais (torres altas), podem ser necessárias múltiplas salas de máquinas ou unidades condensadoras, perdendo parte da vantagem da compactação.

Baixa margem para inovações em qualidade do ar (IEQ): Críticos apontam que o VRF é essencialmente um sistema de controle de temperatura. A integração com estratégias avançadas de renovação de ar, umidificação/desumidificação precisa, *free-cooling* (resfriamento por ar externo) e recuperação de calor é mais complexa e menos eficiente do que em sistemas de água. Em um sistema de água gelada, o ar exterior é tratado centralmente em Unidades de Tratamento de

Ar (UTAs), permitindo um controle absoluto da qualidade do ar interior, filtragem superior e estratégias de eficiência energética integradas.

Custo de refrigerante e impacto ambiental: Sistemas VRF carregam grandes volumes de refri-

gerante. Vazamentos, além do impacto ambiental direto (alto PCA – Potencial de Aquecimento Global), podem paralisar todo ou parte do sistema até o reparo e a recarga. Sistemas de água gelada utilizam água pura ou solução de glicol como fluido secundário, um meio termodinâmico mais estável, seguro e de impacto ambiental insignificante em caso de vazamento.

Eficiência em carga plena e climas extremos: Em condições de carga térmica total constante e em climas muito quentes, sistemas de água gelada podem apresentar eficiências (COP/EER) superiores, especialmente quando associados a torres de resfriamento, que rejeitam calor para a atmosfera de forma mais eficiente que os condensadores a ar do VRF.

VRF vs. água gelada: uma síntese

A escolha não é entre o “moderno” e o “obsoleto”, mas entre filosofias diferentes de projeto. Opte por VRF quando o projeto prioriza velocidade de instalação, flexibilidade arquitetônica extrema (pouco espaço para dutos e máquinas), controle zonado refinado e com as cargas térmicas predominantemente variáveis.

Opte por sistemas de água gelada quando o projeto exige o máximo controle da qualidade do ar interior, possui cargas térmicas elevadas e constantes (como datacenters, hospitais, laboratórios), permite a implantação de salas de máquinas e deseja integrar estratégias de alta eficiência como *free-cooling*, *thermal storage* ou integração com energia solar térmica.



cortesia Daikin

Principais avanços estão associados à evolução dos compressores inverter

Algoritmos de controle, integração sistêmica entre unidades e sistemas de automação, unidades de tratamento do ar e adoção de fluidos refrigerantes de menor impacto também são avanços

A tecnologia de volume de refrigerante variável (VRV), criada pela Daikin em 1982 e denominada pelo mercado e pela literatura como fluxo de refrigerante variável (VRF), consolidou-se como uma das soluções mais eficientes e dinâmicas para climatização. O investimento contínuo dos fabricantes reflete a maturidade alcançada e a capacidade de evolução dos produtos em resposta a requisitos cada vez mais rigorosos de eficiência energética, conforto térmico, flexibilidade, qualidade do ar interno, segurança operacional e sustentabilidade ambiental.

Do ponto de vista histórico e tecnológico, os principais avanços incorporados ao VRV/VRF estão diretamente associados à evolução dos compressores inverter de alta eficiência, ao aprimoramento dos algoritmos de controle, à integração sistêmica entre unidades internas, externas e sistemas

de automação, aos novos modelos de unidades de tratamento do ar e à adoção de fluidos refrigerantes de menor impacto climático. Os compressores permitiram melhorar o desempenho em cargas parciais e ampliar a faixa de operação. O controle eletrônico tornou-se progressivamente mais sofisticado, com válvulas de expansão eletrônicas individuais por unidade interna, sensores distribuídos e lógica capaz de ajustar, rapidamente, o volume de refrigerante necessário à demanda térmica de cada zona. Avanços adicionais incluem o aumento dos comprimentos máximos de tubulação, maiores desníveis verticais admissíveis, maior modularidade das unidades externas e, sobretudo, o desenvolvimento de sistemas com recuperação de calor, capazes de realizar resfriamento e aquecimento simultâneos em diferentes ambientes. Unidades especiais AHU (*Air Handling Unit*) foram incorporadas para aumentar as opções de atendimento técnico aos mais exigentes projetos. E, em breve, a disponibilidade de fluidos refrigerantes – como R-32, R-290 e R-744 – alinhada às tendências globais de redução do GWP (*Global Warming Potential*) e ao atendimento às normas de segurança relativas à carga máxima de refrigerante por ambiente.

Comparação com a água gelada

Quando comparado à solução de expansão indireta – tipicamente baseada em chillers e redes hidráulicas –, o VRV/VRF apresenta algumas vantagens e diferenciais. A primeira é a eficiência energética global, especialmente em edifícios com cargas térmicas variáveis e uso intermitente – a modulação fina da capacidade permite que o sistema opere a maior parte do tempo em regime parcial, quando os índices de eficiência sazonal são superiores. Além disso, oferece elevada flexibilidade de zoneamento, possibilitando controle individualizado por ambiente, o que resulta em maior conforto térmico; e de monitoramento centralizado, local e remotamente, que contribui para a operação das unidades, otimização de atendimento técnico através de informações de alarmes e erros, rateio de energia elétrica, limitação de funções,

intertravamento com equipamentos de terceiros, entre outros. Sob a ótica de instalação, a redução de espaço técnico, a menor carga estrutural, o menor investimento e as novas tecnologias de conexões sem brasagem tornam o VRV/VRF atrativo para edifícios novos e existentes, retrofits e projetos com restrições arquitetônicas. Pelo lado da distribuição, a entrega direta de fluido refrigerante a cada unidade interna (tubulações de cobre) elimina penalidades associadas ao transporte de grandes vazões de ar (dutos) e/ou água (tubulações, bombas, válvulas e outros acessórios). A escolha do melhor sistema deve ser realizada a partir das necessidades específicas e estratégicas de cada cliente.

Tratamento do ar

Uma crítica recorrente ao VRV/VRF diz respeito à sua limitação intrínseca quanto ao tratamento do ar interno, especialmente no que se refere a dois dos quatro pilares fundamentais: renovação de ar, filtragem, monitoramento e eliminação. Essa crítica é tecnicamente procedente quando se analisa de forma isolada, pois, por definição, o sistema de expansão direta foca primordialmente no controle térmico sensível e, em menor grau, latente; e, também, devido à limitação de portfólio de produtos de certos fabricantes. Para que o VRV/VRF atenda plenamente às necessidades de qualidade do ar interno, algumas recomendações de projeto são fundamentais. O primeiro ponto é a clara separação conceitual entre cargas sensíveis e latentes internas e externas – a prática consolidada e recomendada é a integração com sistemas dedicados de tratamento de ar externo, como DOAS (*Dedicated Outdoor Air System*), unidades de tratamento de ar com recuperação de energia ou unidades de ar primário. Outrossim, é essencial selecionar unidades internas adequadas ao perfil de cada espaço, garantindo boa distribuição de ar e baixo nível de ruído. As unidades cassete e duto disponibilizam pressão estática o suficiente para atendimento a filtragens especiais e de alta eficiência (i.e. nas antigas nomenclaturas G4, M5, F7 e/ou F8).

As aplicações mais recomendadas para VRV/VRF incluem edifícios

comerciais, corporativos, hospitalares, uso misto, instituições de ensino, hotéis e residências. Em contrapartida, esta solução encontra maiores restrições em aplicações industriais pesadas, ambientes com grandes volumes de ar e elevadas cargas latentes concentradas, data centers de alta densidade térmica e instalações onde a centralização extrema do tratamento de ar seja mandatória. Nessas situações, sistemas de expansão indireta ou soluções híbridas tendem a oferecer maior adequação técnica e operacional.

Como complemento, é importante destacar que a evolução dos VRV/VRF está cada vez mais alinhada a conceitos de edifícios inteligentes e sustentáveis. A integração com plataformas de internet das coisas (IoT), a análise preditiva de falhas, o comissionamento contínuo e a capacidade de adaptação a redes inteligentes posicionam esta solução não apenas como um sistema de climatização, mas como um componente ativo da estratégia energética, de conforto térmico e de qualidade do ar interno. Adicionalmente, reforça o seu papel em um cenário global de descarbonização. Assim, longe de ser uma tecnologia limitada, o VRV/VRF representa uma solução madura, versátil e em constante evolução, capaz de atender com excelência às demandas técnicas, ambientais e econômicas da climatização moderna – quando corretamente projetado, instalado e operado.



