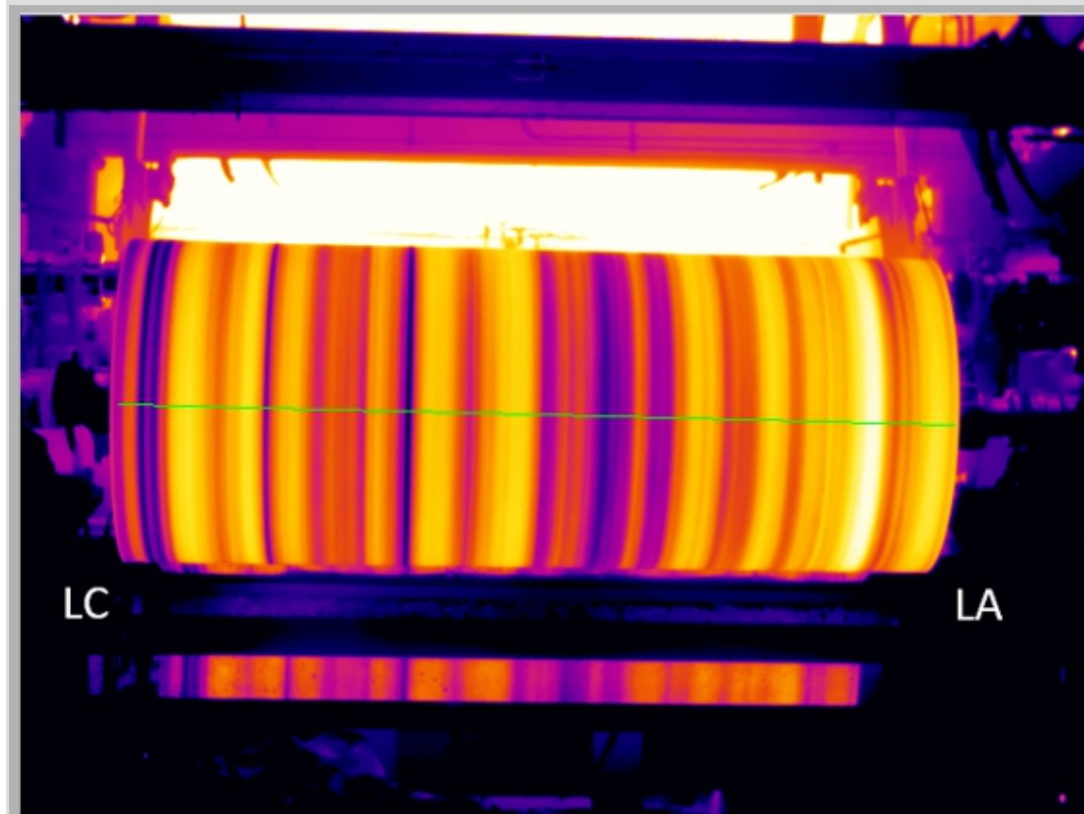


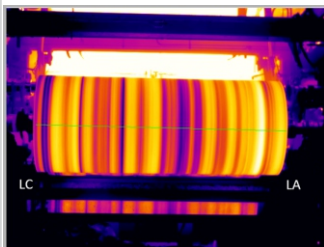


Aplicação de análise termográfica
no estudo de variação de umidade
no papel tissue.



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

momento técnico



Capa
Papel na enroladeira

3

Artigo:

Aplicação de análise termográfica no estudo de variação de umidade no papel tissue

15

Artigo:

A influência da construção do feltro na performance da prensagem

Prezados leitores

Em 2025, a Albany International celebra 130 anos de trajetória global e 50 anos de presença sólida no Brasil. Com muito orgulho, reafirmamos nosso compromisso como fornecedor líder de vestimentas para máquinas de papel e celulose, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e sustentável da indústria papelreira.

Ao longo dessas décadas, construímos parcerias duradouras com clientes e colaboradores, impulsionando a inovação e a excelência operacional. Nosso crescimento na América do Sul reflete a confiança do mercado e o talento das pessoas que fazem parte dessa jornada.

Nesta edição, destacamos dois artigos técnicos de grande relevância: Aplicação de análise termográfica no estudo de variação de umidade no papel tissue, que permite diagnósticos precisos e melhorias de performance das máquinas, e A influência da construção do feltro na performance da prensagem, tema essencial para a eficiência e qualidade do processo produtivo de nossos clientes.

Esses estudos reforçam nosso compromisso com a engenharia de serviços e da aplicação de alta tecnologia na busca contínua por soluções que agreguem valor. Celebramos o passado com gratidão e olhamos para o futuro com entusiasmo, certos de que as pessoas são o maior ativo da Albany.

Luciano Donato





Aplicação de análise termográfica no estudo de variação de umidade no papel tissue

Introdução

Com o objetivo de estudar a influência dos elementos desaguadores (formação/prensagem/secagem) na definição da folha de papel na enroladeira, basicamente faremos uso de duas ferramentas: uma delas é a imagem térmica (análise termográfica através de infravermelho), que define o perfil transversal de temperatura e registra a variação longitudinal de temperatura; a outra será uma ferramenta matemática baseada na “Transformada Rápida de Fourier” ou FFT (*Fast Fourier Transform*) para estudo longitudinal da variação de temperatura.

Método

Como o incremento de temperatura da folha é inversamente proporcional à massa de água nela remanescente, então a umidade relativa a essa temperatura fica correlacionada. Portanto, regiões mais frias contêm maior massa de água e regiões mais quentes, menor massa de água. Dessa forma, correlacionamos a imagem térmica ao teor de umidade da folha, bem como às suas variações.

Com relação a variações de temperatura na superfície do Yankee, consideramos que temperaturas mais elevadas sugerem maior transferência térmica do vapor interno com a superfície externa, e temperaturas mais baixas, com a menor transferência térmica. Se admitirmos que a espessura da camisa seja uniforme, a variação de temperatura na superfície externa do Yankee é resultado de uma variação na espessura do anel de condensado na face interna.

Radiação infravermelha

A radiação infravermelha foi descoberta em 1800 por William Herschel, um astrônomo inglês de origem alemã. Herschel colocou um termômetro de mercúrio no espectro obtido por um prisma de cristal com a finalidade de medir o calor emitido por cada cor. Descobriu que o calor era mais forte ao lado do vermelho do espectro, observando que ali não havia luz. Esta foi a primeira experiência que demonstrou que o calor pode ser captado em forma de imagem, como acontece com a luz visível.

Infravermelho é uma frequência eletromagnética natural emitida por todo e qualquer material, com intensidade proporcional à sua temperatura.

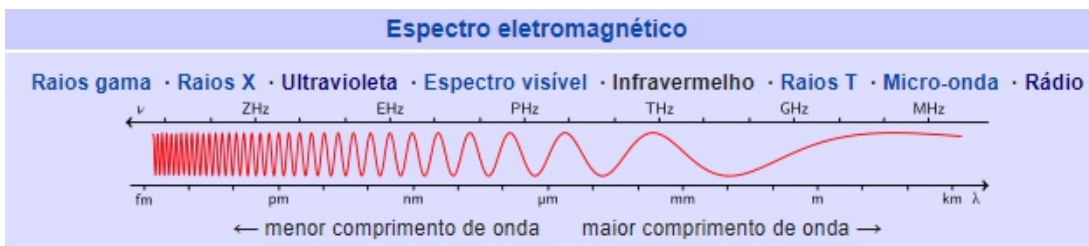


Figura 1: Espectro eletromagnético.



A radiação infravermelha é uma radiação não ionizante na porção “invisível” do espectro eletromagnético que está adjacente aos comprimentos de ondas longos, ou seja, ao final vermelho do espectro da luz visível.

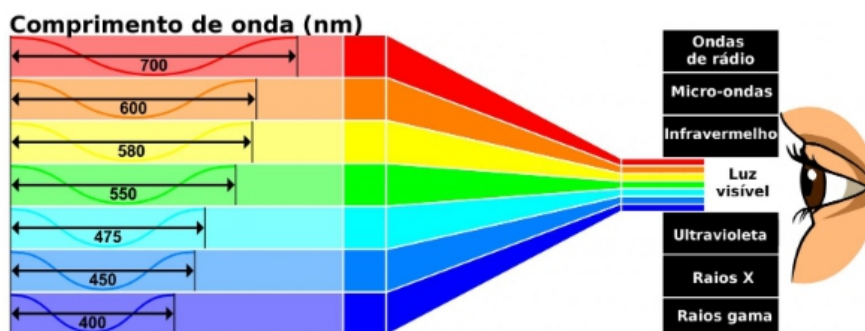


Figura 2: *Espectro visível.*

Termografia é uma técnica para estender à visão humana imagens do espectro infravermelho. Portanto, a captação de emissões da frequência eletromagnética na faixa do infravermelho reproduzidas em uma tela são os termogramas ou imagens térmicas, que permitem a visualização da distribuição de calor na imagem focalizada.

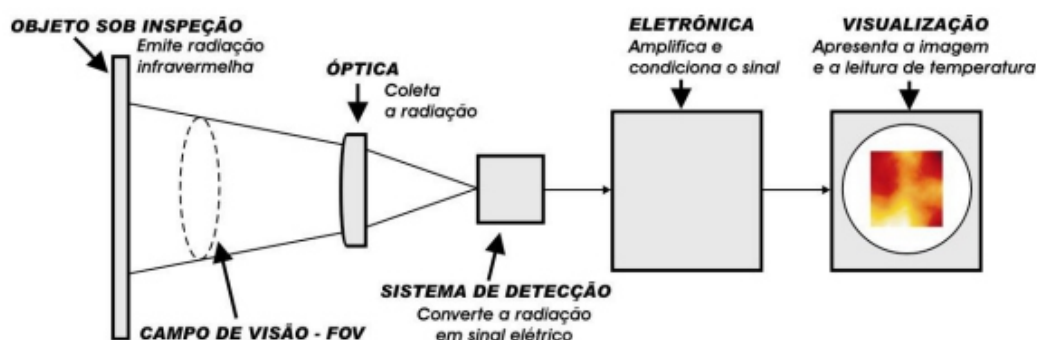


Figura 3: *Esquema de câmera infravermelha.*

Por meio de um termovisor fica extremamente fácil a localização de regiões quentes ou frias, através da interpretação dos termogramas que fornecem imagens, em faixas de temperaturas que podem cobrir de -40 °C a 1500 °C.

