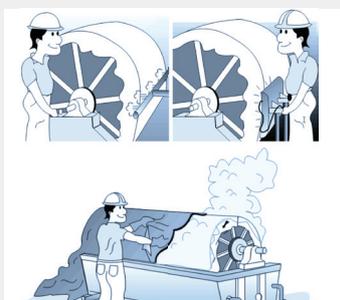


Métodos para instalação de telas encolhíveis



Luciano Donato
Gerente de Marketing, Vendas
e Serviços Técnicos
Albany International
Indaial - SC - Brasil



Capa

Representação ilustrativa dos métodos de instalação de telas encolhíveis.

3

Artigo:

Métodos para instalação de telas encolhíveis

12

Artigo:

Determinando o potencial para Acidentes Graves e Fatalidades

17

Artigo:

Oportunidades de redução no consumo de energia através da otimização do sistema de vácuo

Nesta semana em que escrevo este editorial o Brasil está passando por um dos mais importantes momentos de nossa democracia. O Senado Federal está decidindo sobre o nosso futuro governo. Todos tivemos oportunidade de demonstrar nossas opiniões e isto é saudável numa democracia. Temos que acreditar que o melhor vai acontecer. Este cenário político deixou o país em compasso de espera, perdendo tempo e terreno no âmbito mundial. Precisamos voltar a crescer de forma consistente e a longo prazo. Vamos conseguir.

O setor de Papel e Celulose também tem sofrido, mas mantém sua visão de longo prazo e continua a investir no país. O peso do setor no balanço comercial é muito relevante e nossas empresas comprovadamente têm competência, conhecimento, tecnologia

e disposição para passar por esta crise e competir no mercado global com sucesso.

“Empresa centenária,
a Albany tem um
compromisso muito firme
com o mercado brasileiro”.

Empresa centenária, a Albany tem um compromisso muito firme com o mercado brasileiro. Nossos produtos são manufaturados em nosso país há mais de 40 anos. Continua-

mos a planejar melhorias e a lançar novas tecnologias porque acreditamos na força de nossa economia e, principalmente, de nosso setor.

Gostaria de convidá-los a aproveitar o conteúdo desta edição, que foi preparada com muita dedicação por nossa equipe. Temos artigos interessantes que tocam em assuntos muito relevantes para nossa indústria como Segurança e Energia. Também apresentamos um artigo onde compartilhamos informações sobre a instalação de telas plásticas encolhíveis.

Nossa motivação é que o Momento Técnico continue a ser útil para você e sua empresa. Nos diga se estamos indo ao encontro de suas expectativas e como podemos cooperar ainda mais.

Luciano Donato

ALBANY
INTERNATIONAL



Métodos para instalação de telas encolhíveis

Introdução

Este trabalho visa apresentar os métodos para a instalação de telas encolhíveis com o objetivo de esclarecer aos usuários da indústria de papel e celulose algumas características, os cuidados e os procedimentos básicos de instalação, garantindo um encolhimento eficaz e uniforme em todo o perímetro da tela.

Para tanto, inicialmente é apresentado a diferença entre telas encolhíveis e não encolhíveis e algumas definições do processo de encolhimento. Em seguida, são apresentados os cuidados com o armazenamento e os métodos e procedimentos para encolhimento. E, por fim, é apresentado os tipos de fixação da tela ao equipamento e algumas recomendações que garantem o sucesso da instalação e, conseqüentemente, o desempenho satisfatório da tela durante a operação.

Com isso, espera-se tornar as instalações mais práticas e seguras no menor tempo possível, minimizando ou eliminando falhas e dificuldades possíveis de ocorrer durante o processo de encolhimento.

Telas encolhíveis e não encolhíveis

- **Telas encolhíveis:** são manufaturadas sob medida com fios termoencolhíveis, ajustando-se ao equipamento durante a instalação com o processo de encolhimento através da exposição à temperatura, garantindo estabilidade dimensional.
- **Telas não encolhíveis:** não sofrem encolhimento quando expostas à temperatura, pois foram previamente submetidas ao processo de termofixação, assegurando sua estabilidade dimensional, considerando as condições operacionais.

Processo de encolhimento

Para melhor entender o que ocorre com os fios termoencolhíveis durante o processo de encolhimento, seguem abaixo algumas definições:

- **Força de encolhimento:** é a força que o fio exerce quando exposto à temperatura.
- **Post force:** é a força residual que o fio exerce após ser removido da fonte de calor, garantindo a estabilidade dimensional sem a formação de bolhas, rugas ou vincos.

Na tabela abaixo pode ser visto a relação entre a força de encolhimento e o *post force* de diferentes tipos de fios durante o processo de encolhimento:

Diâmetro e tipo de fio	Ponto de fusão (°C)	Força de encolhimento (gf)	Post force (gf)	Encolhimento do fio (%)
.45 mm PP Polipropileno	170	237	179	8
.50 mm K Kynar	156	392	305	12
.40 mm PES Poliéster	257	450	372	18
.40 mm PA6 Poliamida	216	380	170	9

Tabela 1: *Processo de encolhimento.*

Analisando os dados da tabela, pode-se verificar que o fio de poliéster é o material que apresenta maior *post force*, garantindo maior estabilidade dimensional.

A tabela também mostra o ponto de fusão, sendo esta a temperatura máxima que o fio pode receber durante o processo de encolhimento. A partir deste limite, o material começa a se deformar e, conseqüentemente, danificar a tela.

A seguir é apresentado um gráfico com os resultados de um teste de encolhimento nas seguintes condições:

- Tempo de exposição à temperatura: 5 min;
- Tensão do fio: 9 g;

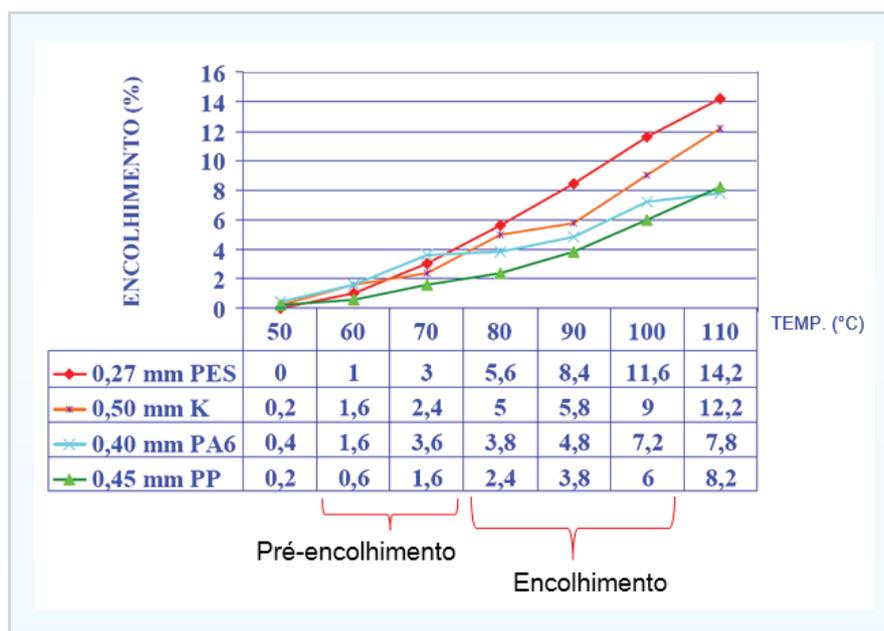


Gráfico 1: Curva de encolhimento.

O gráfico mostra que o fio de poliéster apresentou maior encolhimento (14,2% com a temperatura em 110 °C), seguido pelo kynar (12,2% na mesma temperatura). Na prática, isso significa maior rapidez no processo de encolhimento.

O teste também mostra que os materiais termoencolhíveis começam a sofrer encolhimento a partir dos 60 °C, o que chamamos de pré-encolhimento.

Armazenamento

Como sabemos, as telas encolhíveis são manufaturadas com fio de autoencolhimento e termicamente não estabilizado. Sendo assim, conforme mostra o gráfico 1, recomenda-se manter as telas encolhíveis estocadas em sua embalagem original, em local seco e onde a temperatura ambiente não exceda os 35 °C.

Caso o armazenamento seja feito em local diferente do recomendado, a tela poderá sofrer algum pré-encolhimento onde serão alteradas as suas dimensões, impossibilitando futura instalação.

Métodos e procedimentos para encolhimento

Os métodos são as possíveis fontes de calor utilizadas no processo de encolhimento das te-

las encolhíveis. Os procedimentos referem-se aos passos necessários para que a instalação e encolhimento sejam eficazes e uniformes em todo o perímetro da tela. Abaixo é apresentado os principais métodos, assim como os dispositivos necessários para a geração de calor e os procedimentos básicos de instalação e encolhimento:

- **Método da água quente:** o processo de encolhimento é feito através da imersão da tela em um tanque de água aquecida por vapor. Se necessário for, pode-se fechar a capota do tanque ou cobrir o filtro evitando a perda de calor e, conseqüentemente, decréscimo de temperatura, conforme mostra a figura 1.

