

momento **TÉCNICO**

PUBLICAÇÃO TÉCNICA ALBANY INTERNATIONAL/ANO 02/NÚMERO 04/OUTUBRO 2003



veja nesta edição:

PAPELÃO ONDULADO

Artigo

FILTRAÇÃO LÍQUIDA

Artigo

**PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO**
na Albany International

Pesquisa

INSTITUCIONAL

Albany International conquista
importante certificação

“**Condicionamento
dos feltros
pelas caixas
de Sucção**”

Artigo p. 3



CAPA: Condicionamento dos feltros pelas caixas de sucção

Artigo:
Condicionamento de feltros **03**

Artigo:
Papelão Ondulado **07**

Artigo:
Separação sólido-líquido: conceitos de filtração **10**

Pesquisa:
Pesquisa e desenvolvimento **14**

Institucional:
Albany International Brasil conquista importante certificação **16**

Meio Ambiente:
Dicas para você separar o seu lixo para a coleta seletiva **16**

Eis mais uma edição do nosso periódico! Nesta, o prazer foi redobrado pois estamos comemorando o primeiro ano de existência, e porque não dizer - de sucesso. Os assuntos que selecionamos para este momento continuam em torno da formação de valor para os nossos clientes. Vale aqui, mais uma vez, agradecer o apoio e a contribuição que temos recebido dos nossos leitores que assim nos ajudam a tornar nosso periódico mais interessante e proveitoso. O rito de formulação e formatação do nosso momento técnico permitiu o desenvolvimento de várias idéias oportunas para os nossos clientes. E, nesta edição, apresentamos a equipe editorial que tem procurado transformar em temas as

necessidades e desejos dos clientes, com o objetivo de promover uma reflexão sobre a importância do conhecimento e da troca de informações. Além da continuação do tema

relativo a feltros, desta vez sobre Condicionamento, outros destaques são os artigos sobre Filtração Líquida e Papelão Ondulado, onde mostramos a interação com os nossos desenvolvimentos e produtos. Ratificando o compromisso Albany com os clientes e meio ambiente, apresentamos também, os assuntos de Pesquisa e De-

senvolvimento de Produtos e a interação de nossos sistemas de qualidade e meio ambiente, através do Sistema Integrado de Gestão Albany - SIGA. Desejamos a todos os leitores um bom proveito!

“O rito de formulação e formatação do nosso momento técnico permitiu o desenvolvimento de várias idéias oportunas para os nossos clientes”



Equipe editorial:

da esquerda para a direita - Daniel Justo, Fabiana Krauss, Henrique Sommerfeld, Marise Hahnemann, Fábio Kuhnen, Fabiana Piske, Mario Alves Filho



Eng. Julio Cezar de Freitas
Eng. de Serviços - Albany International, Indaial - SC - Brasil

ARTIGO

Condicionamento de feltros

A importância do desaguamento dos feltros através das caixas de sucção

Os sistemas atuais de condicionamento de feltros resumem-se basicamente em chuveiros de baixa e alta pressão, chuveiro químico ou detergente e caixas de sucção. Os elementos condicionadores têm sua função específica. E, neste trabalho, discutiremos "o condicionamento de feltros através das caixas de sucção". Nas Figuras 1 a 3 estão representados esquematicamente os elementos condicionadores e a localização sugerida na seção de prensas das máquinas em geral.

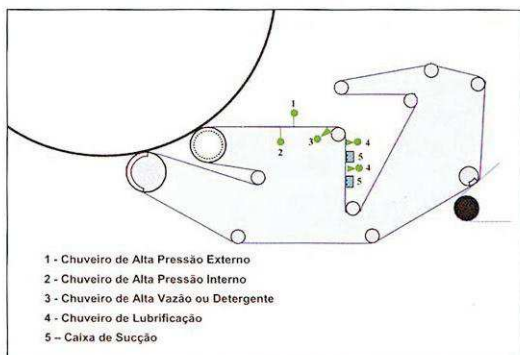


Fig.1: Sistema de Condicionamento (prensagem Tissue)

