



■ Evolução dos feltros *tissue*

O objetivo deste trabalho é mostrar a evolução tecnológica dos feltros em sintonia com a modernização das máquinas que produzem papéis *tissue*, acompanhando a tendência mundial de requerimentos de produção, qualidade e consumo de energia.

Nota: *Papéis tissue => Papéis para fins sanitários*

O consumo per capita de papéis *tissue* no Brasil passou de 3,3 quilos em 1999 para 4,5 quilos em 2008, ficando próximo de 5,5 quilos/habitante nos dias de hoje. Para se ter ideia do potencial de crescimento para este segmento de papel, nos Estados Unidos o consumo atual é 24 quilos/habitante e, no Chile, 10 quilos/habitante.

Em 2011, a produção de papéis *tissue* foi da ordem de 972 mil toneladas, e a previsão de crescimento do consumo é de 300 mil toneladas para os próximos cinco anos, refletindo a contínua tendência de crescimento para este segmento de papel no Brasil.

Em consonância com essas perspectivas favoráveis, temos hoje mais de seis projetos de novas máquinas em andamento.

Fonte: VALOR ECONÔMICO, 23 DE JULHO DE 2012.

A tendência mundial para a produção de papéis *tissue* aponta para:

- maior eficiência com um arranque mais rápido, mantendo um desempenho estável, sem quebras e com uma adequada formação e resistência.
- maiores produções e velocidades, chegando a alcançar o recorde de 2210 m/min (Tabela 1) ao mesmo tempo em que mantém-se a demanda pela estabilidade das vestimentas com o aumento do consumo e produção.
- menor custo pela redução do consumo de energia e água fresca.
- produtos com maior qualidade e valor agregado como papéis *Premium & ultra quality*.
- consolidação da configuração *CrescentFormer* e novos conceitos de máquina (Tabela 2).

Enquanto a tendência para as propriedades do papel apontam para:

- Maior suavidade advinda da seleção adequada das fibras, grau de refinação, produtos químicos, tratamento das fibras, formação, prensagem e taxa de crepe.
- Maior *bulk* (volume), maior absorção de água e resistência.

Empresa	Planta	País	Máquina			Velocidade (m/min)	Largura (m)	Produção (t/ano)	Data	
			#	Tipo	O&M				Start Up	Recorde
HAYAT KIMYA	Yeniköy	Turquia	2	CF	Metso	2210	5,60	70.000	dez/10	jun/2012
SCA	Neuss	Alemanha	2	Twin-wire	Beloit	2200	5,20	55.000	jun/04	feb/2010
FAPSA	San Francisco	México	4	AD DTC	Metso Paper	2160	2,60	30.000	jun/06	jul/2009
Lontar Papyrus (APP)	Jambi	Indonésia	1	CF	Andritz	2125	5,50	60.000	mar/98	jul/2007

Tabela 1: Recordes de velocidade

A todo o momento chegam notícias informando a respeito de novas máquinas com maiores velocidades e produções, o que só reforça a tendência de crescimento neste segmento.

País	CF	Shoe Press	TW	Atmos	TAD
Brasil	35	1	-	-	-
América do Sul	28	-	4	1	1
México	21	1	2	-	2
Canadá	6	3	6	1	2
Estados Unidos	35	3	45	1	35
Total	125	8	57	3	40