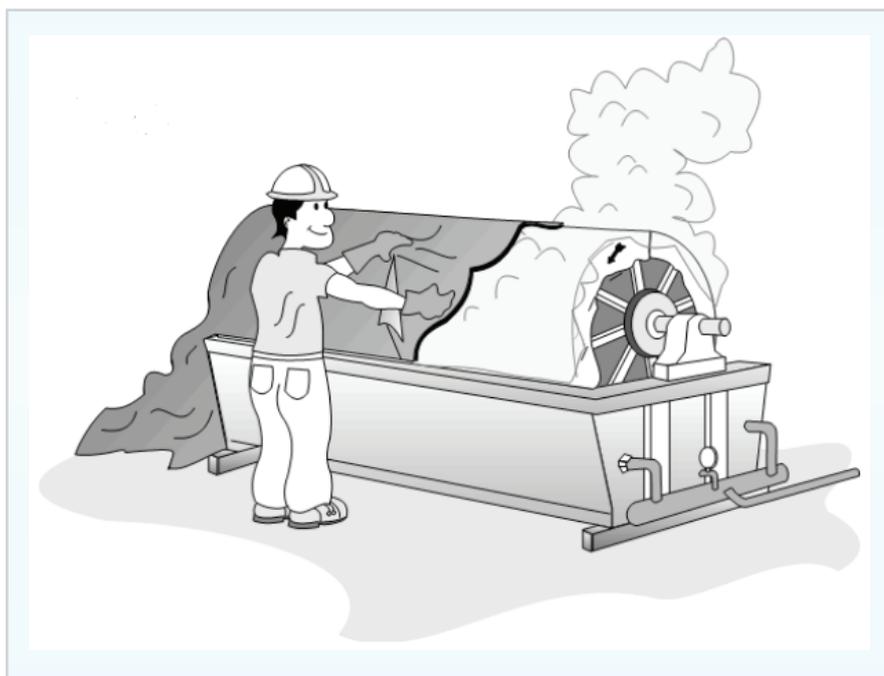


Figura 1: Método da água quente.

- **Dispositivos:** no tanque do filtro ou em tanque apropriado, posicionar no fundo um cano tipo chuveiro com saída de vapor perpendicular à tela. Recomenda-se que o cano tenha 75 mm de diâmetro com furos de 6 mm equidistantes entre si 25 mm. A pressão mínima da linha de vapor deve ser de 3,5 kg/cm², porém é desejável uma pressão de até 9,8 kg/cm². Existe uma considerável perda de calor e a pressão mais alta, juntamente com uma linha de vapor adequadamente dimensionada, asseguram o perfeito aquecimento da água e, conseqüentemente, o encolhimento da tela.
- **Procedimentos:** após se certificar que a tela esteja instalada corretamente no filtro, colocar no tanque água o suficiente para imergir parte da tela. Recomenda-se fazer uma demarcação no eixo do filtro de acordo com o número de etapas necessárias para imergir todo o perímetro da tela, e abrir o vapor para iniciar o aquecimento da água. A partir do momento que a temperatura atingir 60 °C, inicia-se o processo de pré-encolhimento da tela. Manter o filtro parado por cinco minutos em cada etapa demarcada, girando até imergir a próxima parte da tela. Executar este procedimento até completar uma volta, lembrando que a emenda da tela deverá ser a última etapa a entrar em contato com a água. Ao final do pré-encolhimento, a tela deverá estar colada no filtro, sendo iniciado o processo de encolhimento com a temperatura da água próxima dos 100 °C. Verificar se a tela se mantém alinhada em relação às laterais. Manter o filtro girando lentamente por aproximadamente 120 minutos para que se obtenha o perfeito encolhimento da tela. O tempo pode ser maior ou menor de acordo com a temperatura da água e velocidade do filtro. A condição ideal é a temperatura de 100-110 °C com o filtro girando a uma velocidade de 2-3 m/min. Ao final

do processo, verificar a eficácia do encolhimento. Caso necessário, repetir o procedimento por mais 30 minutos, aumentando a temperatura da água e/ou diminuindo a velocidade de rotação do filtro. Fechar o vapor e retirar a água do tanque para iniciar os acabamentos finais e fixação da tela ao equipamento.

- **Método do chuveiro de vapor:** o processo de encolhimento é feito através da injeção de vapor diretamente na tela, conforme mostra a figura 2 abaixo. Neste método, também é favorável fechar a capota do tanque ou cobrir o filtro evitando a perda de calor e, consequentemente, decréscimo de temperatura.



Figura 2: Método do chuveiro de vapor.

- **Dispositivos:** chuveiro de vapor com cano de 50 mm de diâmetro com furos de 3 mm equidistantes entre si 25 mm. A pressão da linha de vapor deve ser maior que $9,8 \text{ kg/cm}^2$, atingindo a temperatura ideal para encolhimento da tela.
- **Procedimentos:** após se certificar que a tela esteja instalada corretamente no filtro, posicionar o chuveiro de vapor considerando que a distância deste em relação à tela depende da temperatura do vapor, ou seja, quanto mais baixa for a temperatura, mais próximo da tela o chuveiro deverá ser posicionado. Recomenda-se fazer uma demarcação no eixo do filtro de acordo com o número de etapas necessárias para que todo o perímetro da tela fique exposto ao vapor. Abrir o vapor mantendo a temperatura próxima dos $75 \text{ }^\circ\text{C}$ para executar o processo de pré-encolhimento. Manter o filtro parado por cinco minutos em cada etapa demarcada, girando até que a próxima parte da tela fique exposta ao vapor. Executar este procedimento até completar todas as etapas, lembrando que a emenda da tela deverá ser a última etapa a ficar exposta ao vapor. Ao final do pré-encolhimento, a tela deverá estar colada no filtro, sendo iniciado o processo de encolhimento. Verificar se a tela se mantém alinhada em relação às laterais. Com a temperatura próxima dos $100 \text{ }^\circ\text{C}$, manter o filtro girando lentamente por aproximadamente 90 minutos. O tempo pode ser maior ou menor de acordo com a temperatura do vapor e velocidade do filtro. A condição ideal é a temperatura de $100\text{-}110 \text{ }^\circ\text{C}$ com o filtro girando a uma velocidade de $2\text{-}3 \text{ m/min}$. Ao final do processo, fechar o vapor e verificar a eficácia do encolhimento. Caso necessário, repetir o procedimento por aproximadamente 30 minutos, aumentando a temperatura do

vapor e/ou diminuindo a velocidade de rotação do filtro. Iniciar os acabamentos finais e fixação da tela ao equipamento.

- **Método da lâmpada de infravermelho:** o processo de encolhimento é feito através de um equipamento composto por resistências elétricas ou lâmpadas de infravermelho que, uma vez incandescentes, irradiam calor e aquecem a superfície da tela, conforme mostra a figura 3.

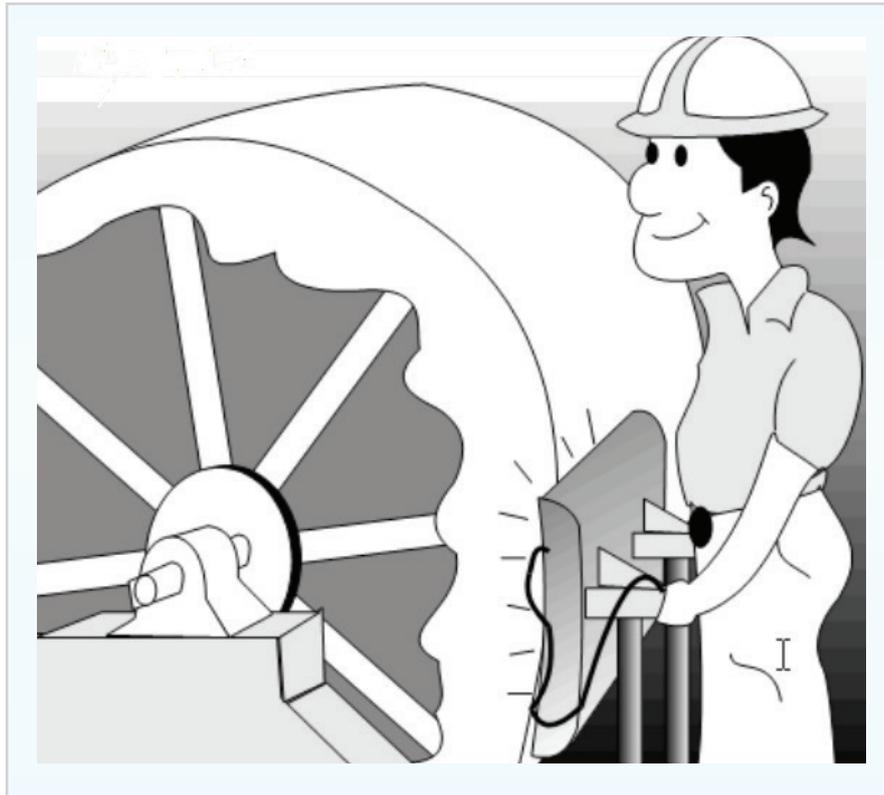


Figura 3: Método da lâmpada de infravermelho.

- **Dispositivos:** equipamento apropriado com controle de temperatura, distância e tempo de exposição.
- **Procedimentos:** após se certificar que a tela esteja instalada corretamente no filtro, posicionar o equipamento adequadamente próximo da tela, controlando a temperatura e distância do aparelho em relação à tela. A condição ideal é a temperatura de 150 °C com o aparelho posicionado a 50 mm da tela. Recomenda-se fazer uma demarcação do ponto inicial em uma das laterais da tela. Fazer o pré-encolhimento de cinco segundos em cada região passando por toda a largura e perímetro da tela até completar uma volta, lembrando que a emenda da tela deverá ser a última etapa a receber calor. Ao final do pré-encolhimento a tela deverá estar colada no filtro, sendo iniciado o processo de encolhimento. Repetir o procedimento por mais duas voltas, porém com o tempo de 15 e 30 segundos respectivamente, com o equipamento nas mesmas condições. Ao final do processo, verificar a eficácia do encolhimento e, caso necessário, repetir o procedimento por mais uma volta com o tempo de 40 segundos. Iniciar os acabamentos finais e fixação da tela ao equipamento.