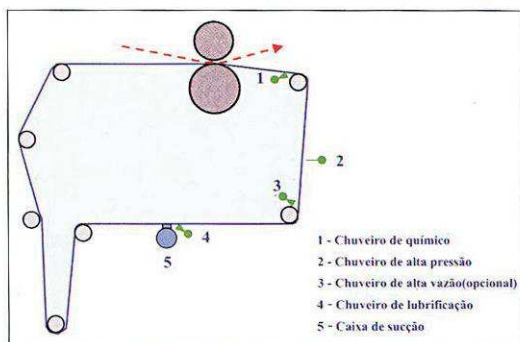


Fig.2: Sistema de Condicionamento (prensagem geral)

Na Figura 3 está representado o sistema de condicionamento sugerido para "feltros com emenda". Comparativamente, na Figura 2, temos basicamente duas alterações: o chuveiro de alta pressão e a cobertura da caixa de sucção.

Para a conservação do flap na região da emenda, recomenda-se a substituição do bico do chuveiro de alta pressão de agulha para leque, bem como a troca das coberturas das caixas de sucção de rasgo reto para tipo espinha de peixe.

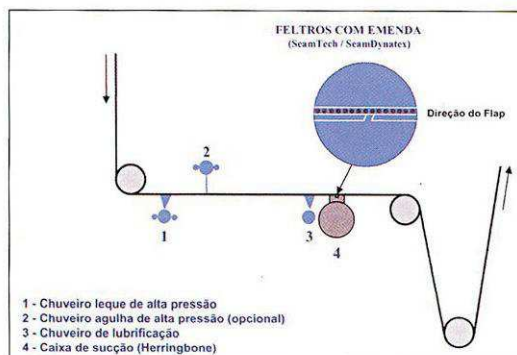


Fig.3: Sistema de condicionamento (feltros com emenda)

Condicionamento dos feltros através das caixas de sucção

Para estimar corretamente o fluxo específico de ar e tempo de permanência que um feltro requer para desaguamento e limpeza eficientes, deve-se conhecer a matéria-prima e aditivos utilizados para o papel produzido, estilo e gramatura dos feltros, e o conceito de prensagem nos quais estão aplicados para a velocidade máxima da máquina.

Um dos fatores mais importantes a ser considerado para o cálculo do fluxo de ar é o tempo de permanência. Quanto maior for o tempo para condicionamento do feltro a uma força motriz média especificada, melhor é a

eficiência de desaguamento e conseqüentemente mais efetivos serão os recursos utilizados para limpeza dos contaminantes presentes no feltro.

Estudos recentes para máquinas de alta velocidade e experiências de campo demonstraram que nas primeiras posições os valores de tempo de permanência devem ser fixados entre 2 a 4 milissegundos (ms). Valores abaixo de 2ms e caixas de sucção com fendas inferiores a 12mm poderiam gerar um condicionamento pobre, mesmo que a força motriz estivesse nos níveis recomendados. Em função da espessura do feltro e velocidade da máquina, caixas de sucção estreitas formariam pontes em detrimento ao desaguamento do feltro.

$$T_p = \frac{L_{tf} \times 60}{V_p}$$

T_p – tempo de permanência (ms)
 L_{tf} – largura total das fendas (mm)
 V_p – velocidade das prensas (m/min)

O tempo de permanência a ser fixado depende da posição em que o feltro está aplicado e sua probabilidade de entupimento depende da matéria-prima, dos aditivos químicos e das cargas utilizadas no processo de fabricação do papel.