Tabela 2: Tipos e quantidades de máquinas *tissue* por país

Em 2008 ~ 80 CrescentFormers

Configuração da máquina – prensagem

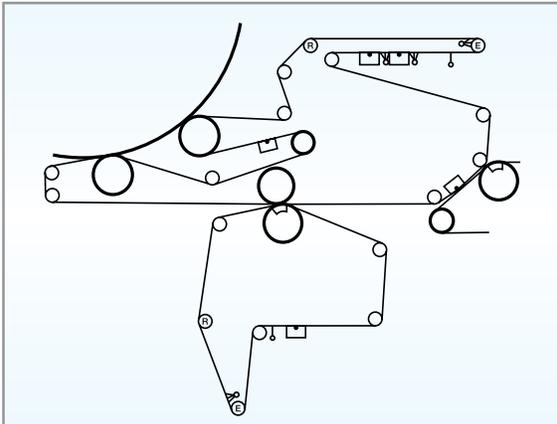


Figura 1: Fourdrinier + duplo feltro + prensa dry press

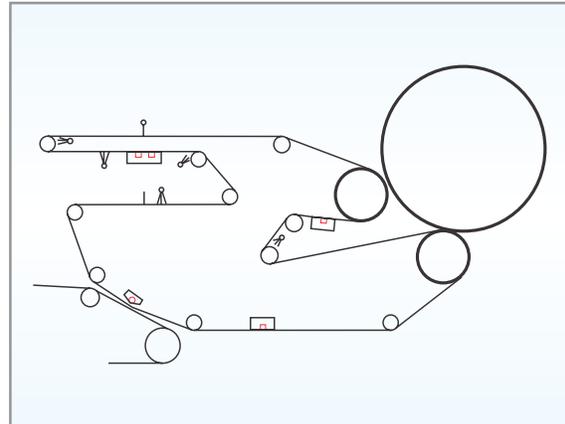


Figura 2: Fourdrinier + prensa dry press + prensa venta nip

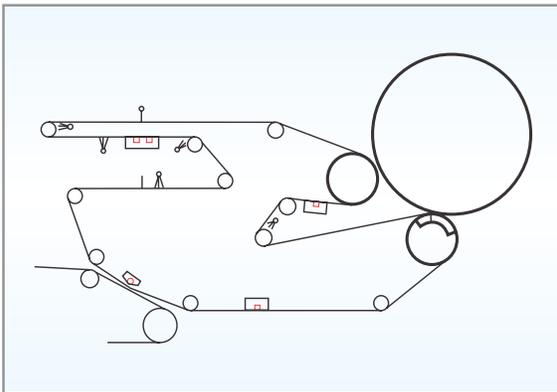


Figura 3: Fourdrinier + rolo prensa com sucção + prensa dry press

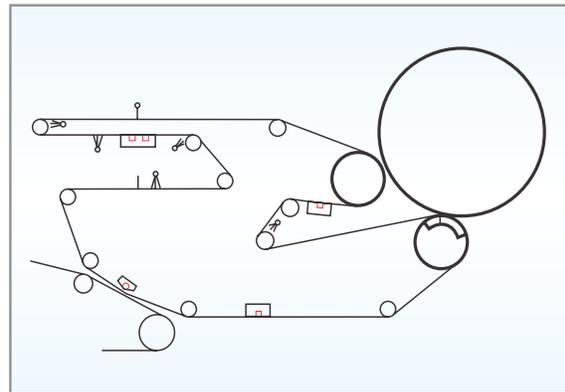


Figura 4: Rolo inclinado com sucção + rolo prensa com sucção + prensa dry press

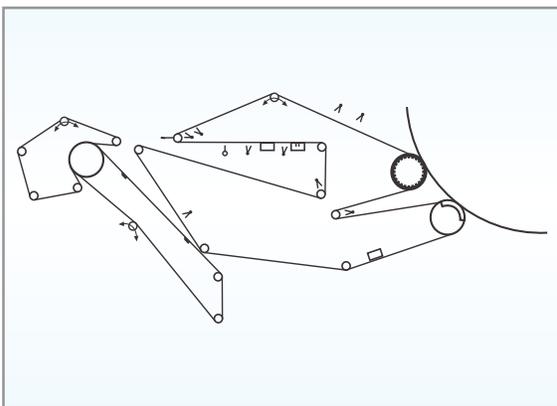


Figura 5: Tela formadora dupla + rolo prensa com sucção + prensa dry press

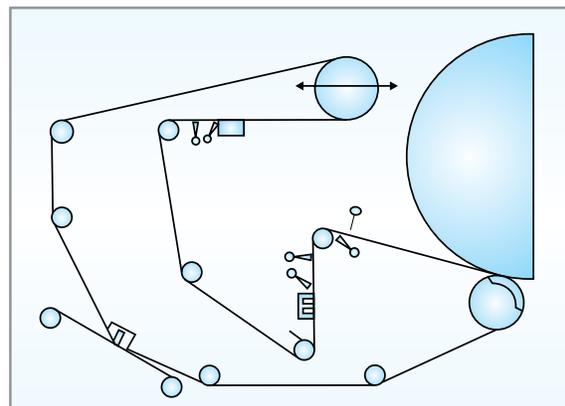


Figura 6: Tela formadora dupla + rolo prensa com sucção + prensa dry press

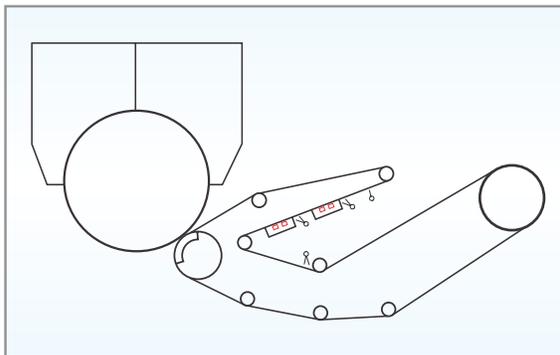


Figura 7: CrescentFormer (CF) + rolo prensa com sucção

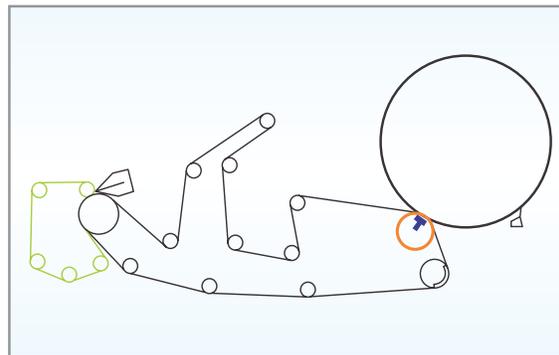


Figura 8: CrescentFormer (CF) + SR (suction roll) + shoe press (SP)

A configuração de máquina *CrescentFormer* (CF) com um rolo prensa com sucção (RPS) tem se consolidado no mercado ao atender aos requerimentos de custo, qualidade, produção e versatilidade. Papéis com melhores características e qualidades podem ser obtidos através da utilização das configurações *through-airdried* (TAD) ou *shoe press*.

O processo de fabricação do papel *tissue* consiste no desaguamento de uma solução aquosa de fibras de celulose de baixa consistência na seção de formação e prensagem, sendo o excedente de água removido por evaporação no conjunto *Yankee/Capota*. Doravante nos ateremos à descrição dos componentes da estrutura de um feltro e as características inerentes para a produção de papéis *tissue*.

