

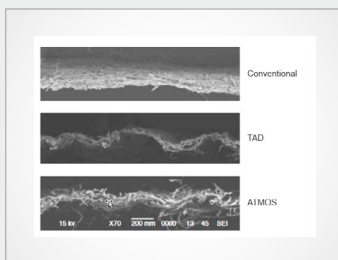


Aspectos da formação que influenciam sobre a maciez/suavidade (handfeel) em papel tissue



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

momento técnico



Capa

Imagem microscópica da seção transversal de papéis tissue produzidos em tipos distintos de máquinas.

3

Artigo:

Aspectos da formação que influenciam sobre a maciez/suavidade (handfeel) em papel tissue

14

Artigo:

Análise da remoção de água, capacidade hidráulica e balanço de água do conjunto feltros / manta em prensas de sapata de secadoras de celulose

Mais um ano se finda e, desta vez, diferentemente dos dois anteriores, podemos dizer que já é possível sentir uma recuperação mais consistente da economia brasileira. Já não era sem tempo.

O ano de 2017 foi intenso, de muito trabalho, mas com bons resultados se avolumando ao seu final. Os dados estatísticos das entidades do nosso setor mostram ganhos consideráveis em comparação com o ano anterior. A produção de celulose aumentou 2,9% e a de papel mostra um ganho de 0,9% até outubro.

A Albany Brasil também está encerrando o ano com a sensação de dever cumprido. Podemos dizer que atingimos nosso objetivo de sempre criar valor na relação com nossos clientes. Introduzimos novas tecnologias, consolidamos ainda mais nossa relação com o mercado, participamos de muitos eventos técnicos promovidos pelas entidades e players do setor, entregamos serviços que ajudaram nossos clientes a melhorar suas máquinas e processos. Enfim, um ano para nos orgulharmos.

“O ano de 2017 foi intenso, de muito trabalho, mas com bons resultados se avolumando ao seu final”.

Nesta edição temos dois artigos técnicos interessantes que certamente poderão ser úteis para nossos leitores. O primeiro trata sobre maciez e suavidade do papel tissue, um artigo que tivemos a satisfação de desenvolver em conjunto com a Kimberly do Brasil. O segundo artigo versa sobre o manuseio de água em prensas de sapata de secadoras de celulose.

Com os votos de um excelente ano de 2018, lhes desejo uma produtiva leitura.

Luciano Donato

ALBANY
INTERNATIONAL



Aspectos da formação que influenciam sobre a maciez/suavidade (*handfeel*) em papel tissue

Introdução

Os papéis *tissue* representam uma fatia entre 6% e 8% dos papéis consumidos no mundo, porém, há um crescimento expressivo do consumo desse tipo de papel que foi da ordem de 3,4% ao ano no período compreendido entre 2001 e 2010, ficando atrás apenas do papelão ondulado (normalmente utilizado para embalagens). No Brasil, a produção desses papéis corresponde a aproximadamente 12%.

Em levantamento realizado pela Pöyry e publicado na edição de julho de 2015 na revista "O Papel", a produção de papéis *tissue* deverá crescer a taxas próximas de 4% ao ano até 2020 no país. As principais forças motrizes para o crescimento do consumo de papéis para fins sanitários são a economia, a urbanização e o aumento da população (isso para a classe de consumo em que o Brasil se encontra – consumo per capita inferior a 5 kg/habitante/ano).

As estratégias de mercado adotadas pelas empresas do seguimento são bastante distintas das praticadas pelas demais empresas da indústria papeleira. Normalmente, o maior foco está no *marketing*, ao invés da diferenciação de preços. Isso porque há maior percepção dos clientes na diferenciação pela marca. Ou seja, transmite a imagem de qualidade. Para o papel higiênico, a principal característica associada à qualidade do produto é a maciez.

Conceito de Maciez/ Suavidade (*handfeel*)

No dia a dia das fábricas, são utilizados diversos termos para fazer referência à maciez, são eles: a própria maciez, *handfeel* ou suavidade.

Diversos autores definem maciez como sendo a resultante de duas propriedades:

- Maciez da superfície
- Maciez estrutural



Figura 1: Ilustração sobre a maciez superficial (Fonte: Apresentação sobre Maciez - Solenis).

A maciez da superfície é a sensação percebida quando a ponta dos dedos é deslizada sobre a superfície do papel.

Já a maciez estrutural é a sensação ao tato quando se esmaga uma porção de papel com gentileza. Quanto mais maleável, maior será a percepção de maciez e quanto mais rígido, o contrário será observado. Além da percepção tátil, há também a percepção sonora ao se amassar o papel, que pode dar ao usuário a sensação de maior ou menor *handfeel*.



Figura 2: Ilustração sobre maciez estrutural (Fonte: Apresentação sobre Maciez - Solenis).

Nota-se que não é possível obter a maciez global sem um dos componentes. Um bom exemplo disso é um papel plano para imprimir e escrever, que apresenta superfície extremamente lisa, porém, apresenta rigidez superior a de um papel higiênico qualquer.

Com o crescente aumento da competitividade entre produtores de *tissue* e da incessante busca por essa propriedade, esse tema tem sido foco de muitos estudos ao redor do planeta, tanto por empresas produtoras de papel, como por fornecedores de químicos, equipamentos para produção e equipamentos para medição.

Medição de HF

A pergunta que não quer calar é: como obter essa propriedade tão desejada?

Conforme será possível verificar adiante, há diversos fatores que influenciam na obtenção de um papel mais macio, desde a escolha da matéria-prima, até a forma como ele é enrolado na enroladeira. Seria muita pretensão querer escrever a fórmula mágica para se obter produtos mais macios em um processo que contém tantas variáveis como o processo de produção de papéis higiênicos. No entanto, é possível citar muitos exemplos listados em diversos trabalhos que são encontrados na literatura, bem como em trabalhos realizados por empresas do setor, principalmente de fornecedores que investem em novas tecnologias para desenvolver formas de se obter maior maciez no produto final.

O ponto de partida para todo trabalho de engenharia de processos deve ser feito com base

em medições e, a partir dessas medições, devem ser feitas correlações estatísticas para definir o quanto as variáveis influenciam para se obter o produto ideal.

Para tanto, é essencial que seja escolhido um método para se medir a maciez. Existem no mercado algumas formas de se realizar as medições, sendo a mais comum a realização da medição com painéis comparativos.

O importante na escolha do método é garantir que haja repetibilidade e reprodutibilidade, além da resolução necessária para distinguir variações significativas entre as amostras.

Hoje em dia já é possível contar com métodos não subjetivos de análise. Os mais famosos são dois: o TSA – *Tissue Softness Analyzer*, da empresa EmTec, e o *IQ Softness* da Valmet. O TSA aplica os valores das saídas das medições a um algoritmo e gera um valor que corresponde à maciez. São medidos um espectro sonoro ao se friccionar uma escova cerâmica sobre a superfície do papel e também a rigidez da amostra que é realizada através da mensuração da deformação quando a amostra é submetida a uma força conhecida.

Já o *IQ Softness* realiza a leitura da topografia do papel de maneira online (equipamento oferecido pela Valmet), que através da emissão de luzes, mapeia a superfície da rede fibrosa, que é convertida em um valor de maciez.

Mesmo que o método escolhido seja o Painel de Maciez, é importante que as pessoas que irão realizá-lo sejam capacitadas para tal.

Tipos de máquinas de papel

Atualmente existem dois tipos básicos de máquinas *tissue* e a partir delas as suas variações: as máquinas convencionais de *tissue* (*Crescent former*, *Suction Breast Roll*, *Fourdrinier*, etc.) e as máquinas de papéis estruturados e texturizados (TAD - *Through Air Dried*, *Wet mouldling* – moldagem molhada ATMOS e NTT), que são considerados papéis *premium*.

