



## Fundamentos básicos das Telas Secadoras

### Introdução

Somos desafiados todos os dias para controlar os custos, prever o potencial de danos aos equipamentos e implementar medidas corretivas e preventivas para mantê-los funcionando de maneira eficiente. Neste sentido, as vestimentas técnicas como feltros e telas possuem uma função essencial, e devem ser mantidos em máquina em boas condições e produzindo com excelente desempenho.

Cada vez mais temos enfrentado situações em que precisamos trabalhar conjuntamente para contribuir com a redução dos custos na produção de papel. Neste processo é primordial levar em conta o custo-benefício, onde a escolha certa irá garantir o bom desempenho da máquina a médio e longo prazo. Porém, observamos em muitos casos a utilização de materiais e equipamentos de qualidade “inferior” e, conseqüentemente, temos um menor desempenho da máquina além de uma maior deterioração das condições dos seus componentes. Dessa forma, é necessário voltarmos para o “BÁSICO”.

Nos últimos 50 anos houve grande evolução nos materiais de construção das Telas Secadoras, passando de uma construção a base de fios de multifilamentos com lã e algodão para uma construção de monofilamentos planos de poliéster e/ou materiais resistente a hidrólise, com alta resistência a contaminação. As novas tecnologias de vestimentas contribuem significativamente para uma boa produtividade da máquina.

Nosso objetivo é mostrar de maneira prática os quatro fundamentos básicos para uma boa operação das Telas Secadoras, conforme abaixo.

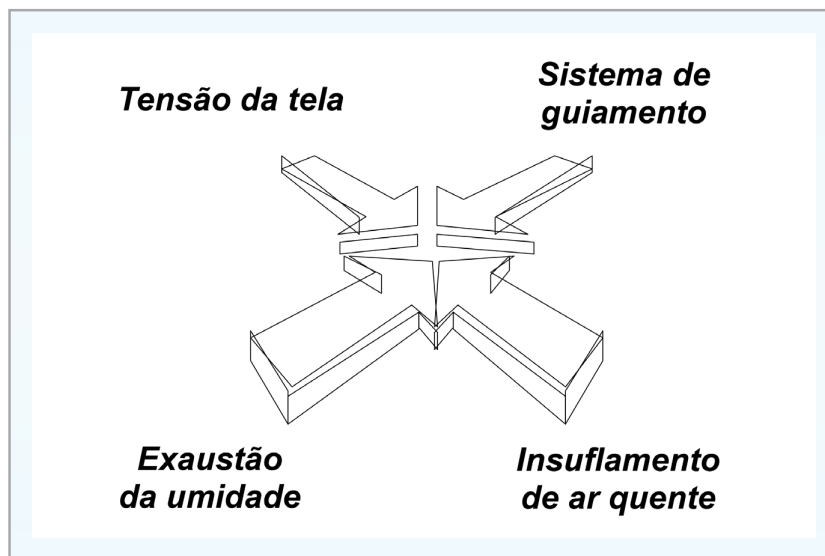


Figura 1: Fundamentos Básicos da seção de secagem.

A maioria das máquinas possui sistema de acionamento “*Silent Drive*”, onde a Tela Secadora é acionada por dois ou três rolos guias e movimenta os demais elementos do circuito como os rolos guias, os cilindros secadores e a folha de papel.

As matérias-primas utilizadas para produzir os fios e, conseqüentemente, as Telas Secadoras devem resistir ao alongamento e terem características de estabilidade dimensional na termofixação, ou seja, adquirem uma “memória” durante o processo de produção em calandras aquecidas com tensões e temperaturas maiores que as utilizadas nas máquinas de papéis,

garantindo desta forma sua característica de estabilidade dimensional no ambiente da máquina de papel.

O efeito na condução de calor é outra característica básica – e uma das mais importantes – e podemos de maneira prática observar no nosso cotidiano, conforme figura abaixo. Na máquina, o processo de condução de calor acontece pelo contato da folha contra o cilindro aquecido e neste ponto a Tela Secadora com a tensão adequada garante uma secagem eficiente e uniforme.



