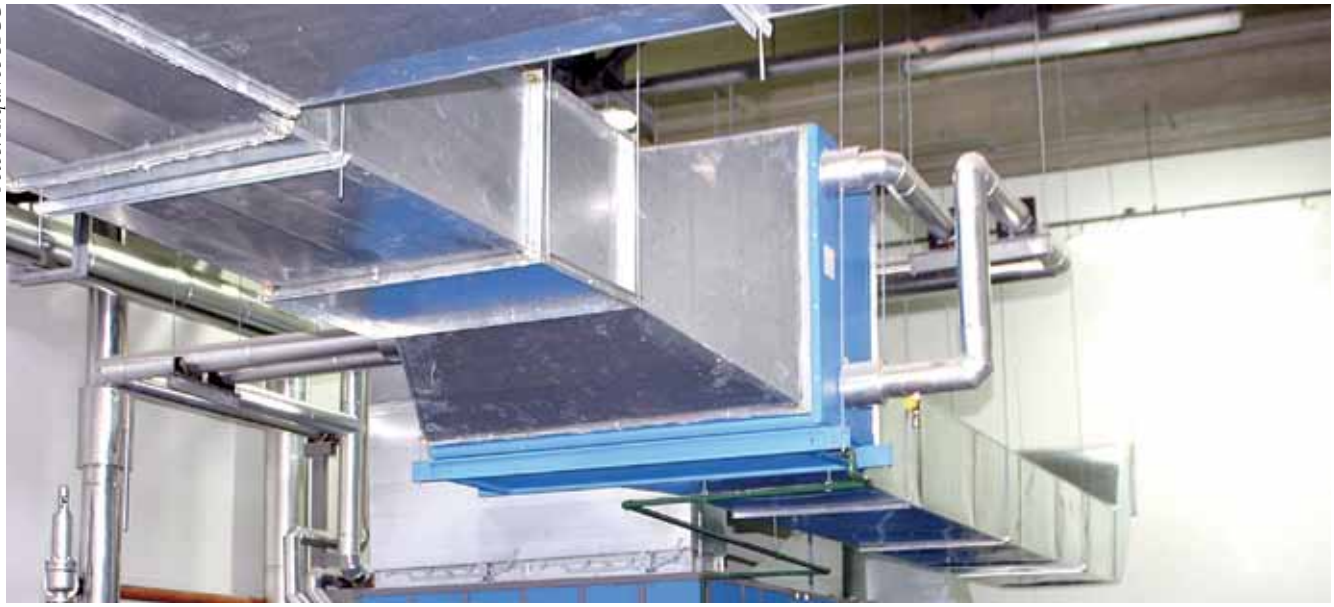
Novos conceitos, novos desafios

A evolução contínua do conhecimento em áreas limpas conduz à incorporação de novos conceitos, dentre eles, levar a tecnologia aos espaços que outrora não requeriam sofisticados cuidados e parametrizar situações que possam gerar problemas na instalação e manutenção

Alberto Sarmento Paz

Fotos: Arquivos SBCC



Ensaios de vazamentos de dutos são importantes para colocá-los dentro dos parâmetros previstos no projeto

A tecnologia de áreas limpas já está bem consolidada no Brasil. O País possui um grupo de empresas e profissionais qualificados a atender com excelência as demandas dos usuários. Por outro lado, os principais usuários também incorporaram os conceitos da tecnologia, o que ajuda em muito a elevar o debate técnico nas fases de projeto e instalação.

Como é comum em qualquer campo do conhecimento, as áreas limpas são alvo de pesquisa e desenvolvimento constantes, o que gera mudanças conceituais ao longo do tempo, além do aprimoramento ou da chegada de novos equipamentos e soluções. Instalações de mais de uma década funcionam muito bem, mas hoje seriam feitas de maneira diferente, incorporando o conhecimento adquirido nesse período.

Um ponto que está sendo tratado com mais atenção pelos usuários é a preocupação na fase de concepção do

projeto com aspectos relacionados à manutenção. “A questão não é nova, mas ganha cada vez mais espaço nos novos projetos”, observa Denis Henrique de Souza, coordenador de Manutenção Elétrica, de Produção e de Infraestrutura da Eli Lilly do Brasil.