Tipos de fixação

Após finalizar o procedimento de acabamentos finais, especialmente nas laterais da tela, é necessário fazer sua fixação ao equipamento, conforme apresentado abaixo:

- **Anéis:** são parafusados sobre a tela nas bordas do filtro. Em alguns equipamentos, os anéis podem ser parafusados na superfície próxima da borda em canaletas específicas, conforme mostra a figura 4;

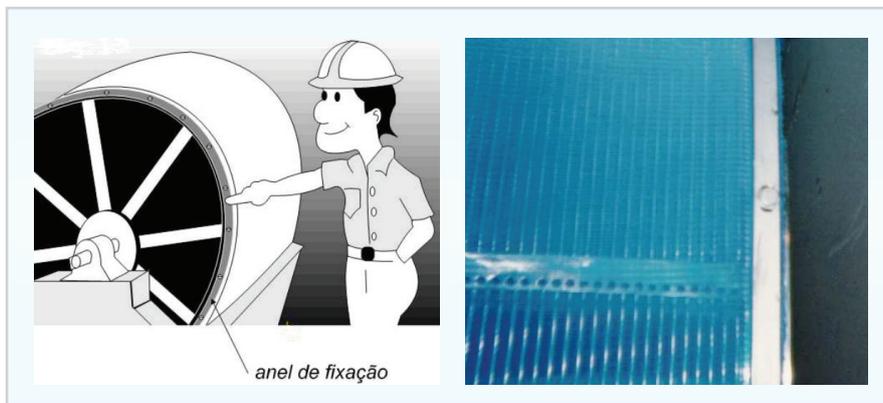


Figura 4: Fixação por anéis.

- **Cintas:** são tensionadas e unidas nas extremidades utilizando equipamento adequado. Dependendo da aplicação, podem ser de aço ou plástico. No caso de aço, podem ser unidas utilizando aparelho de solda, porém com risco eminente de danificar a tela. Recomenda-se posicionar as cintas a cada metro por toda a extensão do filtro, conforme mostra a figura 5;



Figura 5: Fixação por cintas.

- **Plugs:** são pinos de plástico inseridos nos orifícios do filtro. Recomenda-se posicionar em carreira a cada dois metros por toda a extensão do filtro, conforme mostra a figura 6;

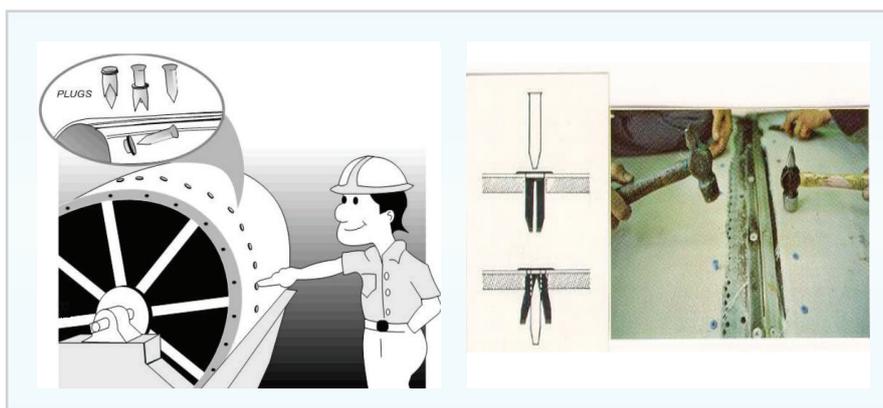


Figura 6: Fixação por plugs.

- **Régua transversal:** são régua fixadas sobre a tela no sentido transversal do filtro. Normalmente são duas posicionadas uma em cada extremidade do filtro, conforme mostra a figura 7;



Figura 7: Fixação por régua transversal.

- **Cola:** aplicação de cola sobre a tela em regiões ranhuradas, localizadas na superfície próxima da borda do filtro, conforme mostra a figura 8;

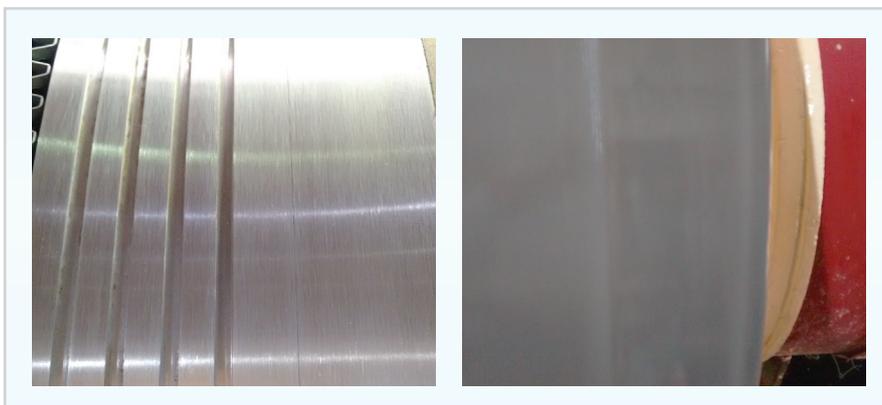


Figura 8: Fixação por cola.

- **Ilhoses e corda:** são fornecidos com a tela com a finalidade de mantê-la estabilizada sobre o filtro durante o processo de encolhimento, evitando deslocamentos. Em alguns casos, utiliza-se este procedimento para a fixação da tela ao equipamento, conforme mostra a figura 9;



Figura 9: Fixação por ilhoses e corda.

Recomendações

Seguem abaixo algumas recomendações importantes que garantem o sucesso da instalação e, conseqüentemente, o desempenho satisfatório da tela durante operação:

- Antes de remover a tela usada do filtro, conferir as dimensões da tela a ser instalada para eliminar o risco de estar menor que o perímetro do filtro, possível de ocorrer durante o transporte ou armazenamento inadequado;
- O tanque e o filtro devem ser totalmente limpos, eliminando todo tipo de resíduo oriundo do processo;
- Fazer uma inspeção no filtro para encontrar possíveis pontos que possam danificar a tela durante a instalação, encolhimento ou operação. Caso necessário, utilizar solda e esmerilhar para eliminar rebarbas e cantos vivos;
- Antes de expor a tela em alta temperatura, se certificar de que esteja posicionada corretamente sobre o filtro, conferindo o alinhamento e especialmente o fechamento da emenda, caso existir;
- O calor excessivo, independentemente do método de encolhimento utilizado, poderá deformar ou queimar a tela;
- O encolhimento uniforme da tela, assim como sua fixação ao equipamento e os acabamentos finais, são considerados primordiais para atingir o resultado esperado;
- Em caso de telas com emenda, a regulagem da raspa existente em algumas aplicações deverá ser feita na região da emenda por ser mais espessa que o corpo da tela.

O desempenho satisfatório não depende exclusivamente da instalação, porém um encolhimento malsucedido tem influência direta no tempo de vida e produtividade do equipamento.

Considerações finais

O propósito principal deste trabalho foi o de apresentar os métodos e procedimentos para instalação e encolhimento de telas encolhíveis e, assim, identificar o mais adequado em termos de eficácia e uniformidade.

Para alcançar tal propósito, foi necessário entender algumas características que possibilitaram diferenciar as telas encolhíveis através dos materiais e processo de manufatura.

De forma prática, podemos entender o comportamento dos fios durante o processo de encolhimento, sendo evidenciado pela tabela 1 que o fio sofre encolhimento durante e após a exposição à temperatura, de acordo com a força de encolhimento e *post force*.

Através da tabela 1, foi possível identificar o limite de temperatura que poderá ser aplicado nos diferentes tipos de materiais durante o processo de encolhimento. Já a curva de encolhimento, representada pelo gráfico 1, mostrou a temperatura que os materiais começam a sofrer encolhimento, ressaltando a importância do armazenamento adequado das telas encolhíveis.

Com relação aos métodos e procedimentos para encolhimento, pode-se dizer que os mé-

todos da água quente e chuveiro de vapor possuem o procedimento parecido, sendo diferenciado pela água. Estes procedimentos propiciam um encolhimento mais uniforme, sendo considerados rápidos e fáceis por ser mais de observação e cuidado do que execução. Porém, vale ressaltar que o método chuveiro de vapor apresenta risco eminente de danificar a tela devido ao vapor direcionado.

O método da lâmpada de infravermelho trata-se de um procedimento demorado por ser totalmente manual, proporcionando risco eminente de danificar a tela devido ao movimento do aparelho e ao tempo de exposição em cada região ser operacional, além de dificultar a uniformidade do encolhimento. Este método é recomendado como alternativa nos casos onde não seja possível efetuar o encolhimento utilizando o método da água quente ou chuveiro de vapor.

Diante destas considerações, conclui-se que o método mais adequado para o encolhimento de telas é o da água quente, por ser considerado mais seguro, fácil e rápido, com garantias do encolhimento mais eficaz e uniforme.

Com relação aos tipos de fixação, pode-se dizer que todos são eficazes, porém cada um com suas particularidades, sendo considerado o tipo ideal aquele que mais se adequa ao equipamento e necessidades operacionais.