Nas máquinas convencionais de *tissue*, a folha formada na seção de formação é transportada por um feltro até a seção de prensagem e 100% da folha é prensada contra o cilindro *yankee*, formando uma estrutura achatada de papel.

Já nas máquinas de papéis estruturados e texturizados, a folha é transportada até a seção de prensagem por uma manta/cinto com texturas, que protege parte da folha e, portanto, apenas 20 a 25% da folha é prensada. Dessa forma, garantem que grande parte das fibras sejam preservadas sem o achatamento ocasionado pela prensagem, mantendo a folha com maior volume específico (*Bulk*), porém, essas máquinas rodam com velocidades inferiores às convencionais.

Essa condição pode ser observada na imagem a seguir (imagem obtida através de um microscópio eletrônico de varredura).

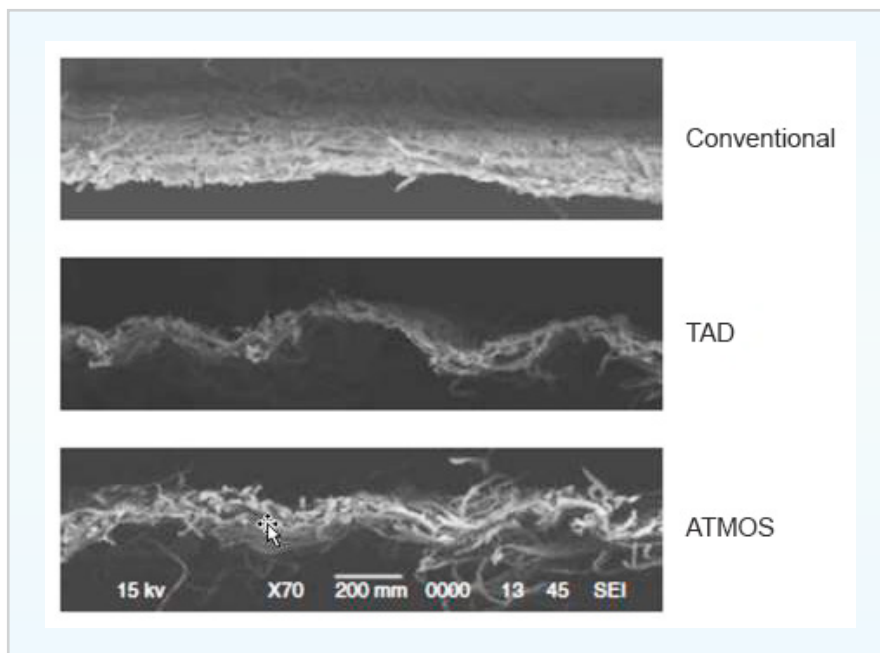


Figura 3: Imagem obtida em MEV da seção transversal de papéis tissue produzidos em máquina convencional, TAD (papel estruturado) e ATMOS (papel texturizado) (Fonte: *Handbook of Paper and Board*, pág. 828).

As máquinas de papéis estruturados e texturizados são capazes de produzir papéis *tissue* com qualidade superior. No entanto, o mercado brasileiro ainda não apresenta nenhuma marca de papel produzido com essas tecnologias.

Preparo de massa e adição de químicos

Mesmo sem contar com as tecnologias avançadas apresentadas, é possível produzir papéis de excelente qualidade. Para isso, há uma série de pontos no processo de produção que podem ser observados.

Inicia-se pela escolha da matéria-prima. No Brasil, a disponibilidade da fibra de *kraft* branqueada de eucalipto tem se tornado maior, sendo a principal escolha dos produtores do setor. Porém, existem outras possibilidades, principalmente para quem possui máquinas com caixa de entrada com mais de uma camada. Nesses casos, é possível optar por uma camada de fibras menos nobres e uma camada composta apenas por matéria-prima virgem. Há ainda a possibilidade da utilização de fibras longas e até mesmo pastas mecânicas. Vale lembrar que cada um desses materiais possui vantagens e desvantagens com relação à característica desejada.

Pensando em se manter a estrutura das fibras com a maior integridade possível, mantendo-se, é claro, as características físicas do papel dentro dos valores desejados (resistências à tração, alongamento, espessura, etc.), é importante procurar meios de tratá-las da maneira mais "gentil" possível. Para que isso ocorra, diversos fornecedores têm disponibilizado uma série de opções, tanto de equipamentos para refinação, como produtos químicos que prometem cumprir com essa premissa. Segue uma pequena lista de possibilidades:

- Discos de refinadores de baixa intensidade;
- Refino através de enzimas;
- Polímeros para auxiliar nas resistências a seco e a úmido;
- Controle de carga, para controlar a capacidade de ligação entre as fibras;
- Agentes de retenção, etc.

É importante que sejam estudadas as necessidades de cada processo para que seja traçada a melhor estratégia para as necessidades mapeadas.

Formação

A formação do papel inicia logo após a etapa do preparo de massa, onde a polpa é diluída a baixas consistências (entre 0,15% e 0,25%, segundo BOUDREAU, 2013) e é direcionada para a caixa de entrada através de uma bomba hidráulica, conhecida como bomba de mistura, pois realiza a diluição da polpa oriunda do preparo de massa com a água branca do processo. Essa caixa de entrada lança um jato na máquina, contendo a suspensão fibrosa, para que ocorra a formação (Figura 4), conforme será descrito a seguir para cada tipo de máquina existente.



Figura 4: Esquema de caixa de entrada de máquina crescent former (Fonte: Valmet).

Considerando a seção de formação das máquinas de papel *tissue*, há quatro tipos de máquinas segundo KIMARI (2000):

- A *crescent former* é a mais comum. Nesse tipo de máquina, a caixa de entrada lança o jato entre uma tela e um feltro. O feltro é envolvido pela tela em um rolo chamado rolo formador e então, na separação entre as vestimentas, o feltro segue, transportando a folha de papel até a seção de secagem.
- A *suction breast roll*, também conhecida como mesa inclinada, é um conceito mais antigo. Nela, o jato é direcionado sobre um rolo, que possui ao menos uma zona de vácuo, envolvido por uma tela. A folha de papel segue com a tela até o *pick-up* (área de contato entre tela e feltro onde a folha é transferida e segue para a secagem).
- Há também a *fourdrinier* (ou mesa plana) onde o jato é lançado sobre a tela e a formação se dá sobre essa tela. Após formada, a folha é transferida para o feltro através de um *pick-up*, também.
- O quarto tipo, *C-former*, não usual no Brasil, cuja formação ocorre através da incidência

de um jato entre duas telas, ocorrendo a drenagem da suspensão fibrosa e, consequentemente, a formação da folha de papel.

A caixa de entrada é projetada para proporcionar a formação mais uniforme possível da folha de papel. Geralmente há um banco de tubos e posteriormente uma câmara que pode ser vazia ou conter lâminas e, na sequência, há uma pequena abertura, comumente chamada de lábio (Figura 5). Há caixas com regulagens de abertura de lábio de modo a proporcionar correções de gramatura no perfil da folha (Apostila do Curso de Fabricação de Papéis *Tissue*, ABTCP).