Figura 2: Exemplo de transferência de calor.

No gráfico abaixo, podemos observar o efeito da tensão aplicada na Tela Secadora na transferência de calor. Por exemplo, numa máquina que roda a 800 m/min e dependendo da tensão de operação onde aumentamos de 2,0 para 4,0 kN/m haverá um incremento na transferência de calor em torno de 35 para 45 kJ/m<sup>2</sup>, ou seja, um aumento próximo de 30% na transferência de calor.

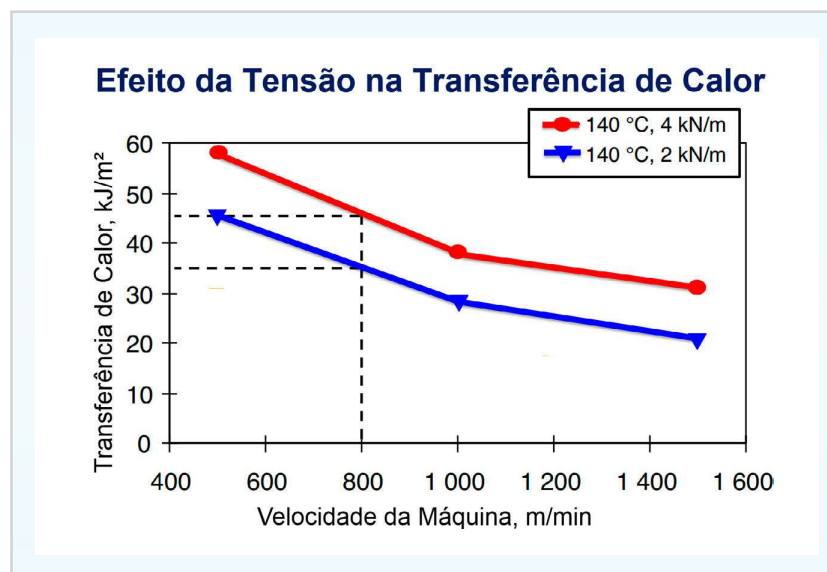


Figura 3: Gráfico do efeito da tensão da tela secadora na transferência de calor.

Tensões de operação comum estão em 2,1-3,2 kN/m. A tensão mínima recomendada para qualquer máquina de papel é de 0,7 kN/m.

As máquinas de papel modernas são projetadas para operar com tensões na faixa entre 1,8 e 3,5 kN/m.

Algumas máquinas de alta velocidade com componentes operacionais reforçados, ou seja, estrutura, rolos de maior diâmetro e mancais apropriados, operam com tensões elevadas de 4,0 a 4,5 kN/m, obtendo um excelente desempenho.

No gráfico abaixo, Figura 4, podemos observar que até um determinado valor de tensão o efeito é bastante significativo na taxa de secagem devido à maior transferência de calor. Porém, a partir de uma faixa de tensão da Tela Secadora, o efeito não é significativo na transferência de calor. Por outro lado, aplicando maiores tensões no tecido posso entrar numa faixa muito perigosa em termos de resistência do equipamento como rolos e mancais. O ideal é sempre verificar com o fabricante da máquina qual é a tensão máxima que posso aplicar com segurança.