Para finalizar, conclui-se ainda que o sucesso na instalação e encolhimento da tela depende exclusivamente dos procedimentos recomendados, executando-os de forma prática e segura no menor tempo possível, minimizando ou eliminando falhas e dificuldades. No entanto, o desempenho satisfatório da tela, além da instalação e encolhimento adequado, depende do condicionamento e especificação correta do produto, de acordo com a aplicação.

É conveniente salientar que mais informações e detalhes de instalação poderão ser encontradas nos manuais de instalação para telas encolhíveis.

Referências

MATOS, N. J. **Momento Técnico: Telas Plásticas**. 12. ed. 2006. p. 3-7

WAGNER, A. **Manual de instalação para telas encolhíveis**.

Perfil do autor:

Alzir Wagner é Bacharel em Ciências da Computação pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB). Possui cursos técnicos de Fabricação de Papel e Celulose pela ABTCP (São Paulo/SP). Iniciou suas atividades na Albany International em 1998 como Operador de União. Atualmente exerce a função de Técnico de Serviços para todas as linhas de produto.



■ Determinando o potencial para Acidentes Graves e Fatalidades

Ao longo dos cinco últimos anos, a Mercer ORC Networks e a BST examinaram exaustivamente um fato surpreendente que chamou a atenção dos líderes operacionais e de segurança: os indicadores de Acidentes Graves e Fatalidades (ou SIF – sigla em inglês para *Serious Injuries and Fatalities*) cresceram ou mantiveram-se nos mesmos patamares, entanto que os indicadores de acidentes reportáveis (OSHA *recordables rates*) continuamente diminuíram. Este padrão acabou evidenciando que bons resultados em indicadores de acidentes registráveis não define que uma empresa está em nível *World Class*, se ela ainda continua a ter experiências com SIFs.

Sete empresas globais patrocinaram um estudo para explorar este fenômeno, suas implicações, e como abordá-lo. Os dados conjuntos destas empresas foram submetidos a uma análise qualitativa e estatística profunda, além da análise de causa raiz. Líderes de cada empresa formaram uma equipe para apoiar a análise. O estudo identificou duas razões principais para que a redução de acidentes leves e reportáveis não corresponde a uma redução de SIFs:

1. As causas e correlações de SIF normalmente são diferentes das relativas a acidentes leves.
2. O potencial para SIF é baixo para a maioria dos acidentes leves (cerca de 80%).

A questão do potencial é importante para tratar de SIFs. Por exemplo, considere a atividade de levantamento manual de carga. As lesões mais comuns resultantes desse tipo de atividade são torções e destroncamentos e não é comum essas exposições levarem a uma fatalidade. Por outro lado, uma queda de três metros de altura claramente tem o potencial de causar uma fatalidade ou uma lesão que altere a vida, mesmo que este não seja sempre o resultado de uma queda como essa. Para evitar SIFs, as iniciativas de segurança devem focar nas exposições que têm potencial para esses acidentes.

Quando as empresas analisam apenas os índices de acidentes reportáveis como principal medida de seu desempenho de segurança (o que é uma prática comum), elas perdem de vista dados importantes relacionados a SIFs. Iniciativas de segurança podem ser direcionadas a exposições com baixo potencial para SIF, simplesmente porque são as que ocorrem com maior frequência. E como não há visibilidade dos precursores de SIFs, líderes podem cometer o erro de acreditar que estas ações estão mitigando a ocorrência de todos os tipos de acidentes.

Entendendo e gerenciando este problema

Como em qualquer outra área de desempenho, é importante medir o progresso na prevenção de SIF. Um indicador de desempenho nos diz se melhoramos, se estamos estagnados ou até mesmo se pioramos em nossos esforços para atingir um objetivo. Em outras palavras, nos mostra se nossos esforços estão dando resultados ou se necessitamos mudar de abordagem.

Um desafio em medir o progresso na prevenção de SIF é que, em qualquer organização, os eventos relacionados a acidentes graves e fatalidades não são frequentes. Consequentemente, a própria medição de ocorrências de SIF envolve um pequeno volume de dados, tornando praticamente impossível a tentativa de perceber tendências e mudanças estatisticamente válidas destes dados, de maneira significativa.

No entanto, como já discutimos, SIFs ocorrem como resultado de exposições que têm potencial para SIF. E o quanto este potencial intrínseco da exposição resultará de fato em um SIF é uma questão de sorte.

Assim sendo, o que realmente devemos medir é o índice de potencial de SIF – a exposição que resultou em uma fatalidade ou acidente grave, tanto quanto aquelas que não resultaram em fatalidade ou acidente grave, mas tinha o potencial de se tornar SIF. Reduzindo o índice de potencial a SIF, conseqüentemente reduzimos as chances de ocorrência de acidentes graves e fatalidades. Medir o índice de potencial de SIF nos diz o quanto estamos melhorando e amplia o volume de dados para um nível onde podemos observar mudanças e tendências.

Isso representa o desafio de definirmos uma medida adequada para potencial de SIF e um método de classificação de acidentes/quase acidentes, de modo que possamos identificar os potenciais a SIF. A eficácia desta classificação é determinada por dois fatores críticos:

1. Consenso e alinhamento nas definições de “SIF” e “Potencial de Exposição a SIF”.
2. Um sistema válido, confiável e repetível para avaliar ocorrências que tenham Potencial de Exposição a SIF.

Definição de SIF e Potencial de Exposição a SIF

Cada organização deve definir a amplitude de sua definição “acidente grave” dentro de “fatalidades e acidentes graves”. Enquanto fatalidades se referem a acidentes fatais relacionados ao trabalho, acidentes graves podem ser definidos de forma mais ou menos ampla, como exemplificado a seguir:

- Exemplo 1: **Acidente Grave** – um acidente relacionado ao trabalho que **ameaça a vida**. **Casos de ameaça à vida** são amplamente entendidos como casos que necessitaram de ações imediatas de resgate e preservação da vida, que se não tivessem sido tomadas imediatamente, teriam resultado na morte daquela pessoa. Estes casos normalmente requerem a intervenção de equipe de emergência para suporte e preservação da vida. Alguns exemplos comuns são perda significativa de sangue, danos ao cérebro, danos à espinha dorsal, uso de Reanimação Cardiopulmonar (RCP ou CPR) ou Desfibrilador Externo Automático (DEA ou AED), trauma peitoral ou abdominal que afeta órgãos vitais e queimaduras graves.
- Exemplo 2: **Acidente Grave** – um acidente relacionado ao trabalho que **ameaça ou altera a vida**. Além dos **casos de ameaça à vida**, já citados no Exemplo 1, os **casos de alteração da vida** normalmente são vistos como situações que resultaram em perda significativa e permanente de uma parte do corpo ou funcionamento de um órgão que afeta ou impede as atividades normais da pessoa permanentemente. Alguns exemplos comuns são lesões significativas na cabeça, lesões à espinha dorsal, paralisia, amputações, fraturas traumáticas de ossos e queimaduras graves.

O modo como a organização define SIF varia conforme a ênfase que esta organização dá ao assunto. Todas as organizações devem continuar a prevenção de todos os acidentes e doenças, com ênfase especial para SIF. A medida apropriada desta ênfase especial tende a depender de fatores como o número e os tipos de exposições e incidentes ocorridos.

Em relação à definição de Potencial de Exposição a SIF, um caso pode ser considerado como tendo esse potencial quando um acidente resulta em um SIF, ou quando a exposição poderia ter resultado, de modo razoável, em fatalidade ou lesão grave, consideradas todas as circunstâncias, fatores ou mudanças nas medidas de prevenção, e um senso de que a sorte ou acaso influenciaram nos resultados ocorridos. Em outras palavras, se a mesma situação ocorresse uma dezena ou uma centena de vezes, é razoável concluir que o resultado seria eventualmente uma SIF?

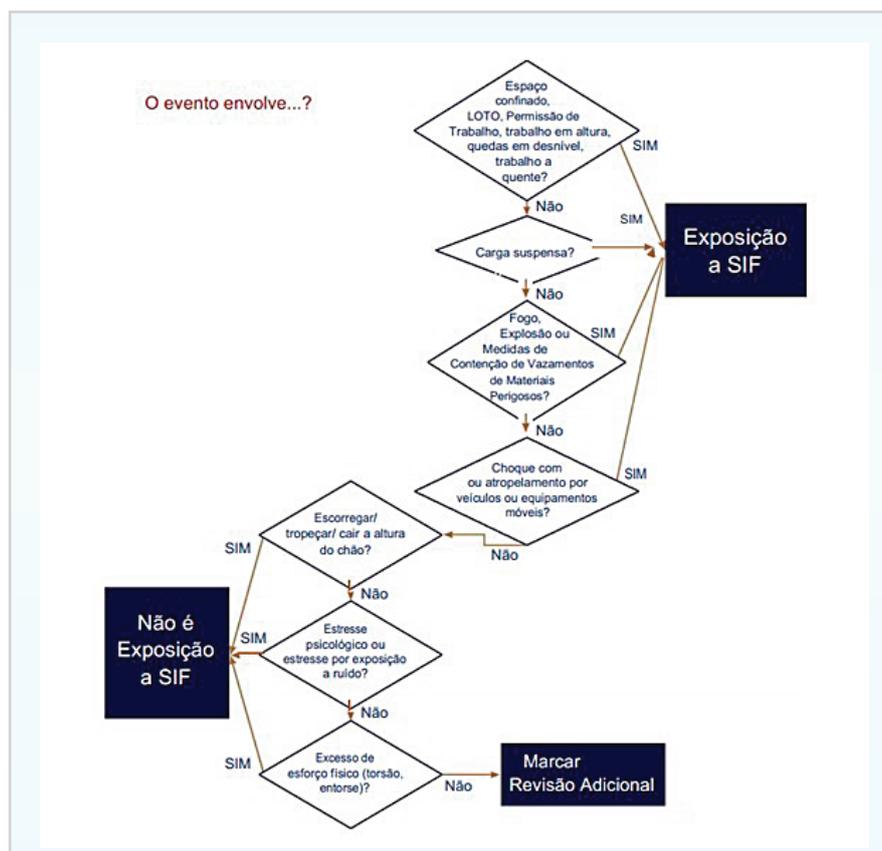
O sistema de classificação de Potencial de Exposição a SIF