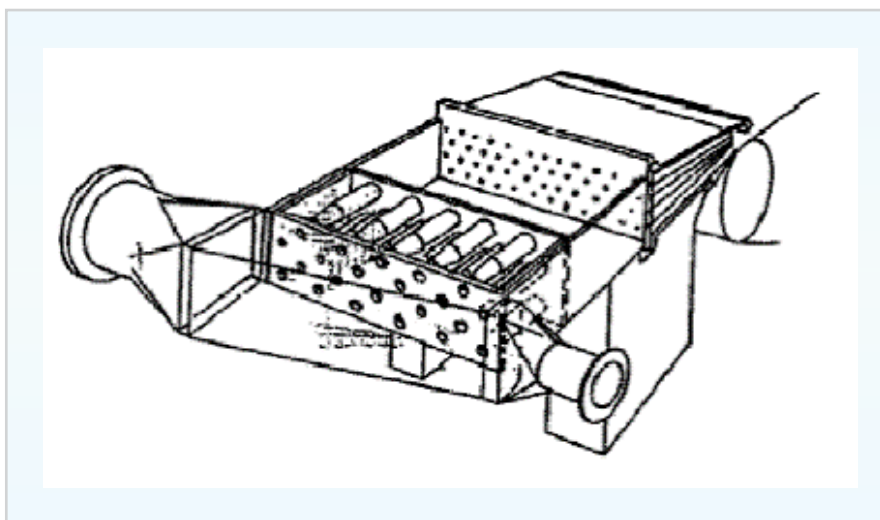


Figura 5: Ilustração detalhando o interior de uma caixa de entrada (Fonte: Apostila Curso Básico de Fabricação de Papéis *Tissue* – ABTCP).

Para que haja boa formação, é necessário que a tela (Fotos 1 e 2) formadora tenha permeabilidade adequada ao fluxo de água, bem como bom índice de suporte de fibra (área capaz de suportar a fibra, possibilitando a formação do papel) (Apostila do Curso Básico de Fabricação de Papéis *Tissue*, ABTCP).

Ainda na etapa de formação, existem caixas de entrada com múltiplas camadas. Ela é alimentada por linhas distintas do preparo de massa e cada uma delas terá propriedades diferentes, por exemplo: uma das camadas pode conter fibras longas para melhorar as propriedades de resistência da folha e a outra camada poderá ter apenas fibra curta, melhorando os efeitos de maciez.

Influência da tela formadora na maciez do papel *tissue*

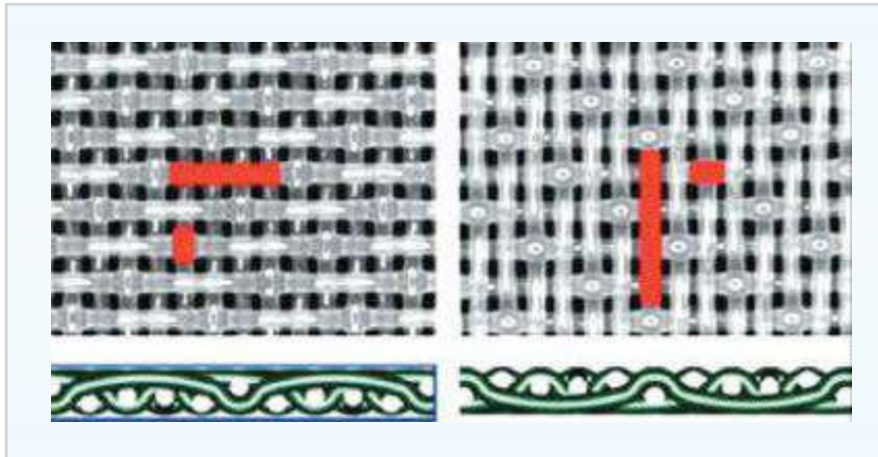
Uma das qualidades do papel *tissue* conforme já mencionamos acima é percebida através do sistema sensorial pelo qual se pode dar uma impressão geral da qualidade da maciez do papel. Esta impressão pode significar flexibilidade, compressão e sensibilidade à suavidade e assim sucessivamente. Mais recentemente, a maciez estrutural e a maciez de superfície têm sido mais utilizadas como percepções para medir a qualidade da maciez.

Como já mencionado em artigos anteriores, além dos estilos das telas, outras características são fundamentais, como: concentração dos fios longitudinais (*mesh*) e transversais (*count*), permeabilidade e, principalmente, topografia da superfície da tela. Todos estes aspectos podem influenciar na maciez superficial do papel.

Com o advento das novas tecnologias das máquinas de papel *tissue* e, principalmente, o

aumento de velocidade para ganho de produtividade, a escolha correta de uma aplicação de tela formadora pode ajudar muito no incremento de maciez no papel.

Temos observado que, quanto melhor a topografia da superfície da tela no lado papel, melhor o aspecto de formação e conseqüentemente maior é o ganho de maciez, pois isto impacta em uma melhor distribuição da massa de fibra sobre a superfície da tela, proporcionando um maior apoio.

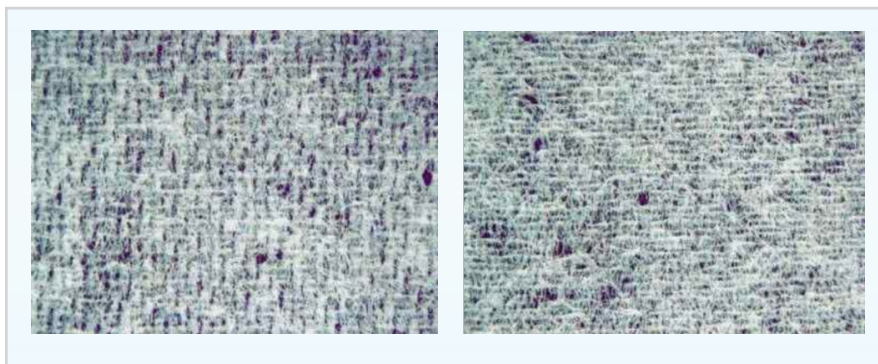


Fotos 1 e 2: Longas junções CD e MD lado papel (Momento Técnico Edição 29º -2013).

Também observamos que telas com junções longas (MD e CD) na superfície superior tendem a provocar uma maior marcação na folha, deixando o papel com aspecto mais "carteado" (foto 3), enquanto que a junção mais curta da superfície superior tem proporcionado ganho de maciez em papéis *tissue*, principalmente nos papéis de folha dupla (foto 4).

As fibras da mistura são depositadas na superfície da tela formadora e são pressionadas juntamente com o feltro para promover o desaguamento. Parte desta topografia da tela formadora acaba ficando estampada na superfície da folha.

Abaixo podemos ver este aspecto de como a topografia da tela formadora pode influenciar a superfície do papel. Na foto 3, vemos que os fios superficiais praticamente foram estampados na superfície da folha. Na foto 4, temos uma superfície mais estruturada onde as junções curtas (MD e CD) da tela proporcionam uma melhor formação do papel com menor incidência de marcação da superfície da tela sobre a folha. Um maior índice de suporte de fibra da tela proporciona também uma menor marcação da folha.



Fotos 3 e 4: Topografias da superfície Tela Formadora.

Outro ponto que podemos observar nas telas formadoras com junções curtas no lado papel é um menor arraste de fibra na superfície da tela, se comparada com telas com superfície de junções longas. Embora também um sistema de condicionamento adequado (chuveiros agulha de alta pressão, chuveiros de inundação e chuveiros leques) e bem dimensionado, ajuda muito na limpeza da tela e conseqüentemente na sua drenagem, evitando quebras e acúmulo de massa na estrutura da máquina.

A topografia do lado inferior da tela influencia somente no aspecto de vida útil da tela formadora. A sua construção com fios com diâmetros adequados e de qualidade proporcionam uma maior ou menor vida útil, não tendo muita influência na maciez do papel.

Crepagem (*Coating*/Geometria de crepagem)

A crepagem é a etapa de remoção do papel do cilindro *yankee* e responsável pela característica de absorção e bulk do papel. Quando a lâmina entra em contato com a folha de papel, ela causa o enrugamento da folha (pequenas dobras), quebrando parcialmente a estrutura do papel. Microdobras são criadas e empilhadas uma sobre as outras, até atingir um tamanho suficiente para que a força e peso atuem sobre a folha, causando uma nova macrodobra, e se inicia uma nova seção de microdobras (Figura 6) (BOUDREAU, 2013).