Transformada Rápida de Fourier

Em matemática, engenharia e em áudio profissional, a Transformada Rápida de Fourier (do inglês “*Fast Fourier Transform*”, abreviado FFT) é um algoritmo que calcula a Transformada Discreta de Fourier (DFT) e o seu inverso (Teorema Inverso de Fourier), criado pelo estatístico estadunidense John Tukey.

A Transformada Discreta de Fourier é obtida pela decomposição de uma sequência de valores em componentes de diferentes frequências. Esta operação é útil em muitos campos, entretanto calculá-la diretamente da definição é frequentemente lenta demais para ser prática. Uma Transformada Rápida de Fourier é uma maneira de calcular o mesmo resultado mais rapidamente.



Algoritmo representativo:

$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) W_N^{ux}$$

Abaixo temos uma representação esquemática de como o algoritmo FFT se aplica a uma sequência de valores no domínio do tempo, separando em grupos de diferentes comprimentos de onda e suas amplitudes, e os plota num espectro de frequências com suas respectivas amplitudes.

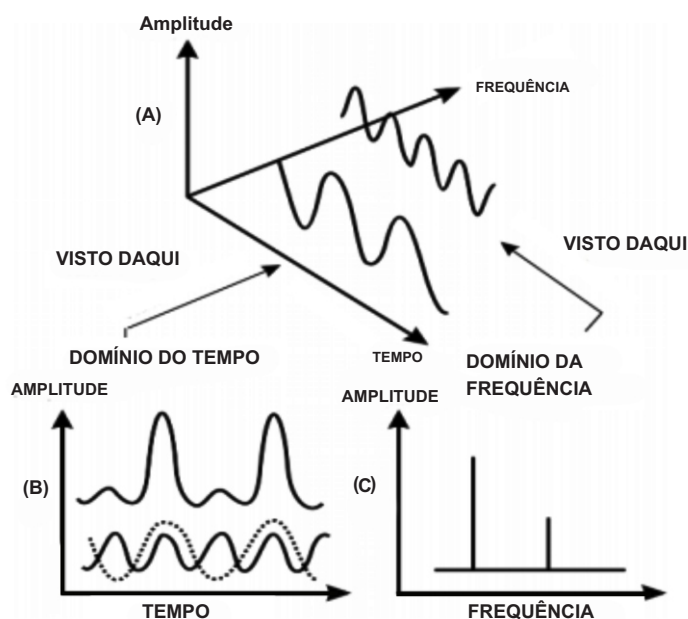


Figura 4: Esquema FFT.

Aplicação prática

Com uma câmera de imagem térmica, podemos filmar o papel na enroladeira da máquina, estudar as variações transversais e longitudinais de temperatura e correlacioná-las com os elementos de máquina.

A princípio, uma imagem estática da enroladeira já nos permite observar a variação transversal de temperatura, que, como já colocamos anteriormente, se correlaciona com a umidade do papel. Entretanto, isso apenas nos mostraria onde se localizam as faixas de umidade e sua intensidade, o que possibilitaria apenas uma correlação da localização das faixas úmidas com outras imagens térmicas dos demais elementos de máquina. Ocorre que nem sempre é possível realizar imagens da superfície dos elementos de máquina por falta de espaço físico, excesso de névoa ou pó no ar circundante. Qualquer material em suspensão no ar entre a câmera e a superfície em avaliação prejudica a resolução de imagem, por consequência, os valores de temperatura.

Abaixo, temos o exemplo de uma imagem do papel na enroladeira, onde podemos observar as variações de cores. Na parte inferior da imagem, temos uma escala de temperaturas correlacionadas aos tons de cores: tons mais escuros correspondem a temperaturas mais baixas, tons mais claros a temperaturas maiores.

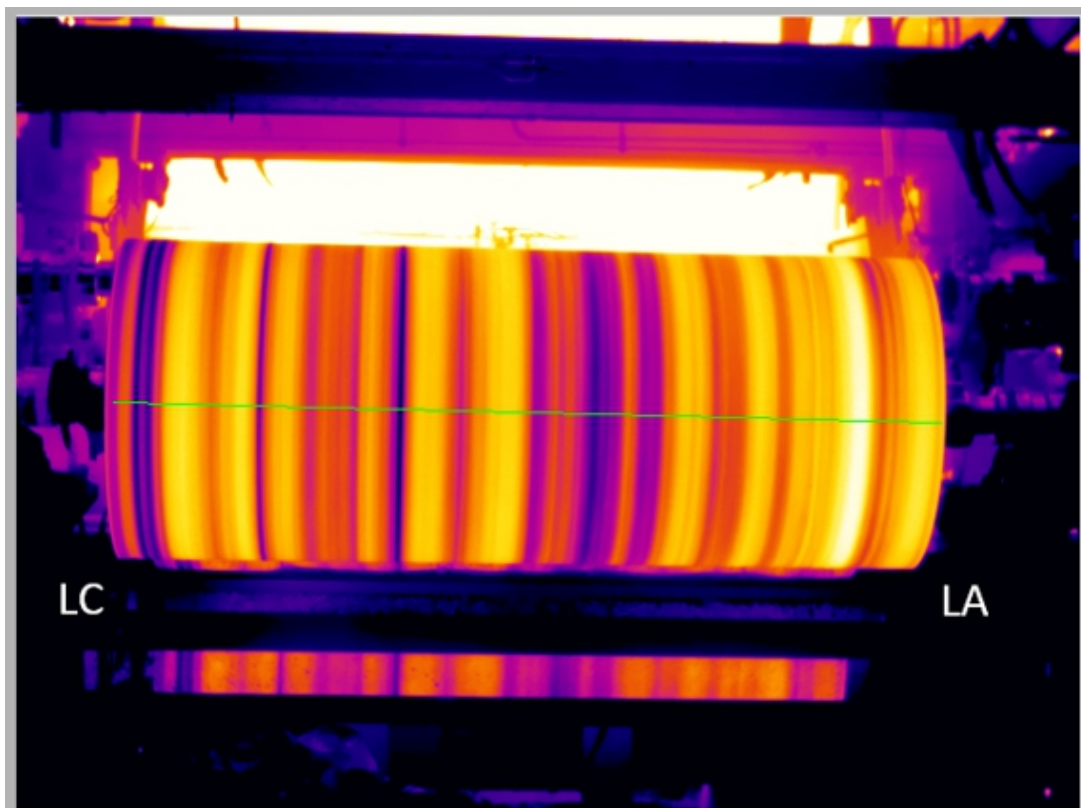


Figura 5: *Papel na enroladeira.*

A primeira análise que se pode fazer nesta imagem é a de quão significativa é a variação transversal de temperatura, uma vez que a escala de cores é ajustável a qualquer range de temperatura. Portanto, a análise qualitativa que seria visual, não é suficiente para definir se as variações são aceitáveis ou não; para isso, precisamos avaliar a variação quantitativa da temperatura.

Para tanto, traçamos a linha verde sobre o perfil (Figura 5), que se estende do lado de comando (LC) ao lado de acionamento (LA) da enroladeira, e a variação de temperatura será plotada em um gráfico, conforme a Figura 6 abaixo.

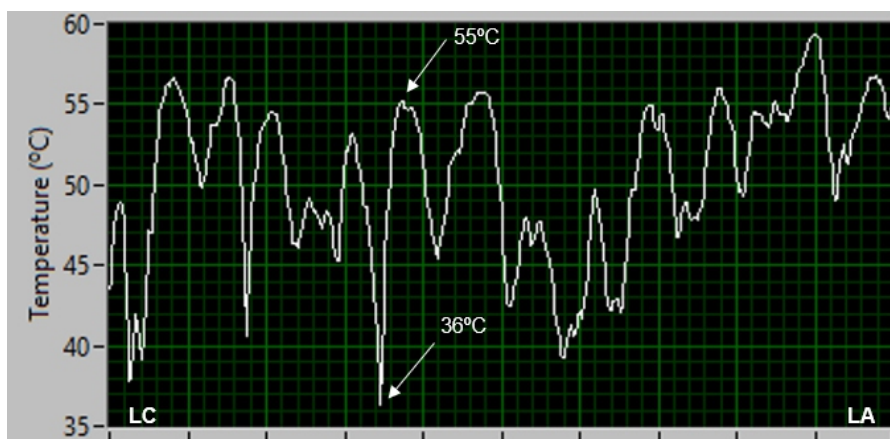


Figura 6: *Perfil transversal de temperatura na enroladeira.*



Com essa informação, podemos precisar se as variações são significativas ou não. Na prática, temos observado que variações adjacentes de temperatura abaixo de 10 °C não representam uma variação de umidade da folha significativa o suficiente para causar problemas operacionais. No exemplo acima, notamos que esta diferença entre picos e vales adjacentes atingem valores bem acima, chegando a 19 °C entre pico e vale. Cabe ressaltar que este valor “aceitável” de 10 °C é apenas orientativo, uma vez que cada equipamento opera em condições de maior ou menor exigência, o que muda um pouco a possibilidade de conviver com tais variações.

Como dissemos anteriormente, em algumas máquinas existe o espaço físico para realizar imagens de alguns dos elementos que participam da secagem da folha, e não existe nada em suspensão no ar entre a câmera e a superfície em questão. Como no exemplo abaixo, temos a superfície do Yankee, onde podemos verificar o perfil transversal de temperatura.

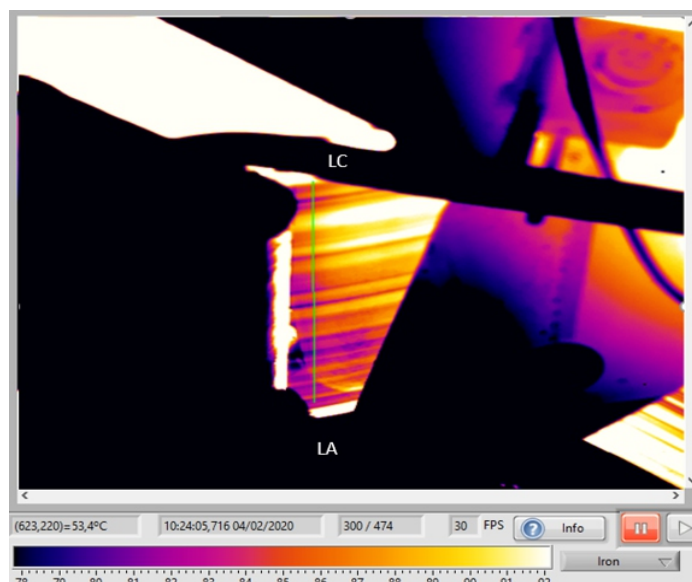


Figura 7: Superfície do Yankee.