Estrutura do feltro - tipos de fios

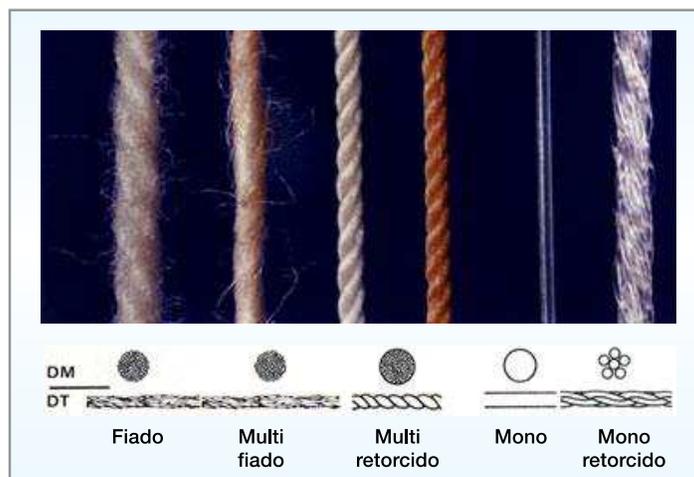


Figura 9: Tipos de fios

Os fios são utilizados para se obter a estrutura da base do feltro e podem variar de acordo com as características que se está buscando.

Desta forma, fios fiados retorcidos geram estruturas mais compressíveis, enquanto que fios monofilamento, retorcidos ou não, resultam em maior resiliência e resistência à compactação, além de minimizar o acúmulo de material de entupimento.

Estrutura do feltro - número de lajes

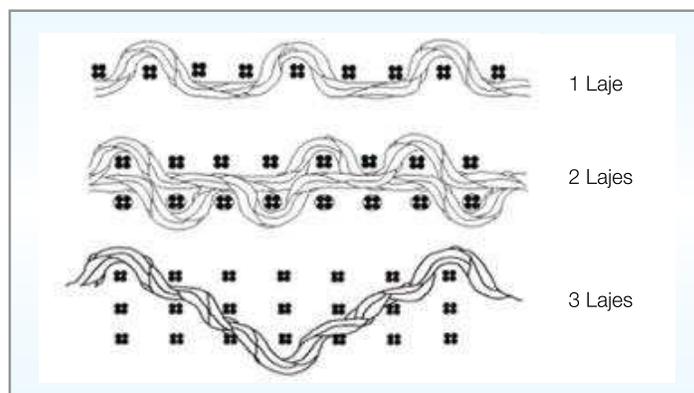


Figura 10: Número de lajes

Do entrelaçamento dos fios podemos obter estruturas de bases de uma, duas ou até três lajes, laminadas ou não, com maior ou menor volume ativo e resistência à compactação.

Estrutura do feltro - tamanho das fibras

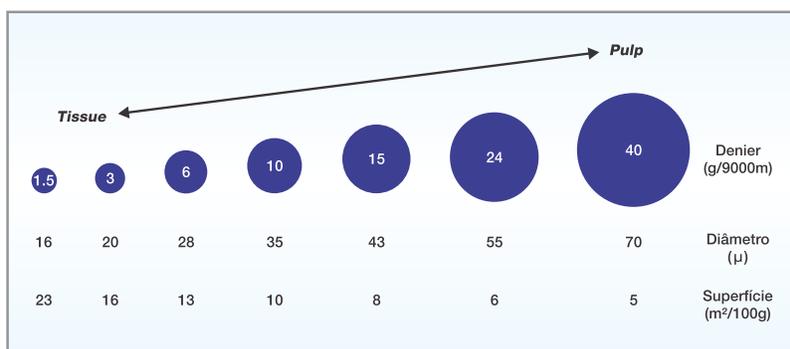


Figura 11: Tamanho das fibras

Estrutura do feltro - fibras antes e após o processamento

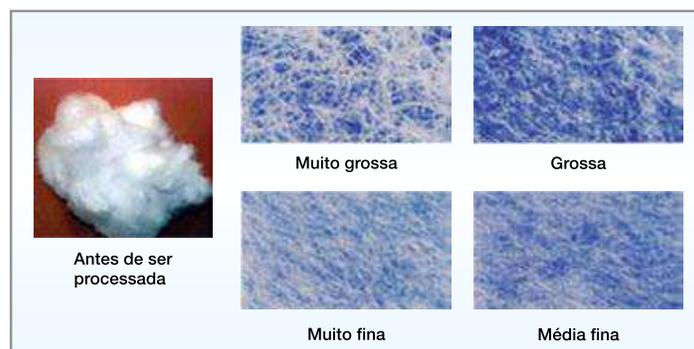


Figura 12: Fibras antes e após o processamento

Estrutura do feltro - estratificação e benefícios das fibras

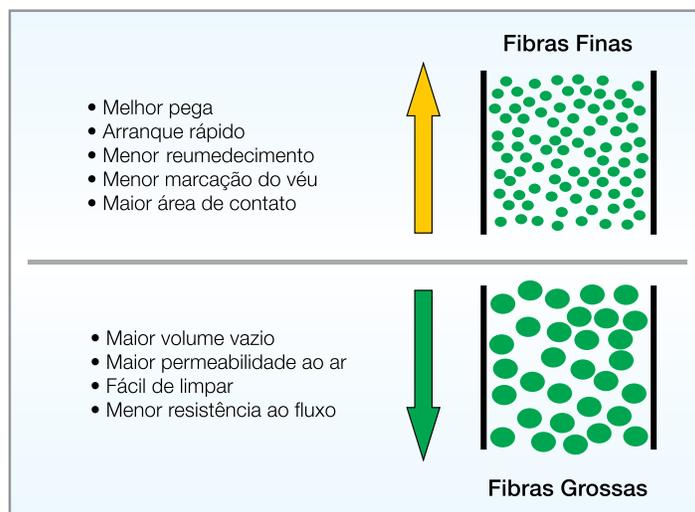


Figura 13: Estratificação e benefícios das fibras

Os feltros utilizados para a fabricação de papéis *tissue* usam predominantemente fibras finas e médias em face da necessidade básica de se evitar o reumedecimento e o entupimento prematuro, além de maximizar a área de contato com o *Yankee*.