João Manuel R. L. Aureliano
Gerente Sênior Engenharia de
Produtos DX na Daikin



Cortesia Midea Carrier

Avanço em lógicas de controle mais sofisticadas

Sistemas VRF costumam se destacar pela capacidade de oferecer controle por zona com alta precisão, eficiência em carga parcial e flexibilidade de instalação

Nos últimos anos, a tecnologia VRF evoluiu principalmente em eficiência energética, controle e flexibilidade de aplicação. Com a tecnologia do compressor inverter consolidada, houve um avanço em lógicas de controle mais sofisticadas, que modulam a capacidade com maior precisão, ajustam parâmetros operacionais conforme necessidade do ambiente e trazem controle personalizado ao usuário, melhorando a estabilidade térmica. Também houve evolução relevante na expansão de faixas de operação, permitindo melhor desempenho em condições climáticas extremas e em regimes de carga parcial, que são a realidade da maior parte do tempo. Outro ponto de progresso é a integração com automação predial e conectividade, com controles mais inteligentes, monitoramento remoto, autodiagnóstico e maior capacidade de ajuste fino por zona, o que se traduz em conforto superior e melhor performance global do sistema.

Os sistemas VRF costumam se destacar pela capacidade de oferecer

controle por zona com alta precisão, eficiência em carga parcial e flexibilidade de instalação, especialmente em edifícios com múltiplos ambientes e padrões de ocupação variáveis. Também se destaca em aplicações de pequeno e médio porte, tanto em utilização residencial como comercial, atendendo residências, apartamentos, lojas, mercados, restaurantes e clínicas com personalização em cada obra. Além disso, em muitos cenários a combinação de modulação inverter e controle individualizado resulta em menor consumo energético ao longo do tempo, particularmente quando o edifício não opera sempre em plena carga. Outro diferencial é a rapidez de resposta às variações de carga e a facilidade de expansão e adaptação do sistema, o que é interessante em projetos que crescem por fases.

Limitações quanto ao tratamento do ar externo

Depende muito do objetivo e do desenho do sistema. Em essência, o VRF é uma solução de condiciona-

mento térmico por zona e possui algumas soluções para tratamento de ar externo disponíveis. Durante a etapa de projeto é importante entender os requisitos do sistema e do ambiente onde será aplicado, pois, muitas vezes, sistemas dedicados de ventilação e tratamento do ar podem ser uma solução adequada. A solução técnica já é bem conhecida: integrar o VRF a UTAs ou a um DOAS, tratando o ar externo de forma dedicada, controlando ponto de orvalho e garantindo ventilação, filtração e umidade dentro de parâmetros de conforto e saúde. Essa arquitetura híbrida é, inclusive, uma das mais eficazes para combinar eficiência energética e qualidade do ar.

É importante a integração dos times de projeto térmico, instalação, fabricantes, arquitetura e civil envolvidos no projeto. A primeira etapa é entender se o projeto seguirá como um VRF como solução única, se será aplicado algum sistema híbrido com outras soluções e como serão tratados os requisitos de qualidade do ar. Independente da solução, o projeto do VRF e ventilação, caso separada, precisam ser pensados conectados. Isso exige dimensionamento correto por cargas sensível e latente, definição

clara de critérios de qualidade do ar, e *setpoints* por uso do ambiente. Em projetos mais exigentes, o caminho poderá ser em adotar ventilação dedicada por UTA ou DOAS, com filtração e controles adequados. Também é fundamental prever automação integrada, com sensores confiáveis, além de estratégias que otimizem a operação do sistema. Por fim, a qualidade de instalação é determinante: boas práticas de instalação e comissionamento, testes de estanqueidade, isolamento correto das linhas e manutenção planejada impactam diretamente eficiência e confiabilidade.

Aplicações mais recomendadas

Sistemas VRF são particularmente recomendados para edifícios com alta setorização e demanda variável, como escritórios, hotéis, escolas, clínicas, varejo e edifícios residenciais de padrão médio a alto, onde o controle individualizado por ambiente traz ganhos de conforto e eficiência. Também são amplamente aplicados em residências de médio e alto padrão. Eles também são uma boa escolha para retrofit de edificações existentes, pois oferecem flexibilidade de instalação e

menor interferência em obras. As restrições aparecem com mais frequência em aplicações de áreas muito extensas com grandes cargas concentradas ou com controles específicos como projetos hospitalares de grande porte, aplicações em grandes shoppings centers e projetos industriais. Nesses casos, o VRF pode ser parte da solução, mas geralmente precisa ser combinado com alternativas como água gelada ou sistemas específicos por tipologia de uso.



Gustavo Hoffmann

Gerente de Marketing de Produto na
Midea Carrier

CONHECIMENTO TÉCNICO QUE GERA RESULTADOS

CADASTRE-SE

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

Quem entrega desempenho, reduz custos e toma decisões assertivas precisa de informação confiável, atual e aplicada.

A **revista Abrava + Climatização e Refrigeração** conecta profissionais às soluções, tecnologias e tendências que aumentam a eficiência dos sistemas, otimizam operações e fortalecem negócios.

Aqui, fabricantes, distribuidores e especialistas compartilham experiências reais, inovações e boas práticas que fazem diferença no campo, no projeto e na gestão.

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.



Cortesia LG

Escopo de aplicação dos sistemas VRF foi ampliado

Integração com sistemas de ventilação, unidades de tratamento de ar (AHU), recuperação de calor e soluções para água quente também se consolidou

Ao longo dos últimos anos, a tecnologia VRF tem evoluído de forma significativa, acompanhando as exigências por maior eficiência energética, flexibilidade de aplicação e precisão no controle dos ambientes internos.

Um dos principais avanços está na evolução dos compressores inverter e da modulação do fluxo de refrigerante, que possibilitam melhor desempenho em cargas parciais, com redução do consumo de energia e maior estabilidade térmica. Paralelamente, os sistemas de controle e automação tornaram-se mais sofisticados, permitindo ajustes mais finos de operação de acordo com a ocupação, a carga térmica e as condições ambientais.

Outro avanço relevante é a ampliação do escopo de aplicação dos sistemas VRF, que passaram a atender desde projetos de menor porte até empreendimentos mais complexos, incluindo retrofit de edificações existentes. A integração com sistemas de ventilação, unidades de tratamento de ar (AHU), recuperação de calor e soluções para água quente também

se consolidou como um diferencial importante para atender às demandas de conforto térmico, qualidade do ar interno e eficiência energética.

Além disso, a incorporação de recursos de conectividade, monitoramento remoto e manutenção preditiva contribui para maior confiabilidade operacional, melhor gestão do consumo de energia e redução de custos ao longo do ciclo de vida dos sistemas.

Esses avanços reforçam o VRF como uma solução tecnológica madura, versátil e alinhada às atuais demandas do setor de climatização.

VRF vs. expansão indireta

Os sistemas VRF apresentam vantagens importantes em relação aos sistemas de expansão indireta, especialmente quando se consideram eficiência energética, flexibilidade de projeto e controle individualizado dos ambientes.

Uma das principais diferenças está na forma de distribuição da carga térmica. Nos sistemas VRF, o refrigerante é levado diretamente às unidades internas, com modulação conti-

nua de acordo com a demanda de cada zona. Isso permite maior eficiência em cargas parciais e redução de perdas associadas à conversão de energia, comuns em sistemas de expansão indireta que utilizam água gelada como fluido intermediário.

Outra vantagem relevante é o controle independente por ambiente, possibilitando ajustes mais precisos de temperatura conforme a ocupação e o uso de cada espaço, além da possibilidade de operação simultânea de resfriamento e aquecimento em zonas distintas, dependendo da configuração do sistema.

Do ponto de vista de projeto e instalação, os sistemas VRF tendem a oferecer maior flexibilidade e menor demanda de espaço físico, uma vez que dispensam casas de máquinas, bombas e grandes redes hidráulicas. Isso favorece aplicações em retrofit e em edificações com limitações arquitetônicas.