Estabelecidos os pontos anteriores, a organização está pronta para definir um sistema de classificação para avaliar de forma confiável o potencial de Exposição a SIF em ocorrências. Existe uma abordagem simples para esse sistema de classificação, conhecida como "Árvore de Decisão Baseada na Ocorrência". Este método é simples e utiliza características de acidentes ou quase acidentes para classificar se uma situação tem potencial para SIF. Os benefícios desta abordagem são que (1) é muito menos dependente de julgamento subjetivo, portanto os eventos podem ser classificados de uma maneira consistente por diferentes indivíduos da organização (por exemplo, no local onde o incidente ocorreu); e (2) uma vez estabelecido o sistema, a classificação torna-se fácil e rápida. Ao utilizar a abordagem baseada no evento, devemos começar reconhecendo que existem atividades particulares que normalmente produzem maiores proporções de eventos precursoros.

Um precursor de SIF é uma situação de alto risco em que os controles de gestão são ausentes, ineficazes ou não cumpridos, e que irá resultar em uma lesão grave ou fatal se for permitido continuar. Eventos precursoros são situações de alto risco absoluto. Atividades que podem ter altas proporções de eventos precursoros incluem:

- Trabalho próximo a pontos de esmagamento;
- Entrada em espaços confinados;
- Bloqueio e etiquetagem;
- Movimentação de cargas suspensas e suportadas;
- Trabalho em altura;
- Veículos industriais;
- Trabalho a quente.

Árvore de decisão baseada na ocorrência



A organização pode definir uma customização trabalhando a partir de uma árvore de decisão de classificação de SIF genérica (figura 1). Um pequeno grupo aplica a árvore de decisão genérica ao histórico de acidentes e incidentes da organização (acidentes, quase acidentes e eventos de segurança de processo).

Após identificar os eventos cujos critérios da árvore de decisão indicam como potencial ou não de SIF, teremos um número de eventos não classificados. O grupo então faz uma análise baseada no julgamento dos eventos não classificados uma única vez e, para aqueles selecionados como precursores, modifica a árvore de decisão genérica e a customiza para as exposições da organização. A árvore de decisão customizada pode então ser utilizada em toda a organização para orientar a classificação de todos os acidentes e incidentes, fornecendo uma medida para os precursores de SIF.

Com esta abordagem, as decisões sobre eventos são baseadas em critérios objetivos conforme eles ocorrem, garantindo consistência. A árvore pode ser aplicada localmente, assim a classificação/identificação de eventos com potencial de SIF pode ocorrer em tempo real, facilitando o relato de medição de SIF. Esta abordagem também é rápida, já que evita discussão caso a caso durante o processo de classificação. Marcar os eventos classificados como não potencial de SIF e que eventualmente não se encaixaram nos critérios de inclusão ou exclusão na árvore de decisão possibilita a melhoria contínua do processo.

O grupo original que redefiniu a árvore pode se reunir anualmente (ou em qualquer intervalo de tempo desejado) para examinar as características destes casos que podem resultar em refinamento da árvore de decisão.

Algumas pessoas podem argumentar que este processo pode levar a não considerar alguns eventos com potencial de gerar SIF que nunca ocorreram antes, mas ter um processo de classificação simples com 90% ou mais de precisão e que elimina inconsistências é suficiente para vencer as objeções da maioria das pessoas.

Conclusão

Qualquer que seja o método utilizado para classificação potencial de SIF, o primeiro passo para reduzir fatalidades e acidentes graves é estabelecer e reportar um sistema de medição da exposição a estes acidentes e quase acidentes. Quando uma organização incorpora um índice de eventos com Exposição a SIF aos seus índices de acidentes reportáveis e acidentes com afastamento, ela cria uma base para mensurar o progresso e detectar aumentos no risco. O progresso verdadeiro na redução de acidentes de SIF só é possível quando há visibilidade dos problemas e desafios.

Perfil do autor:

Gregorio Philippe Pereira é Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Regional de Blumenau (FURB), atualmente realizando pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Candido Mendes. Possui também curso técnico em Segurança do Trabalho pelo CEDUPHH (Blumenau/SC). Iniciou suas atividades na Albany International em 2009 como Técnico de Segurança do Trabalho. Atualmente exerce a função de coordenação do sistema de gestão de segurança do trabalho.



Albany International. Novas tecnologias e mais ganhos na sua linha de produção.

PROVANTAGE XP

Tela formadora extremamente fina com alto potencial de vida.

Benefícios:

- Melhor formação
- Ganho de retenção
- Aumento de vida útil da tela
- Facilidade de limpeza
- Elevada capacidade de desaguamento
- Melhor desempenho em máquina

SPRING

Nova tecnologia em feltros úmidos patenteada pela Albany International. Aplicação nas últimas prensas.

Benefícios:

- Maior teor seco da folha
- Melhor produtividade da máquina
- Vida mais longa

VENTABELT XTS

Manta com nova resina desenvolvida recentemente pelo centro de pesquisa da Albany International. Exclusivo e diferenciado formato de ranhuras.

Benefícios:

- Extremamente resistente à trincas
- Elevada resistência à abrasão
- Disponível em várias durezas
- Melhor desaguamento ao longo da vida

AEROPULSE K

Tela secadora com estrutura aerodinâmica ativa para produção de papel *kraft*.

Benefícios:

- Redução de vapor
- Ganhos de produtividade
- Melhor perfil de umidade
- Redução na vibração folha
- Maior ventilação e aumento no volume de ar seco no bolsão
- Maior resistência à abrasão
- Durabilidade da emenda

STUDIO GAMA



www.albint.com





■ Oportunidades de redução no consumo de energia através da otimização do sistema de vácuo

As bombas de vácuo podem ser consideradas um dos equipamentos mais robustos utilizados nas máquinas de papel. Podem passar anos sem inspeções e operam mesmo com altas temperaturas de água de selagem, que ocasionalmente pode apresentar qualidade duvidosa. No entanto, permanecem gerando um diferencial de pressão, que chamamos de vácuo, mesmo nestas condições tão distantes das recomendadas pelos fabricantes.

Justamente por esta razão costumam ser deixadas em segundo plano, quando o assunto é manutenção e auditorias regulares para verificação de seu funcionamento.

Podemos até achar que, por estarmos produzindo dentro dos padrões solicitados, com qualidade, não precisamos fazer nada a respeito de otimizações no sistema de vácuo. Contraditoriamente, é este o melhor momento para a realização de auditorias a fim de identificar os gargalos do sistema, que servirão de base para reduzir o consumo de energia, sem perda de produção.

O vigésimo sexto presidente dos Estados Unidos, Theodore Roosevelt, citou certa vez: "*Do what you can with what you have, where you are*" que, em tradução livre, significa "Faça o que você pode com o que tem, onde está". Podemos aplicar este conceito para otimizações que podem ser realizadas nos sistemas de vácuo de qualquer máquina de papel. Segundo Humbert Koefler [1], da Andritz, "As contas de energia podem ser reduzidas em 10%, sem nenhum investimento".

Consumo de energia nas máquinas de papel

A geração de vácuo representa, tipicamente em uma máquina de papel, um dos maiores sistemas, podendo apresentar de 400 a 6.000 kW de potência instalada de motores para sua operação.

Em números genéricos, do consumo total de energia da seção de formação, 30 a 40% são consumidos pelo sistema de vácuo. Na prensagem, este número cai para cerca de 20%. De qualquer forma, é importante notarmos que pequenas ações para a redução do consumo de energia nestas seções podem gerar impactos significativos nos custos de operação das máquinas de papel em geral.

A seguir demonstraremos que tipo de trabalho precisamos implementar para garantir uma redução no consumo de energia sem prejuízo à produção de papel ou de celulose.

Auditorias de vácuo

Os trabalhos de auditoria de vácuo realizados pela Albany International podem ter vários objetivos, entre eles, aumento de produção, redução do consumo de água, redistribuição do sistema de vácuo, adequação para reformas e também redução do consumo de energia elétrica.

A auditoria se divide nas seguintes medições:

- Rotação das bombas de vácuo;

- Temperatura das bombas de vácuo e da água de selagem;
- Níveis de vácuo nas bombas de vácuo e nos elementos, tais como caixas e rolos de sucção;
- Casos de estudo.

Rotação das bombas de vácuo

Todas as bombas de vácuo possuem curvas de dimensionamento, onde é possível relacionar o nível de vácuo de trabalho com a rotação do rotor, volume de ar gerado na sucção e potência requerida do motor.