Dessa forma, segundo Souza, já no documento de Requisitos do Usuário de um projeto deve constar os requisitos de manutenção que indicam como será mantida a instalação após o seu *start-up*. Estabelece-se, portanto, desde o primeiro momento um olhar mais crítico para, por exemplo, aspectos de ergonomia e acesso aos locais onde eventualmente o operador terá que estar para efetuar manutenção ou ensaios. “Nesse momento surgem questionamentos sobre como o operador irá ajustar os diferenciais de pressão ou como fará o ensaio para detecção de vazamentos nos filtros HEPA”, exemplifica Souza.

Envolver a manutenção desde o momento da concepção permite aprofundar ainda mais a análise de riscos de cada projeto. “Com uma equipe multidisciplinar é possível criar um plano de ação para mitigar, evitar ou minimizar riscos”, diz Souza. A preocupação com a manutenção é compartilhada com Célio Martin, diretor Técnico da SBCC e da Análise. “O projeto é um momento-chave para a verificação integral, pode-se identificar, por exemplo, acessos inadequados ou inexistentes, porém, para garantir que todas as variáveis sejam avaliadas o pessoal da manutenção tem de participar do projeto para levantar as questões práticas de como será feita a manutenção dos equipamentos e da área”, argumenta Martin.

As casas de máquinas recebem cada vez mais atenção nos projetos de áreas limpas

Existem, porém, alguns fatores que dificultam a excelência e a aplicação de todo o conhecimento em novos projetos. Para Martin, o tempo é um fator importante. “Nem sempre o tempo disponível para a fase de projeto é o adequado e, em algum momento, o projeto acaba caminhando junto com a montagem. Existe sempre a possibilidade de ocorrer algo não previsto, que pode impedir espaços ou acessos para executar da maneira mais adequada e rápida a manutenção. Por exemplo, se o pessoal da área elétrica for o primeiro a entrar vai instalar bandejas e puxar os cabos onde for melhor para eles, e aí, quando vem a instalação dos dutos, é preciso ficar desviando de bandejas e cabos. Há ferramentas em 3D, bem conhecidas, mas ainda pouco utilizadas, que facilitam a localização exata de cada utilidade do projeto.”

Equipes multidisciplinares bem balanceadas participando da fase de projeto permitem um olhar crítico mais acurado. “O que se ganha na prática é que, ao ampliar a participação de profissionais no projeto, produz-se um senso de responsabilidade do grupo, e não fica apenas sob inteira responsabilidade da Engenharia, com todo o ônus que isso envolve. Quando alguém da Manutenção está na equipe, aumenta a possibilidade de não haver problemas futuros nas instalações”, argumenta Souza.

Temas como troca de lâmpadas e acesso às áreas confinadas, por exemplo, são abordados pela manutenção; enquanto registros são levantados pelos profissionais de comissionamento, e assim por diante. “A complexidade da área limpa, a questão do prazo e investimentos, pressionam todos os envolvidos. Então, é muito salutar que mais profissionais participem dessa fase”, diz Martin.

Paulo Costa, Gerente de Manutenção da Grand Pack Envasamento e Embalagens de Saches, reforça a posição dos profissionais e admite que a manutenção até pouco tempo não era tratada como questão estratégica, o que gerava incorreções e desvios. “A empresa não quer investir no momento da concepção do projeto, imaginando que depois dará um jeito qualquer para realizar a manutenção. O pior é que

Extrapolar conceitos de áreas limpas faz parte de evidente evolução tecnológica

depois da área pronta fica muito mais difícil e oneroso corrigir esses pontos, e quem sofre é basicamente o pessoal da manutenção", comenta.

Costa relembra um trabalho anterior em que teve problemas com a instalação dos dutos do sistema de ar-condicionado. "O processo se deu antes da minha chegada à equipe da empresa. Em linhas gerais, a instalação de exaustão estava correta, mas os pontos de inspeção previstos estavam apenas no entorno da área limpa. A tubulação passava também pelo almoxarifado, que tinha forro mais estreito e de difícil acesso, resultado: ficamos com cerca de 20 metros de dutos sem acesso para a manutenção, tivemos que contratar um robô para minimizar os problemas; mas a correção só foi possível com a reforma desse trecho, criando um desvio com novo trecho com aberturas para limpeza. Esse exemplo reforça a importância de um projeto integrado", comenta.