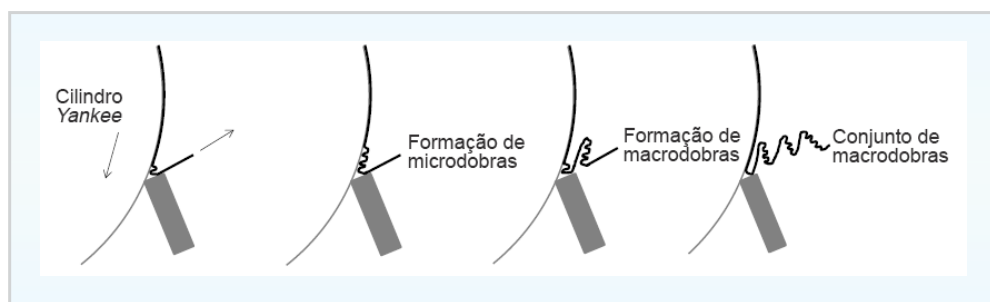


Figura 6: Ilustração da teoria de crepagem (BOUDREAU, 2013).

Os especialistas em crepagem estudam e sugerem configurações dos raspadores de modo que seja realizado destaque mais suave da folha, conferido assim maior suavidade à superfície dela. Além disso, há a possibilidade da utilização de lâminas com revestimento cerâmico que visam, através da maior dureza desta cobertura, preservar as características originais da lâmina por mais tempo, garantindo um crepe mais suave e uniforme ao longo do tempo. Dentro do tema crepagem, há ainda a utilização de químicos para o cobrimento do cilindro *yankee*, comumente chamado de *coating*.

O *coating* se trata de uma mistura de químicos com as funções básicas de: promover a proteção da superfície do cilindro, aumentando a sua vida útil e aumentando o intervalo de tempo entre retíficas; promover a adesão e soltura da folha para a seção de secagem, desse modo, controlando a crepagem da folha; e, em relação à maciez, ajuda a revelar maior maciez na superfície da folha. Hoje em dia, há uma enorme gama de produtos de diversos patamares de preços que prometem conferir ao papel maior maciez através da característica do filme formado.

Conclusão

Os assuntos abordados nesse artigo não são, individualmente, a chave para o sucesso na obtenção de papéis mais macios e mais agradáveis ao toque. Porém, com um plano de trabalho bem elaborado, tendo foco nos aspectos que julguem mais relevantes e, principalmente, trabalhando nas correlações entre as variáveis do processo, é possível buscar papéis cada vez mais macios. Contudo, será limitado pela tecnologia de fabricação que utiliza.

Há muitos aspectos que podem ser discutidos com relação à maciez e suavidade em papel *tissue*. Neste artigo procuramos dar uma visão macro sobre o assunto e ajudar o leitor com algumas noções básicas que influenciam nas características do papel *tissue*. A ideia do artigo é dar um direcionamento que possa contribuir com o desenvolvimento de uma melhor percepção sobre os aspectos que influenciam a característica física do papel.

A aplicação correta de uma tela formadora de papel *tissue* é fundamental. Ter conhecimento da máquina e dos estilos de telas formadoras que estão sendo aplicados no momento e o que se deseja aperfeiçoar, analisando as características físicas (*handfeel*) do papel, também é fundamental para se definir o ponto de partida para o processo de otimização.

As telas formadoras com maiores junções CD superior apresentam um melhor suporte e drenagem da fibra. As telas com maiores junções CD inferiores apresentam um maior potencial de vida útil.

Por fim, deve-se aplicar todo o conhecimento constituído quando escolher a aplicação de uma determinada tela, principalmente analisando os resultados que surgirão no papel *tissue* produzido. Cada máquina de papel *tissue*, apesar de semelhantes, tem as suas próprias características que irão determinar o melhor estilo de tela a ser aplicado.

A partir destas informações consegue-se tomar decisões corretas sobre qual tipo de tela deve ser usada na máquina e também se serão necessários ajustes no processo para conseguir atingir os objetivos desejados.

Também é necessário levar em consideração os custos de cada alteração no processo. Nem sempre algo que se mostra tecnicamente viável é, também, economicamente plausível.

Fontes utilizadas:

BORDEAU, J.; New Methods for Evaluation of Tissue Creping and the Importance of Coating, Paper and Adhesion; Dissertação de Mestrado; Universidade de Karlstad; Alemanha; 2013.

CAMPOS, E.; Apostila do Curso Básico de Fabricação de Papéis "Tissue", in Company; ABTCP; Bragança Paulista-SP; 2002.

HOLIK, H.; Handbook of Paper and Board; 2nd Edition; Ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Capítulos 6, 7 e 16; Alemanha; 2013.

HOLIK, H; Mais Rápidas, Mais Largas, Melhores – Progresso em Máquinas de Papel nos Últimos 100 Anos; Revista O Papel; ATBCP; nº 8; Páginas 63 a 93; São Paulo – Brasil; 2010.

MAGALHÃES, C.; Entendendo o Mercado Brasileiro de Tissue, Partes 1 e 2; Tissue Online; São Paulo – Brasil; 2014.

REVISTA O PAPEL; Negócios do Futuro; "Produções de Papéis Tissue Devem Crescer 4% ao Ano até 2020; ABTCP; Ano: LXXVI; Nº 7; Julho/2015; Página 25; 2015.

VAIL, M.; Apostila do Curso de Especialização em Celulose e Papel, ABTCP/Mackenzie; Campinas-SP, Brasil; 2015;

VIDAL, A; HORA, A.; Panorama e Mercado: Papéis Sanitários; BNDES Setorial; Páginas 273 a 332; 2012.

Material técnico da empresa Solenis;

FOELKEL, C., Pinus Letter 45, Páginas 69 a 87, 2015.

VILAS BOAS, JOSE EROTHIDES - Momento Técnico – número 29, abril/13 – Tradução revisada e adaptada. Texto Original: John Lafond – Gerente de Tissue – Albany International

Perfil dos autores:

José Gabriel Reginato Grandi é formado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, com Pós-graduação em Gestão Estratégica da Produção pela UNICAMP e Especialização em Celulose e Papel pela ABTCP/Mackenzie. Iniciou suas atividades como Engenheiro de Processos pela Santher em 2011 e desde 2015 é Engenheiro de Produção Sênior na Kimberly-Clark de Mogi das Cruzes.

Sandro Luis de Almeida é Tecnólogo em Manutenção formado pela Universidade Metodista de Piracicaba, com Pós-graduação em Gestão Estratégica de Negócios pela FGV e Gestão Avançada de Negócios pela FATEC – Americana. Iniciou suas atividades como Vendedor Técnico na Albany em 1999 onde atua até hoje.



É pensando no futuro que a Albany International contribui para a evolução do mercado *tissue*.

A Albany International participa no crescimento do mercado *tissue*, investindo em produtos que geram resultados diferenciados em maciez e resistência, sem esquecer da importância da redução do consumo de energia, contribuindo dessa forma com as futuras gerações. Para saber mais sobre nossos produtos e serviços entre contato com um de nossos especialistas pelo e-mail: albany.brasil@albint.com.

MICROLINE XP

Tela Formadora com tecnologia de três camadas que utiliza o diferenciado sistema InLine de cruzamento. Excelente formação e resistência, com muito mais maciez no papel.

HYDRODUCT

Feltro laminado de duas lajes com tecnologia avançada que possui somente fios longitudinais na base superior. A base inferior é uma base tecida de laje simples. Esta combinação exclusiva proporciona excelente desaguamento no *nip*, arranque rápido e menor consumo de energia.

SEAMPLANE II

Última geração de feltro com emenda com base laminada e diferenciada tecnologia de micro emenda. Proporciona melhor remoção de água e teor seco, mantendo os conhecidos benefícios em segurança.