De acordo com a figura 13, ao se utilizar somente fibras finas, obtém-se um arranque mais rápido (*BIT = break in time*), menor reumedecimento e maior área de contato mas, com a desvantagem de favorecer a ocorrência de entupimento prematuro. Por outro lado, se utilizarmos somente fibras médias e grossas, perde-se em desempenho quanto aos dois primeiros, mas minimizamos o impacto do entupimento. Em resumo, temos de encontrar um ponto de equilíbrio quanto à seleção das fibras para que todos os requerimentos de desempenho sejam adequadamente atingidos.

Estrutura do feltro - diagrama

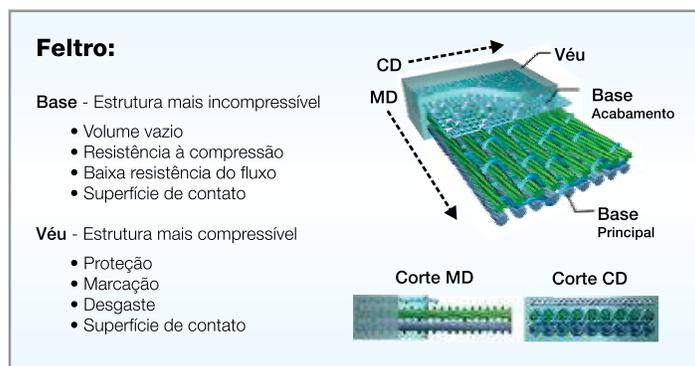


Figura 14: Estrutura do feltro - diagrama

Basicamente, o feltro é composto por uma base obtida pelo entrelaçamento de fios, que tem por finalidade gerar o volume ativo adequado, a resistência à compressão e a baixa resistência ao fluxo com a maior e mais uniforme superfície de contato possível.

O véu, que é composto por fibras de diferentes tamanhos, tem por finalidade proteger a base, minimizar a marcação, promovendo a maior área de contato possível e o menor reumedecimento e entupimento.

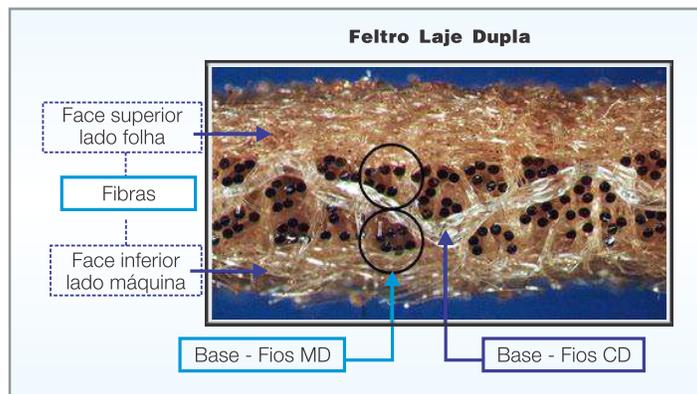


Figura 15: Estrutura do feltro

Funções do feltro

A função essencial do feltro ao passar pelo *nip* é fornecer o adequado volume vazio (Figura 16) para receber a água da folha, mantendo a máxima uniformidade na distribuição da pressão (Figura 17) aplicada sem causar reumedecimento e acompanhamento da folha na saída (Figura 18).

De uma forma geral, temos os seguintes requisitos para o feltro:

- Uma melhor distribuição uniforme de pressão no *nip* possibilita:
 - Maior área de contato com o *Yankee*
 - Melhor transferência de calor entre *Yankee*/folha
 - Maior secagem
 - Melhor perfil de umidade
- Menor reumedecimento
- Estabilidade ao longo da vida
- Fácil de condicionar e limpar
- Rápido arranque/partida

Um feltro muito aberto ou desgastado favorecerá o reumedecimento, enquanto que um feltro muito fechado ou entupido tenderá a carregar a folha na saída da prensa (Figura 18). Vale ressaltar que bolhas na entrada da prensa ocorrem com baixa frequência.

À medida que aumenta a velocidade das máquinas tem-se uma redução do tempo disponível para realizar a adequada compressão do conjunto feltro/folha contra o *Yankee* e o seu respectivo desaguamento, exigindo que o feltro desempenhe suas funções da forma mais eficiente possível. Aumentos na eficiência de desaguamento representam redução no consumo de energia, onde torna-se possível aplicar a proporcionalidade de ganho de 4% no consumo de vapor para cada 1% de aumento de teor seco (Gráfico 1).