Casa de máquinas

Muitos dos equívocos e inconsistências encontrados em áreas limpas podem ser creditados unicamente a questões levantadas pela fiscalização ou auditorias externas. Como explica Martin é comum o padrão das grandes empresas ser muito superior aos exigidos formalmente, pois elas se guiam por critérios internos de qualidade e pelas necessidades operacionais daquilo que está sendo produzido. "Extrapolar conceitos de áreas limpas é uma evidente evolução tecnológica, e isso encontramos hoje nas discussões sobre as casas de máquinas, por exemplo, principalmente quanto aos equipamentos do sistema de condicionamento do ar e de exaustão", alerta Martin.

A preocupação vem do seguinte ponto: abrir equipamento de ar (uma porta de inspeção ou um duto) é praticamente o mesmo do que abrir uma porta de sala limpa. Então, se o ambiente não tiver o mínimo de padrão, como piso, sistema de ar e cuidados na limpeza, a área limpa pode ser comprometida em algum nível. "Não se tem um contato direto entre a casa de máquinas e as áreas limpas, mas, principalmente na manutenção, abrem-se espaços para situações inesperadas. Recentemente, detectamos pequenos insetos em uma área classificada e, ao verificar o sistema de ar-condicionado, identificamos o caminho de passagem dos insetos. O ponto frágil do sistema era a tubulação entre a casa de máquinas e a área limpa", conta.

Essas incorreções, segundo Martin, normalmente ocorrem em função de se avaliar o sistema do ponto de vista dinâmico, porém, quando há uma parada de manutenção, a instalação está estática, com pressão, temperatura e outras variáveis em condições diferentes do que quando o sistema está em funcionamento. Além disso, existem outras discussões quando da parada de manutenção, como, por exemplo, qual o procedimento de limpeza para a entrada de um profissional em uma máquina? Como ele pode fazer a limpeza bem feita se está entrando e saindo da casa de máquinas sem procedimento e o piso é rústico e empoeirado?

"Evidente que não se chega à necessidade de termos casas de máquinas em ambientes classificados, mas é o momento de se pensar em um tratamento mais alinhado com as boas práticas", avalia Martin. "Em um certo sentido, as casas de máquinas são uma continuação das salas limpas. Na área de conforto há essa preocupação com as casas de máquinas, porque nesse caso pega-se o ar do ambiente que funciona como um "plenum" do sistema de ar-condicionado, isso não ocorre na área industrial."

Outro ponto importante na discussão: os vazamentos em dutos. Isso é considerado comum nas instalações, tanto que há um ensaio para vazamento de dutos para colocá-los dentro dos padrões previstos no projeto, portanto, é necessário considerar que parte dos dutos estão com pressão negativa, ou seja, ele está "pegando" ar do seu

retorno e colocando no sistema. Sob essa ótica, *shafts* e áreas de passagem de dutos em casas de máquinas devem ter um ar que não prejudique o tratamento. E, ainda, pode haver o sentido inverso, o duto deixa escapar ar de área limpa para o ambiente o que pode causar contaminação do ambiente ou contaminação cruzada.

Quando se faz uma instalação nova, pode-se prever todos esses pontos, mas e as instalações que foram feitas quando essa preocupação não existia e mesmo o conhecimento não tinha atingido essa sofisticação? Segundo Martin, o ideal é verificar o grau de comprometimento e o risco envolvido. “Nesses casos, é comum ouvir usuários dizerem: nunca tive problemas. Mas a questão não é essa e sim avaliar qual o risco de se ter esse problema e qual o impacto na operação. Dependendo do caso, a área pode ser interditada. Vale a pena correr o risco?”, indaga.

Algumas ações, listadas por Martin, têm avaliações e investimentos relativamente baixos, tais como piso, sistemas de filtragem, revisão dos pontos de emenda dos dutos, acabamento que facilita a limpeza e implementar um procedimento de limpeza. “A avaliação deve ser caso a caso, mas esses pontos cobrem os riscos mais eminentes”, comenta.