ALBANY
INTERNATIONAL

www.albint.com



■ Análise da remoção de água, capacidade hidráulica e balanço de água do conjunto feltros / manta em prensas de sapata de secadoras de celulose



Figura 1: *Feltro, acima e manta abaixo. (Ilustrativa/ decorativa)*

Introdução

Este trabalho tem por objetivo analisar as variáveis que influenciam na eficiência de remoção de água da folha em prensas de sapata de secadoras de celulose, com foco principal nas características operacionais dos feltros e manta. As variáveis que influenciam na remoção de água da folha são:

- Teor seco, Valor de Retenção de Água da matéria-prima e temperatura da folha.
- Pressão linear aplicada na prensa (kN/m) e tempo de residência no *nip* (intensidade de prensagem).
- Curva de aplicação de carga no *nip* (tilt).
- Velocidade da máquina.
- Projeto e tempo de uso dos feltros, variáveis que influenciam diretamente a permeabilidade dinâmica dos feltros, seu volume vazio residual e relação água/ feltro e balanço de água.
- Projeto e tempo de uso da manta e do revestimento do *counter roll*.

Os dois últimos itens serão analisados mais pormenorizadamente. A seguir, teoria de prensagem e conceitos sobre balanço de água na prensa, volume vazio do feltro e sua compressibilidade, testes de laboratório para avaliação da deformação (perda de volume vazio) dos feltros e mantas sob compressão e exemplos de variação do volume vazio de feltros com o tempo de uso.

Intensidade de prensagem

O desaguamento da folha de celulose na prensa de sapata é por “Fluxo Controlado”, no

qual uma das principais características é o elevado tempo de permanência no *nip*. Uma importante variável da prensagem que permite gerenciar as variáveis de carga aplicada no *nip* e velocidade de máquina é a intensidade de prensagem que é definida como a “pressão específica média do *nip* multiplicada pelo tempo que é aplicada”, ou seja:

$$\text{Intensidade de prensagem (kPa.s)} = \text{carga (kPa/m)} / \text{largura do } nip \text{ (m)} \times \text{largura do } nip \text{ (m)} / \text{velocidade da máquina (m/s)}$$

Simplificando fica:

$$\text{Intensidade de prensagem (kPa.s)} = \text{carga aplicada (kPa/m)} / \text{velocidade da máquina (m/s)}$$

A “Intensidade de Prensagem” possibilita, por exemplo, calcular em caso de redução de gramatura da folha de celulose e incremento da velocidade, o aumento de carga na prensa necessário para manter o mesmo nível de produção e vice-versa.

No gráfico a seguir pode-se analisar o resultado de teste efetuado em uma terceira prensa de sapata numa secadora de celulose. Celulose com maior “Valor de Retenção de Água” comparativamente à celulose do teste irá resultar em uma linha paralela e abaixo da linha do gráfico e vice-versa.

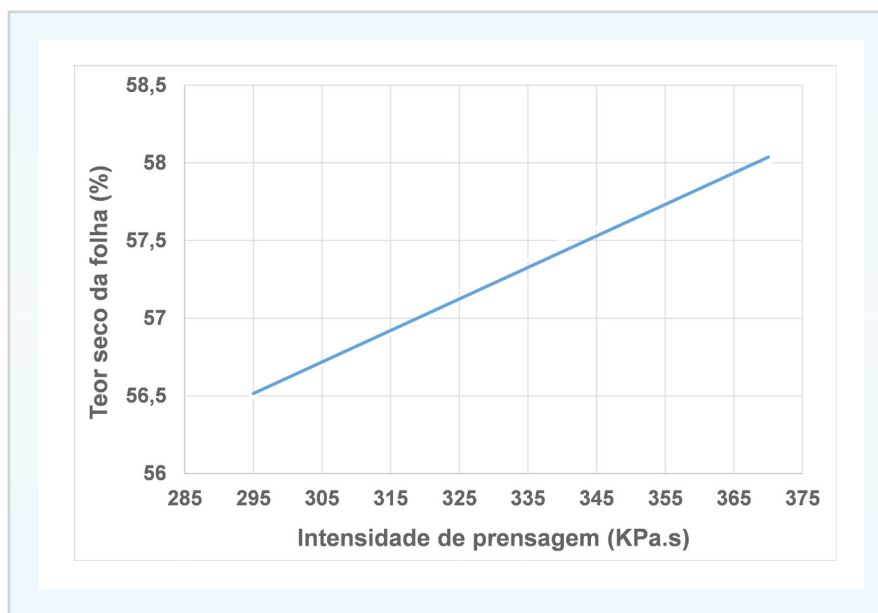


Gráfico 1: Intensidade de prensagem x teor seco da folha.

Efeito da compressibilidade na permeabilidade e pressão hidráulica gerada pelos feltros

A tabela 1 mostra o coeficiente de permeabilidade de feltros determinados por um equipamento especificamente projetado para esta finalidade. Os números mostram quanto fortemente a permeabilidade é influenciada pela compressão.

	Pressão de Compressão MPa		
	2.5	5.0	10
	Coeficiente de Permeabilidade 10^{-12} m^2		
Felt 1	6.9	4.9	2.7
Felt 2	4.1	2.8	1.8
Felt 3	1.6	0.9	0.4
Felt 4	4.5	2.8	1.4
Felt 5	18.8	15.5	7.2
Felt 6	19.4	10.0	3.5

Tabela 1: Coeficiente de permeabilidade de feltros comerciais com construções distintas.

O Gráfico 2 abaixo mostra a pressão hidráulica gerada pelos feltros analisados. Como os números mostram, a resistência ao fluxo dos feltros atuais é tão baixa que não influi significativamente no consumo de energia da prensa. Na maioria dos casos, a permeabilidade dos feltros pode ser reduzida consideravelmente sem notar-se efeito no desaguamento da folha.

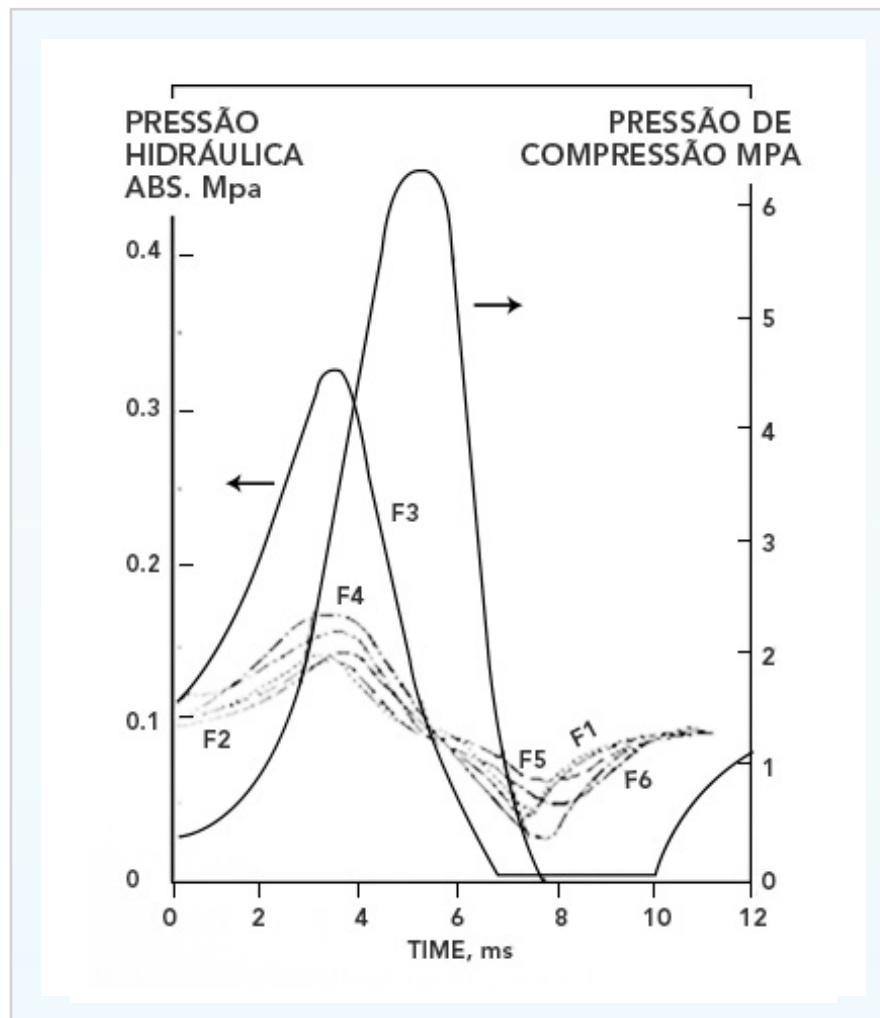


Gráfico 2: Pressão hidráulica gerada pelos feltros da tabela 1.