A figura 1 mostra uma curva típica de bomba de vácuo. O aspecto geral da curva pode variar, porém as informações são basicamente as mesmas. Por exemplo, se obtermos um valor de 260 rpm no rotor da bomba, com um nível de vácuo de 10 inHg (3,45 mca), obtemos uma vazão de ar de aproximadamente 21.000 CFM.

Comparativos com a norma TAPPI e com o mercado podem indicar que, na posição utilizada, a vazão necessária seria de 17.000 CFM. Neste caso, poderíamos reduzir a rotação da bomba de vácuo para alcançar este valor.

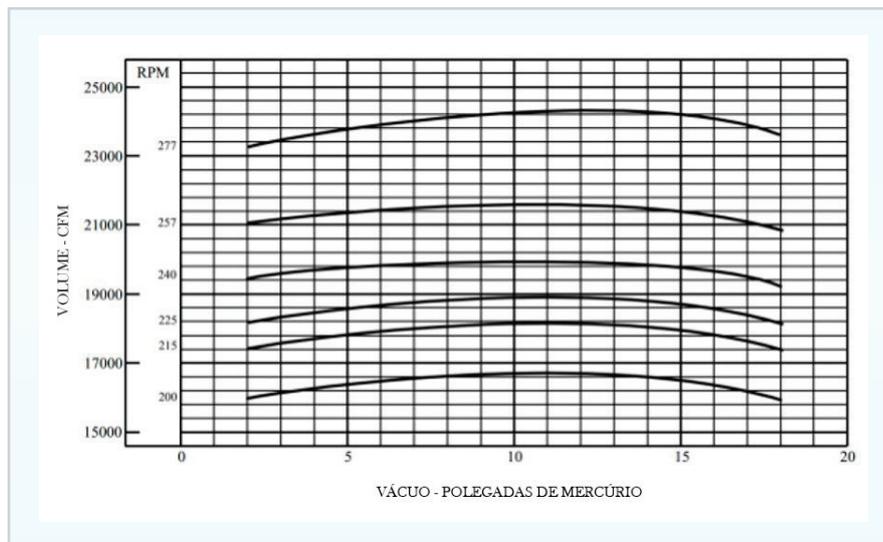


Figura 1: Curva de bomba de vácuo típica, vazão, nível de vácuo e rotação.

Utilizando a figura 2 para dimensionamento de motores, percebemos que, para operar com 260 rpm, o motor precisa de aproximadamente 600 HP (441,3 kW). Já para a operação a 210 rpm, o motor precisa de menos de 400 HP (294,2 kW) para operar na vazão de 17.000 CFM mencionada anteriormente.

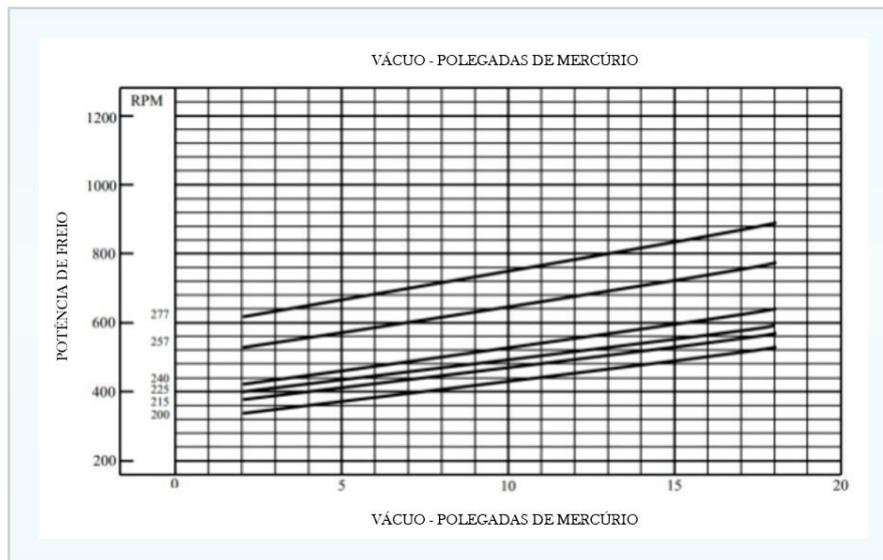


Figura 2: Curva de bomba de vácuo típica, potência do motor, nível de vácuo e rotação.

Apenas para facilitar os cálculos, vamos assumir que a potência nominal seja igual à consumida, que o equipamento opera 350 dias por ano, e que o custo do kWh seja de 0,50 R\$/kWh.

Motor de 600 HP (441,3 kW)

$$\text{consumo anual} = 441,3 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 350 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \times 0,50 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$$

$$\text{consumo anual} = \text{R\$ } 1.853.460,00$$

Motor de 400 HP (294,2 kW)

$$\text{consumo anual} = 294,2 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 350 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \times 0,50 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$$

$$\text{consumo anual} = \text{R\$ } 1.235.640,00$$

A diferença em reais da primeira situação para a segunda é de R\$ 617.820,00 anuais em economia de energia.

Neste caso hipotético, foi realizada a substituição de um motor de maior potência por um de menor potência. Porém, resultados semelhantes podem ser obtidos com a instalação de inversores de frequência, troca de redutores e ajuste de polias nas bombas de vácuo que operam com este tipo de sistema.

Em mais de 90% dos casos, os acionamentos das bombas de vácuo estão superdimensionados, criando a oportunidade de ganhos com redução do consumo de energia, reduzindo a rotação das bombas de vácuo.

Temperatura das bombas de vácuo e da água de selagem

Durante as auditorias de vácuo são medidas as temperaturas em quatro pontos da bomba:

na entrada, na saída, no casco e nas linhas da água de selagem. Estas medições têm por objetivo rastrear desequilíbrios que possam comprometer o bom funcionamento das bombas. Com os valores obtidos na saída da bomba e na linha de água de selagem é possível saber se a quantidade de água utilizada está adequada para garantir a eficiência máxima do equipamento.

Na figura 3, podemos visualizar uma tabela com os valores de temperatura coletados em uma auditoria de vácuo.

entrada oC	saída oC	casco oC	água de selagem oC	saída - água de oC
28,5	36,6	33,2	27,4	9,2
29,5	34,4	33,8	27,2	7,2
27,7	34,8	33,9	27,6	7,2
27,7	35,3	33,9	27,5	7,8
47,4	59,5	50,5	27,6	31,9
38,1	58,1	51,6	29,8	28,3
49,1	52,4	45,9	27,9	24,5
49,0	51,5	42,8	27,9	23,6

Figura 3: Dados de temperatura de bombas de vácuo.

O resultado da subtração da temperatura da saída, pela temperatura da água de selagem, deverá estar localizado entre 8 a 16°C. Se estiver abaixo de 8°C, significa que o fluxo de água está acima do recomendado. Além do desperdício de água, pode causar perda de eficiência da bomba de vácuo, aumento da corrente do motor e desgaste prematuro do equipamento. Se o resultado foi maior do que 16°C, significa que a vazão de água está abaixo do recomendado, também causando perda de eficiência da bomba de vácuo.

Nas duas situações relatadas acima, a conclusão é uma só: a quantidade de energia empregada para operar uma bomba com vazão de água adequada e, portanto, alta eficiência, é a mesma – se não for menor – do que aquela consumida por uma bomba operando com baixa eficiência, ou seja, o custo por tonelada de papel ou celulose produzido será inexoravelmente mais alto no cenário de descontrole de vazão de água de selagem.

Na tabela abaixo, foi construído um simples comparativo de cenários. No A, a diferença de temperatura entre a saída e a água de selagem está dentro da faixa recomendada de 8 a 16°C, indicando a vazão de água de selagem adequada para garantir um funcionamento eficiente do equipamento. Já no cenário B, o resultado da subtração encontra-se fora da faixa.

Cenário A		Cenário B
VAZÃO ADEQUADA		VAZÃO INADEQUADA
CONSUMO DE ENERGIA	=	CONSUMO DE ENERGIA
ESTABILIDADE DE MÁQUINA	>	ESTABILIDADE DE MÁQUINA
CUSTO POR TONELADA	<	CUSTO POR TONELADA

Outro fator importante é a temperatura da água de selagem. Por nos encontrarmos em um país tropical, usualmente as temperaturas encontradas estão ao redor de 30°C, ao passo que as curvas fornecidas pelos fabricantes foram elaboradas na temperatura de 15,5°C. Quanto mais elevada a temperatura da água de selagem, maior a perda de eficiência das bombas de vácuo. Este fenômeno ocorre porque a quantidade de vapor d'água a 15,5°C é menor do que a 30°C. Como o vapor também é um gás, ele "rouba" a capacidade volumétrica da bomba, diminuindo sua eficiência como podemos ver no diagrama e no gráfico apresentados abaixo.