Espaços confinados

A distribuição de dutos da casa de máquina para as áreas limpas invariavelmente se dá pelo piso técnico, onde concorrem com dampers, luminárias, entre outros equipamentos. Então, sabe-se que a instalação de área limpa, por exemplo, prevê ensaios de filtro

A questão é avaliar qual o risco de se ter problemas e qual o impacto na operação. Dependendo do caso, a área pode ser interditada. Vale a pena correr o risco?

terminal, mas, por vezes, não se relaciona o ensaio à necessidade de acesso de um profissional. “Esse problema gera, além de dificuldade de acesso para o operador, eventualmente danos à instalação, já que ele pode esbarrar em algum filtro ou desconectar uma ligação elétrica”, comenta Denis Souza.

Ele também registra que, dependendo da instalação, esses podem ser considerados espaços confinados, e há norma específica para esses ambientes. Para cada técnico fazendo um ajuste de damper, por exemplo, são necessários outros dois: um no meio do caminho e outro no lado externo, todos treinados para atuar em situações de risco.

Essa evolução conceitual tem gerado um novo olhar para o processo de produção. “As empresas não podem ficar unicamente focadas em obter a classificação, precisam cada vez mais considerar questões que podem, inclusive, pôr em risco o próprio processo. É preciso olhar para toda a cadeia e, como gerente de manutenção, não abro mão da segurança da minha equipe e não aceito situações nas quais é preciso dar um jeitinho. Precisamos zelar pela empresa, pelo produto, pelo processo e pelos profissionais”, finaliza Paulo Costa.

CACR Engenharia e Instalações Ltda.
Av. dos Imarés, 949 • Indianópolis
04085-002 • São Paulo • SP
Tel: (11) 5561-1454
Fax: (11) 5561-0675

Produtos:
• Projeto Executivo
• Sistemas de Ar Condicionado Central
• Sistema de Ventilação Industrial
• Salas Limpas
• Sistema de Coleta de Pó
• Climatização Têxtil
• Sistemas de Recuperação de Resíduos
• Comissionamento, Validação
• Contrato de Manutenção

www.cacr.com.br • cacr@cacr.com.br

Erros mais comuns

Todo o processo de disseminação do conhecimento demanda um tempo de maturação, e atinge as empresas e os profissionais em momentos distintos, o que leva a níveis distintos de internalização e aplicação dos novos conceitos.

A *Revista da SBCC* convidou os profissionais J. Fernando B. Britto, engenheiro da Adriferco, e Martin Lazar, engenheiro da MHA, ambos do Conselho Editorial da Revista, a listar os principais erros que ainda ocorrem na instalação e manutenção de áreas limpas. O objetivo foi levantar os 15 pontos críticos e que podem ser um verdadeiro guia de aplicação direta para novos projetos e, também, de reflexão para processos já instalados. Acompanhe:

1. Falta de trechos retos nos dutos com comprimento suficiente para medição. Para execução de uma medição adequada (por exemplo, com o uso de tubo de Pitot), necessária para aferição dos dispositivos de controle de vazão dos motoventiladores, é recomendado que exista um trecho reto com comprimento de 6 a 10 diâmetros equivalentes entre singularidades, de forma a permitir a equalização do perfil de velocidades.

2. Falta de trecho reto na descarga de motoventiladores para eliminação do efeito do sistema. Na descarga dos motoventiladores costuma ocorrer uma concentração do fluxo na direção do bordo de fuga das pás, nos ventiladores centrífugos, ou na região central das pás, nos ventiladores axiais. Nessa região, a velocidade do ar é muito maior do que a velocidade média da seção transversal da descarga e, se alguma singularidade for instalada muito próxima à descarga, isso produzirá o que se chama de efeito do sistema. O fenômeno é descrito nos manuais da ASHRAE, AMCA e SMACNA, os quais fornecem instrução sobre a forma de minimizá-lo ou eliminá-lo.

3. Instalação de curvas muito próximas à aspiração de motoventiladores, o que leva um problema similar ao ocorrido na descarga, porém causando desuniformidade na admissão de ar pelo ventilador e/ou a formação de vórtices de entrada, reduzindo-lhe a eficiência.

4. Falta de espaço para manutenção ou acessos não ergonômicos. Não é incomum a instalação de equipamentos ou dispositivos em locais de difícil acesso, comumente nos entreforros. A NBR 16401-3: 2008 recomenda que para manutenção dos condicionadores haja um espaço livre de, no mínimo, 700mm nos locais onde existem acessos de manutenção.

Existem inúmeras instalações onde não é possível a abertura total das tampas de inspeção para troca dos filtros ou o lado de montagem dos motores e polias está praticamente colado em uma parede.

