



## ■ 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:

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

Simplificando fica:

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

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.

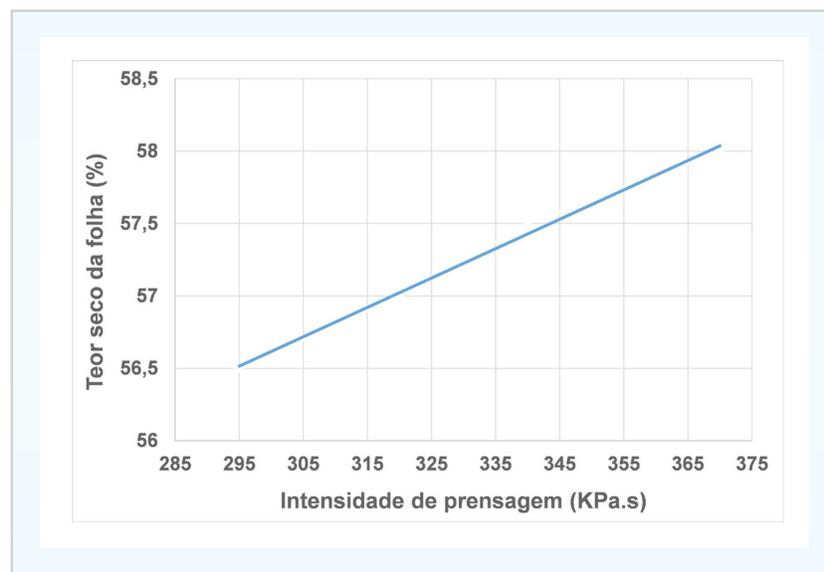


Gráfico 1: Intensidade de prensagem x teor seco da folha.

#### 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 $10^{-12} \text{ m}^2$		
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.

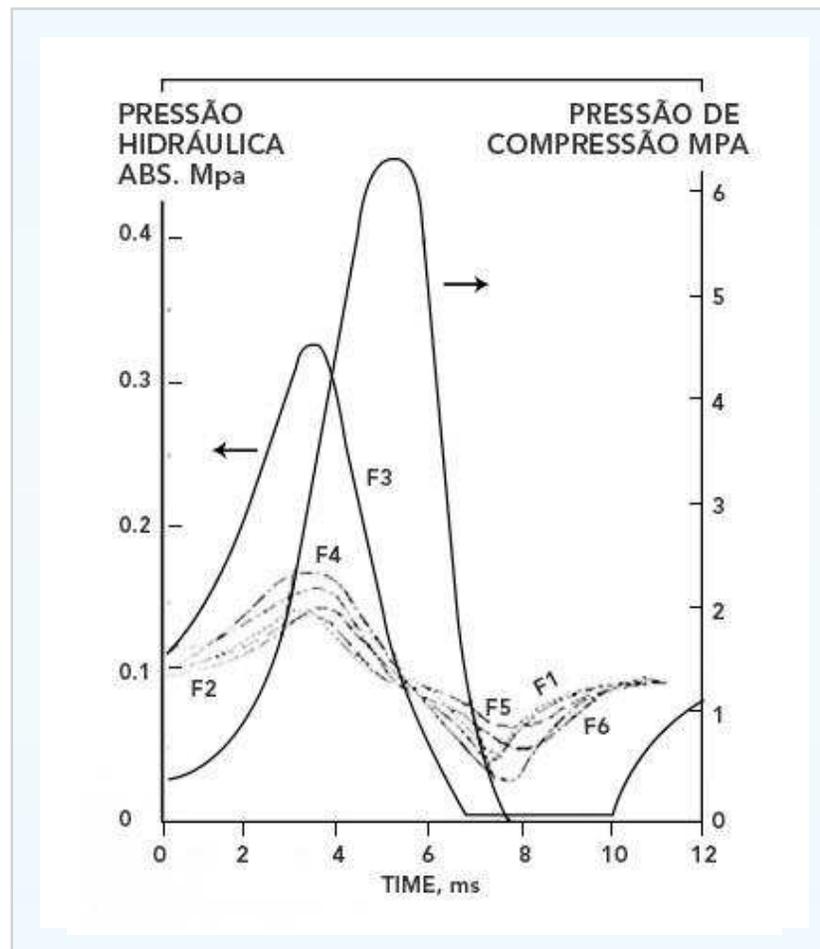


Gráfico 2: Pressão hidráulica gerada pelos feltros da tabela 1.