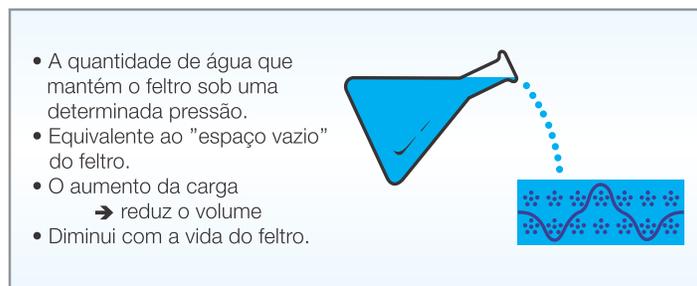


Figura 16: Volume vazio

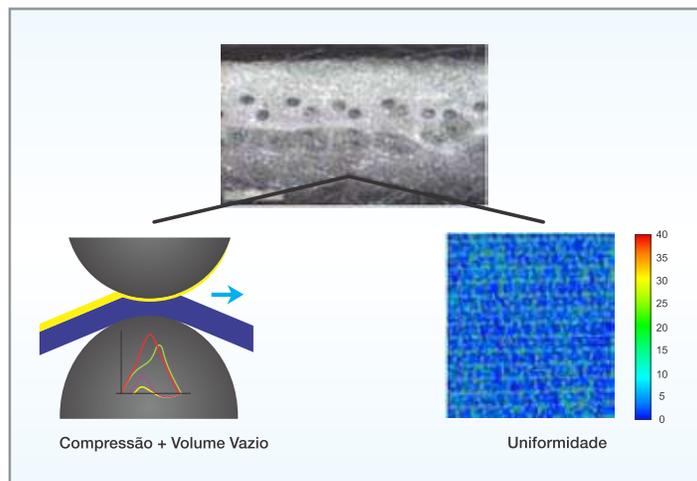


Figura 17: Distribuição uniforme da pressão

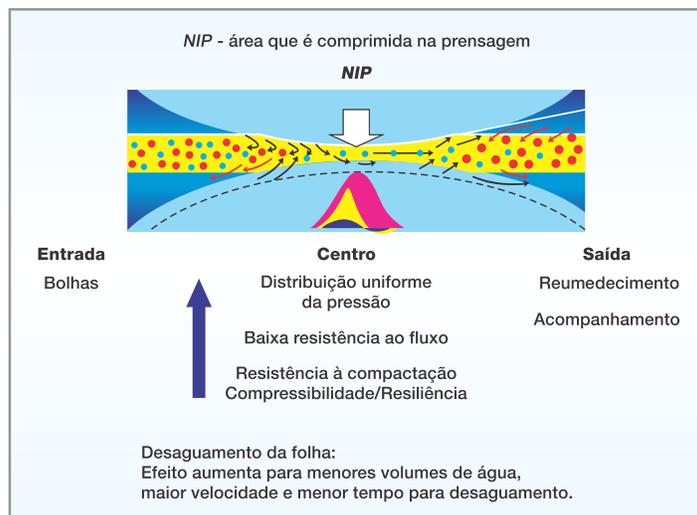


Figura 18: Funções do feltro – desaguamento na prensa

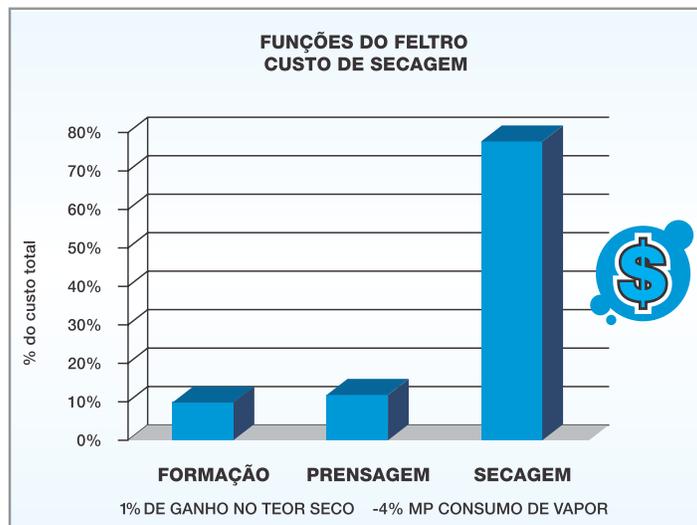


Gráfico 1: Custo de secagem do feltro

O primeiro feltro sintético foi produzido em 1942 e, desde então, tem se observado uma **evolução tecnológica** (Figuras 19 A e B) permanente para manter a eficiência das máquinas a cada novo conceito de prensagem desenvolvido (Figuras 1 a 8).

Os feltros com estruturas convencionais de laje simples, dupla e de três lajes laminadas estão sendo substituídos por novas tecnologias, que possibilitam melhores resultados de desempenho quanto à estabilidade de máquina, redução no consumo de energia, maior produtividade, melhor perfil de umidade e qualidade do papel.