Além disso, os sistemas VRF costumam apresentar resposta mais rápida às variações de carga térmica, menor complexidade operacional e custos de manutenção potencialmente mais baixos, especialmente em empreendimentos de pequeno e médio porte.

Por outro lado, os sistemas de expansão indireta continuam sendo adequados para aplicações específicas, principalmente em grandes instalações com altas demandas de ventilação e tratamento centralizado do ar. A escolha entre as tecnologias deve considerar o perfil do edifício, as necessidades de conforto, a eficiência energética desejada e os custos ao longo do ciclo de vida do sistema.

Tratamento do ar de renovação

A crítica relacionada às limitações dos sistemas VRF no tratamento do ar interno tem fundamento quando se considera que esses sistemas são, por definição, voltados principalmente ao controle térmico e não ao tratamento completo do ar, como ocorre em soluções centralizadas dedicadas exclusivamente à ventilação.

No entanto, essa limitação não deve ser interpretada como um impeditivo técnico, mas sim como uma questão de concepção e integração de sistemas. Na prática, os projetos atuais têm superado

esse desafio por meio da integração dos sistemas VRF com soluções dedicadas de ventilação e tratamento do ar, como unidades de tratamento de ar (AHU), sistemas de renovação com recuperação de energia e controle adequado de pressurização e filtragem.

Quando corretamente dimensionados e integrados, esses sistemas permitem atender plenamente aos requisitos de qualidade do ar interno, incluindo renovação, filtragem e controle de umidade, mantendo os ganhos de eficiência energética e a flexibilidade característicos do VRF.

Para que os sistemas VRF atendam de forma adequada às necessidades dos ambientes internos em termos de qualidade do ar e eficiência energética, é fundamental que o projeto seja desenvolvido de forma integrada, considerando desde a concepção do edifício até as condições reais de uso e ocupação.

Uma recomendação essencial é a separação clara das funções de climatização e ventilação, com a adoção de sistemas dedicados para renovação e tratamento do ar, como unidades de tratamento de ar ou sistemas de ventilação com recuperação de energia, integrados ao sistema VRF. Essa abordagem permite atender aos requisitos de qualidade do ar interno, incluindo renovação, filtragem e controle de umidade, sem comprometer a eficiência do sistema.

Também é importante realizar um dimensionamento preciso das cargas térmicas, levando em conta ocupação, orientação solar, envoltória da edificação e perfil de uso dos ambientes. O correto zoneamento e a definição adequada das unidades internas contribuem para um controle mais eficiente e para o melhor desempenho em cargas parciais.

Além disso, recomenda-se a adoção de estratégias de controle e automação, que permitam o ajuste da operação de acordo com a ocupação e as condições ambientais, evitando o funcionamento desnecessário e contribuindo para a redução do consumo de energia.

Por fim, a observância das normas técnicas vigentes, a correta instalação e o planejamento de rotinas de operação e manutenção são fatores determinantes para garantir desempenho, confiabilidade e eficiência energética

ao longo do ciclo de vida do sistema

Os sistemas VRF são especialmente recomendados para aplicações que demandam flexibilidade de controle térmico, eficiência energética e atendimento a múltiplas zonas com perfis de uso distintos. São amplamente utilizados em edificações comerciais e institucionais de pequeno e médio porte, como edifícios corporativos, hotéis, hospitais, escolas, estabelecimentos de ensino, lojas de varejo e empreendimentos de uso misto, além de projetos de retrofit em edificações existentes.

Esses sistemas se destacam em aplicações onde há variação significativa de carga térmica ao longo do dia, necessidade de controle individualizado por ambiente e restrições de espaço para instalação de casas de máquinas ou sistemas hidráulicos mais complexos. A modularidade e a facilidade de expansão também favorecem seu uso em projetos com crescimento ou adaptação ao longo do tempo.

Por outro lado, os sistemas VRF encontram maiores restrições em aplicações de grande porte que exigem elevados volumes de ar tratado de forma centralizada, como indústrias com processos específicos, grandes centros de dados, instalações com requisitos rigorosos de controle de umidade ou ambientes com altas demandas de ventilação contínua. Nesses casos, soluções de expansão indireta ou sistemas centralizados dedicados podem ser mais adequados.



Graziela Yang

gerente de Produto de Ar-condicionado Comercial da LG



© Oleksiy Makhalov | Dreamstime.com

A amônia no centro do futuro da refrigeração comercial

A amônia não é o refrigerante do passado; é, comprovadamente, uma das respostas mais robustas para os desafios energéticos e ambientais do futuro

A amônia (R717), um dos refrigerantes mais antigos da história, está protagonizando um renascimento estratégico no setor de refrigeração. Afastada por décadas de aplicações comerciais em áreas densamente povoadas devido à sua toxicidade e inflamabilidade, ela retorna ao debate técnico e empresarial carregada de vantagens inigualáveis e impulsionada por uma nova geração de tecnologias e filosofias de projeto. Este retorno não é uma nostalgia, mas uma resposta pragmática às demandas contemporâneas por eficiência energética radical, sustentabilidade genuína e custo operacional reduzido. Direcionada a engenheiros, técnicos especializados e decisores de redes de varejo e centros logísticos, esta análise aprofunda o potencial da amônia, desmistifica seus riscos e delinea o caminho para sua ado-

ção segura e vantajosa no coração das cidades.

As razões do renascimento

Os especialistas são unânimes em destacar o triângulo virtuoso que sustenta a amônia. Rogério Marson Rodrigues, da Eletrofrio, é direto: “Elevada eficiência energética, baixíssimo impacto ambiental (não ataca a camada de ozônio e não afeta o aquecimento global) e baixo custo de aquisição do fluido.”

Silvio Guglielmoni, da Mayekawa, corrobora: “A amônia é um refrigerante natural, sustentável, uma vez que não agride a camada de ozônio (ODP zero) nem contribui para o aquecimento global (GWP zero), sendo categorizada como fluido ecológico.”

Esta combinação é poderosa. Em um mundo pressionado por metas de descarbonização e custos energéticos crescentes, a amônia se apresenta como uma solução técnica e economicamente superior. Seu alto coeficiente de desempenho (COP), superior ao da maioria dos HFCs e HFOs, especialmente em aplicações de baixa temperatura (congelamento e ultracongelamento), se traduz em consumo elétrico significativamente menor. “A amônia permite um menor consumo de energia elétrica para a mesma capacidade de refrigeração, gerando economias a médio e longo prazo”, reforça Guglielmoni.

O baixo custo por quilo, comparado aos refrigerantes sintéticos, reduz o investimento inicial e os custos de eventual reposição, enquanto seu impacto ambiental nulo a coloca em conformidade com as regulamentações mais rigorosas atuais e futuras, como a emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal.

Restrições reais, gestão possível

As desvantagens são conhecidas, mas a abordagem moderna trans-



Silvio Guglielmoni



Rogério Marson Rodrigues

forma barreiras intransponíveis em desafios de engenharia perfeitamente gerenciáveis. Rodrigues aponta o cerne da questão: “É um fluido tóxico e parcialmente inflamável, demandando atenção específica às fases do projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção. Diversas normas e regulamentações tratam da sua aplicação.”

Guglielmoni, por sua vez, vai além da propriedade intrínseca e identifica a raiz de muitos problemas: “A restrição para o seu uso está na falta de conhecimento do sistema e das boas práticas de manuseio de sistemas com amônia.”

Este é o ponto de inflexão. O risco não é um impedimento, mas

uma variável de projeto. A segurança não é uma opção, mas a premissa fundamental. As normas existem para serem seguidas à risca: ABNT NBR 16069, NR-13, e os rigorosos padrões internacionais do IIAR e Ashrae fornecem o roteiro completo.

“Apesar de todos os seus benefícios, o amoníaco requer cuidados específicos devido às suas propriedades. Trata-se de um gás tóxico em altas concentrações e inflamável em determinadas condições, o que torna a segurança um fator crítico na operação e manutenção dos sistemas que o utilizam. As boas práticas incluem: treinamento do pessoal; sistemas com detecção de vazamentos, sensíveis, com alarmes visuais e sonoros integrados a planos de contingência; manutenções preventiva e preditiva, rigorosas e programadas; inspeções regulares, testes de integridade, calibração de sensores e substituição de componentes desgastados são fundamentais para prevenir falhas e garantir a longevidade e a segurança do sistema”, detalha o diretor da Mayekawa.