Da mesma forma que executamos na enroladeira, ao traçar a reta de LC para LA, podemos gerar um gráfico de temperaturas, conforme plotado abaixo.

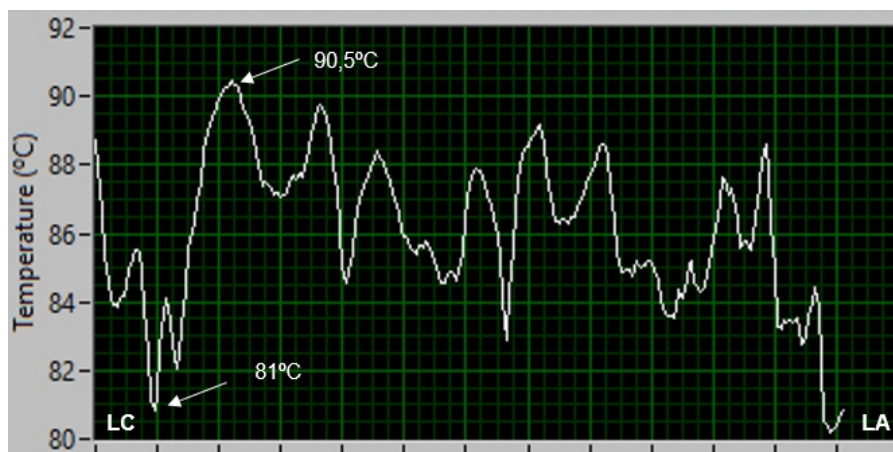


Figura 8: Perfil transversal de temperatura do Yankee.



Neste exemplo podemos observar que existe uma variação de quase 10 °C que seria tolerável para o papel na enroladeira, mas não é para a superfície do Yankee. Normalmente, variações adjacentes acima de 5 °C na superfície do Yankee já podem trazer problemas operacionais para a máquina de papel e/ou conversão.

Ainda como exemplo de possibilidade de avaliação de imagem e perfil transversal de temperatura, é possível verificar a contribuição das vestimentas. Abaixo, uma imagem do feltro entre a formação e as prensas.

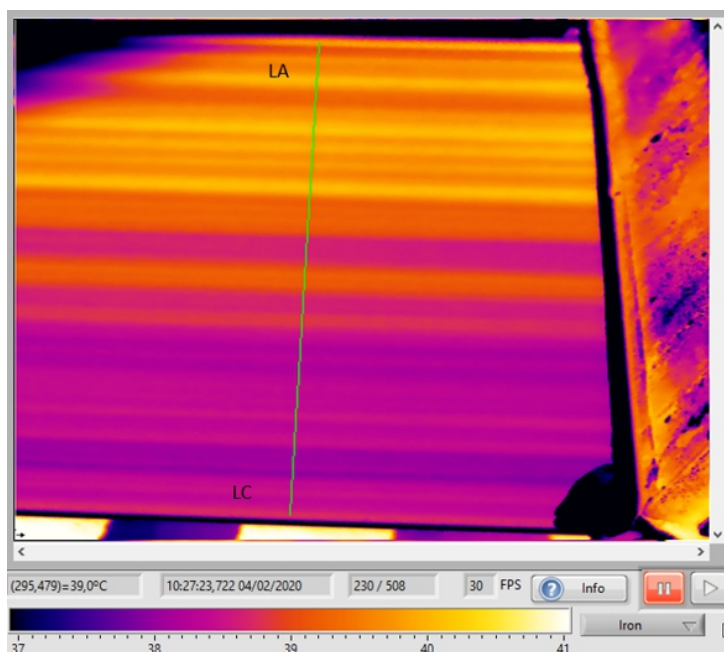


Figura 9: *Feltro.*

Da mesma forma que nas situações anteriores, é possível traçar o gráfico do perfil transversal de temperatura relativo à imagem acima. Aqui teremos variações menores de temperatura devido à baixa troca térmica, mas serve para verificarmos se o comportamento do perfil pode ter correlação com o perfil da enroladeira.

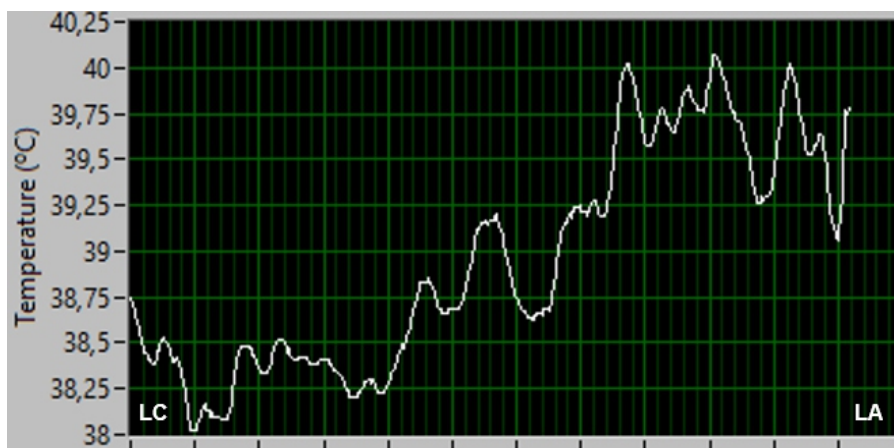


Figura 10: *Perfil transversal de temperatura do feltro.*



Abaixo (Figura 11), um exemplo de como a imagem térmica da tela formadora nos permite encontrar um ponto de interferência no perfil transversal de umidade na borda da folha. Nesta imagem, o chuveiro pichasso já havia sido ajustado para uma posição onde era possível evitar as quebras no LA. Note que, para fugir da região que causava quebras na lateral LA, o formato fora reduzido deixando o ponto mais crítico dentro do refilo. A olho nu é praticamente impossível observar esta ocorrência. Na Figura 12 temos o perfil de temperatura correspondente à imagem térmica.

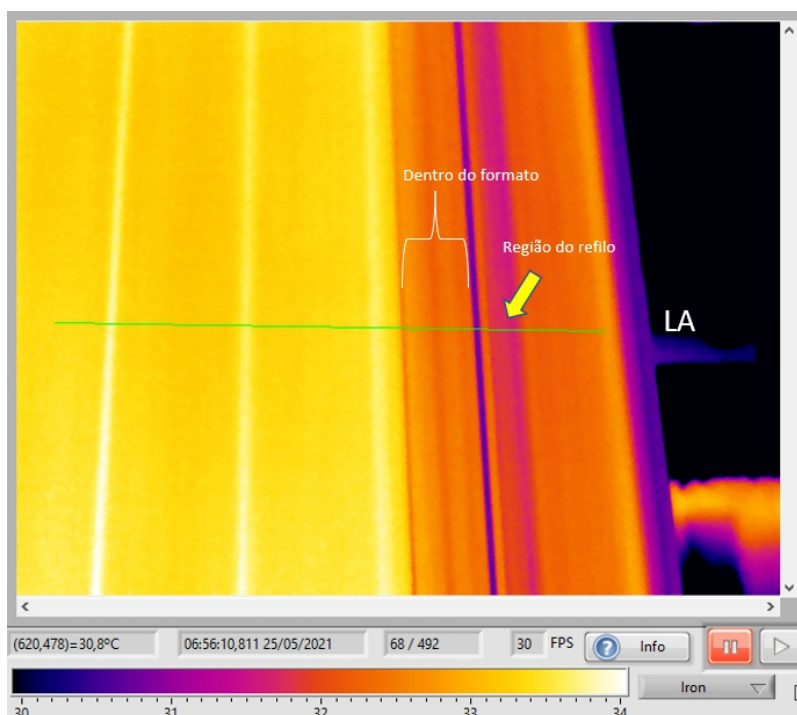


Figura 11: Imagem térmica da tela (LA).

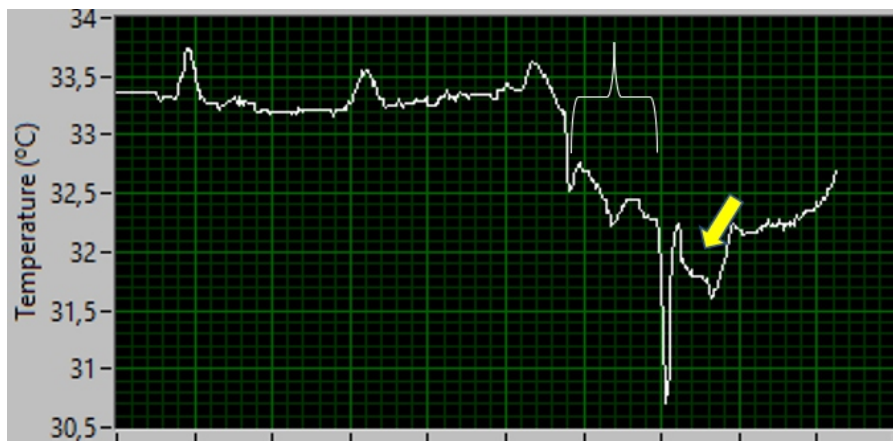


Figura 12: Perfil transversal de temperatura da tela (LA).



Portanto, os perfis transversais estáticos, como apresentamos acima, nos servem como ferramenta comparativa no intuito de definir a contribuição de cada elemento para o perfil da folha na enroladeira. Mas como já foi mencionado, nem sempre será possível obter os perfis de temperatura dos elementos que gostaríamos de avaliar, tais como, rolo de sucção prensa, rolo formador, Yankee e vestimentas.