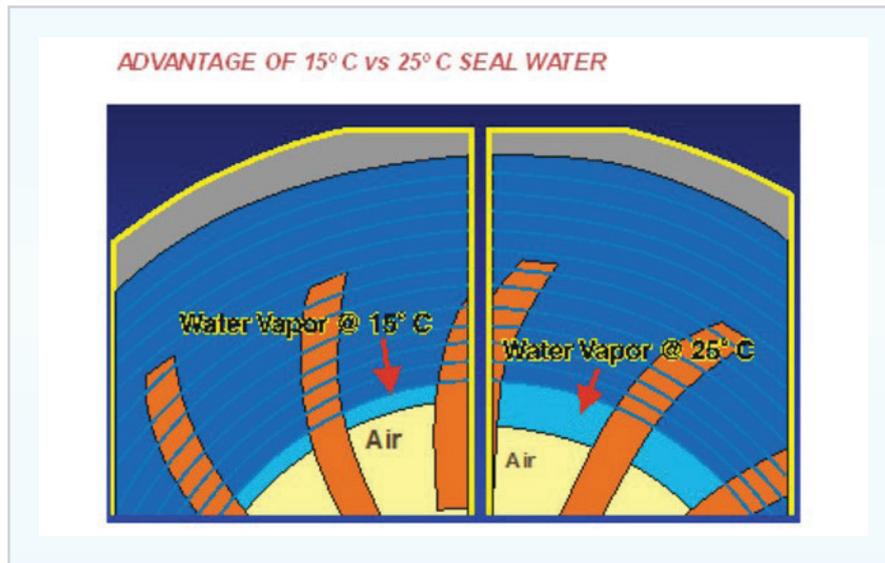


Figura 4: Efeito da temperatura da água de selagem no interior de uma bomba de vácuo.

Na figura 5, pode-se calcular a perda de eficiência para várias temperaturas de água de selagem. Vamos utilizar o exemplo ilustrado pelas retas azuis desenhadas no gráfico. A 80°F (26,6°C), o fator de correção é de 0,96, ou seja, perda de 4% de eficiência. A 110°F (43,3°C), o fator passa a ser de 0,88, ou seja, 12% de perda de eficiência, sem incluir idade, perda de carga ou vazamentos nas linhas.

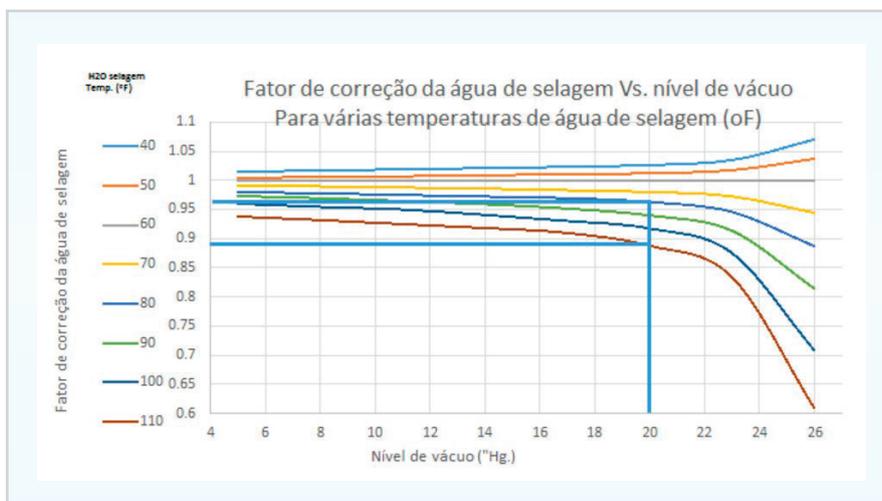


Figura 5: Fatores de correção para diferentes temperaturas de água de selagem.

Existe também uma relação entre a temperatura da água de selagem e o consumo de energia dos motores das bombas de vácuo, que pode ser facilmente observada na figura 6.

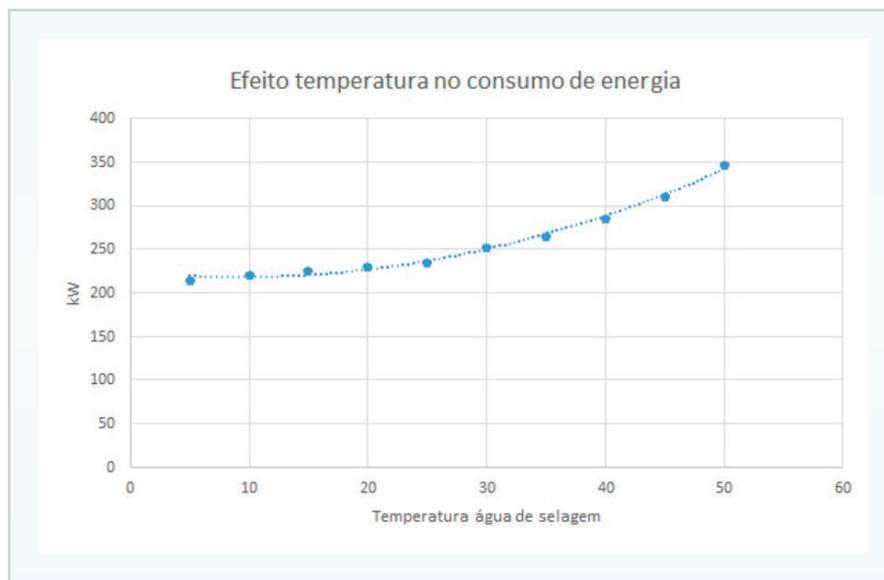


Figura 6: Efeito da temperatura da água de selagem no consumo de energia das bombas de vácuo.

Para temperaturas abaixo de 30°C, observa-se pouca alteração no consumo de energia. Porém, após este valor, as diferenças se tornam expressivas. A 30°C, a potência requerida é de 250 kW, já a 40°C, este valor se aproxima de 280 kW, um aumento de 11%.

Em resumo, quanto mais baixa for a temperatura da água de selagem, mais eficiente estará a bomba de vácuo e menos energia elétrica será consumida para a mesma produção de papel ou de celulose.

Níveis de vácuo

É bastante recomendável que as pernas das bombas de vácuo contenham vacuômetros de fácil leitura e acesso aos operadores, ou pontos de tomada de vácuo, com o objetivo de tomar ações rápidas em caso de problemas. Sem querer ser repetitivo, uma bomba que supostamente deveria gerar um diferencial de vácuo de 6 mca consome praticamente a mesma energia se estiver com problemas e operando com 1,5 mca. Portanto, a checagem dos níveis de vácuo nas bombas deverá ser feita periodicamente, caso o objetivo seja manter o consumo de energia elétrica o mais baixo possível.

Da mesma forma, pontos de medição ou vacuômetros deverão estar presentes nos elementos desaguadores, tais como vacuofóils, caixas de médio vácuo, caixas de alto vácuo, rolos de sucção e caixas de sucção dos filtros. Quedas nos valores registrados nestes pontos podem indicar alguma alteração no sistema de vácuo e contribuir para instabilidades na máquina de papel, portanto eles devem ser monitorados com atenção.

A diferença máxima aceitável entre o nível de vácuo na bomba de vácuo e qualquer elemento na máquina de papel não poderá ser maior do que 350 mmca. Se este for o caso, algumas hipóteses podem ser levantadas e testadas. As mais comuns são grande perda de carga, causada por mau dimensionamento do sistema, e vazamentos ou restrições nas linhas. A figura 7 ilustra este tipo de situação, onde a bomba apresenta um nível de vácuo de 6,0 mca, e o rolo *couch*, apenas 4,0 mca. Neste caso, o valor aceitável no rolo deveria ser de 5,65 mca.

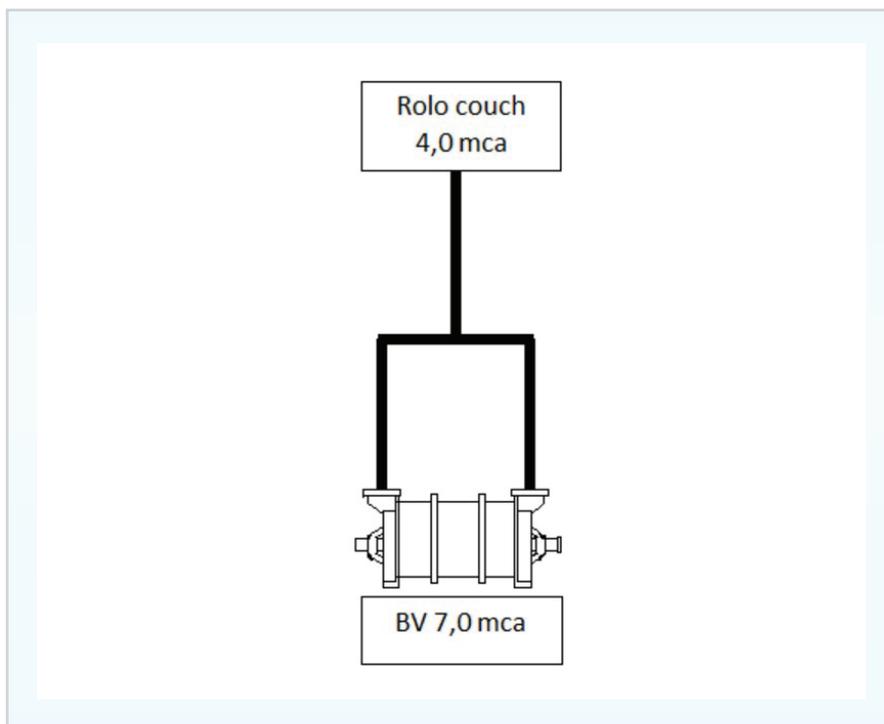
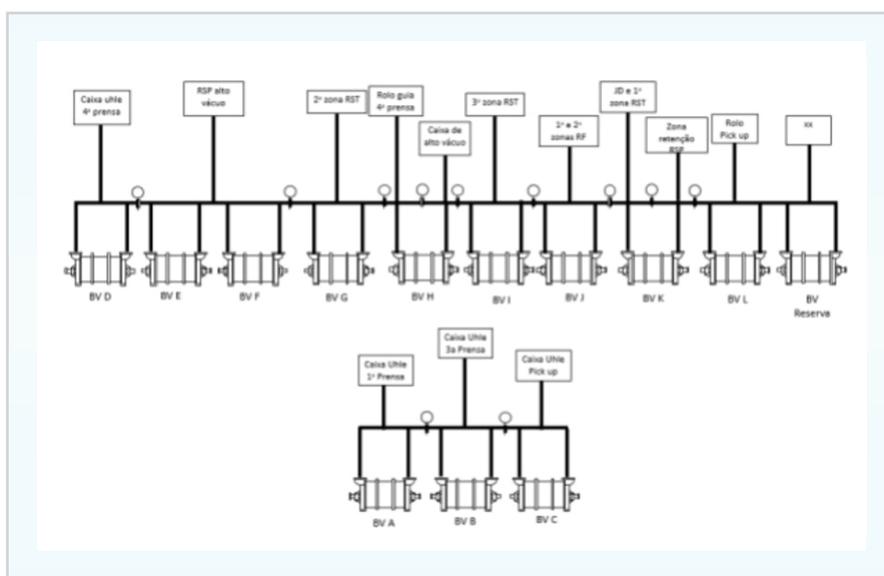


Figura 7: Diferença entre bomba de vácuo e ponto de aplicação.