Volume vazio do feltro

O volume vazio do feltro indica o volume de espaço vazio no corpo do feltro e é expresso em cm^3/m^2 de feltro. Ele fornece o volume que pode ser ocupado pela água removida da folha na prensa. Este volume muda durante o período de utilização do feltro, e é também influenciado pelo projeto do feltro e carga aplicada no *nip*.

Abaixo, cálculo do volume vazio.

- Volume total do feltro (cm^3/m^2) = Espessura (mm) x 1000
- Volume do nylon (cm^3/m^2) = Gramatura (g/m^2) / 1,14
- Volume vazio (cm^3/m^2) = Volume total – Volume nylon

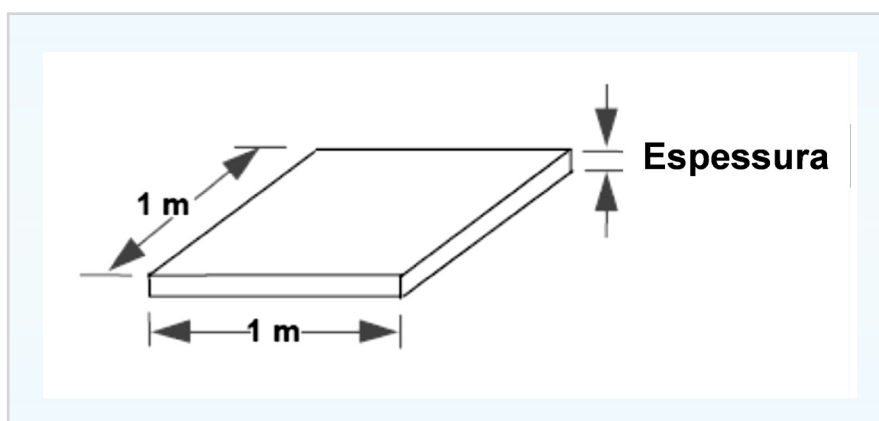


Figura 1: Representação do volume total de 1m^2 de feltro.

Na figura abaixo, observe a representação dos volumes de ar, sólidos e água do feltro seco, em operação e comprimido.

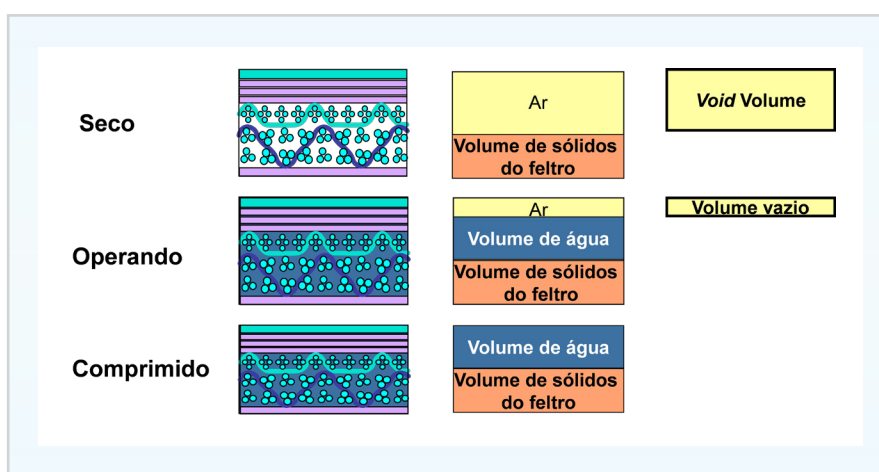


Figura 2: Representação dos volumes de ar.

Compressibilidade

Um feltro compressível apresenta uma grande variação de espessura entre o estado não comprimido e comprimido, fato que resulta em maior aumento da densidade média e maior decréscimo do volume vazio comparativamente a um feltro incompressível sob aplicação de mesma carga. Veja exemplo no desenho a seguir.

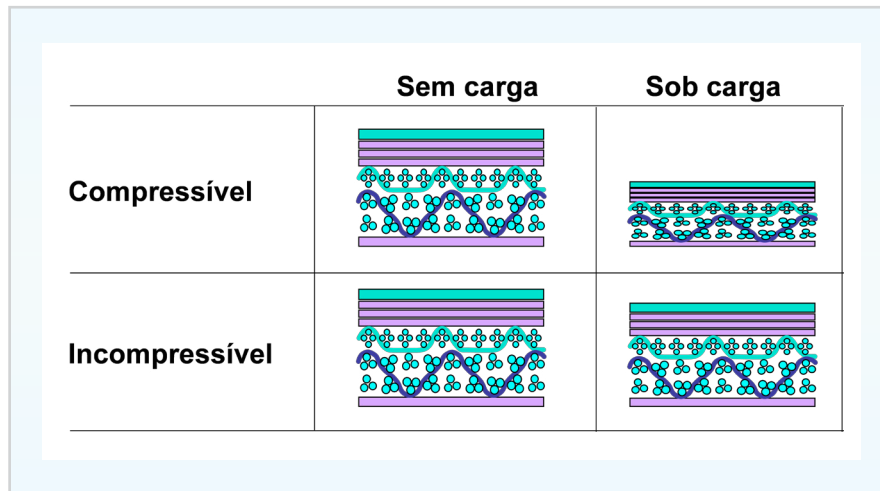


Figura 3: Representação de fletro sem e sob compressão.

Teste de compressão em laboratório

Com o objetivo de mensurar a deformação dos feltros no *nip* da prensa e a redução do volume vazio, efetuaram-se testes no laboratório da Albany em Indaial – SC utilizando-se amostras de fletro novo e após sua utilização em prensa de sapata de secadora de celulose. Os testes foram realizados com o fletro umedecido para obter-se a relação água/ fletro ao redor de 0,25 g (água) /g (fletro) e temperatura ao redor de 60 oC para simular as condições de prensagem na secadora. Inicialmente aplicou-se cargas de 10, 20, 30 40, 50 e 60 kgf/cm², que é considerada como pressão específica máxima que atinge a prensa de sapata no final do *nip*, e efetuaram-se as leituras de espessura do fletro após sua estabilização. Posteriormente a carga foi reduzida para 50, 40, 30, 20 e 10 kgf/cm² e as espessuras também verificadas após estabilização. Como esperado, a deformação do fletro novo é significativamente maior. Com base nos resultados obtidos, as medições dinâmicas de espessura dos feltros, que são efetuadas após o fletro ter se expandido, deve-se efetuar correção (redução) ao redor de 9% para o estilo de fletro analisado, a fim de se obter uma estimativa mais precisa do volume vazio disponível para ser preenchido pela água removida da folha.