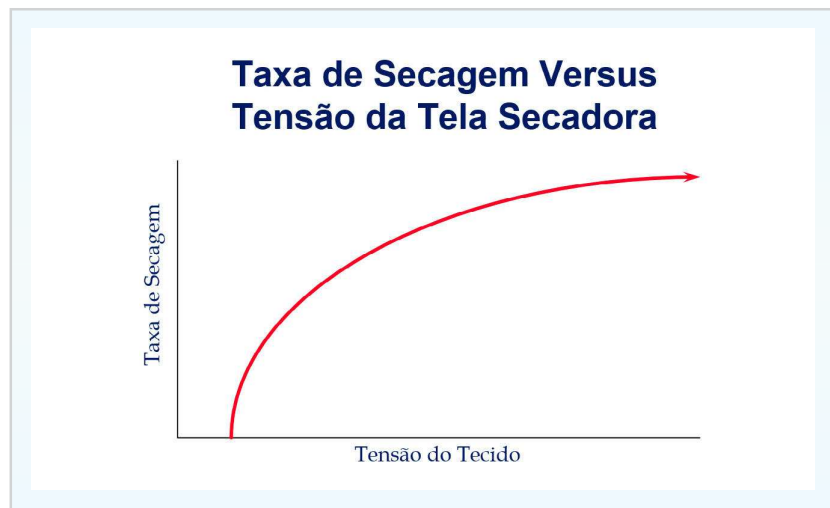


Figura 4: Gráfico da curva da taxa de secagem com incremento da tensão da Tela Secadora.

### Sistema de guiamento

O sistema de guiamento é uma das principais considerações para uma boa operação. As Telas Secadoras com monofilamentos modernos têm superfícies mais suaves do que os seus antecessores (multifilamento & algodão). Portanto, eles têm um menor coeficiente de atrito para a superfície do rolo guia. Isso significa que um bom sistema de guiamento é mais importante hoje em dia. Porém, observamos que alguns sistemas de guiamento são antigos e muitas vezes precisam ser adaptados para esta nova condição.

Outro ponto importante é que os problemas de guiamento não se manifestam sozinhos, ou seja, muitas vezes têm problemas de alinhamento nos rolos guias e isso faz com que o sistema de guiamento não consiga corrigir.

Por vezes recebemos queixas de problemas de guiamento e recomendamos alterações no sistema, porém muitas vezes a alegação é de que se está seguindo o projeto da máquina. Com a mudança das matérias-primas utilizadas na fabricação das telas, sendo em alguns casos com mais aditivos antiaderentes para repelir sujidades, é necessário um melhor sistema de guiamento. Também observamos menor preocupação com a manutenção e as verificações dos alinhamentos dos rolos, muitas vezes motivada por conta de "redução dos custos".

Veremos a seguir as principais recomendações para que o sistema de guiamento seja eficiente para as Telas Secadoras modernas.

Abaixo o desenho mostra que a distância entre o rolo de entrada e o rolo guia deve ser igual ou maior que  $2/3$  da largura da tela, e a distância do rolo guia para o rolo seguinte – que é o rolo de saída – deve ser obedecido, que é  $1/3$  a largura da tela. Isso é importante para fixar a nova posição corrigida da Tela Secadora.

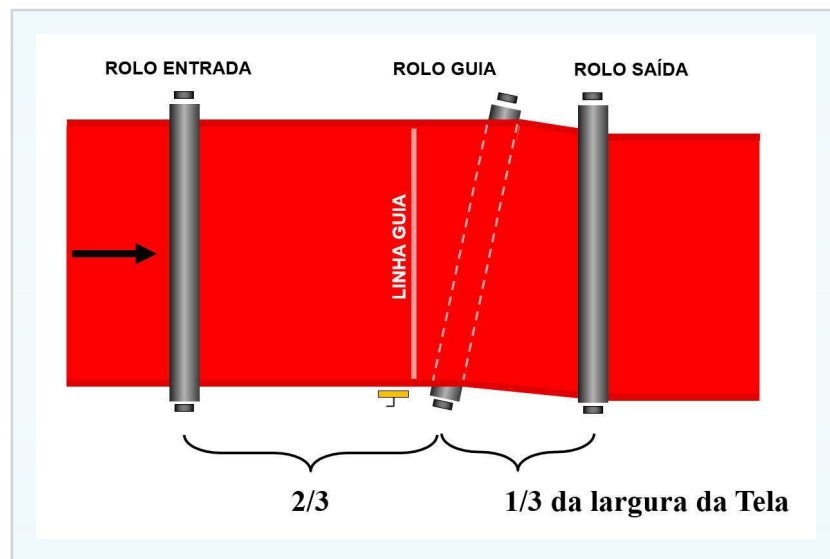


Figura 5: Configuração ideal e recomendação do sistema de guiamento das telas.