Low-charge: desmitificando o uso em áreas urbanas

A pergunta crucial para supermercados e centros de distribuição era: “O fato de ser um fluido altamente tóxico não torna impeditivo o seu uso em ambientes adensados?” A resposta, hoje, é um “não” categórico, graças à filosofia *low-charge* (baixa carga).

Rodrigues contextualiza: “Existem diversas restrições... porém, projetos de *low-charge ammonia* são plenamente aplicáveis desde que todas as questões de segurança sejam consideradas.” Ele revela um dado prático: “No Brasil, são conhecidos 12 supermercados que possuem a amônia como fluido refrigerante primário, sempre em projetos de expansão indireta. Em nenhum destes casos há circula-

ção da amônia dentro de câmaras e balcões frigoríficos.” O segredo está no confinamento e na miniaturização da carga.

Guglielmoni corrobora: “Desde que o projeto contemple algumas premissas, como: utilização de menor volume de amônia no sistema e atentar-se ao uso de materiais adequados e condições corretas para instalações com este refrigerante, conforme normas vigentes, como: ABNT NBR 16069 e a NR-13 (vasos de pressão e tubulações), e, em muitos casos, normas internacionais do IAR (*International Institute of Ammonia Refrigeration*) e Ashrae.”

A carga de refrigerante, antes medida em toneladas, agora é gerenciada em quilogramas por circuito independente. Rodrigues especifica: “Os projetos para este fim visam trabalhar com cargas de até 10 kg por circuito de refrigeração, cada circuito chegando a atingir capacidade de até 60 kW no regime de média temperatura.” Isso representa uma redução de ordens de grandeza no risco inerente.

Projetando sistemas comerciais confiáveis

Como materializar essa segurança? As respostas dos especialistas convergem para uma abordagem sistêmica e multidisciplinar.

Para a instalação, Guglielmoni destaca a tríade: “Treinamento da equipe... Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)... instalação de equipamentos para descontaminação... detectores de amônia robustos e precisos... ventilação de emergência... válvulas de segurança.” É a criação de uma “sala de máquinas inteligente” e resiliente.

Rodrigues enfatiza a arquitetura do sistema: “A aplicação da menor carga possível e a distribuição desta carga em diversos circuitos de refrigeração independentes...

torna o sistema viável.” A redundância e a segmentação são chaves.

Na concepção de projetos *low-charge*, a simplicidade e a modularidade reinam. “Sistemas de refrigeração divididos em diversos circuitos podem resultar em cargas individuais muito baixas, oferecendo segurança na operação. A execução de projetos de máquinas simples e compactas pode garantir cargas de fluido refrigerante muito pequenas”, explica Rodrigues.

Guglielmoni detalha os aspectos fundamentais:

- **Localização segura:** A sala de máquinas que abriga os equipamentos de amônia deve ser idealmente isolada de outras estruturas principais ou construída com materiais resistentes ao fogo e estanques a vapor;

- **Ventilação adequada:** Prever um sistema de ventilação mecânica eficiente, capaz de diluir rapidamente qualquer vazamento potencial para níveis seguros;

- **Acesso controlado:** Restringir o acesso apenas a pessoal treinado e autorizado, com sinalização clara dos riscos.

“Especificação de compressores, condensadores, evaporadores, separadores/reservatórios de líquido e controles que sejam projetados para uso com amônia (*refrigerant-specific*); utilizar materiais resistentes à corrosão por amônia, como aço e ferro, evitando materiais incompatíveis como cobre e latão; e, dimensionamento e seleção de válvulas e tubulações com classificações de pressão e temperatura apropriadas, seguindo padrões como ANSI/IIAR 3 e 4”, continua o diretor da Mayekawa.

Rodrigues levanta uma questão técnica e cultural, em relação à utilização de materiais resistentes à corrosão por amônia, como aço e ferro, evitando materiais incompatíveis como cobre e latão. “A restrição a aplicação do cobre será algo

novo para muitos, é técnico e cultural, exigindo adaptação da cadeia de fornecedores e instaladores.”

Rompendo o paradigma

O caminho técnico está desenhado. As soluções existem e são viáveis. No entanto, Rodrigues alerta para um obstáculo final e poderoso: “Aspectos técnicos resolvidos, a aplicação da amônia na refrigeração comercial vai enfrentar uma barreira invisível, mas efetiva, que será o paradigma do perigo iminente e a fatalidade, dado o histórico da sua aplicação em grandes sistemas de refrigeração que apresentaram problemas de vazamento, amplamente divulgados pela imprensa.”

Superar este paradigma é tarefa da informação de qualidade e da demonstração prática. A amônia *low-charge* para refrigeração comercial não é a amônia dos grandes vazamentos industriais do passado. É uma tecnologia distinta, nascida de uma engenharia de precisão, com filosofia de risco reduzido e operação confinada.

Para o técnico e o engenheiro, representa a oportunidade de dominar uma tecnologia de ponta, eficiente e sustentável. Para o gestor de supermercados, hipermercados ou centros de distribuição, representa uma decisão estratégica: reduzir drasticamente a conta de energia, preparar o negócio para as mudanças regulatórias ambientais e alinhar a operação aos mais altos padrões de ESG (*Environmental, Social, and Governance*), tudo isso com um *payback* atrativo.

A amônia não é o refrigerante do passado. É, comprovadamente, uma das respostas mais robustas para os desafios energéticos e ambientais do futuro imediato da refrigeração comercial. Cabe ao setor, munido de conhecimento técnico sólido e projetos responsáveis, adotá-la com a segurança e a confiança que esta solução centenária, mas renovada, merece.



Instalação na Deep Water Lake Cooling, em Toronto, Canadá
(Divulgação Armstrong)

SWAC e OTEC para resfriamento e geração de energia a partir do gradiente térmico oceânico

Trata-se de uma solução tecnológica para captação de água fria profunda, troca térmica em estação costeira e entrega de “frio” via circuito hidrônico de água gelada

Resumo

Sistemas OTEC e SWAC exploram o gradiente térmico oceânico para atender duas necessidades recorrentes em regiões costeiras e ilhas tropicais: (i) frio útil para climatização e (ii) eletricidade para uso geral. O *Seawater Air Conditioning* (SWAC) utiliza água fria profunda (oceano ou lago) como fonte fria, reduzindo substancialmente a energia elétrica associada ao resfriamento ao substituir (total ou parcialmente) a produção de água gelada por compressão [2–6]. Já o *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) converte a diferença de temperatura entre águas superficiais e profundas em potência elétrica (ciclos fechado, aberto e híbridos), com potencial de fornecer geração contínua em locais com ΔT adequado [1]. A integração SWAC–OTEC é particularmente atrativa quando o projeto é concebido como infraestrutura compartilhada, na qual captação profunda e estação costeira habilitam um portfólio (frio + eletricidade e eventuais coprodutos em certas arquiteturas) e reduzem o CAPEX incremental do segundo serviço [1,2,6].

Além da discussão geral, destaca-se o interesse crescente em futuros casos em ilhas tropicais, como Fernando de Noronha, onde estudos públicos de alternativas de suprimento [7] e iniciativas em andamento de transição energética [8–11] criam um ambiente propício para que soluções baseadas no oceano venham a ser demonstradas como “cases” de desempenho, confiabilidade e licenciamento.

1. Contexto e motivação

A climatização e o suprimento energético em regiões costeiras e ilhas frequentemente combinam três desafios: (i) alto consumo elétrico associado ao resfriamento; (ii) limitações de espaço, ruído e eficiência para expansão de plantas convencionais em áreas urbanas; e (iii) necessidade de confiabilidade (redundância e resiliência) em sistemas isolados ou com infraestrutura restrita. Nesse cenário, soluções baseadas no uso da energia contida em grandes massas de água surgem como alternativas técnicas com potencial de reduzir carga elétrica, emissões e custo operacional, sobretudo quando inte-

gradadas a redes de água gelada (*district cooling*) e a estratégias de planejamento de longo prazo [2,5,6].