### Volume vazio do feltro

O volume vazio do feltro indica o volume de espaço vazio no corpo do feltro e é expresso em  $\text{cm}^3/\text{m}^2$  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 ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) = Espessura (mm) x 1000
- Volume do nylon ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) = Gramatura ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) / 1,14
- Volume vazio ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) = Volume total – Volume nylon

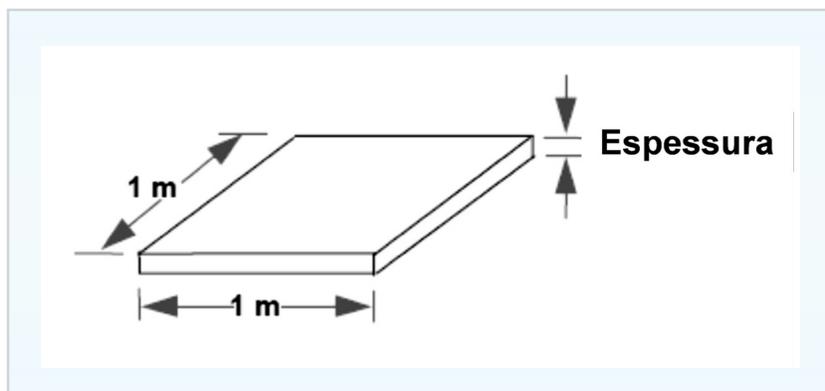


Figura 1: Representação do volume total de  $1\text{m}^2$  de feltro.

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

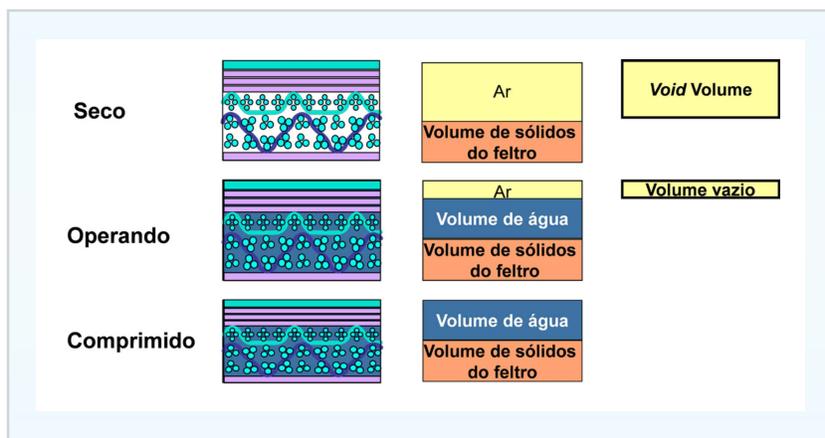


Figura 2: Representação dos volumes de ar.

### 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.

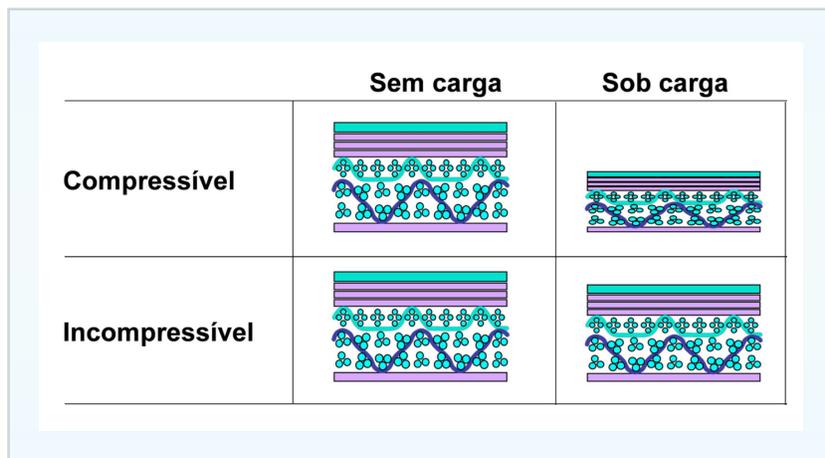


Figura 3: Representação de feltro sem e sob compressão.

#### 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 feltro novo e após sua utilização em prensa de sapata de secadora de celulose. Os testes foram realizados com o feltro umedecido para obter-se a relação água/ feltro ao redor de 0,25 g (água) /g (feltro) 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/cm<sup>2</sup>, 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 feltro após sua estabilização. Posteriormente a carga foi reduzida para 50, 40, 30, 20 e 10 kgf/cm<sup>2</sup> e as espessuras também verificadas após estabilização. Como esperado, a deformação do feltro novo é significativamente maior. Com base nos resultados obtidos, as medições dinâmicas de espessura dos feltros, que são efetuadas após o feltro ter se expandido, deve-se efetuar correção (redução) ao redor de 9% para o estilo de feltro analisado, a fim de se obter uma estimativa mais precisa do volume vazio disponível para ser preenchido pela água removida da folha.