Numa situação em que tenhamos apenas a imagem térmica da enroladeira é possível realizar um estudo da variação longitudinal de temperaturas nas regiões de interesse definidos no perfil transversal, para verificar a possível correlação entre os elementos rotativos da máquina com a variação longitudinal de temperatura na região escolhida. Para tanto, é preciso calcular as “frequências rotacionais” dos elementos rotativos, o que se consegue facilmente ao dispor de suas dimensões (perímetros) e respectivas velocidades.

Como o trabalho se dá sobre a imagem dinâmica, para facilitar a compreensão utilizaremos o recurso de plotar as varreduras realizadas pela câmera numa imagem estática, como se estivéssemos desenrolando o papel da bobina (Figura 13).

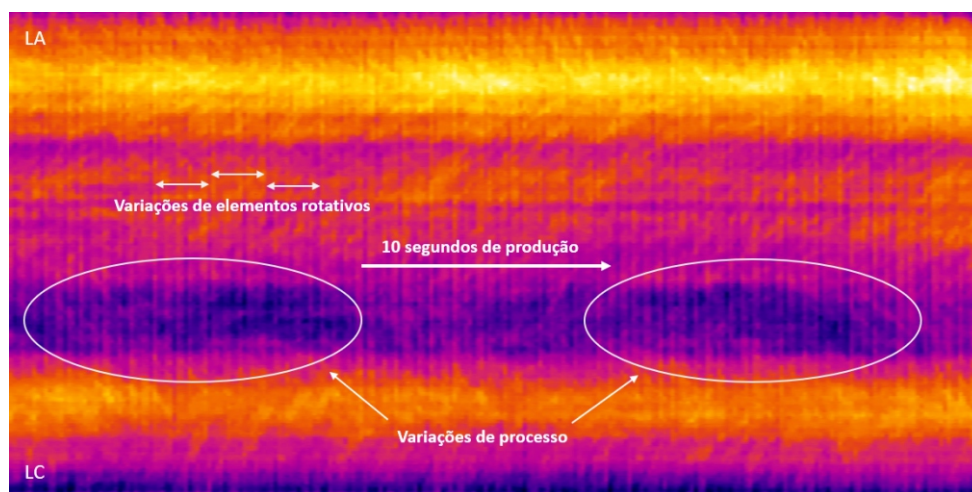


Figura 13: Imagem do papel produzido.

Na imagem acima é possível observar variações aleatórias de temperatura (umidade) no perfil longitudinal, decorrentes de processo, cuja distância é maior e, por consequência, a frequência é bem baixa. Também é possível observar variações relacionadas a elementos rotativos, cuja distância entre eventos é menor e a frequência é mais elevada. Mas, mesmo sendo possível estabelecer esse tipo de correlação, determinar a qual elemento rotativo se deve a variação longitudinal de temperatura apenas com essa imagem teria uma margem de erro muito elevada.

Na imagem abaixo (Figura 14), podemos observar a pulsação da caixa de entrada, que ocorre em baixíssimas frequências, quando comparada a elementos rotativos da máquina. Muitas vezes, se apenas observarmos o espectro de frequências, estes valores se confundem com variações aleatórias do processo, mas utilizando o recurso de plotar a varredura de leitura fica mais fácil observar as pulsações.

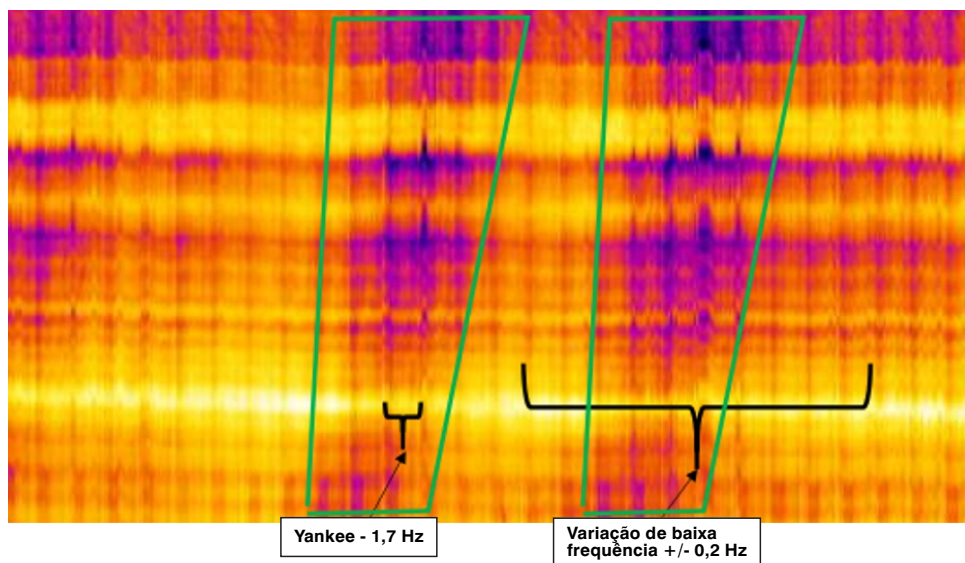


Figura 14: Imagem do papel produzido.

Com o objetivo de aumentar a precisão da análise da variação longitudinal de temperatura, lançamos mão do algoritmo FFT, já descrito anteriormente. Na imagem abaixo, filmada na enroladeira (Figura 15), estabelecemos uma região de interesse (ROI) e rodamos o filme para que o software consiga registrar a variação de temperatura e, a essa variação, um espectro de frequências correspondente.

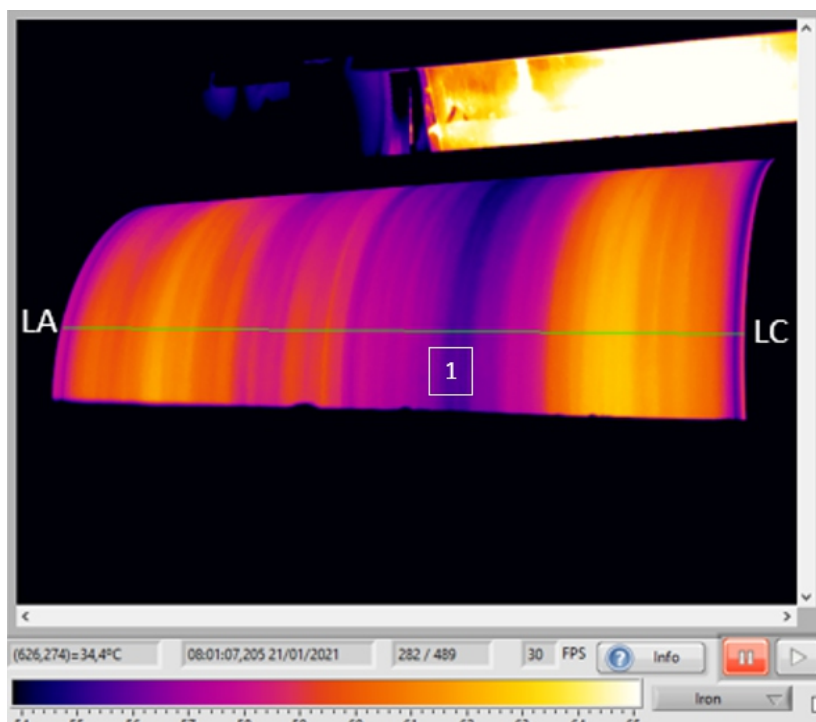


Figura 15: Imagem do papel na enroladeira – ROI 1.



À medida em que estabelecemos o local (ROI 1) a ser avaliado, o software plota um gráfico da variação longitudinal de temperatura, conforme vemos abaixo.

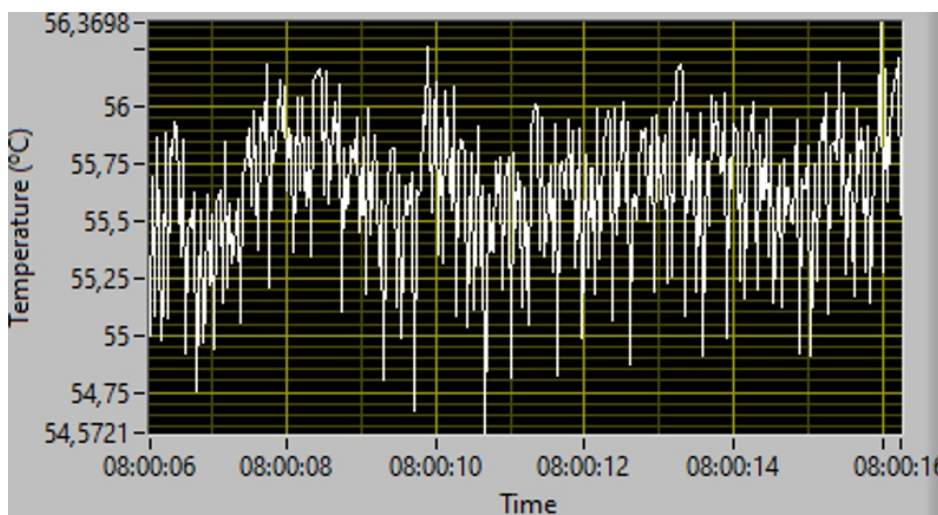


Figura 16: Variação longitudinal de temperatura no ROI 1.

Note que nestes 10 segundos de produção já temos uma amostragem de como a variação de temperatura se comporta na ROI estabelecida, mas ainda seria difícil definir um padrão específico de repetibilidade.

Mas com essa informação é possível executar a análise de FFT, resultando no seguinte espectro.