No caso do SWAC (*Seawater Air Conditioning*), trata-se de uma solução tecnológica para captação de água fria profunda, troca térmica em estação costeira e entrega de “frio” via circuito hidráulico de água gelada, preservando a interface tradicional do lado do consumidor [3,4]. Essa compatibilidade favorece aplicação em redes de água gelada e em arranjos em paralelo com chillers, mitigando risco operacional e facilitando retrofit e comissionamento incremental [4–6]. Há também experiências e análises ambientais amplamente documentadas para resfriamento por água profunda em escala distrital, como o conjunto de documentos públicos do projeto de Honolulu (HSWAC) [12].

Por sua vez, o OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*) baseia-se na conversão de calor em trabalho por meio de ciclos termodinâmicos, graças à disponibilidade de ΔT entre águas superficiais e profundas [1]. Do ponto de vista de maturação tecnológica, projetos demonstrativos e plataformas de teste têm sido reportados publicamente, como a conexão à rede de uma planta OTEC de demonstração no Havaí (105 kW) [13] e iniciativas de demonstração em Okinawa/Kumejima (Fig. 4), com apoio institucional e foco em viabilização tecnológica [14,15].

A integração SWAC-OTEC torna-se especialmente relevante quando a discussão deixa de ser “uma planta” e passa a ser uma infraestrutura oceânica habilitadora: a mesma captação profunda (um dos itens mais críticos em CAPEX, licenciamento e integridade) pode ser dimensionada e operada para suportar múltiplos serviços, reduzindo CAPEX marginal e aumentando o valor sistêmico do investimento [1,2,6].

Como perspectiva de aplicação e demonstração no caso do Brasil, Fernando de Noronha pode vir a se consolidar como caso de estudo relevante, à medida que o arcabouço público de avaliação de alternativas de suprimento [7] e a transição energética em curso (solar + baterias, com metas públicas de descarbonização até

2027) [8–11] criam condições para avaliar, de modo comparativo, o papel de soluções oceânicas não apenas como “substitutas de térmicas”, mas como redutoras estruturais de carga e reforço de resiliência.

2. SWAC em síntese: o que é e o que muda no edifício

SWAC consiste na captação de água fria profunda (oceano ou lago) para resfriar, via trocador de calor intermediário, um circuito fechado de água gelada do lado do consumidor, reduzindo a necessidade de produção de frio por compressão e, portanto, o consumo elétrico associado à climatização [2–6]. Em um arranjo típico, a água do mar é bombeada até uma estação costeira, onde transfere calor em um trocador; a água do mar não circula no interior do edifício, e a distribuição predial permanece baseada em água gelada (interface convencional) [3,4].

O arranjo típico inclui: (i) captação profunda via tubulação submarina; (ii) estação costeira com bombeamento e trocador de calor (separando a água não tratada do circuito de água gelada); (iii) circuito de água gelada no lado do consumidor; e (iv) descarga/retorno controlado ao oceano [3,4] (ver Fig. 1).

Do ponto de vista das aplicações de climatização predial, um ponto importante é que a interface com a

carga térmica não muda: continua sendo água gelada. Assim, é tecnicamente natural substituir ou complementar sistemas convencionais de expansão direta, ou operar em paralelo com centrais de água gelada (CAGs). Em arranjos híbridos, um sistema pode suprir o *base-load*, enquanto o outro atende flutuações e picos de demanda, contingências e manutenção, elevando a aceitabilidade de retrofit e mitigando risco operacional [4–6]. Adicionalmente, pode-se avaliar o uso da água fria do SWAC como fonte fria para melhorar as condições de rejeição de calor de chillers (por exemplo, via resfriamento indireto do circuito de condensação), quando tecnicamente compatível com a arquitetura existente e com os limites de temperatura [3–6].

Portanto, a adoção de SWAC não implica necessariamente uma “substituição total” de sistemas convencionais: a literatura enfatiza a possibilidade de projeto para operação robusta, com integração conservadora e redundância, especialmente em aplicações críticas [3–6].

Aplicações de sistemas SWAC ocorrem há várias décadas, com sucesso, quando as condições requeridas estão reunidas. Uma das instalações mais antigas em uso nos EUA encontra-se na Universidade de Cornell que foi proposta em 1994 e opera desde 2000 e

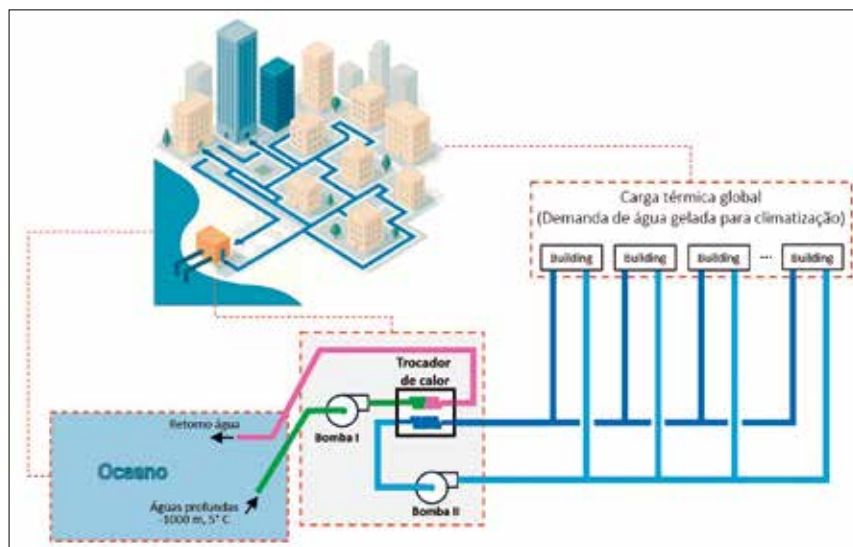


Figura 1 – Esquema conceitual de um sistema SWAC: captação de água fria profunda, troca térmica em estação costeira e distribuição por circuito fechado de água gelada no lado do consumidor (a água do mar não circula no edifício). Baseado em [3,4].

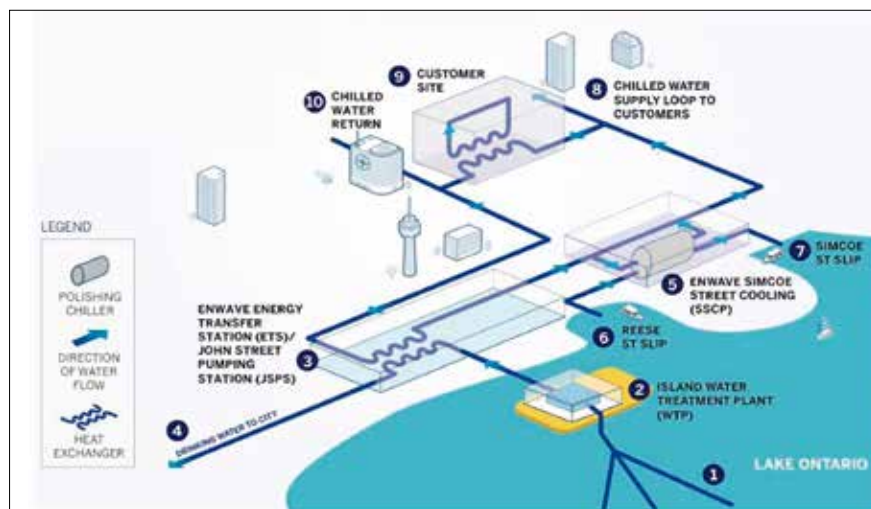


Figura 2 – Representação esquemática da instalação DWLC instalada na cidade de Toronto, no Canadá.