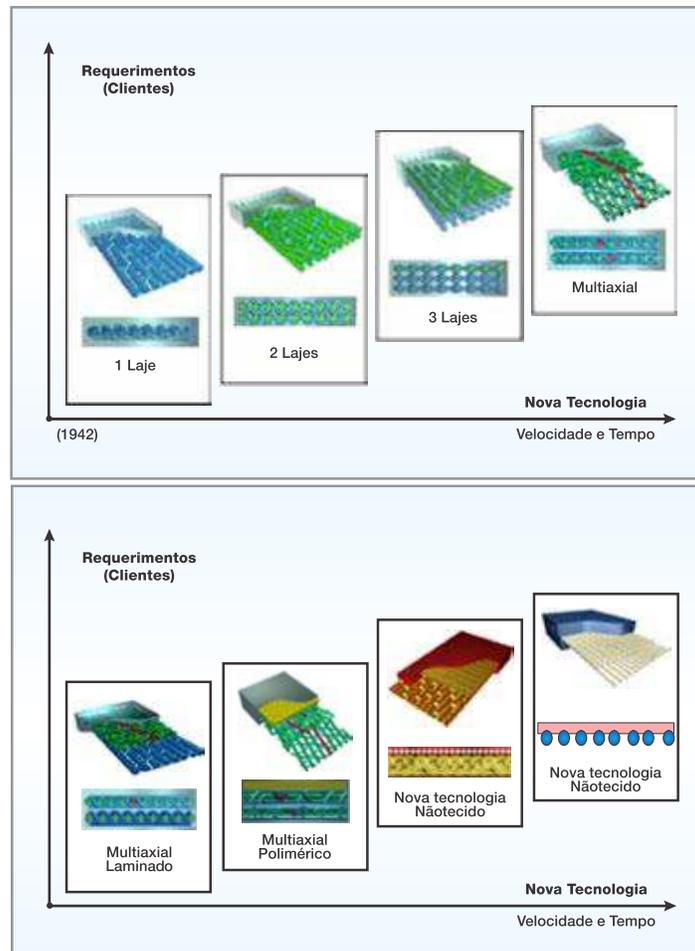


Figura 19 A e B: Evolução da tecnologia

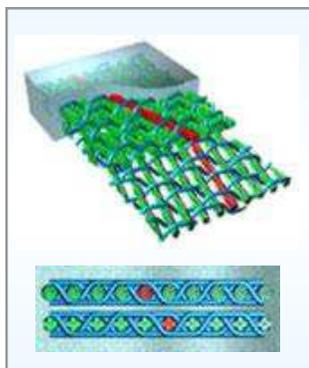


Figura 20: Feltro multiaxial

O primeiro exemplo da evolução tecnológica vem na forma dos feltros com estruturas multiaxiais que permitem a utilização de bases diferenciadas. Enquanto a base superior, por ser mais fina e plana, maximiza a área de contato para uniformizar a distribuição da pressão, a base inferior, por ser mais robusta, provê o adequado volume vazio e resistência à compactação.

Como os fios estão dispostos em ângulo e orientados em quatro direções diferentes, evita-se o colapso (Figura 21) da estrutura, aumentando-se a resistência à compactação e mantendo-se o desaguamento mais estável ao longo da vida com conseqüente melhor perfil de umidade.

Outro benefício desta estrutura é uma curva de arranque (Figura 22) mais rápida e estável ao longo da vida.

A utilização de uma camada de fibras mais finas (Figura 23) na face superior, juntamente com um processo de agulhamento especial, permite reduzir o tempo da curva de arranque como benefício mais premente, além do potencial para melhorar o teor seco e o perfil de umidade da folha, como também evitar que partículas pequenas penetrem na estrutura, reduzindo o entupimento. Um controle especial deve ser feito para evitar a aplicação de pressões mais elevadas no chuveiro de alta pressão, a fim de preservar a integridade da superfície.