A tela sempre terá tendência de se alinhar ao rolo guia, sendo deslocada onde primeiro tocar no rolo guia, como mostrado na figura abaixo.

A Figura abaixo mostra o layout ideal, onde é importante considerar os ângulos para que o guiamento seja efetivo. Muitas vezes, estes ângulos mínimos são negligenciados causando dificuldades no guiamento. O rolo guia não é o único rolo que pode deslocar a tela, qualquer rolo que a tela abrace mais de  $10^\circ$  pode deslocá-la se não estiver alinhado.

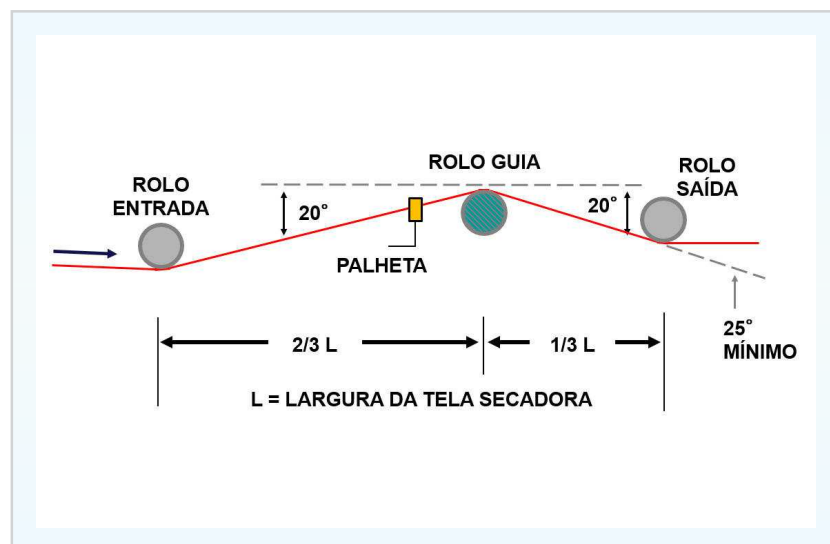


Figura 6: Configuração ideal e recomendação do sistema de guiamento das telas.

Uma das maneiras que podemos verificar problemas de desalinhamento é a distorção da emenda da Tela Secadora. Veja abaixo um exemplo de um tipo de distorção. A tabela demonstra o impacto na perda de largura.

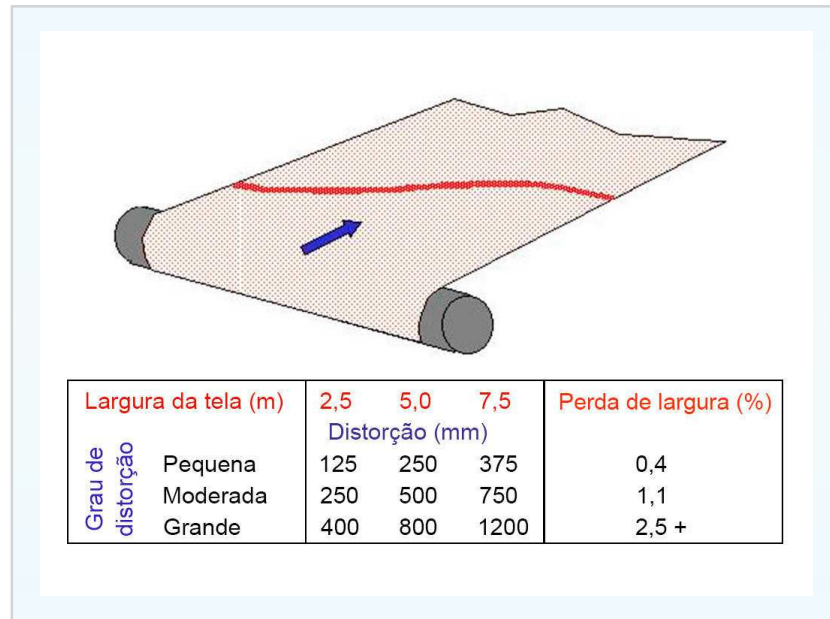


Figura 7: Exemplo de distorção e consequente perda da largura em %.