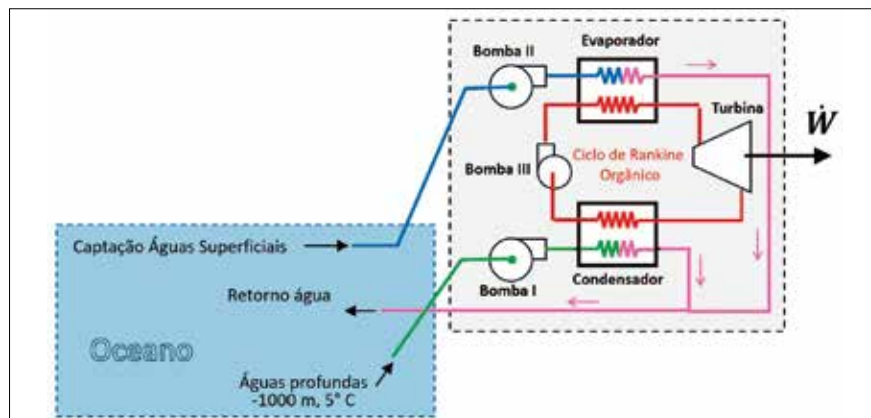


Figura 3 – Esquema conceitual de OTEC (ciclo fechado): água quente superficial (evaporador), fluido de trabalho de baixo ponto de ebulição (ex.: amônia), turbina-gerador, condensador resfriado por água fria profunda e bombas de recirculação. Baseado em [1,13–15].

substituiu a antiga CAG do campus um investimento total de 58 milhões USD (maior que o requerido para a substituição dos chillers). A economia anual foi de 20 milhões de kWh (equivalente ao consumo de 2.500 casas) e que resultou numa redução de 85% do consumo de energia do campus para climatização.

Outra instalação de destaque encontra-se em Toronto, no Canadá, onde opera desde 2004 sendo a maior DWLC (Deep Water Lake Cooling) do mundo (Fig. 2) que envolveu um investimento de 170 milhões de dólares canadenses. Na mesma é feita a captação e tratamento de água a 4°C de -90 m no lago Ontario, suprimindo água gelada para mais de 100 edificações por meio de tubulações de 1,6 m de

diâmetro x 5,5 km. Uma economia anual de 90 MWh (25k habitantes) em relação a um sistema convencional de climatização é relatado.

3. OTEC para geração de energia limpa

Um sistema OTEC utiliza o diferencial térmico entre água quente superficial e água fria profunda para gerar eletricidade, por meio de ciclos termodinâmicos em diferentes configurações (fechado, aberto e híbrido) [1]. No ciclo fechado, emprega-se um fluido de trabalho de baixo ponto de ebulição (por exemplo, amônia), aquecido pela água superficial e condensado pela água fria profunda, produzindo potência na turbina e fechando o ciclo com

bombeamento [1]. A potência líquida é sensível a ΔT , às perdas de bombeamento e aos desempenhos de trocadores e turbomáquinas, o que torna a engenharia da captação profunda e da troca térmica elementos críticos para desempenho e viabilidade [1].

Do ponto de vista energético-ambiental, o interesse em OTEC decorre do fato de que, em condições favoráveis de ΔT , a tecnologia busca entregar eletricidade de baixa emissão e com alta disponibilidade (potencialmente próxima de carga de base), característica particularmente valiosa para sistemas insulares e redes com alta participação de renováveis variáveis [1,13–15]. Nesse enquadramento, OTEC pode contribuir para a descarbonização indireta de aplicações de AVAC: ao reduzir o fator de emissão da eletricidade local (ou ao deslocar geração fóssil de base), reduz-se também a intensidade de carbono associada à climatização, mesmo quando o frio é produzido por chillers convencionais ou por sistemas híbridos [1,7,13–15].

Em termos de maturação, há demonstrações e iniciativas públicas amplamente divulgadas, como marcos de conexão à rede e projetos de demonstração em ambientes tropicais/subtropicais, que ajudam a consolidar referências de engenharia e operação em escala real [13–15]. Ao mesmo tempo, permanece essencial manter avaliação conservadora: desempenho, custo e cronograma são altamente sensíveis ao sítio (batimetria, distância, ΔT sazonal), ao projeto de dutos e trocadores e às condições de implantação e integridade offshore [1].

Sistemas OTEC encontram-se em desenvolvimento atualmente, sendo as principais instalações localizadas em Kona/Hawai (Fig. 4a) e em Kumejima/Okinawa (Fig. 4b).

4. Onde o híbrido faz sentido: critérios de decisão

A viabilidade de uma aplicação conjunta SWAC-OTEC (Fig. 5) aumenta quando o empreendimento é concebido como infraestrutura compartilhada. Nesse arranjo, a captação profunda, a estação costeira e os requisitos de integridade e licenciamento funcionam como uma plataforma comum, de modo que o acréscimo do segundo

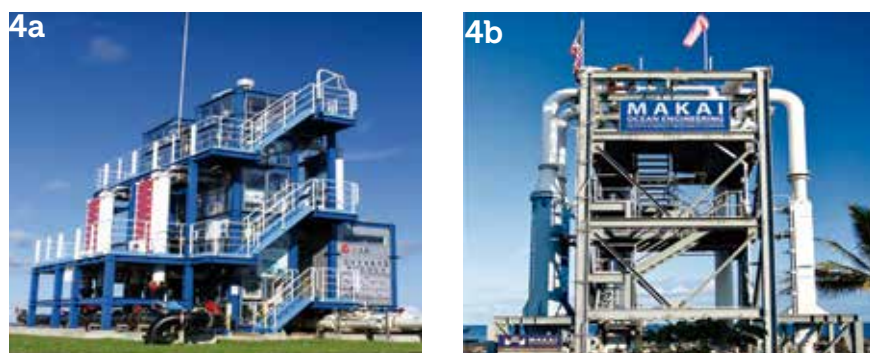


Figura 4a e 4b – Exemplos de instalações reais para operação de ciclos de Rankine orgânicos usando água do mar para geração de energia (OTEC): a) Kumejima, Okinawa e b) Kona Hawai.

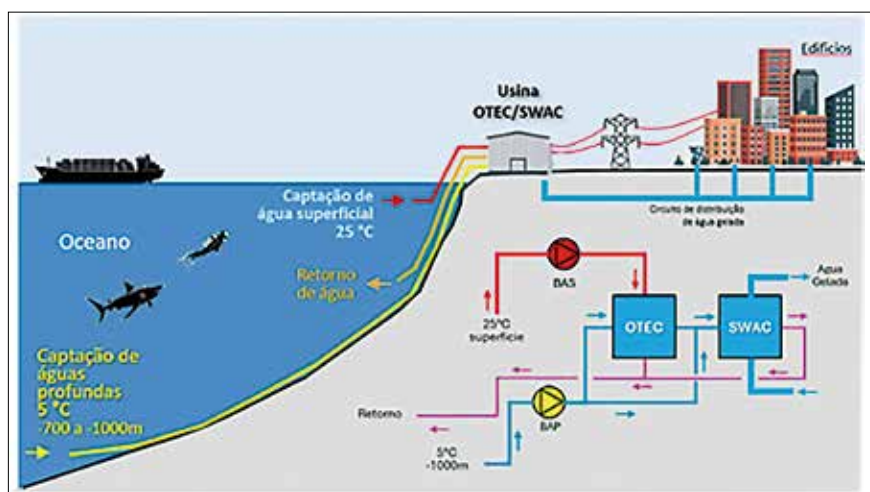


Figura 5 – Integração SWAC-OTEC por infraestrutura compartilhada: captação profunda e estação costeira como plataforma comum habilitando portfólio de serviços (frio e eletricidade). Baseado em [1,2,6,13].

serviço (frio ou eletricidade) tende a exigir menor investimento marginal e a elevar o valor sistêmico do projeto [1,2,6]. Nesse arranjo, o SWAC entrega frio útil com alta eficiência elétrica (por reduzir compressão) e o OTEC pode, em sítios adequados, contribuir com eletricidade limpa e de alta disponibilidade, reforçando a resiliência do suprimento e reduzindo emissões [1,2,6,13–15].

Em termos práticos, quatro condições aumentam a viabilidade do arranjo SWAC-OTEC, favorecendo um projeto dessa natureza:

Perfil de carga com *base-load* elevado e muitas horas/ano (hotéis, hospitais, clusters turísticos, edifícios públicos), porque SWAC depende fortemente de fator de utilização e perfil de demanda [2,5,6].

Batimetria favorável e curta distância até profundidade útil, reduzindo

extensão do duto, perdas hidráulicas e complexidade de instalação [5,6].