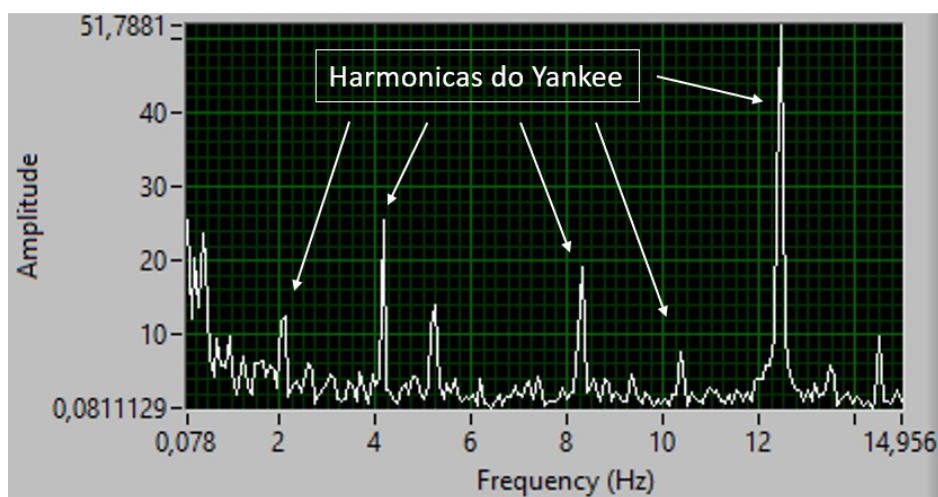


Figura 17: Espectro de frequências no ROI 1

Nesse caso (Figura 17), os picos de maior amplitude estão relacionados às harmônicas da frequência rotacional calculada previamente do Yankee (2,08 Hz), e sua maior componente se localiza na sexta harmônica da frequência rotacional, que é justamente o número de pernas de extratores internos de condensado. Isso denota que existe, na região em estudo, a influência do ajuste dos elementos extratores, portanto, participam efetivamente na determinação da perturbação de temperatura no perfil transversal de umidade.



Conclusões

Este tipo de análise mais elaborada vem somar aos serviços de avaliação dinâmica realizados nas máquinas tissue com maior frequência. Pois essas avaliações focam mais no perfil transversal do feltro, onde se determina o seu perfil de umidade e permeabilidade, que muitas vezes não explicam o perfil de umidade observado na enroladeira. Com a análise térmica ampliamos as informações, incluindo outros fatores que podem contribuir para os problemas que se observam na enroladeira.

Referências

1. Radiação Infravermelho; "Wikipédia"
2. Infravermelho – Conceito, características e aplicações; "Conhecimento Científico"
3. Transformada Rápida de Fourier; "Wikipédia"

Perfil do autor:

Marcos Emídio Bressani – Graduado em Engenharia Mecânica pelo IMT – Escola de Engenharia Mauá – SP. Atuou como engenheiro responsável por projetos e startups na Voith de 1982 a 1987. Desde 1987, trabalha como Engenheiro de Serviços e Vendas na Albany International. Atualmente, é consultor de Engenharia de Serviços para a América do Sul, especializado em Transferência Térmica, Análise de Vibrações e Sistemas de Prensagem.



www.albint.com

Albany International: 50 anos de história no Brasil

Celebramos com muito orgulho meio século de presença no Brasil como fornecedor líder de vestimentas para máquinas de papel e celulose, um marco que reflete nossa dedicação à excelência, inovação e sustentabilidade.

Mais do que fornecedores, buscamos ser parceiros estratégicos, oferecendo soluções que agregam valor, inovam processos e atendem às necessidades de um mercado cada vez mais dinâmico e exigente.

Agradecemos a todos que contribuíram para nossa história e seguimos com a mesma paixão e dedicação para construir os próximos 50 anos com excelência.



A influência da construção do feltro na performance da prensagem

Introdução

Como se sabe, a seção de prensagem é a próxima parte após a seção de formação. Sua primeira função é desaguar e consolidar a folha, e a segunda é aumentar a resistência a úmido da folha, entre outras propriedades relevantes. A seção de prensagem deve ser considerada uma extensão do processo de remoção de água que se inicia na seção de formação. A prática mostrou uma economia significativa quando o desaguamento da folha na seção de prensa é maximizado, em vez de fazê-lo na seção de secagem. Estima-se que 10 a 12% do custo total para a remoção de água da folha esteja na seção de prensas. Por isso, sempre é necessário um aumento na eficiência da seção de prensas, seja no desaguamento total ou na uniformidade do perfil transversal da folha. Vários desenvolvimentos em matérias-primas, em configurações de máquinas e em projetos de feltro acontecem simultaneamente, e na maioria dos casos, um acaba impulsionando o desenvolvimento tecnológico do outro.

O aumento do teor seco aumenta a resistência a úmido da folha devido à melhora na ligação fibra-fibra. Isso reduz o passe no início da secagem (diferença de velocidade entre a prensa e a primeira seção de secagem), melhorando a performance da máquina de papel (menos quebras de folha).

Embora dependa da qualidade da folha e da máquina de papel, a consistência típica da folha no início da seção de prensagem é de 20% de fibra e 80% de água e, no final da seção de prensagem, é de 45% de fibra e 55% de água. A seção de prensagem também pode ter um impacto significativo na qualidade da folha, como maciez, volume, absorção de tinta e perfil de umidade. Com base nisso, este trabalho visa mostrar, apresentando alguns casos de sucesso, a influência do desenho do feltro no desempenho da prensagem, seja no próprio desaguamento ou na qualidade do papel.

Estrutura do feltro

Basicamente, os feltros são feitos de duas partes, como mostrado na Figura 1: base e véu.

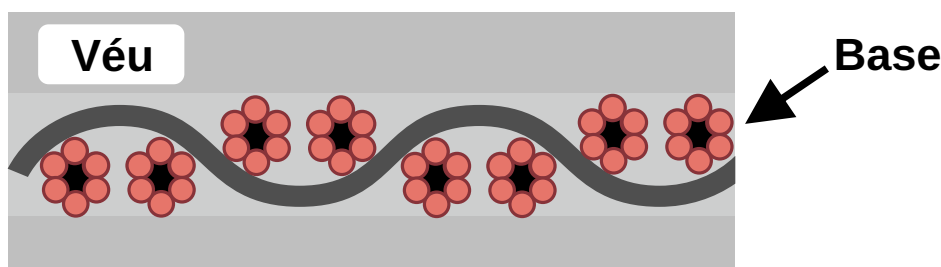


Figura 1: Componentes do feltro.



Os feltros são feitos de material 100% sintético, basicamente poliamida (nylon). As bases podem ser construídas de cabos de monofilamentos singelos, retorcidos ou ainda multifilamentos (Figura 2).

Devido ao aumento do uso de fibras recicladas na preparação de massa, o uso de multifilamentos retorcidos tem diminuído. Os fios de multifilamentos tendem a prender mais os contaminantes e, portanto, dificultam sua limpeza.

**Multifilamento retorcido****Monofilamento retorcido****Monofilamento singelo**

Figura 2: *Tipos de fios da base.*

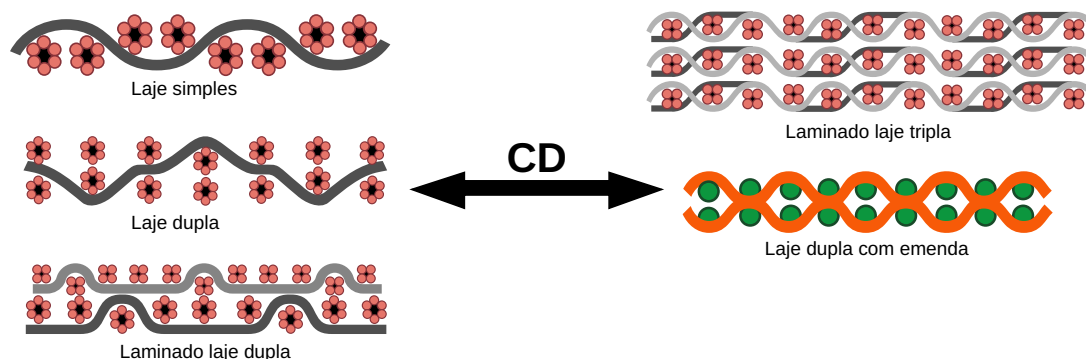
Cada tipo de fio possui propriedades que influenciam as características operacionais do feltro. Eles são projetados no desenho da base para afetar a qualidade da folha, remoção de água, performance, facilidade de limpeza e facilidade de instalação.

A base pode ser de uma laje (uma camada de fios longitudinais e uma camada de fios transversais), várias lajes (múltiplas camadas de fios longitudinais e somente uma camada de fios transversais) ou laminada, ou ainda com bases múltiplas contendo múltiplas camadas de ambas.

A vantagem dos feltros de múltiplas bases é que as bases podem ter diferentes desenhos. Elas podem ter diferenças na densidade de fios, no diâmetro, no desenho, etc. Por exemplo, a base superior pode ser mais fina para promover melhores características superficiais à folha e as camadas inferiores podem ser mais grossas para promover maior capacidade de remoção de água.

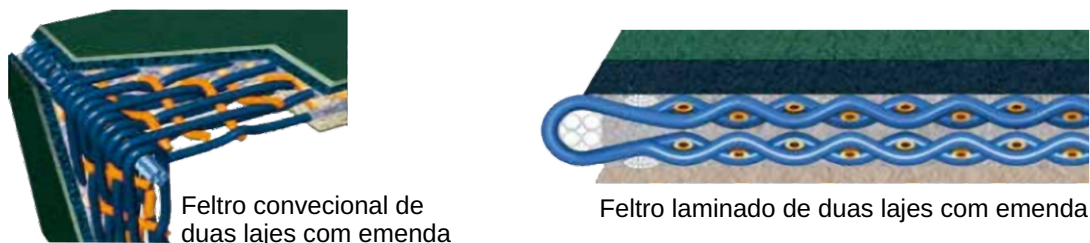
Bases laminadas permitem um range mais amplo de uniformidade de pressão e baixa relação véu/base, o que é crítico para um melhor condicionamento (limpeza). À medida que as velocidades de máquina aumentam e o tempo de residência no nip diminui, uma melhor superfície de contato entre folha e feltro se torna um requisito. As bases podem ser tubulares ou com emenda.

A seleção do tipo de fio e o desenho da base são projetados para interferir na uniformidade de pressão, resistência ao fluxo, volume vazio e compressibilidade. Na prática, as bases se classificam em convencionais (tubulares), laminadas e com emenda. A Figura 3 mostra um pouco dos principais tipos de base usadas nos feltros.

**Figura 3:** Diferentes construções de base.

O uso de feltros com emenda tem mostrado um considerável aumento desde a sua introdução no final dos anos 80. Na América do Norte, aproximadamente 75% de todos os feltros utilizados são com emenda, e essa proporção continua em crescimento, uma vez que esta tecnologia tem provado ser mais adequada para a maioria das aplicações. O uso de feltros com emenda na Ásia e Europa ainda é pequeno. Os fatores que explicam este maior uso de feltros com emenda são segurança, tempo de instalação reduzido e, em alguns casos, a melhora de performance.