Além da perda da largura, outras dificuldades podem ocorrer devido ao desalinhamento da emenda e dos rolos, como: a maior dificuldade do guiamento, vincos ou dobras; tendência de “correr” para um dos lados; perda da tensão comum das laterais bambas e, por fim, diminuição da vida média devido a acidentes e perda de produção com estas paradas não programadas para a troca da vestimenta.

Muito importante considerar que UM BOM GUIAMENTO começa com uma BOA INSTALAÇÃO.

Abaixo alguns pontos que consideramos importante para um bom início:

- A tela deve ser instalada reta e centrada nos rolos, mesmo que isso leve mais tempo.
- Ela deve iniciar a rodar com baixa velocidade e aumento gradual de tensão até confirmar a trajetória correta.
- Os cilindros devem ser aquecidos gradualmente com o tecido rodando a baixa velocidade.
- Não é aconselhável entrar com vapor para os cilindros enquanto a Tela está parada.
- Coloque as telas secadoras em sua tensão de operação enquanto a temperatura está sendo regulada.
- Eleve à velocidade máxima somente após os cilindros estarem quentes.

## Insuflamento do ar quente

Muitas máquinas se deparam com problemas de corrosão de rolos guias e cilindros secadores, condensação e perdas da capacidade da secagem, e algumas vezes perda da produção de papel. Estes problemas vão gradativamente piorando ao longo do tempo, por isso demoramos para associar os sintomas com o sistema de insuflamento de ar quente. Ao longo do tempo, muitas vezes por falta de manutenção preventiva, acontece dos ventiladores, sistemas de filtros, trocadores de calor, dutos, *dampers* e o sistema de insuflamento estarem tão deteriorados que fica muito difícil de resolver a curto prazo além de aumentar significativamente os custos de manutenção.

Como exemplo, podemos citar uma máquina de papel para embalagens que começou a apresentar perdas de produção por problemas de qualidade, mais especificamente com manchas no papel. Durante o estudo do balanço da capota realizado, identificamos muita deficiência no sistema de insuflamento com vários ventiladores fora de operação, vazamentos de vapor, filtros entupidos e trocadores de calor, causando obstrução e baixa eficiência de transferência térmica.

Na figura a seguir, um exemplo onde podemos observar os valores de fluxo nominal de projeto de cada ventilador, com a "Medição 1" na pior condição de operação, enquanto que a "Medição 2" mostra como ficaram os valores após a correção dos problemas identificados no balanço de capota.

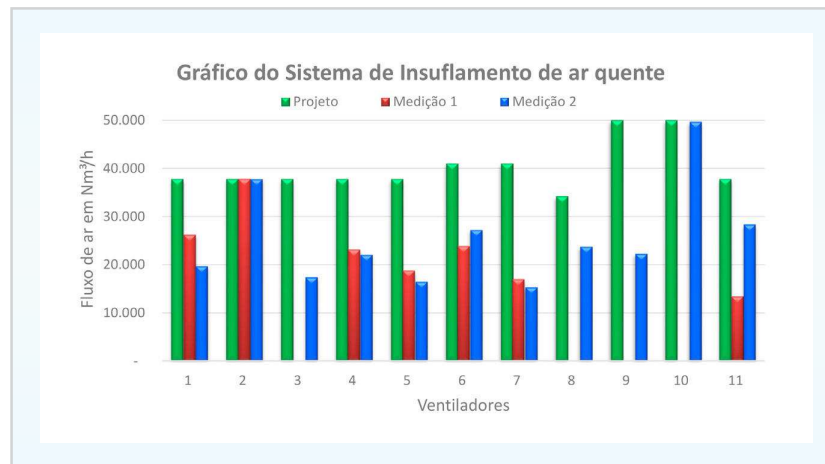


Figura 8: Exemplo do sistema de ventilação, valores de fluxo nominal e das medições.