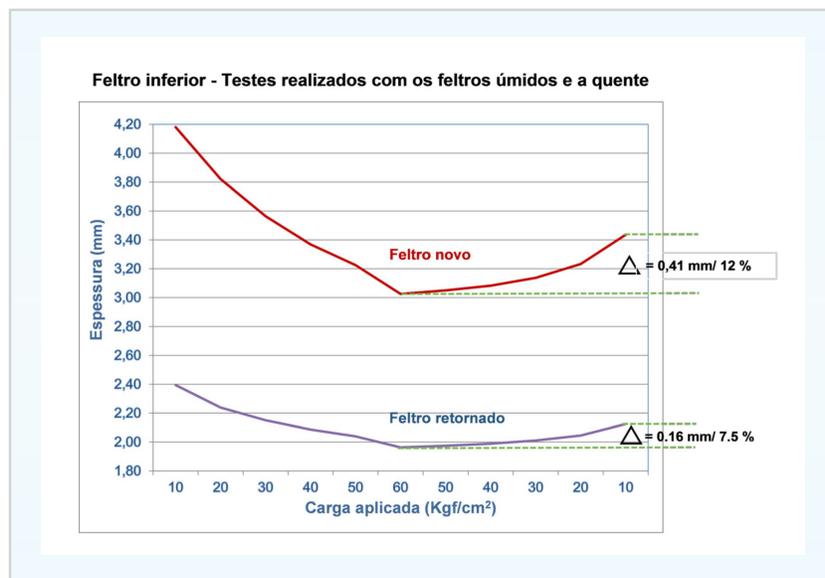


Gráfico 3: Feltro inferior – testes realizados com os feltros úmidos e a quente.



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.

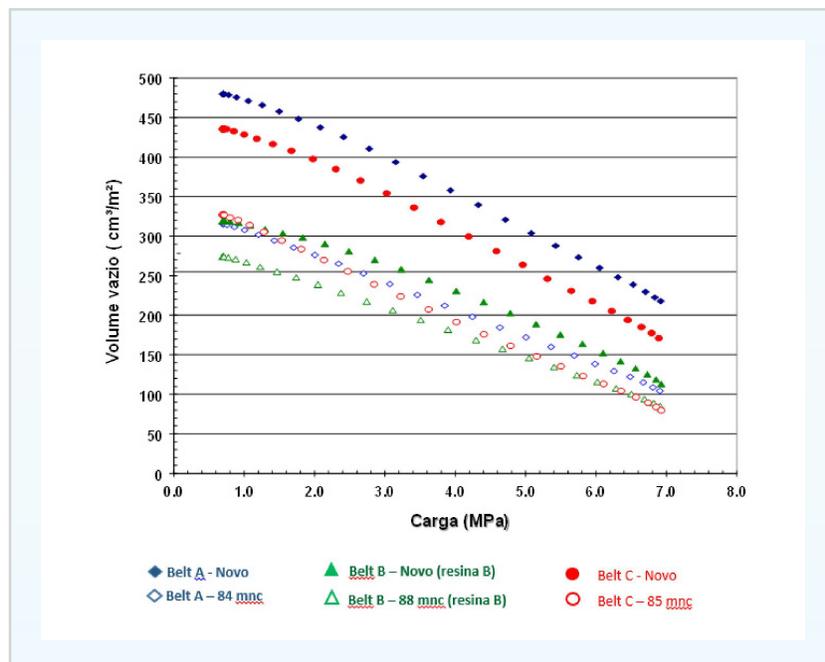


Gráfico 5: Volume vazio x carga aplicada.

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<sup>2</sup>) = gramatura seca folha x 100 x (1/ teor seco entrada prensa (%) – 1/ teor seco saída prensa (%))

Exemplo:

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

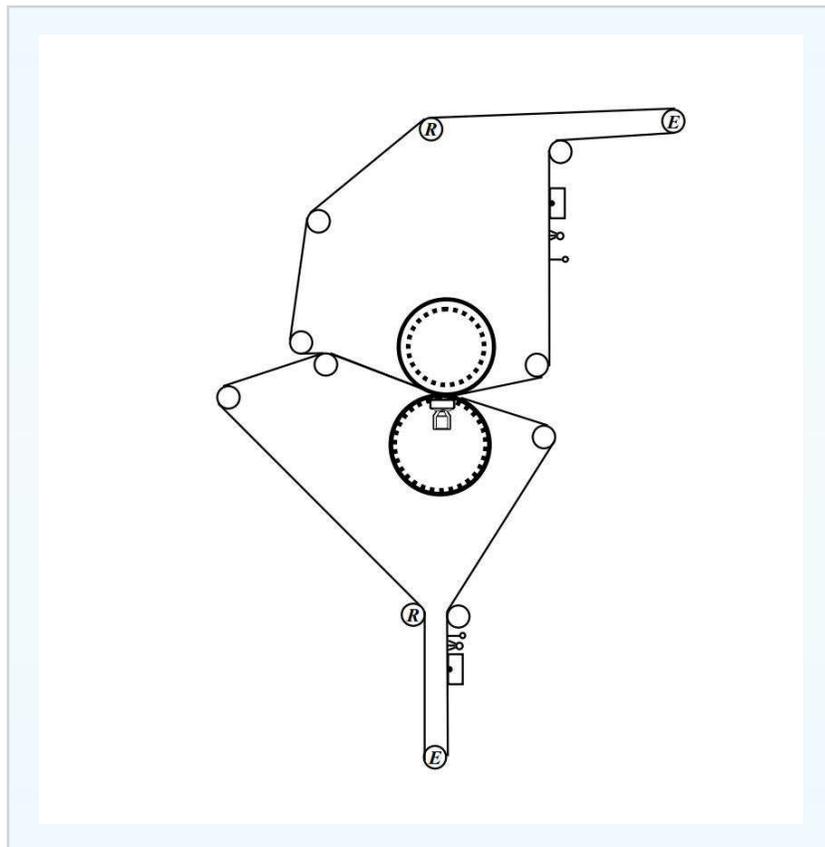


Figura 4: Esquema de terceira prensa típica de máquina de celulose.

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.

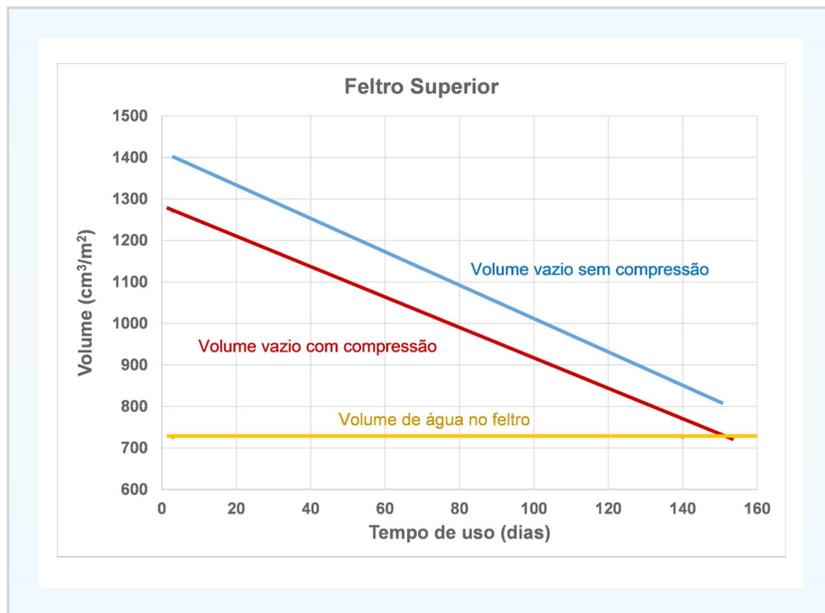


Gráfico 6: Volume vazio x carga aplicada.

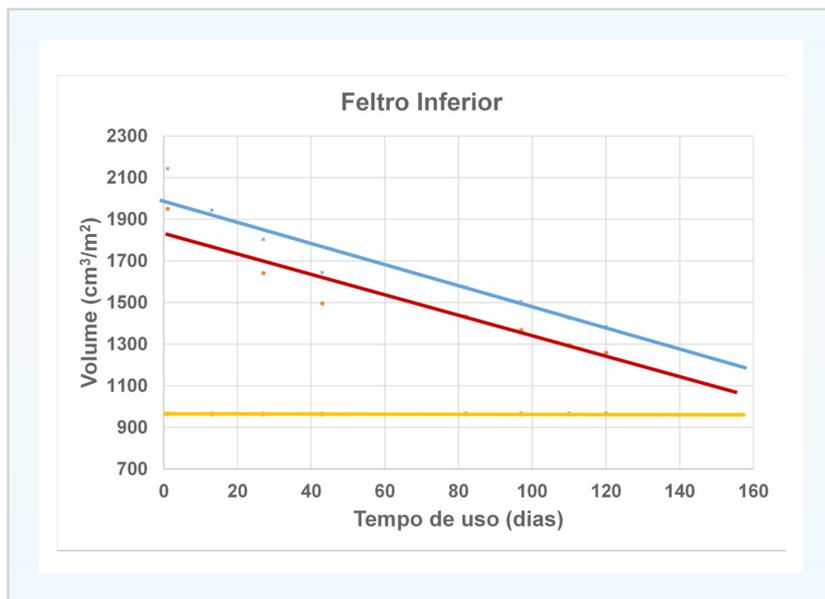


Gráfico 7: Volume vazio x carga aplicada.

## 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](mailto: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](http://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](mailto: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.