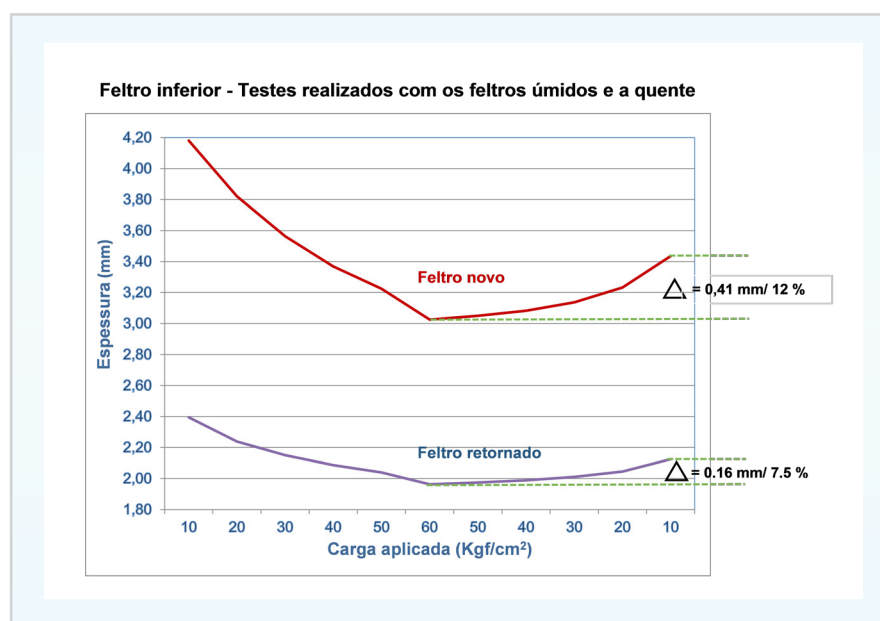


Gráfico 3: Fletro inferior – testes realizados com os feltros úmidos e a quente.

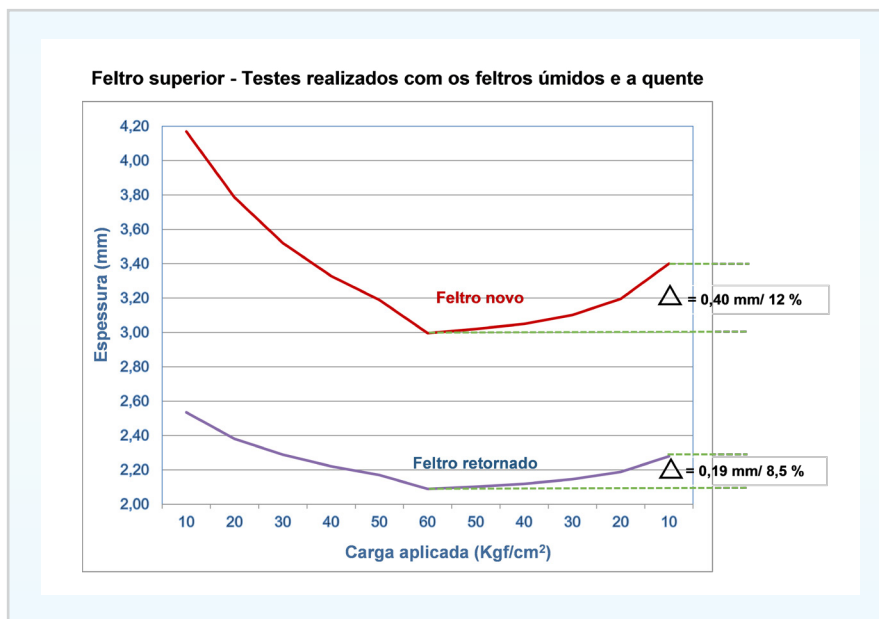


Gráfico 4: *Feltro Superior – testes realizados com os feltros úmidos e a quente.*

Teste de compressão de mantas

No gráfico abaixo pode-se verificar a redução do volume vazio de mantas para prensas de sapata para várias cargas aplicadas, em mantas novas e com diferentes mnc (milhões de ciclos no *nip*). Observa-se que as duas variáveis, carga aplicada e o mnc, contribuem de maneira significativa na redução do volume vazio da manta.

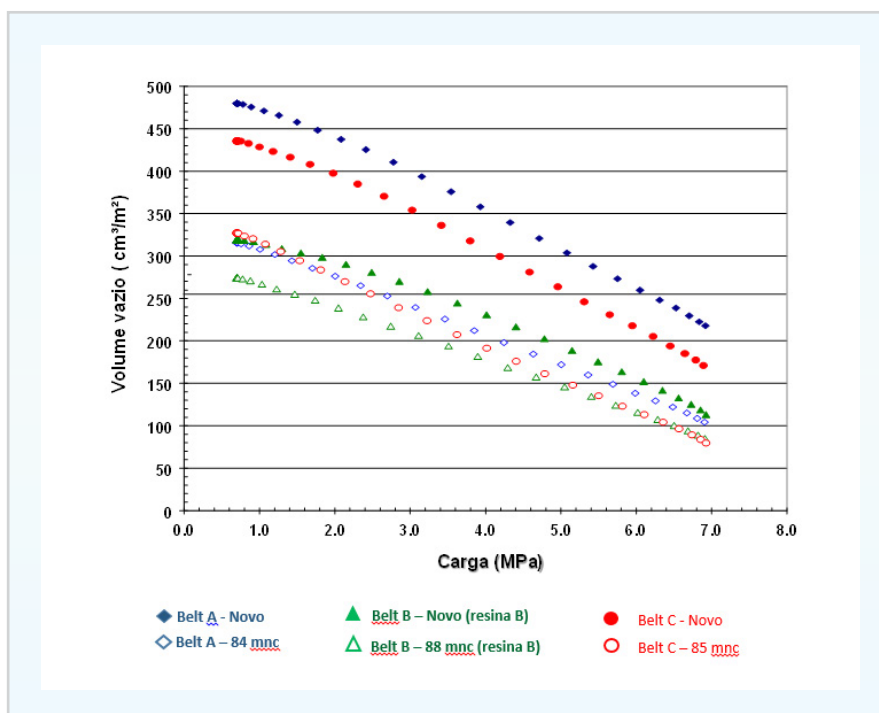


Gráfico 5: *Volume vazio x carga aplicada.*

Exemplo de balanço de água de terceira prensa de máquina de celulose com prensa de sapata

A remoção de água pelos feltros pode ser facilmente calculada pela fórmula:

Remoção de água da folha (g/m^2) = gramatura seca folha \times 100 \times (1/ teor seco entrada prensa (%) – 1/ teor seco saída prensa (%))

Exemplo:

- Gramatura seca folha = 1.100 g/m^2
- Teor seco folha entrada = 43%
- Teor seco saída = 53%