Recomendamos manter os filtros em boas condições com um programa de trocas periódicas. Nas fotos abaixo podemos observar que as contaminações dos filtros diminuem o fluxo de insuflamento de ar quente.



Figura 9: Fotos do sistema de captação de ar com os filtros antes e após trocas.

Há casos em que os filtros entopem e apenas são retirados das máquinas ao invés de serem substituídos por novos. Dessa forma, todo o pó e contaminação irão se acumular no trocador de calor. Isso causa maior consumo de vapor para o aquecimento do ar que insuflamos na capota, além de causar obstrução ao fluxo de ar quente necessário para condicionar os bolsões da seção de secagem.

Na foto abaixo, podemos observar problemas de corrosão causados pela falta de insuflamento, e que podem reduzir drasticamente a durabilidade da Tela Secadora.



Figura 10: Foto de rolo guia em tela com corrosão.

Todos estes são exemplos de uma das condições básicas que é o sistema de insuflamento que vem sendo negligenciado ao longo dos anos até o ponto em que se torna uma crise, onde mais telas são gastas por ano, aumentando o consumo de vapor e causando a redução da produtividade da máquina. Neste ponto gastamos muito dinheiro para corrigir o sistema deteriorado, sendo que em alguns casos precisamos substituir motores, tubulações, *Dampers* e ventiladores inoperantes.

Podemos estudar mais a importância do sistema de insuflamento de ar quente para o condicionamento dos bolsões de secagem, na edição 24 do Momento Técnico com o artigo “Medições e análise da seção de secagem”.

Então, como saber se o seu sistema de insuflamento de ar quente está adequado ou se ainda é possível aumentar a capacidade de secagem? A melhor maneira de saber é através de um estudo do balanço da capota, onde medimos todos os fluxos de ar para a capota identificando como está sua relação entre insuflamento versus exaustão.

Na edição 26, o artigo “Estudo do balanço da capota da máquina de papel”, Tabela 2, apresenta como se calcula o insuflamento mínimo necessário para um bom condicionamento dos bolsões de secagem.

### Exaustão da umidade

O sistema de exaustão é responsável por retirar todas as toneladas de água evaporada na seção de secagem. Esta água em forma de ar quente e úmido possui grande quantidade de energia que é possível recuperar na maioria das máquinas, através de trocadores de calor.

Veja abaixo o desenho de um moderno sistema de exaustão de uma máquina de papel

cartão que conta com uma combinação de trocadores de calor ar/ar e ar/água. No primeiro estágio, o ar de exaustão passa por um trocador de calor ar/ar e o ar de admissão é preaquecido após o ar de exaustão passar por um segundo trocador de calor ar/água, onde irá aquecer a água.