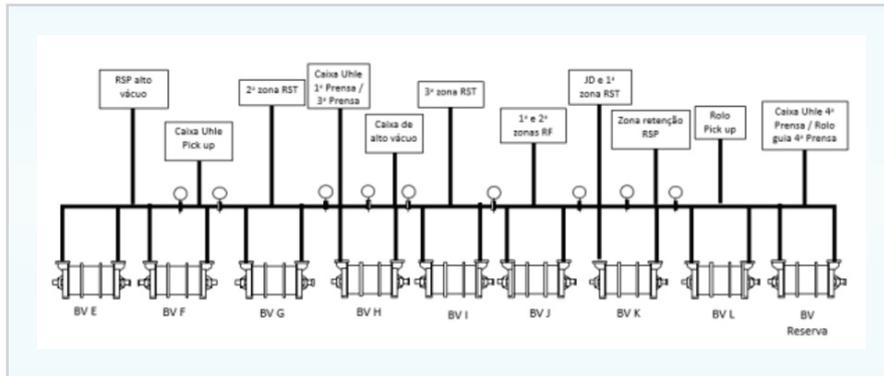
Casos de estudo

Redistribuição dos sistemas de vácuo de máquinas de papel com excesso de capacidade instalada.

Neste primeiro caso, a auditoria de vácuo identificou um excesso de capacidade instalada na seção de prensagem. O fluxograma de vácuo antes da redistribuição pode ser visto no diagrama abaixo:

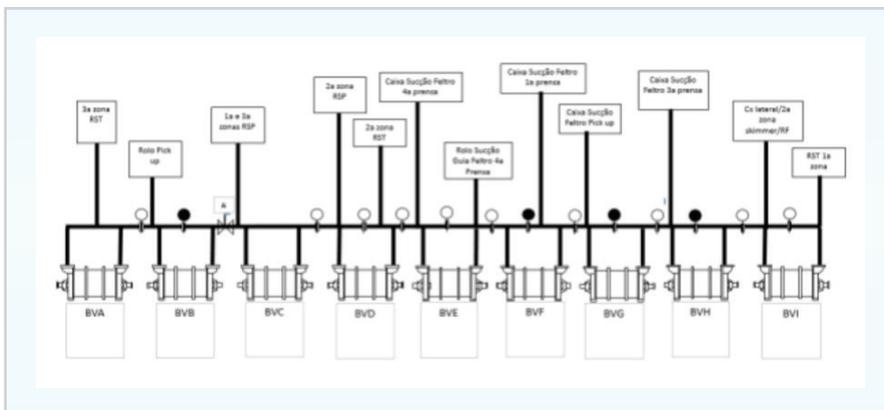


Com os resultados obtidos, o time do PAG (*Process Analysis Group*), da Albany, definiu juntamente com o cliente que bombas poderiam ser desligadas e quais alterações em estilos de vestimentas e estratégias de condicionamento deveriam ser adotadas. Com isso, surgiu o novo fluxograma do sistema de vácuo:

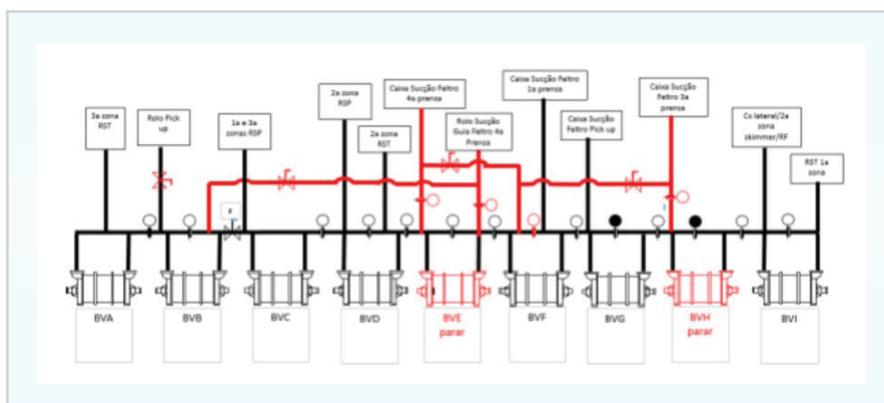


Note que as bombas A, B e C foram desligadas, pois eram as maiores bombas da fábrica. Desta forma, o condicionamento dos feltros foi redistribuído para as demais, incluindo uma bomba que ficava de reserva, lembrando que devido à nova estratégia de condicionamento, o feltro da 3ª prensa utiliza apenas um pouco da vazão da BVH. Após a instalação, logo em seguida a válvula é fechada e o feltro opera totalmente sem condicionamento, assim como o feltro da 4ª prensa. A redução no consumo de energia foi de aproximadamente US\$ 500.000,00 por ano, sem prejuízos ao bom andamento de máquina e à qualidade do papel.

No segundo caso, também foram identificadas algumas oportunidades de desligamento de bombas de vácuo, tendo em vista o excesso de capacidade para alguns rolos de sucção e para os feltros utilizados. A seguir, pode-se analisar o fluxograma atual do sistema de vácuo da máquina de papel.



Novamente utilizamos os recursos do consultor de prensagem da Albany, em conjunto com o cliente, para elaborar um fluxograma de vácuo, com a possibilidade de desligamento de pelo menos duas bombas de vácuo, resultando em uma redução no consumo de energia de aproximadamente US\$ 370.000,00 por ano, conforme pode ser visto abaixo:



Conclusões

É possível reduzir o consumo de energia das máquinas de papel com ações rápidas e praticamente sem investimento na maioria dos casos.

Para tanto, auditorias regulares no sistema de vácuo são altamente recomendáveis, pois permitem a visualização dos gargalos e das oportunidades de otimização. Além disso, a adoção de boas práticas na manutenção das bombas de vácuo, como a qualidade da água de selagem, por exemplo, contribui positivamente para o bom funcionamento desta seção tão importante para as máquinas de papel em geral.

Bibliografia

- Condicionamento de feltros. Momento Técnico Ed. 04. Freitas, Julio.
- Sistema de vácuo na seção de formação. Momento técnico Ed 23. Goss, Cesar e Leitis, Gustavo.
- Auditorias de vácuo Albany International. Moraes Jr, Volni.
- *Reducing Energy Consumption in Paper Making using Advanced Process Control and Optimisation*. Austin, Paul.
- *Determination of Vacuum Pump Operational Efficiency*. Singhal, DK.
- *Paper Machine Vacuum Systems Offer Range of Energy-Saving Opportunities for Mills*. *Pulp and Paper Magazine*. Sweet, Douglas F..
- Dicas Técnicas: Fatores que causam baixos níveis de vácuo. Nash.
- *Making with Less*. Sweet, Douglas.
- *Energy-saving solutions for the paper machine*. TAPPSA – 2010. Osara, Mikko.
- *Measuring Paper Machine Energy Performance*. Reese, Dick.
- *Vacio en las Máquinas de Papel*. Rendina, Alfredo.
- *Energy Saving Potential at Felt Conditioning*. Kokkonen, Kari.
- *Opportunities to Improve Energy Efficiency on Paper Machine*. Kumar, Vivek.

Perfil do autor:

Volni Nunes de Moraes Junior é formado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, com MBA em Marketing pela FGV, e Curso de Green Belt Lean Six Sigma pela M. I. Domenech Consultores. Iniciou suas atividades profissionais na Santa Maria Companhia de Papel e Celulose em 2000, e na Albany em 2002, como Engenheiro de Serviços de Formação. Atualmente exerce a função de Engenheiro de Serviços na linha de Prensagem, para Celulose, Kraft, Cartão e Tissue.

indmomento_tecnico@albint.com | Um canal direto para sugestões e dúvidas.

Expediente:

Editores: Fábio J. Kühnen, Harlei A. Erdmann - Diagramação: Studio Gama Comunicação - Revisão: Diogo F. Biehl - A redação não se responsabiliza pelos conceitos emitidos em artigos assinados. É proibida a reprodução total ou parcial de textos, fotos e ilustrações, por qualquer meio, sem autorização.