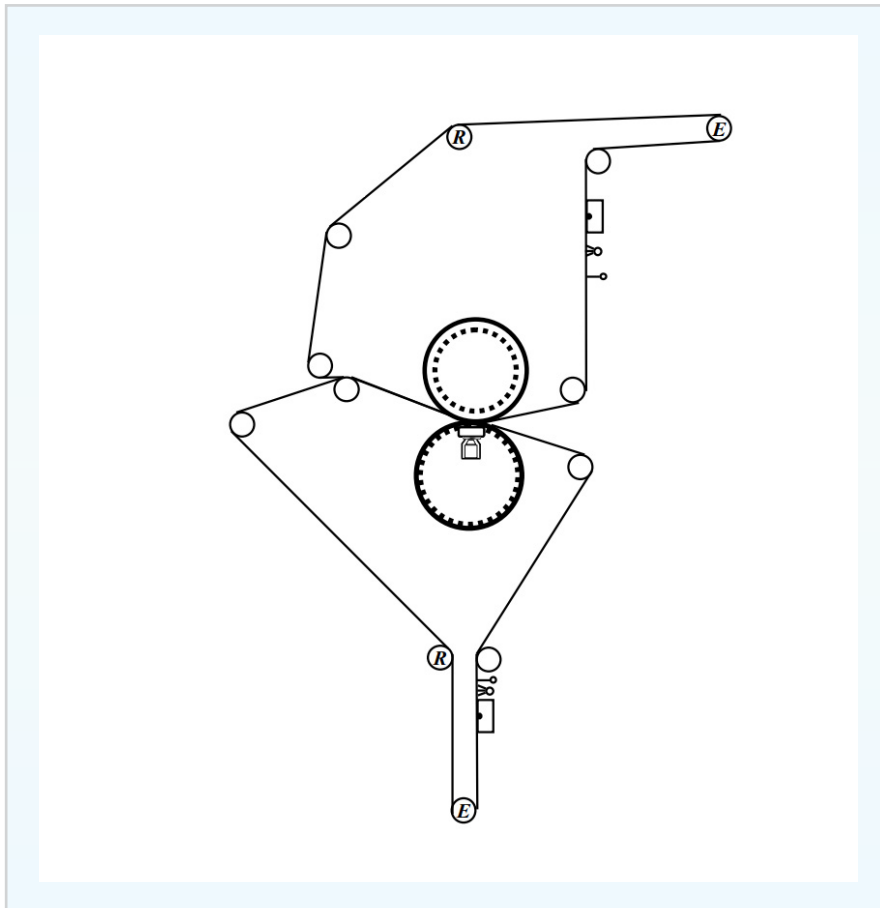


Figura 4: Esquema de terceira prensa típica de máquina de celulose.

Redução do volume vazio com o tempo de uso do feltro

Nos dois gráficos a seguir, veja exemplos de redução do volume vazio de feltros com e sem compressão na posição superior e inferior para diferentes estilos. Para o estilo aplicado na posição superior, o volume de água no feltro iguala-se ao seu volume vazio em torno de 150 dias de uso. O feltro inferior, que possui estilo com construção de maior gramatura, o tempo de uso para o volume vazio igualar-se ao conteúdo de água no feltro é superior a 160 dias.



Gráfico 6: Volume vazio x carga aplicada.

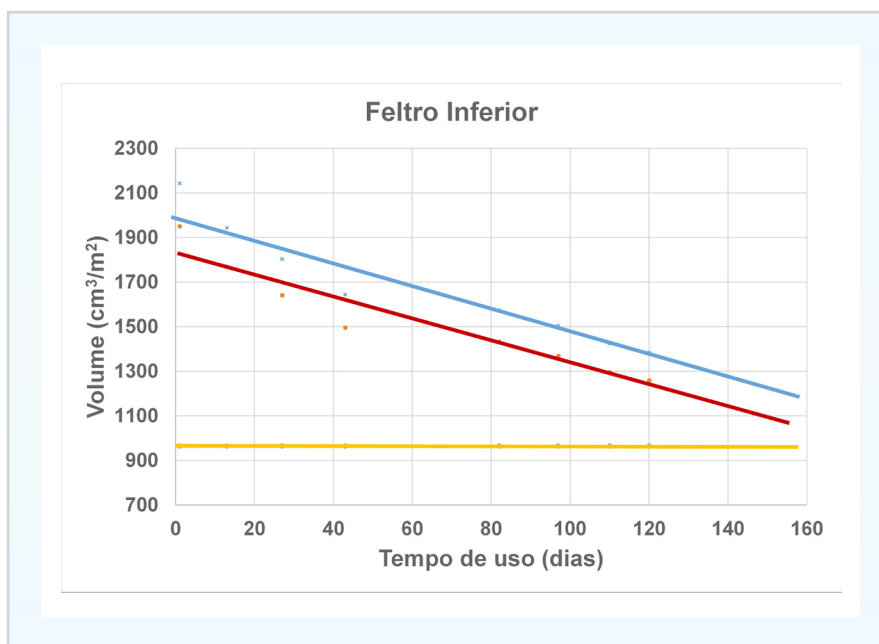


Gráfico 7: Volume vazio x carga aplicada.

Resumo

- Normalmente, folhas com maiores gramaturas tendem a resultar em menor eficiência de remoção de água, embora contem com maior "Intensidade de Prensagem" devido à menor velocidade requerida para obter-se a mesma produção. A maior gramatura da folha também resulta em maior quantidade de água no feltro após o *nip*. Para cada secadora, a gramatura ideal deve ser estudada considerando-se velocidade e pressão da prensa (Intensidade de Prensagem) e características de desaguamento da celulose. Dentro de limites razoáveis, a utilização de menores gramaturas e maiores velocidades de máquina deve proporcionar melhores resultados com relação ao teor seco e eficiência operacional da seção de prensas.

- A estrutura dos feltros de celulose é “aberta”, sendo que o tempo de uso e a deformação do feltro no *nip* da prensa não devem alterar sua permeabilidade de modo a interferir na eficiência de remoção de água da prensa. A permeabilidade dos feltros pode ser alterada devido a entupimento, com redução da permeabilidade dinâmica e incremento da relação água/ feltro, fato que interfere na eficiência da prensa.
- Para os estilos de feltros analisados, pode-se considerar a redução do volume vazio do feltro quando comprimido ao redor de 10%, isto é, do valor de volume vazio calculado quando da medição dinâmica do feltro pelo engenheiro da Albany.
- Para a estimativa da capacidade hidráulica, deve-se considerar também o volume vazio da manta ou do revestimento do rolo prensa oposto. Mantas ranhuradas ou semirranhuradas permitem o deslocamento da água pelas ranhuras para fora do *nip* reduzindo significativamente a pressão hidráulica no *nip* quando o feltro se encontra saturado, proporcionando melhor eficiência de prensagem.
- Para cada caso, o balanço de água e o conteúdo de água no feltro após o *nip* devem ser considerados para a análise.
- No geral, feltros com projetos adequados proporcionam volumes vazios que permitem operação normal da prensa, considerando-se também haver uma segurança devido ao volume vazio da manta e do revestimento do rolo prensa oposto, superior a 150 dias.
- É importante mencionar que outras variáveis além da capacidade hidráulica do conjunto feltros, manta e revestimento do *counter roll* são muito importantes e devem ser analisadas, como com relação ao feltro, ocorrência de desgaste ou entupimento – fatores que influenciam na sua capacidade hidráulica e na eficiência de desaguamento da folha de celulose.
- A equipe técnica da Albany pode mensurar as condições de operação dos feltros e manta e o teor seco da folha após a prensa de sapata e definir sua melhor condição operacional.

Bibliografia

Albany International Process Belts Training 09: System Solution for Belt & Felt Interaction.
Papermaking Part 1 – Stock Preparation and Wet end.
An Equation for Press Felt Compression – Farouk El Hosseiny – TAPPI Journal, August 1991.
Apostilas diversas Albany International.

Perfil do autor:

Júlio César Gerytch é formado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Iniciou suas atividades em julho de 1975 na Klabin Papéis, em Telêmaco Borba, onde exerceu os cargos de Chefe do Laboratório de Pesquisas Técnicas e da Máquina de Papel 7. Na Albany International, iniciou suas atividades em julho de 1989, atuando principalmente nas áreas de prensagem e secagem do papel.

Atualmente exerce o cargo de Consultor Técnico.

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

Órgão Informativo de Albany International Brasil - Setembro de 2017 - Albany International Tecidos Técnicos Ltda. - www.albint.com - Rua Colorado, 350 CEP 89130-000 - Indaial - Santa Catarina - Brasil - Telefone: (47) 3333-7500 - Fax: (47) 3333-7666 - E-mail: indmomento_tecnico@albint.com

Expediente:

Editores: Ana Gabriela S. Schroeder, Célio Rodrigues e Rafael Sucharski - 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.