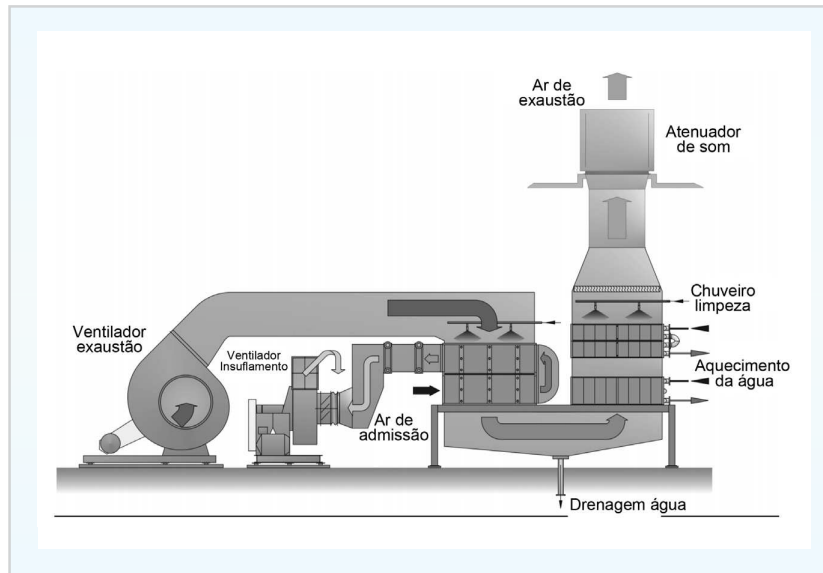


Figura 11: Exemplo de um sistema de exaustão com recuperador de calor.

As falhas mais comuns nestes trocadores são os problemas de entupimento que irão obstruir a capacidade de exaustão da máquina, podendo limitar a produção de papel e a recuperação de calor. Para isso existem chuveiros que podem trabalhar intermitentemente para fazer a limpeza nos tubos dos trocadores.

Basicamente, o balanço da capota deve estar equilibrado com o volume de ar quente adequado para um bom condicionamento dos bolsões de secagem, e também com o correto volume do ar de exaustão. Normalmente este balanço é de 70% de ar de insuflamento e 30% de ar de infiltração do total do ar de exaustão. Veja um exemplo no esquema abaixo.

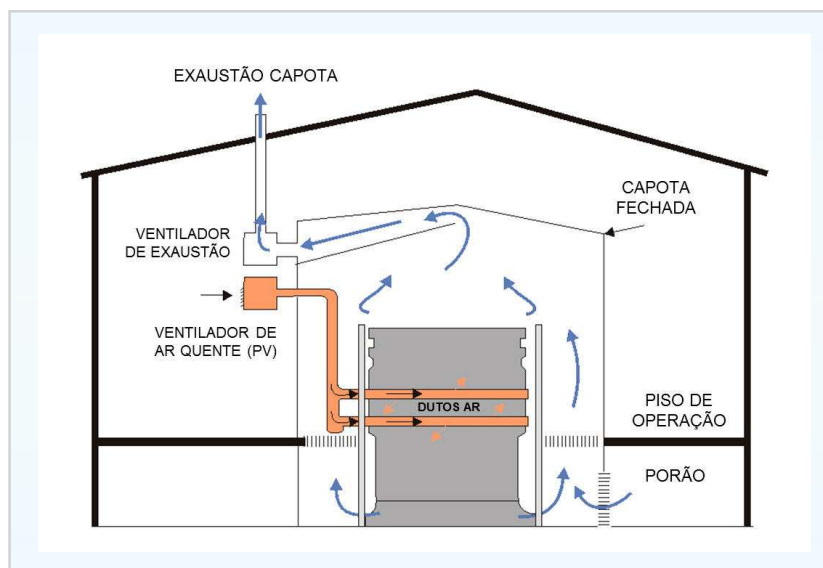


Figura 12: Desenho básico de uma capota com corte transversal.



Excesso de exaustão pode fazer com que a capota esteja com o baixo balanço, que dependendo do tipo de papel pode trazer alguns problemas ou sintomas conforme abaixo:

- Instabilidade da folha de papel nas laterais na seção monotela;
- Excessiva infiltração no porão;
- Agitação da folha nas laterais;
- Variação do perfil transversal de umidade;
- Variação das umidades dos bolsões quando as portas são abertas;
- Condensação na capota.

A falta ou excesso de exaustão pode influenciar significativamente no processo de secagem, muito mais do que nós podemos imaginar, mas que muitas vezes é difícil de detectar.

Recentemente, em um estudo do balanço da capota, identificamos uma falta de exaustão, e o balanço estava próximo de 90%. Fazendo o ajuste do volume do ar de exaustão, reduzindo também para 70% e diminuindo as temperaturas do ar de insuflamento para 93°C, imediatamente ocorreu uma redução próximo de 10% no consumo específico de vapor para a máquina.