Também é frequente a ocorrência de instalações nas quais o agente de TAB (ou certificador) ou o mantenedor precisa se deitar e se arrastar no forro, para conseguir alcançar a alavanca de um registro, o atuador de uma válvula ou a tampa de acesso a um equipamento ou componente.

Adicionalmente, deve-se considerar que espaços como entreforros e casa de máquinas que não são adequadamente ventilados serão considerados espaços confinados e requerem precauções adicionais de segurança ocupacional para seu acesso seguro, o que aumentará os custos de manutenção e, consequentemente, impactará o preço do produto acabado.

Agravando tudo isso, está a completa impossibilidade de limpeza adequada destes locais, o que pode expor as áreas limpas à contaminação.

5. Falta de plataformas, escadas, guarda-corpos, paus-de-carga, iluminação e utilidades (água limpa, ar comprimido, tomadas para ferramentas elétricas, etc.) junto a equipamentos instalados em local elevado, o que dificulta a manutenção e, principalmente, a substituição de componentes de médio e grande porte. O custo de aquisição destes itens geralmente é considerável, porém

a falta deles comumente retarda o retorno da operação e acaba por impactar na produtividade da instalação.

6. Falta de recursos para execução de ensaios como a piezométrica de unidades de tratamento de ar (UTA) ou a geração de aerossol de ensaio (PAO, DEHS) no interior das UTAs. Para determinação da perda de carga nos filtros é necessária a instalação de espigões para conexão das mangueiras dos micromanômetros e, quando elas não existem, deve-se efetuar furações em campo, danificando a pintura e expondo o isolamento térmico do equipamento.

Além disso, para geração dos aerossóis pode ser necessária a conexão de uma mangueira de ar comprimido (aerossol a frio) ou a alimentação elétrica (aerossol a quente) dos geradores. Em ambos os casos, deve ser prevista uma passagem com flanges e tampão, de forma a permitir as devidas conexões.

Também se recomenda a instalação de tomadas elétricas nas UTAs para alimentação de instrumentos ou notebooks (assim como iluminação interna nas UTAs), necessários à execução dos ensaios de certificação e/ou qualificação.

7. Falta de coluna efetiva disponível de água (NPSHa) na sucção de motobombas centrífugas instaladas em sistemas abertos para atmosfera. O giro dos rotores das motobombas centrífugas produz uma zona de baixa pressão por trás dos bordos de fuga de suas pás, isso reduz a pressão total do fluido no interior da voluta, aproximando a pressão interna da pressão de vapor relativa à temperatura do fluido, o que acaba por produzir bolhas de vapor. Este fenômeno é conhecido por cavitação e é um grande destruidor de rotores. Para resolver o problema, deve ser verificado na curva da bomba qual o NPSH requerido pelo fabricante, a pressão de vapor do fluido

SD Divisórias | Soluções sob medida para cada necessidade

Produtos fabricados com tecnologia para Sala Limpas

Divisórias	Pass-Through	Visores	Portas	Forros	HVAC	Turn Key
- PUR (Poliuretano Injetado) - EPS (Poliestireno Expandido) - PIR (Poliisocianurato) - LDR (Lã de Rocha) - Aço Inox	- Corpo em Aço Inox AISI 304 - Portas com perfil de alúminio anodizado - Visor duplo - Intertravamento eletro-magnético	- Vidro simples - Vidro duplo	- Abrir e correr - Com visor simples e duplo - Perfil de alumínio arredondado - Aço galvanizado com pintura epoxi - Aço Inox	- Auto portante - Luminária embutida - Canto arredondado em alumínio	- Controle de contaminação, umidade e temperatura	- Obra completa - Chave na mão