Existem basicamente dois principais tipos de feltros com emenda (Figura 4): com base tecida convencional ou laminada e com base multiaxial (base com fios em ângulo).

**Figura 4:** Feltros com emenda.

Com respeito ao véu, o processo pelo qual ele é introduzido na base é chamado agulhamento. O véu é primeiramente cardado na forma de um tecido uniforme (rolo de véu) e então aplicado na forma de várias camadas na base. O rolo de véu e a base são introduzidos juntamente na seção de agulhas, onde milhares de agulhas com rebarbas golpeiam o conjunto prendendo o véu na base. O véu é praticamente emendado no início e final da aplicação.

O processo de agulhamento pode ser ajustado para afetar a densidade, propriedades superficiais e permeabilidade do feltro. O véu usado na produção de feltro é fornecido com dimensões determinadas. A unidade mais comumente usada para indicar a densidade da fibra de véu ou do fio é o denier. Outra unidade comum é o decitex. Denier é uma medida de peso, mas é globalmente aceita como indicador das dimensões a fibra. Como o peso específico do polímero é aproximadamente o mesmo, o denier pode ser usado para comparar diâmetros de fibras do véu. A definição de denier é o peso em gramas de 9.000 metros do fio de véu. O decitex é o equivalente em gramas para 10.000 metros.

Os tamanhos relativos das fibras mais comumente utilizadas nos feltros são mostradas na Figura 5, e o seu relativo impacto nas propriedades da folha são mostradas na Figura 6.

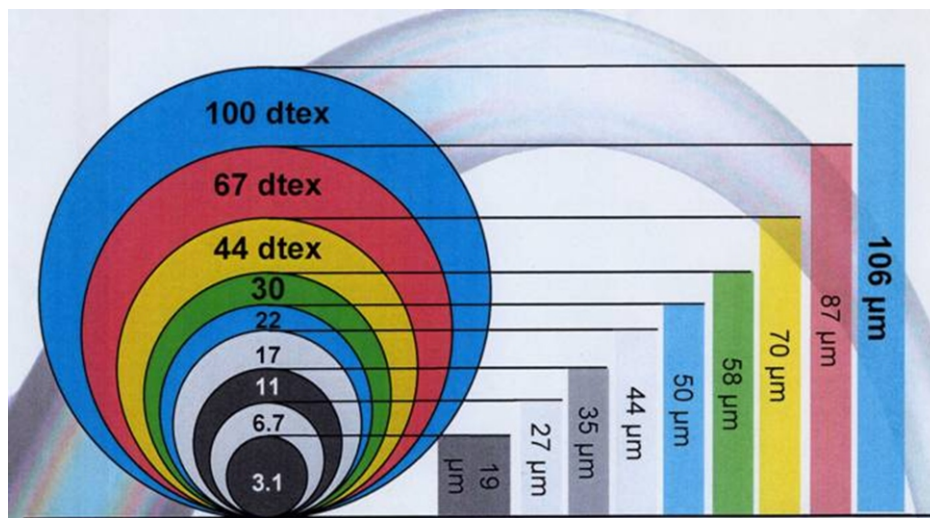


Figura 5: Fibras mais comuns utilizadas nos feltros.

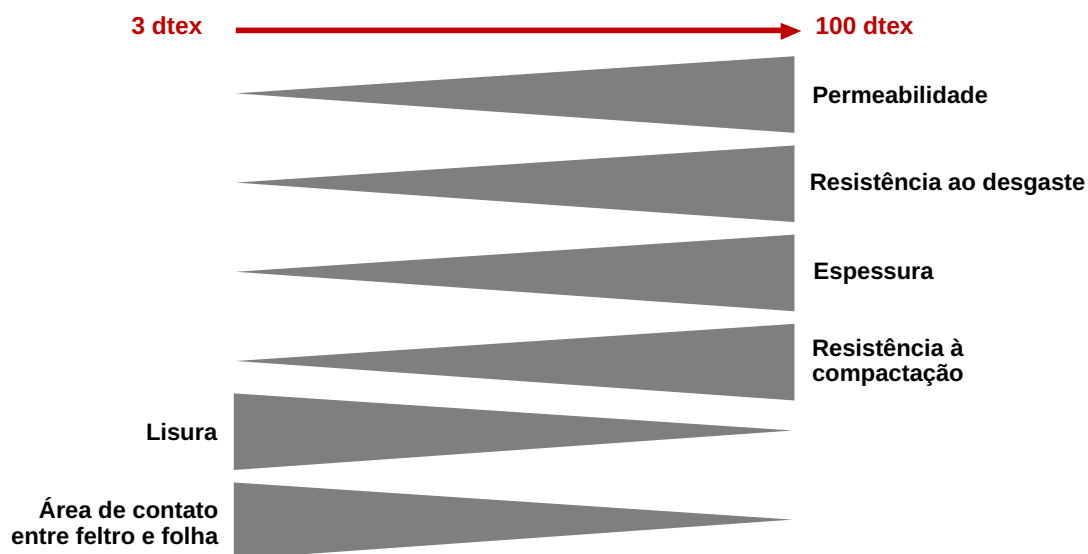


Figura 6: Véu e o seu relativo impacto nas propriedades da folha.

Fibras de véu com diferentes decitex podem ser misturadas ou aplicadas em camadas estratificadas para atingir a performance desejada.



Figura 7: Seção transversal de um feltro acabado.



Produção de feltros

Devido ao processo de agulhamento, a manufatura de feltro é diferente quando compara a produção de telas formadoras ou secadoras. A Figura 8 mostra as principais etapas de fabricação de feltros. O diagrama mostra os dois principais métodos de produção de feltros: tecimento convencional e tecimento multiaxial. A produção de bases não tecidas conta com um processo diferente se comparado às outras e é colocada junto com o véu no processo de agulhamento.

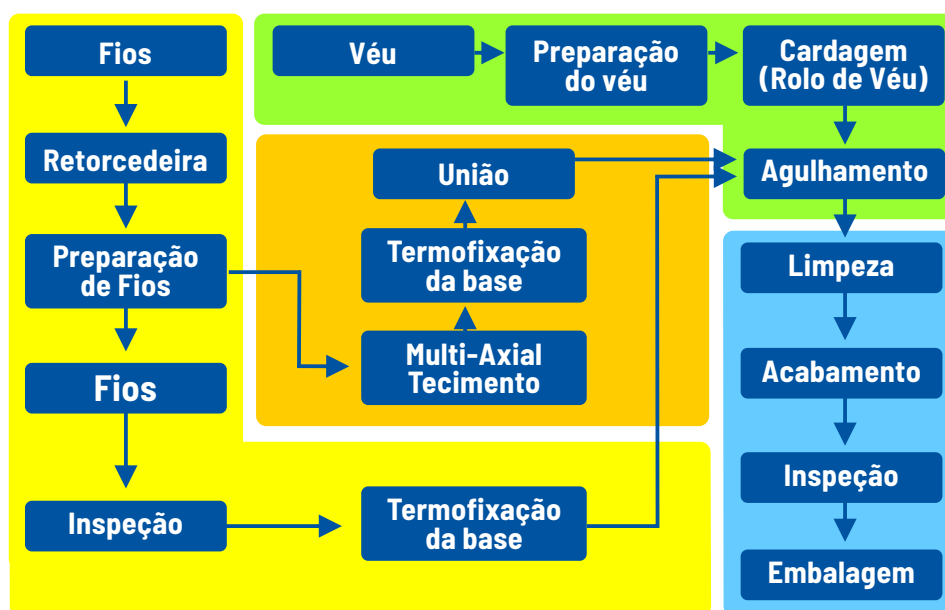


Figura 8: Diagrama do processo de produção dos feltros.

Aplicação de feltros

Para se projetar um feltro de forma adequada, as funções primordiais dos feltros devem ser consideradas. A remoção de água não é a única função de um feltro. Em geral, as funções do feltro são:

1. Aceitar a água removida da folha no *nip*;
2. Prover proteção da folha para:
 - Resistir ao *crushing* (ruptura da folha devido ao excesso de pressão hidráulica).
 - Resistir ao *shadow mark* (marcação de água na folha causada pela diferença de pressão hidráulica na região sólida e na região da ranhura do revestimento de rolo).
 - Resistir à marcação de ranhura (marcação de água na folha causada pela diferença de pressão hidráulica na região sólida e na região da ranhura do revestimento de rolo).
 - Resistir à marcação da base (impressão da base na folha).
3. Apresentar uma superfície adequada para a folha com um certo grau de lisura ou acabamento. Isso é imprescindível para papéis ou cartões gráficos.
4. Transportar e carregar a folha. No caso de passes fechados, transfere a folha de uma posição para a outra.



5. Prover a durabilidade desejada em termos de resistência mecânica, resistência à degradação química e resistência ao entupimento decorrente de contaminantes presentes no processo.

6. Acionar rolos não acionados na seção de prensagem.

Cada uma dessas funções deve ser considerada em relação a muitas outras variáveis de máquina, como configuração da prensa, tipo de papel e gramatura, carga na prensa e capacidade de vácuo nas caixas de sucção.

Existem outras variáveis que também podem influenciar no produto final e na remoção de água (ver Figura 9). Os objetivos de operação e as condições específicas de operação podem ser frequentemente conflitantes. Esses conflitos, combinados com o requerimento de operação do feltro, levam ao melhor compromisso do projeto com a performance do feltro.



Figura 9: Muitos fatores podem controlar a remoção de água.

Resultados e discussão

Casos de sucesso observados no mercado foram bem documentados, neles foram aplicados os aspectos teóricos mencionados acima.

Caso de sucesso 1

Esta é uma máquina de imprimir e escrever que também produz base para papéis especiais, a gramatura varia de 50 a 150 g/m² e a velocidade de 500 a 800 m/min. A prensagem conta com uma Twinver™ Press (Bi-nip + 3ª prensa) como mostrado na Figura 10.