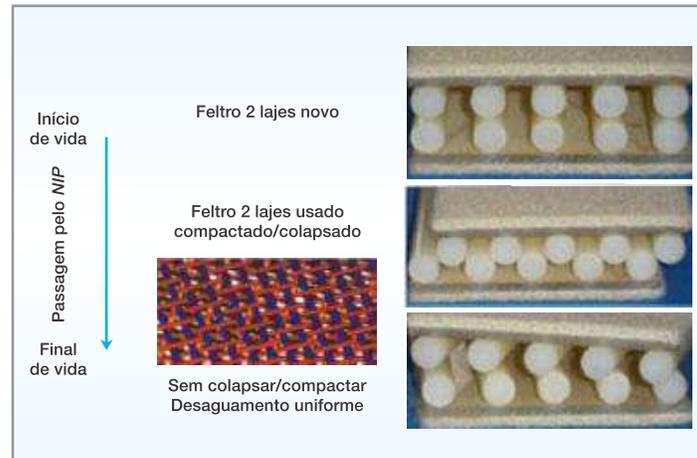


Figura 21: Compactação e colapso

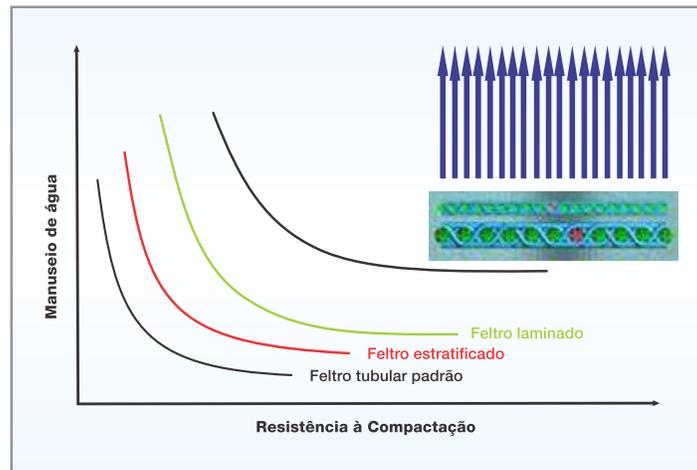


Figura 22: Curva de arranque

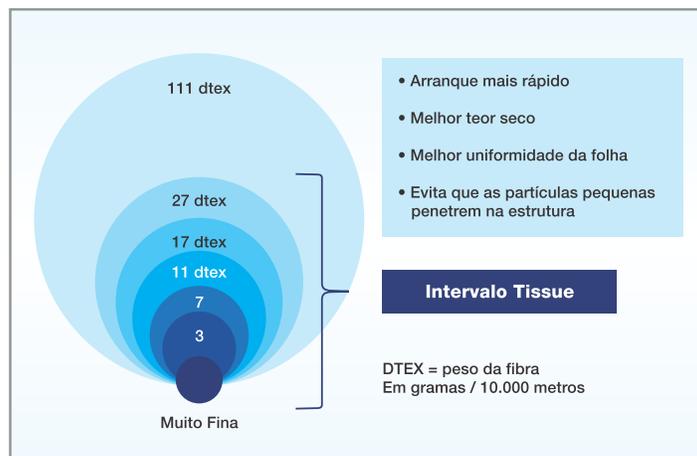


Figura 23: Fibras + agulhamento especial

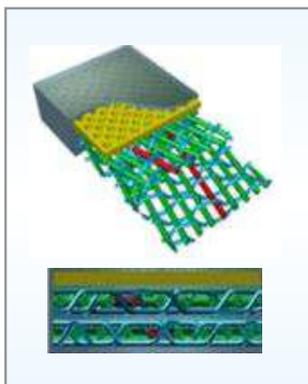


Figura 24: Feltro multiaxial polimérico

Nossa próxima **evolução tecnológica** (Figuras 19 A e B) nos leva a uma fusão das características e benefícios da tecnologia multiaxial ao de componentes poliméricos, que em primeiro lugar maximizam a redução do reumedecimento com uma excelente distribuição uniforme da pressão, promovendo o aumento do teor seco e a redução no consumo de energia. Como a superfície resultante é extremamente uniforme e plana, obtém-se um ótimo perfil de umidade.

O fluxo de água ocorre através de uma área aberta (Figura 25) com geometria especial que favorece o desaguamento somente em uma direção.

Testes de compactação (Gráfico 2) em laboratório mostraram uma excelente manutenção da espessura (volume ativo).

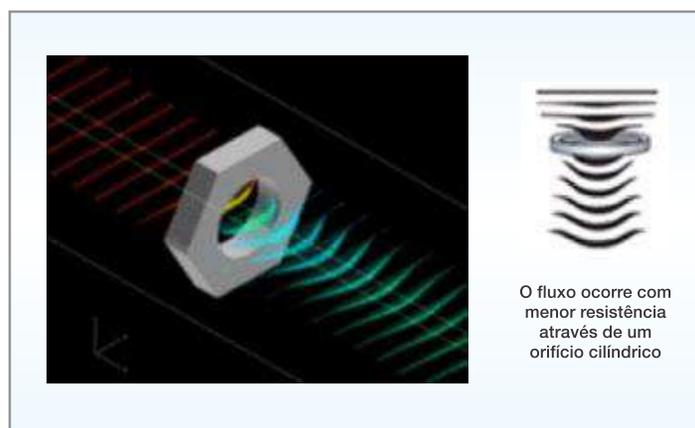


Figura 25: Fluxo através da área aberta

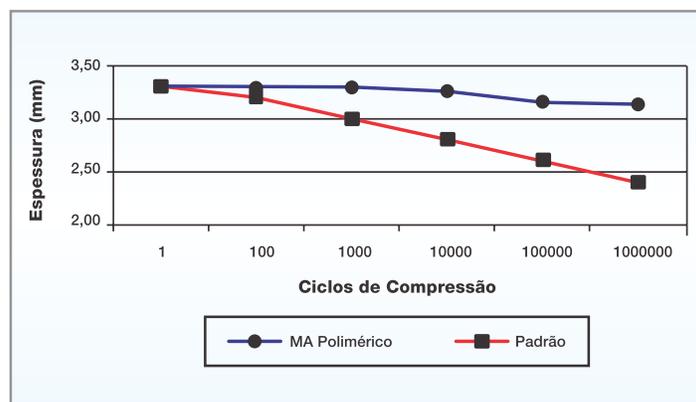


Gráfico 2: Conservação de espessura

Muitas máquinas apresentam um elevado grau de dificuldade para o procedimento de troca do feltro, o que põe em risco a segurança dos operadores envolvidos e gera a possibilidade de danos nos componentes da máquina.

Esta condição inerente de risco levou a busca por uma tecnologia de feltros com emenda, quando então não seria mais necessário desmontar e movimentar componentes da máquina. A solução veio na forma de uma emenda com maior densidade e uniformidade dos *loops*, contribuindo de forma significativa para a maior resistência e consolidação desta região.

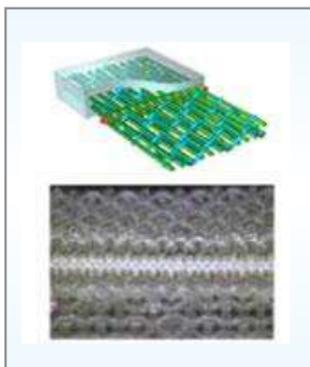


Figura 26: Tecnologia com emenda

A principal restrição ao uso de feltros com emenda permanece em relação ao possível surgimento de marcação mecânica e/ou de desaguamento da emenda que poderiam provocar a quebra da folha na raspa ou quando da conversão das bobinas.

Os feltros recentemente instalados obtiveram bons resultados, especialmente quanto à marcação, indicando o potencial desta tecnologia e encorajando a busca por melhorias que viabilizem e consolidem sua utilização.

Até agora as tecnologias apresentadas consolidaram seu desempenho pela uniformização da pressão aplicada no *nip*, gerando maior área de contato e melhor transferência térmica, com menor reumedecimento. A eficácia do desaguamento ficou por conta da baixa resistência ao fluxo dessas estruturas.