Divisórias Especiais

Fone: (11) 2941.7115 | www.sddivisorias.com.br

R. Vieira Pinto, 232 | Vila Aricanduva | São Paulo | SP

R. Cônego Oscar Sampaio, 203 | Jd. Proença | Campinas | SP

Alameda Franca, 326 | Vila Nova Sorocaba | Sorocaba | SP

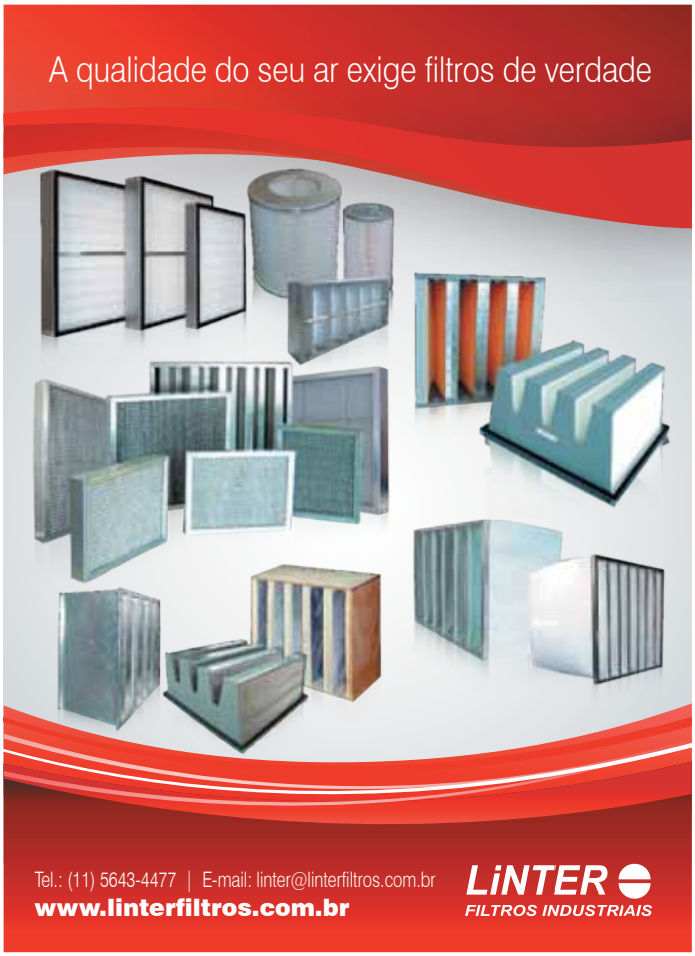
na condição de operação, a pressão barométrica total e calcular a perda de carga no trecho entre a sucção da bomba e a admissão de fluido. Com base neste cálculo deve-se determinar a altura mínima de líquido requerida para evitar o problema. Recomenda-se uma pequena elevação adicional para compensar as variações de temperatura e pressão barométrica.

8. Conexão do reservatório de expansão de líquido ao longo da rede, em vez de junto à sucção das bombas. Cabe lembrar que, em sistemas fechados, toda a rede estará operando com pressão positiva. Então, o ponto de menor pressão é exclusivamente a flange de sucção da bomba, a qual será muito próxima à soma da pressão atmosférica acrescida da coluna de líquido da rede. Todos os demais pontos possuirão maior pressão que esta, o que poderá causar transbordamento frequente no reservatório.

Cabe lembrar que, independente da localização da conexão ao reservatório de expansão, este deverá ser instalado em nível superior ao do ponto mais alto da rede ou também ocorrerá transbordamento do líquido quando o sistema for desligado.

Em hipótese alguma se deve instalar uma válvula de retenção para impedir o transbordamento. Isto impedirá o alívio da expansão do fluido, o que acumulará pressão interna no fluido e poderá causar ruptura da linha.

9. Falta de quebra-vórtices nas conexões dos reservatórios abertos para atmosfera. Quando o fluido escoa para a admissão do tubo, geralmente ocorre a formação de um vórtice na entrada do tubo. Isto permite a entrada de ar no ponto de admissão, acarretando queda de desempenho das bombas e problemas no escoamento dos fluidos.



10. Isolamento térmico insuficiente ou desprotegido. Em linhas frias, isso poderá causar condensação de vapor no interior do isolamento, danificando-o. Em linhas quentes, poderá colocar em risco os operadores ou mantenedores. Em ambos os casos, ocorrerá perda de energia.

11. Falta de pontos de drenagem de condensado de linha. O desligamento da caldeira, a paralisação de ramais ou quedas de temperatura do ar externo, além da simples troca térmica que inevitavelmente ocorrerá ao longo das linhas de vapor, causam a formação de condensado no interior das tubulações. Quando este condensado entra em movimento, ocorrem golpes de aríete nas curvas e válvulas existentes ao longo da rede, o que irá danificá-las e findará por romper as linhas. Recomenda-se a utilização de "botas" coletoras e purgadores ao longo da linha e nos pontos finais de cada ramal, de forma a evitar o problema.