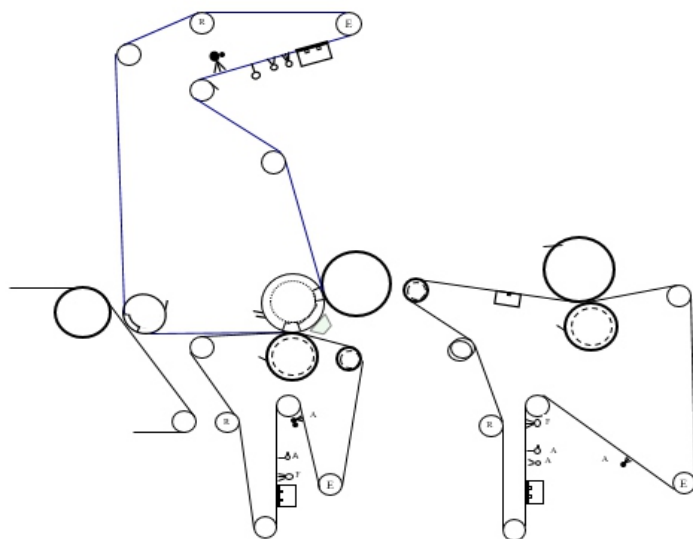


Figura 10: Twinver™ Press (Bi-nip + 3ª prensa).

A máquina passou por uma reforma na seção de secagem, onde alguns equipamentos foram substituídos por outros de melhor tecnologia (ver Figura 11), nada foi alterado na seção de formação e prensagem.

Antes da reforma



Após reforma



Figura 11: Reforma implementada na secagem.

Logo após a reforma, o cliente começou a observar marcações na folha que causaram problemas de qualidade no produto final (Figura 12). Depois de algumas medições e estudos juntamente com o cliente, foi detectado que as marcações eram provenientes da base do feltro pick-up. Um feltro com emenda de quatro lajes de 2.150 g/m² era o padrão nesta posição, exatamente o mesmo feltro aplicado antes da reforma.

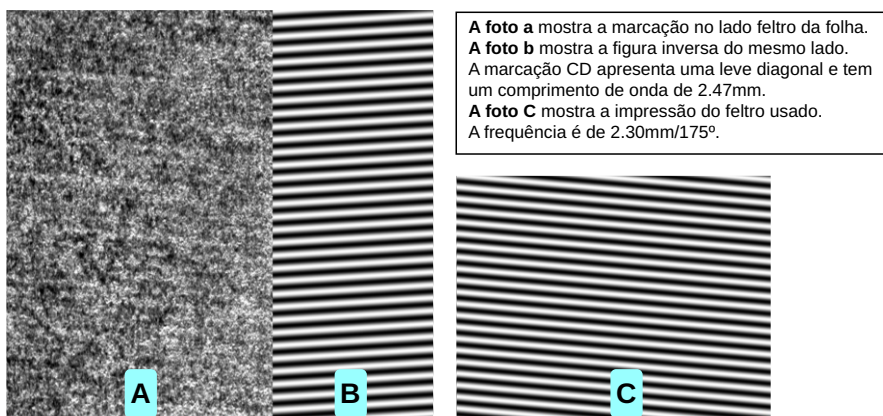
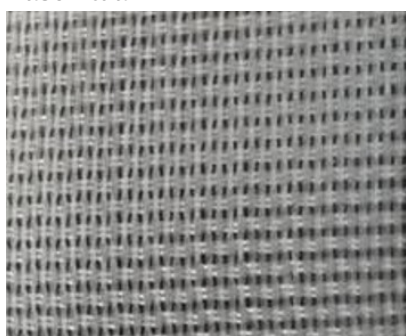
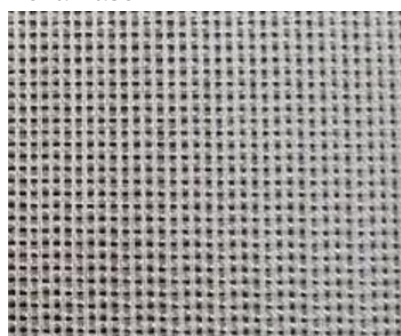


Figura 12: Marcação observada na folha e impressão do feltro usado.



Durante o período, muitas medições e inspeções foram feitas nas várias seções da máquina (formação, prensagem e secagem) e algumas ações foram recomendadas para resolver o problema, porém sem sucesso. Então, a conclusão foi de que o papel se tornou mais sensível às marcações após a reforma. Mesmo as marcações das emendas dos feltros (*pick-up* e 1ª prensa) começaram a se tornar mais visíveis quando comparadas ao período antes da reforma.

Baseado nisso, decidiu-se trocar a base superior (lado folha) do feltro *pick-up* como mostrado na Figura 13.

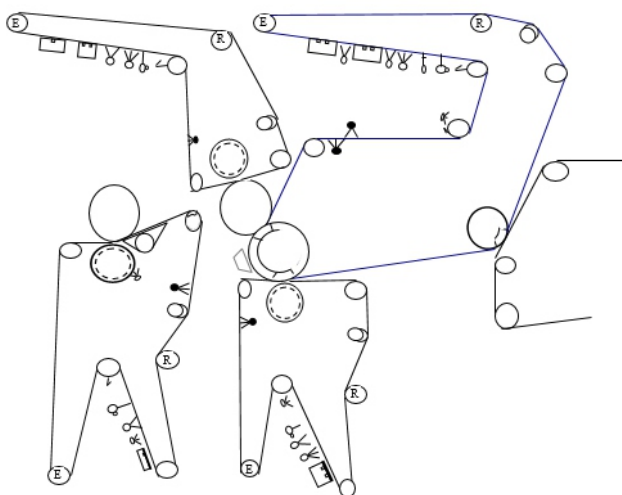
Base Atual**Nova Base****Figura 13:** Alteração na base superior.

Após essa mudança, a marcação da folha desapareceu, e a marcação de emenda retornou aos níveis de antes da reforma, portanto não impactando na qualidade final do papel acabado.

Esse foi um exemplo de como o feltro (topografia de base) pode influenciar a qualidade da folha e, neste caso, como isso foi ajustado para resolver o problema.

Caso de sucesso 2

Esta é uma máquina de imprimir e escrever, a gramatura varia de 56 a 90 g/m² e a velocidade de 950 a 1.100 m/min. Na prensagem conta com uma trinip + 4ª prensa como mostrado na Figura 14.

**Figura 14:** Trinip + 4ª prensa.



A máquina sofreu uma reforma e o rolo sucção prensa também foi trocado. Um novo estilo de revestimento foi instalado para melhorar o teor seco, o rolo mudou de furo cego + furos de sucção para furo cego + furos de sucção + ranhuras. Devido a essa mudança, a pressão hidráulica no nip mudou e a mudança do feltro também foi necessária para atingir o objetivo.

Alguns feltros foram testados após a reforma com o objetivo de atingir uma melhor performance em termos de break in time (BIT, tempo necessário para a máquina atingir a velocidade de cruzeiro) e vida. O primeiro feltro foi um com base multiaxial de três lajes com 1850 g/m². Este feltro teve um longo BIT, mas atingiu uma boa vida, isso normalmente acontece, já que BIT e vida são inversamente proporcionais. Baseado nas medições e alguns dados de processo, foi decidido modificar a base do feltro com o objetivo de melhorar o BIT, uma base mais compressível foi projetada para este feltro, mantendo-se a gramatura final (1.850 g/m²). Como observado na Figura 15, a espessura final de cada feltro é diferente.

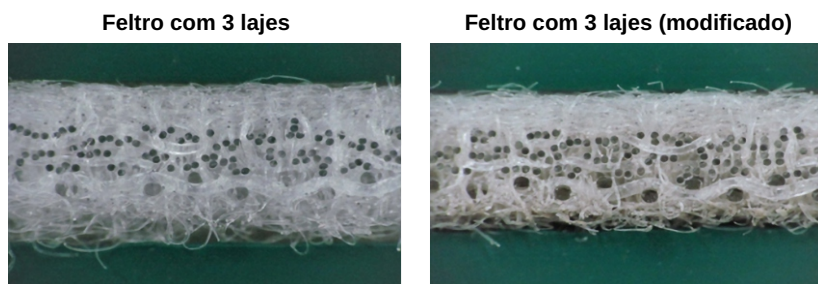


Figura 15: Comparativo da seção transversal dos feltros.

A maneira mais comum de detectar o final do BIT de um feltro é através do aumento da vazão no nip (L/min) depois da instalação do feltro conforme mostrado no gráfico abaixo (Figuras 16 e 17). Neste caso, o feltro padrão levou 13 dias para atingir 200 L/min e o modificado somente quatro dias para atingir esta mesma vazão, tendo, portanto, um BIT mais rápido comparado ao feltro padrão.

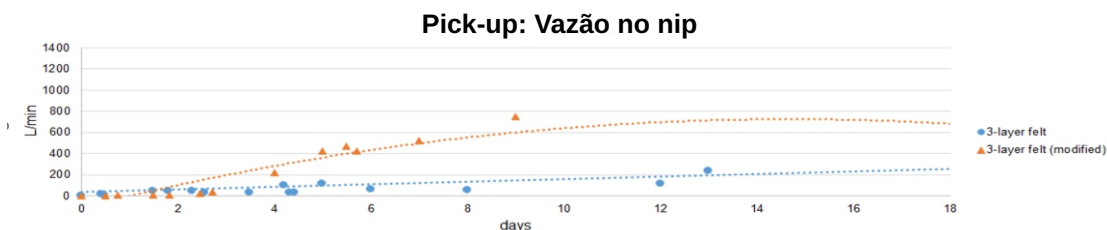


Figura 16: Vazão no nip versus vida do feltro pick-up.

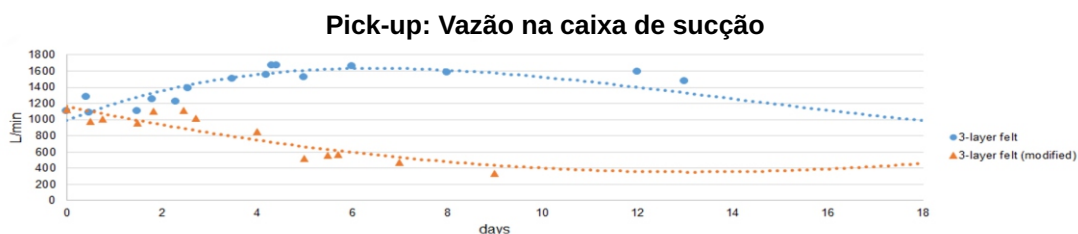


Figura 17: Vazão na caixa de sucção versus vida do feltro pick-up.