Estratégia de infraestrutura habilitadora, na qual a captação profunda é desenhada desde o início para atender múltiplos usos (frio agora; eletricidade depois, ou vice-versa) [1,4–6].

Licenciamento e monitoramento robustos, uma vez que captação/descarga exige *baseline* ambiental, avaliação de pluma e plano de mitigação/monitoramento; em áreas sensíveis isso pode ser o fator limitante dominante [2,5,6,12].

5. Checklist de pré-viabilidade para o projetista

O *checklist* funciona como um filtro rápido de pré-viabilidade técnico-econômica, destinado a apoiar o projetista na identificação — ainda com dados preliminares — dos fatores que mais condicionam (ou inviabilizam) a

adoção de SWAC e/ou sua integração com OTEC. Os itens priorizam parâmetros de sítio (batimetria, distância da costa e ΔT sazonal), aderência ao perfil de demanda (especialmente a carga de base de água gelada), condições de custo de energia e restrições ambientais e de licenciamento, com o objetivo de reduzir incertezas críticas nas fases iniciais de concepção e comparação de alternativas.

Geografia e oceano

Profundidade acessível e distância até a costa (batimetria), além do perfil térmico (temperatura vs profundidade) e sazonalidade [5,6];

Restrições de servidão/implantação do duto (faixa marítima, interferências, tráfego e áreas ambientalmente sensíveis) como condicionante inicial do traçado e do licenciamento [5,6,12].

Demanda e operação

Perfil de carga de água gelada (*base-load* vs pico; horas equivalentes anuais) [2,5].

Filosofia de redundância (SWAC em paralelo com chillers; critérios de comutação, contingência e manutenção) [4–6].

Energia e economia

Benchmark contra alternativas locais (eficiência, solar + baterias, geração de backup), considerando cenários de OPEX e confiabilidade [7,8–11].

Custos operacionais: bombeamento, manutenção offshore, controle de bio-incrustação, inspeções e indisponibilidades [3–6].

Ambiental e licenciamento

Estratégia de captação/descarga e plano de monitoramento (temperatura, qualidade da água, indicadores ambientais), incluindo *baseline* e avaliação de pluma [2,5,6,12].

Engenharia de implantação

Construtibilidade e janelas de mar; proteção mecânica do duto; materiais e integridade (corrosão/fadiga) [3–6].

6. Conclusão

Em um contexto de descarbonização e de crescimento da demanda por resfriamento em regiões costeiras e ilhas, SWAC e OTEC oferecem rotas distintas e potencialmente complementares para reduzir emissões e elevar a resiliência do suprimento: o SWAC atua principalmente pela redução do consumo elétrico da climatiza-

ção (e, portanto, da carga e do armazenamento requeridos em sistemas com alta participação renovável), enquanto o OTEC busca ampliar a disponibilidade de eletricidade limpa com maior previsibilidade em ambientes tropicais [1,13–15].

Para aplicações híbridas SWAC–OTEC, a lógica de infraestrutura compartilhada é central: quando captação profunda, estação costeira e ativos de integridade/licenciamento são concebidos como plataforma, o custo incremental para adicionar o segundo serviço tende a cair e o valor sistêmico aumenta [1,2,6]. Para a tomada de decisão em projetos desse tipo, uma postura conservadora é recomendável, especialmente ao tratar de estimativas

de custo nivelado (da energia e/ou do resfriamento) e de prazos de implantação. A avaliação tende a ser mais robusta quando ancorada em critérios objetivos de pré-viabilidade — batimetria, ΔT , distância da costa, perfil de carga térmica (horas equivalentes), filosofia de redundância e plano de licenciamento e monitoramento ambiental — parâmetros verificáveis ainda nas fases iniciais.

Como caminho para consolidação de evidências e “cases”, projetos em ilhas tropicais podem cumprir papel estratégico. Em particular, Fernando de Noronha deve ser tratado como projeto em amadurecimento, com contexto público de planejamento e alternativas de suprimento [7] e com

transição energética em implantação (solar + armazenamento, com metas públicas até 2027) [8–11]. Isso sugere que uma eventual inserção de SWAC–OTEC em Noronha, se bem enquadrada, deverá ser avaliada não apenas na relação “diesel versus renováveis”, mas como solução de eficiência e resiliência que reduz carga estrutural de climatização e, potencialmente, complementa o mix renovável em cenários de expansão de demanda e exigências de continuidade.

João Pimenta

Prof. Dr. na Escola de Engenharia da UnB (Universidade de Brasília) e coordenador do Lab. de Refrigeração e Ar-Condicionado; é membro do Conselho Editorial da revista *AbraVa + Climatização & Refrigeração*

Referências

- [1] IRENA. *Ocean Thermal Energy Conversion: Technology Brief*. 2014. Disponível em: https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/Ocean_Thermal_Energy_V4_web.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [2] WORLD BANK; ESMAP. *Seawater Air-Conditioning (SWAC): Opportunities and Implementation* (materiais e publicações correlatas). 2024. Disponível em: <https://www.esmap.org/sites/default/files/2022/Presentations/SWAC-J-Coony-R-JohnsonEvent-Oct-2024.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [3] MAKAI OCEAN ENGINEERING. *Seawater Air Conditioning: A Basic Understanding* (brochure). Disponível em: <https://www.makai.com/brochures/Seawater%20Air%20Conditioning%20by%20Makai.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [4] MAKAI OCEAN ENGINEERING (via ESMAP). *Seawater Air Conditioning (SWAC) – An Introduction* (brochure). Disponível em: https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/Makai%20SWAC%20Short%20Brochure%202016_web.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [5] WORLD BANK; ESMAP. *A pre-feasibility study for deep seawater air conditioning... (Caribbean SWAC)*. Disponível em: https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/Caribbean_SWAC_Final_Report_01-10_web.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [6] WORLD BANK. *Sea Water Air-conditioning (SWAC) for Runaway Bay, Jamaica (report)*. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099052825114535380/pdf/P1591079023658e-2a39-4a3f-9d11-182d5dca9e96.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [7] EPE. *Identification of Supply Alternatives – Fernando de Noronha (Medium and Long Term Assessment)*. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-240/NT-EPE-DEE-DEA-DPG-0012021_Identification%20of%20Supply%20Alternatives.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [8] NEOENERGIA. *Noronha: COP30 / usina e descarbonização em Pernambuco* (página institucional). Disponível em: <https://www.neoenergia.com/w/noronha-cop30-usina-descarbonizacao-pernambuco>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [9] WEG. *WEG e Neoenergia aceleram descarbonização energética em Fernando de Noronha (PE)* (notícia institucional). Disponível em: <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/produtos-e-solucoes/weg-e-neoenergia-aceleram-descarbonizacao-energetica-em-fernando-de-noronha-pe>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [10] AGÊNCIA BRASIL. *Usina solar garantirá descarbonização da energia em Noronha até 2027* (notícia). 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/meio-ambiente/noticia/2025-11/usina-solar-garantira-descarbonizacao-da-energia-em-noronha-ate-2027>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [11] NEOENERGIA. *Mais por Noronha – Geração renovável* (página institucional). Disponível em: <https://www.neoenergia.com/mais-por-noronha/geracao-renovavel>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [12] STATE OF HAWAII (DBEDT), *Environmental Review Program*. Honolulu *Seawater Air Conditioning* (documentos ambientais). Disponível em: https://files.hawaii.gov/dbedt/erp/EA_EIS_Library/2007-08-23-OA-EISPN-Honolulu-Seawater-Air-Conditioning.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [13] MAKAI OCEAN ENGINEERING. *OTEC* (página técnica; inclui marco de conexão à rede – 105 kW). Disponível em: <https://www.makai.com/renewable-energy/otec/>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [14] JICA. *OTEC demonstration project in Kumejima, Okinawa* (nota institucional). Disponível em: https://www.jica.go.jp/english/information/topics/2023/20231117_01.html. Acesso em: 8 jan. 2026.
- [15] OTEC OKINAWA. *OTEC Demonstration Test Facility* (site oficial). Disponível em: <https://otecokinawa.com/en/>. Acesso em: 8 jan. 2026.