Muitas vezes observamos alguma coisa errada no sistema de exaustão, ou ainda pior não observamos que algo está errado em nossa ronda diária pelo mezanino. Existem situações em que a ronda diária não ocorre, e o mezanino passa semanas ou meses sem uma inspeção.

A foto abaixo demonstra um duto com uma abertura considerável antes do ventilador de exaustão. Neste caso a exaustão da capota é prejudicada devido ao fluxo preferencial.



Figura 13: Duto antes do ventilador de exaustão da capota.

No exemplo da Figura 14 não existe mais vedação entre o tubo e o exaustor, baixando consideravelmente a capacidade real de exaustão.



Figura 14: Anel de vedação antes do ventilador de exaustão.

Excesso de vapor e condensado dentro da capota, bem como portas abertas no porão, podem prejudicar o processo devido ao excesso de umidade ou maior volume de ar frio do porão, conforme demonstrado nas fotos abaixo.

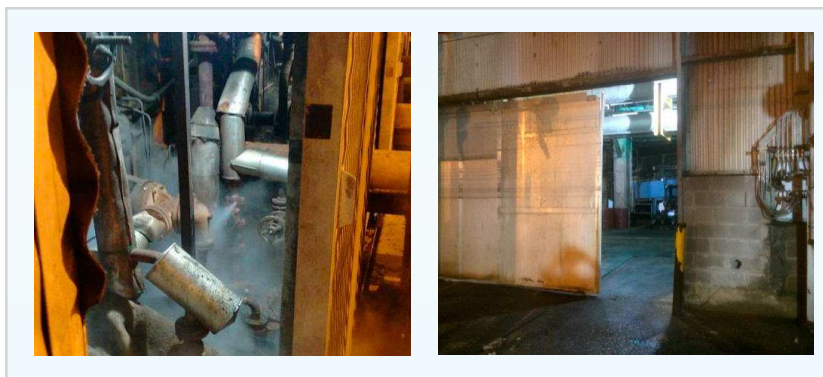


Figura 15: Fotos das portas abertas e excesso de vazamento de vapor dentro da capota.

## Conclusão

Este artigo teve como objetivo provocar nossos sentidos, abrir nossos olhos para uma situação que pode se tornar comum, até o ponto de acharmos que é normal. Após um tempo ou até anos sem manutenção é comum ouvirmos comentários do tipo: “sempre foi assim”, ou mesmo, “sempre funcionou assim”. Perde-se o ponto principal de “como deve ser”, ou “como deveria ter sido” e assim o processo de manutenção das operações de secagem precisa voltar para o ponto mais básico.

Temos visto máquinas muito antigas, porém não significa que não podem gerar retornos lucrativos. É essencial nos adaptarmos aos atuais padrões de excelência na produção de papel, onde o uso de materiais de qualidade, a manutenção adequada, e investimentos em capacitação de pessoal que entende o equipamento e suas respectivas recomendações de uso, garantam resultados superiores na produtividade da máquina.

Por fim, é importante estar atento e aplicar produtos de alta tecnologia, investir em capacitação e treinamentos e buscar parceiros e fornecedores que possam dar assistência técnica e serviços para a geração valor.

## Referências

1. FAPET – Papermaking Science and Technology Books – Book 9/Drying – Chapter 9 / Dryer section ventilation and heat recovery. Second Edition 2009.
2. TAPPI Course, Paper Machine Operations, May 2016 - John Lucius
3. Revista Momento Técnico – Edição 24 e 26.
4. Relatórios da Albany – Estudo de Balanço da Capota.

### Perfil do autor:

Sérgio Luiz Pereira é Técnico em Celulose e Papel pelo SENAI (Telêmaco Borba/PR), graduado em Engenharia Química pela FURB (Blumenau/SC), com Pós-Graduação em Processos Têxteis pelo SENAI/UFSC (Blumenau/SC). Iniciou suas atividades na PCC – atual Klabin, em Correia Pinto. Trabalha há 17 anos na Albany International, onde atualmente é Coordenador de Produtos – Telas Secadoras