Figura 27: Nova tecnologia não-tecido

A utilização de tecnologias mais avançadas permitiu o desenvolvimento de estruturas mais compressíveis na face superior do feltro, simulando canais no sentido longitudinal da máquina, como se a todo instante a parte de uma prensa ventilada estivesse presente no *nip*. Com isso, a resistência ao fluxo foi tremendamente minimizada, proporcionando um excelente desaguamento e teor seco.

O maior fluxo no *nip* contribui para arrastar o material de entupimento, mantendo a estrutura limpa e requerendo menor quantidade de intervenções para a limpeza do feltro.

Os perfis de umidade da folha tornaram-se mais uniformes em decorrência da superfície mais plana desta estrutura, conforme demonstrado na figura a seguir (Figura 28).

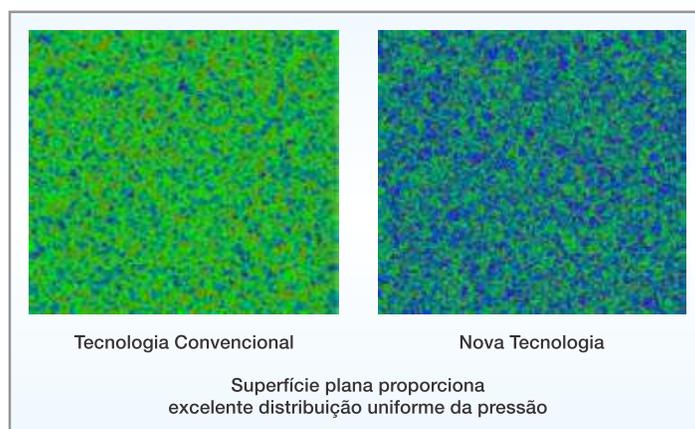


Figura 28: Diferença da superfície plana das folhas

A tecnologia anterior comprovou e consolidou excelentes desempenhos, levando a novos desenvolvimentos que geraram uma estrutura isenta de entrelaçamentos de fios, tanto na face superior quanto na inferior. Com isso, foi possível aumentar a compressibilidade do feltro com maior redução na resistência ao fluxo, mantendo elevada a uniformidade da superfície e a distribuição de pressão, como também permitindo alcançar benefícios positivos quanto ao rápido arranque, ao maior teor seco, ao menor consumo de energia e à maior produtividade.

A figura 30 mostra um resumo das soluções em tecnologias frente às demandas de aumento de velocidade, de melhora do perfil da folha, de rápido *start up* e de maior teor seco.

Se buscamos maior resistência à compactação, usamos a tecnologia multiaxial.



Figura 29: Nova tecnologia nãotecido

A uniformidade na distribuição da pressão é atendida pela tecnologia de nãotecido.

Demandas por superfícies mais uniformes são atendidas por tecnologia de processos avançados.

Segurança e facilidade de instalação são plenamente atendidas pela tecnologia com emenda.

Mesmo que estejamos utilizando a mais recente tecnologia em feltros, não podemos nos esquecer de quão importante é o adequado condicionamento do feltro, para mantê-lo operando estável e com elevada produtividade.

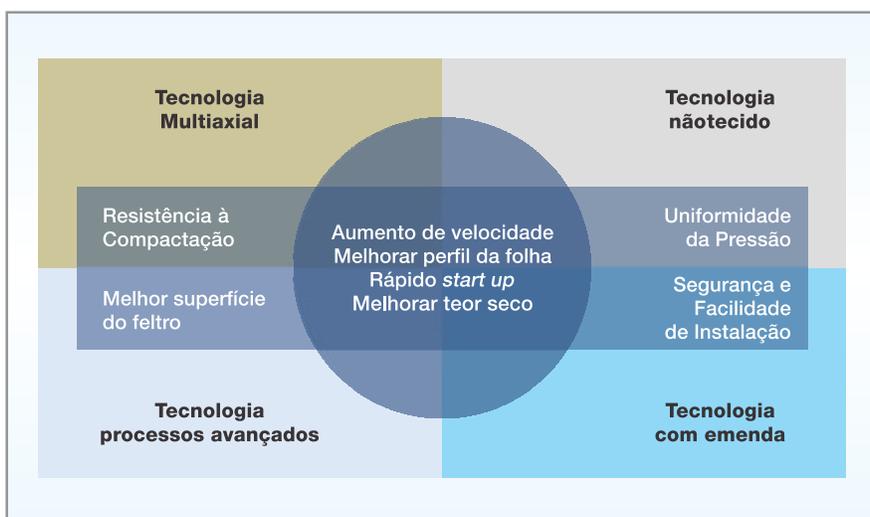


Figura 30: Soluções frente às demandas

Perfil do autor:

Norberto José de Matos é formado em Engenharia Química pela FURB (Blumenau, SC) com Pós-graduação em Gerenciamento de Marketing pela FURB/INPG (Blumenau, SC), MBA em Gestão Empresarial pela FGV (Blumenau, SC) e Programa de Capacitação para Resultados pela FDC (Belo Horizonte, MG). Iniciou suas atividades em 1988 como Laboratorista e hoje atua como Coordenador de Aplicação Técnica, com ênfase na aplicação de feltros úmidos para o mercado de papel *tissue*.

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

Órgão Informativo de Albany International Brasil - Setembro de 2012 - Albany International Tecidos Técnicos Ltda. - www.albint.com.br - 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: Daniel Justo, Fábio J. Kühnen, Harlei A. Erdmann, Michele L. Stahnke, Sérgio Dickmann e Tatiana M. Stuart - 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.