A política como espelho do nosso estágio primitivo

Uma reflexão para um ano com eleições

Costuma-se dizer que a política é a causa de todos os males. Não é raro ouvir que tudo o que há de ruim no mundo nasce dela. Talvez essa afirmação esteja apenas parcialmente errada. A política, na verdade, não cria o mal — ela o organiza, o legitima e o administra.

O erro está em tratar a política como algo externo ao ser humano, como se fosse uma entidade autônoma, quase demoníaca. A política é apenas o reflexo mais visível do nosso estágio civilizatório. Ela revela aquilo que somos quando recebemos poder.

Não existe ideologia pura. Nunca existiu. Ideologias são discursos de superfície, ornamentos retóricos usados para encobrir o que realmente move a engrenagem: o desejo de poder. O poder como fim em si mesmo. O poder para dominar, subjugar, impor,

aparecer. O poder como vaidade travestida de projeto coletivo.

Também não existe, na prática, espírito público. O que existe é o uso do público como instrumento. Fala-se em povo, mas governa-se para si. Invoca-se o bem comum, mas negocia-se nos bastidores. A política moderna não é um exercício de virtude; é um mercado de interesses, onde a moral entra apenas quando é conveniente.

Esse comportamento não é novo. Ele denuncia algo mais profundo: a nossa condição ainda primitiva. Evoluímos tecnologicamente, mas não moralmente. Dominamos algoritmos, energia nuclear, inteligência artificial — mas ainda operamos sob os mesmos impulsos tribais: orgulho, vaidade, medo e desejo de dominação.

O resultado é previsível. Povos são lançados à miséria em nome de estratégias geopolíticas, jogos de influência e alianças internacionais. Sofrem ontem, sofrem hoje e continuarão sofrendo amanhã, sempre sob o discurso de que isso é necessário, inevi-

tável ou “para o bem maior”. A miséria, nesse contexto, deixa de ser uma tragédia e passa a ser uma ferramenta. A política, então, não é o grande mal. O grande mal é o ser humano despreparado para o poder. Enquanto o poder for exercido sem consciência, sem limite moral e sem humildade, qualquer sistema — democrático, autoritário, liberal ou socialista — produzirá o mesmo resultado: concentração, exclusão e sofrimento.

Talvez o problema não esteja em mudar governos, partidos ou ideologias. Talvez o problema esteja em algo muito mais difícil: mudar o estágio de consciência da humanidade. Enquanto isso não acontecer, a política continuará sendo apenas o palco onde encenamos, repetidamente, nossas próprias falhas.

E, no fim, fingimos surpresa com o desfecho.

Fábio A Fadel
advogado e escritor

abrava - jurídico

Receita federal regulamenta redução de incentivos fiscais

No final de 2025 o Governo federal obteve aprovação da Lei Complementar 224, que dispõe sobre a redução em 10% de todos os benefícios fiscais. Como contrabando legislativo ou jabuti, aproveitaram para aumentar até a base de presunção do Lucro Presumido, que não é benefício fiscal algum.

No último dia do ano, a Receita Federal regulamentou o tema por meio da Instrução Normativa 2.305/2025. A medida já está em vigor para IRPJ e Imposto de Importação, e em 1º de abril passa a atingir os demais tributos.

Em suma, isenções e alíquotas zero passam a ter aplicação de 10% da alíquota padrão. Alíquotas reduzi-

das sofrem composição de 90% da redução com 10% da alíquota padrão. Reduções de base de cálculo ficam limitadas a 90% da redução original, e créditos tributários ou presumidos são limitados a 90% do valor.

Para empresas no lucro presumido, há impacto direto e já vigente. Superados os primeiros R\$ 5 milhões faturados, há acréscimo de 10% nos percentuais de presunção, elevando a base de cálculo do IRPJ e CSLL. Ou seja, os 32% de base presumida para serviços passam a 35,2% e os 8% do comércio e indústria passam a 8,8%.

Estão expressamente excluídas da redução as imunidades constitucionais, como Zona Franca de Manaus, itens da cesta básica nacional, benefi-

cios com prazo determinado e condição cumprida até 31/12/2025, Simples Nacional, CPRB – Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta, dentre outros.

É uma norma geral com impactos muito específicos, de forma que cada empresa deve identificar quais benefícios fiscais que utiliza, calcular o impacto efetivo nas bases tributárias e revisar sua precificação e margens.

Dúvidas? O DEJUR - Departamento Jurídico da Abrava está à disposição para saná-las.

Dr. Thiago Rodrigues
thiago@rosenthal.com.br ou
juridico@abrava.com.br



Cursos de curta duração (8H) - PMOC (Híbrido)	24/02
Cursos de longa duração Ventilação e distribuição de ar	05/03
Curso de refrigeração comercial	14/03

Para mais informações, acesse: www.abrava.com.br
 Contato: cursos@abrava.com.br (11) 3361-7266 ramal 22

*Os webinários acontecem no canal da Abrava no You tube

**Os eventos e cursos da Abrava estão sujeitos à mudança de datas

EVENTOS 2026

Março

11 e 12	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac Informações: www.entrac.com.br	Hotel Inter Cuiaba Av. Miguel Sutil, 2050 - Jd. Leblon Cuiabá, MT
---------	--	--

12	II Imersão Mulheres de Alta Performance no Setor AVAC-R	São Paulo – SP
----	---	----------------

17	I Panorama Setorial Abrava Minas Gerais	Belo Horizonte – MG
----	---	---------------------

24	VI Conatrat Conferência Nacional de Tratamento de Águas	
----	---	--

Abril

15 e 16	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac	Belém, PA
---------	---	-----------

Maió

12, 13 e 14	Seminário Água Gelada com Leonilton Tomaz Cleto Informações: ronaldo@nteditorial.com.br	Praia Centro Hotel Av. Monsenhor Tabosa, 740 - Praia de Iracema Fortaleza, CE
-------------	--	--

13 e 14	Salão Norte-Nordeste de Ar-condicionado e Refrigeração – Sannar	Praia Centro Hotel Av. Monsenhor Tabosa, 740 - Praia de Iracema Fortaleza, CE
---------	---	---

Agosto

19 e 20	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac	João Pessoa, PB
---------	---	-----------------

Setembro

23 e 24	Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar-Condicionado – Entrac	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, GO
---------	---	-------------

Informações: 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.....	43
Apema.....	19
Ecoquest.....	15
Entrac.....	13
Full Gauge	4ª. capa
Imperium.....	23
Indústrias Tosi.....	09
.....	
Multivac/MPU	07
Sannar.....	2ª. capa
Seminário Água Gelada.....	21
Symbol	05

ABRAVA AGENDA MARÇO

12 DE MARÇO

**II Imersão Mulheres
de Alta Performance
no AVACR**

PRESENCIAL, SÃO PAULO – SP

17 DE MARÇO

**II Panorama Setorial
ABRAVA Minas Gerais**

PRESENCIAL, BELO HORIZONTE – MG

24 DE MARÇO

**VI CONATRAT –
Conferência Nacional de
Tratamento de Águas**

PRESENCIAL, RIO DE JANEIRO – RJ

**PARTICIPE DOS EVENTOS
DA ABRAVA EM 2026
e faça parte do futuro
do setor AVACR!**

**INSCRIÇÕES NO
SITE DA ABRAVA**

WWW.ABRAVA.COM.BR



MultiPower

CANSADO DE TROCAR MOTORES SEM SABER POR QUÊ?

Então você precisa do Multipower da Full Gauge.

Gerenciamento remoto via

Sitrad



Motores não falham de forma repentina.

Antes da quebra, surgem indícios elétricos claros que demonstram sobrecarga, desequilíbrio e desgaste e, **por consequência**, queda no rendimento do sistema frigorífico e aumento do consumo.

O MultiPower gerencia as grandezas elétricas e identifica desvios de comportamento que sinalizam falhas iminentes, permitindo a manutenção preditiva, maior proteção do sistema e decisões técnicas no momento certo, antes que as falhas aconteçam.



Transparência e segurança operacional;



Obtenha dados para uma análise preditiva completa;

Escaneie o QR Code e veja a descrição completa



Siga-nos! :)



/fullgaugecontrols
/fullgaugecontrols



/company/fullgauge
fullgauge.com



Since 1985