12. Sobredimensionamento excessivo de trocadores de calor. Uma vez que os trocadores são selecionados em função de sua carga máxima de pico, eles irão operar na maior parte do tempo abaixo de sua capacidade. Então, qualquer que seja o sobredimensionamento, o mesmo estará retirando autoridade do sistema de controle de capacidade. Isto independe do tipo de controle de capacidade (em estágios ou linear) ou do algoritimo de automação (PI, PID, On/Off), pois, abaixo de determinado valor de abertura mínima, todo o sistema passará a operar de forma instável, como se a automação fosse do tipo liga-desliga, traduzindo esta instabilidade para o fluido secundário.

Em sistemas de tratamento de ar, isso geralmente ocorre nas meia-estações, quando a carga térmica interna e a entalpia do ar externo são menores e temperatura de condensação está mais baixa, aumentando também o subsresfriamento.

Nestes períodos, os equipamentos de refrigeração produzem um excesso de capacidade e os

Swell
ENGENHARIA EM SALAS LIMPAS
CIA DA CRIATIVIDADE

Soluções integradas
para seu projeto de
sala limpa

Produtos Swell:
Divisórias / Portas / *Visores* / Pass-trough
Acessórios / Sistema de ar condicionado para áreas
classificadas / *Controles de temperatura*
Umidade / Pureza do ar / *Gradiente de pressão*

Rua Caravelas, 225 • Jd. Vale do Sol
São José dos Campos • SP • CEP 12238-170
Tel.: (12) 3939.5854 • comercial@swell.eng.br

consumidores demandam capacidades menores que a do pico projetado, por conseguinte, os dispositivos de controle operam para restringir os escoamentos. Então, qualquer redução adicional da condição exterior (por exemplo, uma chuva repentina) causará instabilidade no controle das variáveis.

13. Dimensionamento apertado ou subdimensionamento de motores e/ou classes construtivas de bombas e ventiladores. Não é incomum ocorrerem desvios das redes durante a sua instalação, devido a interferências não previstas na fase de projetos. Isto acaba incorrendo em aumento da perda de carga e irá requerer aumentos de rotação dos equipamentos, para o restabelecimento das vazões projetadas. Tanto para bombas quanto para ventiladores, o aumento da rotação é diretamente proporcional ao aumento desejado na vazão. No entanto, isto imporá um aumento quadrático na relação das pressões estáticas fornecidas e cúbico no caso das potências. Isto significa que, para um aumento de apenas 3,3% na rotação, ocorrerá um aumento de ~10% na potência consumida. É muito caro substituir os motores em campo e, às vezes, é necessário substituir cabeamento, eletrodutos, inversor e proteções, o que encarecerá ainda mais a solução do problema. Sem contar o atraso na partida da instalação.

Então, é recomendado que se sobredimensione as potências dos motores e seja prevista a possibilidade de um aumento mínimo de 10% na rotação do ventilador, tomando-se como base a rotação de projeto. Deve-se verificar também se ocorre mudança de classe construtiva em função da nova rotação e, se necessário, prever a classe construtiva maior.

14. Limitação da velocidade de descarga de ventiladores exclusivamente para limitação da pressão sonora. No caso de ventiladores de média e alta pressão, é necessário impor velocidades angulares elevadas de forma a converter a energia cinética e as forças centrífugas e tangenciais em pressão estática no interior do fluido. Velocidades de descarga mais baixas requererem ventiladores maiores e, na maioria dos casos, menos eficientes, porém, como a velocidade periférica de rotores de diâmetros diferentes submetidos à mesma pressão costuma ser muito próxima, o ruído gerado pela frequência de passagem dos pás acaba sendo aproximadamente o mesmo, produzindo pressões sonoras muito próximas.

No entanto, deve-se tomar cuidado com o efeito do sistema (discutido anteriormente) que cresce com o aumento da velocidade de descarga e com a regeneração de ruído após a descarga, que ocorrerá nas singularidades instaladas após a descarga e também é afetado pela velocidade do escoamento.

15. Equalização técnica das propostas faltantes ou insuficientes.

É frequente a contratação ocorrer através de setores que possuem pouco (ou nenhum) embasamento técnico para avaliação da conformidade entre o escopo ofertado e as especificações do projeto.