Baseado no conhecimento destes fatores e experiências de campo, recomendam-se como regra geral os seguintes tempos de permanência para a limpeza e desaguamento dos feltros:

Papéis de embalagem	1ª Prensa	2ª Prensa	3ª Prensa
Tempo de permanência	3,0-6,0	2,5-5,	2,0-4,0
Papéis de imprimir/escrever	Pick up	1ª Inferior	3/4ª Prensas
Tempo de permanência	2,5-3,5	2,5-4,	0-2,0
Máquinas de secagem (celulose)	1ª Prensa	2ª Prensa	3ª Prensa
Tempo de permanência	6,0-8,0	4,0-6,0	4,0-6,0
Papéis Tissue	Pick up	Inferior	
Tempo de permanência	2,0-3,0	2,0-3,0	

Nos anos 70, Edward F. DeCrosta estudou as variáveis que influenciavam no desaguamento dos feltros. As experiências de DeCrosta foram realizadas em uma máquina piloto, onde com mais de duas mil observações efetuadas com feltros de uma e duas lajes de 1000 a 1200g/m², foram definidas quatro variáveis fundamentais para o desaguamento dos feltros:

- Construção e permeabilidade dos feltros
- Conteúdo de água antes da caixa de sucção
- Tempo de permanência na caixa de sucção
- Capacidade do sistema de vácuo

As seguintes equações foram definidas através de regressão linear:

$$Q = \frac{0,069 \times (\Delta P)^{0,476} \times (T_p)^{0,110} \times (P)^{0,916}}{(m_1)^{0,62}}$$

$$m_2 = \frac{1,23 \times (m_1)^{0,819}}{(Q)^{0,024} \times (\Delta P)^{0,124} \times (T_p)^{0,096}}$$

Q = fluxo específico de ar na caixa de sucção (CFM/in²)

m_2 = massa de água após a caixa de sucção

P = permeabilidade original do feltro seco (CFM/ft²)

m_1 = massa de água antes da caixa de sucção

ΔP = diferencial de vácuo na caixa de sucção ("Hg)

T_p = tempo de permanência na caixa de sucção (ms)

A época das equações de DeCrosta foi de grande valia para estimar corretamente o fluxo específico de ar necessário para desaguamento dos feltros.

Considerando as alterações da construção e permeabilidade dos feltros, e o aumento de velocidade das máquinas, foi necessária a modificação da equação de DeCrosta para estimar o fluxo específico de ar correto para o desaguamento dos feltros multilajes atuais.

O fluxo específico de ar necessário para prover desaguamento eficiente para o tempo de permanência fixado, pode ser calculado das seguintes maneiras:

a) Estimando-se o valor de força motriz entre ranges de 60-95 l/cm²/min como regra geral, de acordo com a gramatura e espessura de feltros multilajes.

b) Através da equação modificada de De Crosta.

c) Considerando uma velocidade de ar dentro da caixa de sucção entre 8 a 14m/s.

Qualquer um dos métodos escolhidos resultará em valores próximos e de acordo com o requerido pelo feltro para boa eficiência de desaguamento.

Portanto, pode-se calcular a vazão de ar necessária para o desaguamento do feltro pelos métodos citados anteriormente, fixando-se o tempo de permanência e considerando as variáveis embutidas nos métodos para o cálculo do fluxo de ar:

• Velocidade máquina	(V_m)
• Gramatura do feltro	(g/m^2)
• Largura do feltro na caixa	(L_f)
• Permeabilidade do feltro novo	(P)
• Relação A/F antes caixas	(m_1)
• Diferencial de vácuo	(ΔP)
• Largura total fendas	(L_{ft})
• Tempo de permanência	(T_p)
• Nº de caixas de sucção	
• Área total das caixas de sucção	(A)

1º Método: considerando feltros multilajes de 1200 a 2400g/m², recomenda-se fluxo específico de ar entre 60-100 l/cm²/min.

$$Q_{total} = V_k \times A$$

V_k = fluxo específico de ar padrão

2º Método: pela equação modificada de De Crosta.

$$Q_{total} = V' \times L_f$$

$$V' = [L_{ft} (34,01 \sqrt{\Delta P} - 97,89_{m1} + 1,105P) + 95,93_{m1} - 55,91]$$

: 8

3º Método: considerando uma velocidade média dentro da caixa de sucção entre 8-12m/s.

$$Q_{total} = V' \times L_f$$

$$V' = V_k \cdot T_p \cdot V_m$$

V_k = velocidade de ar padrão

Os tipos de caixas de sucção mais utilizados são de superfície plana com fenda única ou dupla. O tipo do material de cobertura mais comum é o polietileno de alta densidade para máquinas mais lentas, e cerâmica nas máquinas mais velozes. A utilização da cobertura de cerâmica vem crescendo progressivamente pelas vantagens proporcionadas e pelo custo-benefício em determinadas máquinas, independente da velocidade.