Aqui está um exemplo de como a construção do feltro (compressibilidade da base) pode influenciar na performance da máquina.



Caso de sucesso 3

Esta é outra máquina de imprimir e escrever, a gramatura varia de 85 a 170 g/m² e a velocidade de 280 a 500 m/min. A configuração da prensa está mostrada na Figura 18.

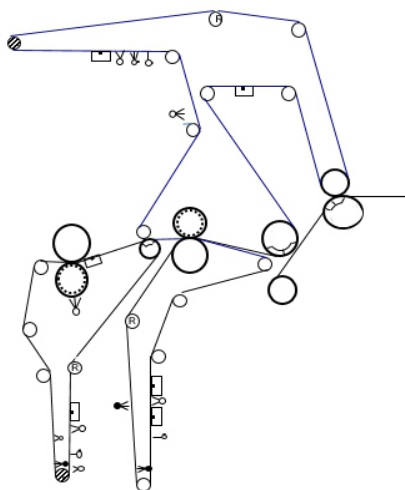


Figura 18: Configuração da prensa.

A máquina sofreu uma reforma para produzir outro tipo de papel com maior gramatura (700 g/m²), devido a esta reforma, a capacidade de vácuo disponível para o feltro *pick-up* foi afetada, de acordo com as medições o fluxo específico caiu de 85 para 68 L/cm²/min. Essa alteração diminuiu a quantidade de água na superfície do feltro, medido através da relação água feltro de saída (MR, dado em gramas de água/gramas de feltro) medido pelo scampo.

	Antes da reforma		Após reforma	
Vida do feltro	Início	Final	Início	Final
Pick-up (Água na saída)	0,40	0,40	0,36	0,36
1ª prensa (Água na saída)	0,40	0,36	0,35	0,40

Tabela 1: MR antes e após reforma.

Essa maior quantidade de água na superfície da 1ª prensa, quando comparado ao feltro *pick-up*, provocou ocorrências de roubo de folha pelo feltro da 1ª prensa após a reforma, principalmente a partir da segunda metade da vida do feltro, causando quebras de folha.

Sendo assim, foi necessária uma mudança no estilo do feltro *pick-up* para resolver o problema, uma vez que um feltro com emenda de quatro lajes (1.950 g/m²) era o feltro da posição. Decidiu-se reduzir sua gramatura para 1.700 g/m² através da remoção de duas lajes da base. O feltro da 1ª prensa foi mantido igual, com duas lajes (1.570 g/m²). Através desta modificação, foi possível aumentar a relação água/feltro de saída do feltro *pick-up* e mantê-la mais baixa em relação ao feltro da 1ª prensa, como mostrado na tabela 2.

	Antes da troca do pick-up		Após troca do pick-up	
Vida do feltro	Início	Final	Início	Final
Pick-up (Água na saída)	0,36	0,36	0,44	0,49
1ª prensa (Água na saída)	0,35	0,40	0,37	0,42

Tabela 2: MR antes e após troca de estilo do feltro *pick-up*.



Além da troca de estilo do feltro pick-up, outras ações foram implementadas na seção de formação para ajudar na solução do problema, já que uma pulsação na folha também foi observada após a reforma.

Aqui está outro exemplo de como a construção do feltro, neste caso o seu estilo (bases diferentes), pode influenciar na performance da máquina.

Caso de sucesso 4

Esta é outra máquina de imprimir e escrever, a gramatura varia de 75 a 90 g/m² e a velocidade de 750 a 900 m/min. A configuração da prensa está mostrada na Figura 19.

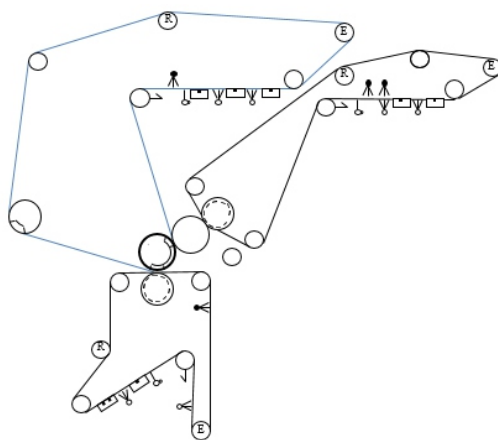


Figura 19: Configuração da prensa.

O problema nesta máquina era o desprendimento da folha nas bordas do feltro pick-up no final de vida. Este problema causava quebras, impactando na performance da máquina até a troca do feltro (ver Figura 20).

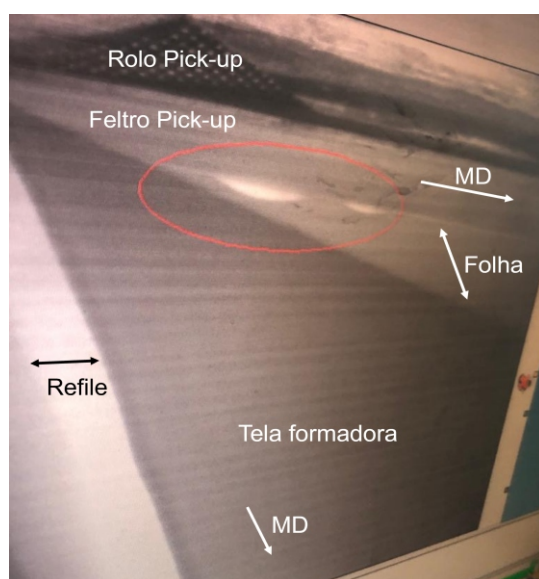
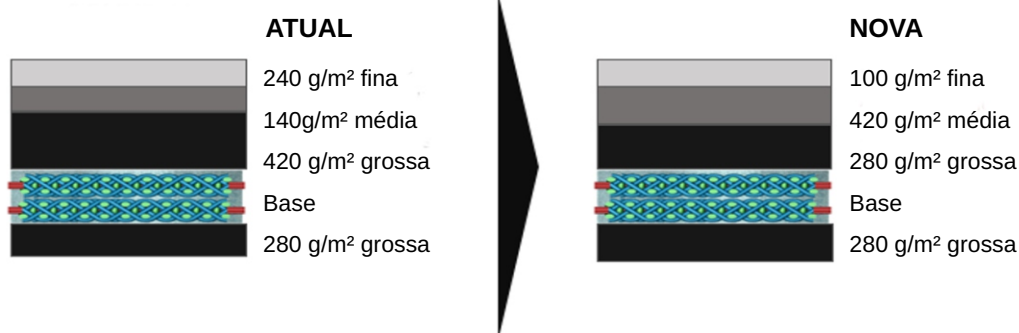


Figura 20: Desprendimento da folha no feltro pick-up..

O feltro aplicado nesta posição era com emenda, de quatro lajes e 1.950 g/m² com a seguinte estratificação de véu (Figura 21). A vida média na posição era ao redor de 45 dias.



Observando a estratificação de véu atual e perda média diária de 10 g/m²/dia nos relatórios de amostras retornadas dos feltros anteriores, foi encontrado que, devido ao desgaste (majoritariamente no lado papel), depois de 38 dias de vida, as fibras de véu mais grossas passavam a ser predominantes na superfície do feltro, causando o desprendimento da folha devido sua menor área de contato. Então, o problema foi resolvido mudando a estratificação de véu do feltro, mantendo-se a gramatura total de 1.950 g/m² (ver Figura 20). Após essa alteração, o feltro atingiu o final de vida com a predominância de fibras médias na sua superfície mantendo a folha estável no feltro pick-up antes da 1ª prensa, evitando quebras.

Aqui está outro exemplo de como a construção do feltro, neste caso a estratificação do véu, pode influenciar a performance da máquina.



Conclusão

Diferentes combinações de bases e fibras de véu podem ser usadas na construção de um feltro, isso só depende da demanda de cada posição. Os casos de sucesso apresentados aqui mostram que essas demandas em cada posição podem mudar por várias razões e algumas vezes o estilo do feltro deve ser alterado ou ajustado para recuperar a performance da máquina ou melhorar a qualidade do papel. Portanto, a aplicação do estilo correto de feltro em cada posição se torna uma ótima ferramenta. O feltro sempre pode ser ajustado quando o problema é relacionado à seção de prensagem ou até mesmo em problemas causados em outras seções da máquina. A causa deve ser conhecida em detalhes para que a ação seja mais assertiva e minimize os efeitos colaterais.

Referências

1. Adanur, S., "Paper Machine Clothing" second edition, AJU Faculty, 2017.
2. Davenport, F. L. Pressing Fundamentals. Albany International Press Fabric Division, EUA, June 1992.
3. Reese, R. A., "Pressing Operations" in Pulp and Paper Manufacture, Volume 7: Paper Machine Operations, Eds. B. A. Thorp and M. J. Kocurek, TAPPI Press, 1991.
4. Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI), Peachtree Corners, GA, www.tappi.org, 2017.
5. Wahlstrom, P. B., Pulp and Paper Mag. Can., 70 (10), 1969.
6. Wicks, L. D., "Press Section Water Removal Principles and Their Applications", Southern Pulp and Paper Manufacturer, January 1978.

Perfil do autor:

Lafaety Carneiro de Oliveira - Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com pós-graduação em Celulose e Papel pela Universidade de São Paulo (USP) e MBA em Gestão Estratégica de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Iniciou suas atividades na Norske Skog Pisa em 2003. Ingressou na Albany International em 2008 como Engenheiro de Serviços e Aplicação na linha de Mantas e, atualmente, exerce a função de Coordenador de Produto para Feltros e Mantas.

MC-IND-MomentoTecnico@albint.com | Um canal direto para sugestões e dúvidas.

Órgão Informativo de Albany International Brasil - Junho de 2025 - Albany International Tecidos Técnicos Ltda. - www.albint.com - Rua Colorado, 350, CEP 89085-148 - Indaial - Santa Catarina - Brasil - Telefone: (47) 3333-7500 - E-mail: MC-IND-MomentoTecnico@albint.com

Expediente:

Editores: Elaine Cristina Henkels, Jackson Roberto da Gama Corrêa e Rafael Sucharski - Diagramação: João Misturi 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.