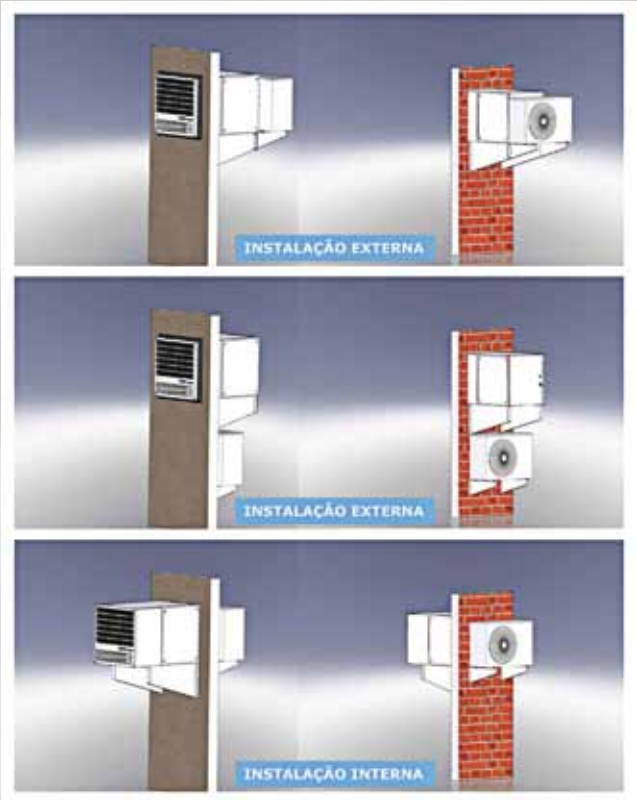
Muitas vezes, partes do escopo são excluídas ou não estão clara e explicitamente incluídas, transferindo custos para o cliente-final. Por exemplo:

- Ponto de força protegido ao lado do equipamento. Significa que o instalador não contemplou o cabeamento até o alimentador do cliente.
- Transportes horizontais e verticais por conta do cliente. Significa que o cliente arcará com os custos de descarregamento do caminhão, içamento e deslocamento dos equipamentos até suas bases.
- Local reservado e seguro para guarda de material. Significa que o cliente deverá receber, conferir, armazenar e guardar os materiais para o instalador.
- Local abrigado para oficina na obra. Significa que o cliente deverá construir o canteiro de obras ou ceder espaço em suas edificações para que o instalador monte a sua oficina, além de se responsabilizar pela guarda do ferramental deste.
- E muitos outros itens.

Nem sempre as exclusões acarretam problemas.

Mas se um proponente as realiza e outro não, podem ocorrer distorções no preço final, que permitiriam a contração de outro proponente, com preços ainda menores.

Insuflador de ar estéril refrigerado.



Possibilidades de instalação

A solução eficiente para ambientes que exigem controle rigoroso.

Quando se trata de controlar rigorosamente a qualidade do ar insuflado nos ambientes, a resposta está nos **Insufladores de Ar Estéril Refrigerado TROX**. Aspirando o ar através de pré-filtros e insuflando-o através de filtros absolutos, garantem alto grau de qualidade na filtragem, seja em aplicações de recirculação do ar interno ou na recirculação com renovação. E com uma característica que o distingue de tudo o que existiu até agora: além de filtrado, o ar é insuflado refrigerado, proporcionando a manutenção das condições internas e contribuindo para a elevação da eficiência energética.

Os **Insufladores de Ar Estéril Refrigerado TROX** possuem todas as características construtivas que fizeram da empresa um modelo. O gabinete é em painéis duplos tipo sandwich com isolamento em poliuretano injetado. Os ventiladores são extremamente silenciosos e de baixo consumo energético. Possuem, ainda, controlador de temperatura digital com display iluminado, distribuição homogênea de ar e não exigem dutos de retorno, entre outras particularidades.

TROX® TECHNIK
The art of handling air

TROX DO BRASIL LTDA.

Rua Alvarenga, 2025
05509-005 – São Paulo - SP

Fone: (11) 3037-3900
Fax: (11) 3037-3910
E-mail: trox@troxbrasil.com.br
Site: http://www.troxbrasil.com.br