As caixas de fenda única e com abertura de fenda de até 25mm estão ganhando espaço, devido à possibilidade de redução do número de caixas e melhor eficiência de limpeza e desaguamento, conforme demonstrado na Figura 4.

Efeito do tipo de caixa na eficiência do desaguamento

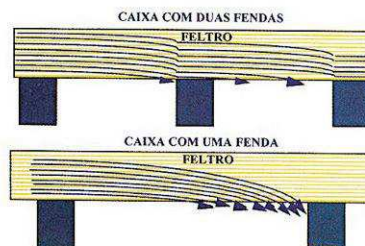


Fig.4: Desaguamento nas caixas com fenda simples e dupla

Na Figura 4 observa-se o deslocamento da água em caixas de sucção com uma e duas fendas. A largura total das fendas é a mesma nos dois casos. No desaguamento com fenda dupla verifica-se uma interrupção no processo de remoção de água, nivelando as curvas que possuem uma tendência acentuada em direção à face externa do feltro. Já na caixa de fenda única com a mesma largura total, o desaguamento é contínuo e mais eficaz.

Outra possibilidade seria o uso de caixas tipo espinha de peixe ou ziguezague, as quais além de fornecer um desaguamento contínuo e eficaz, têm a vantagem de evitar a deformação do feltro pelo vácuo nas caixas de fendas largas. Isto é muito importante principalmente no desaguamento de "feltros com emenda", pois em função do feltro operar plano sobre a cobertura da caixa de sucção, minimiza ou elimina o risco de desgaste do flap na região da emenda. Muitas fábricas que trocaram a cobertura das caixas de rasgo reto para as do tipo espinha de peixe tiveram aumentos significativos na vida útil dos feltros com emenda.

Portanto, as alternativas disponíveis no mercado quanto aos diferentes tipos de caixas de sucção e materiais de cobertura, permitem a escolha correta destas para o desaguamento eficaz e melhor desempenho dos feltros.

CONCLUSÃO

O correto dimensionamento do tempo e fluxo específico de ar, bem como o sistema de vácuo para condicionamento dos feltros, estão diretamente relacionados ao funcionamento da máquina.

O desaguamento eficaz dos feltros aplicados nos diversos conceitos de prensagem (correta relação de umidade antes do nip) resultará nos seguintes benefícios:

- Reduz a pressão hidráulica no nip.

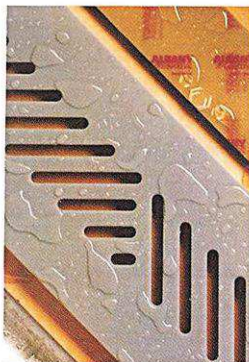


Fig.5: Caixa tipo espinha de peixe

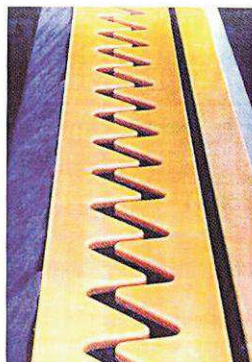


Fig.6: Caixa tipo zigueza-gue

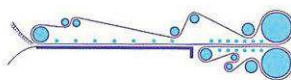
- Evita o esmagamento da folha causado pela elevada relação de umidade antes do nip.
- Reduz a velocidade de compactação do feltro, devido a menor pressão do fluido no centro do nip.
- Evita acidentes causados pelo acompanhamento de folha.
- Reduz as quebras da folha e paradas específicas para limpezas químicas.

• Aumenta a eficiência de prensagem e a vida dos feltros, em função dos benefícios citados anteriormente. Portanto, fica evidente **"a importância do perfeito dimensionamento do desaguamento dos feltros através das caixas de sucção"**, tanto nos novos projetos de prensagem quanto na adequação/otimização do condicionamento das máquinas de papel e secagem, de celulose em geral.

Referências:

- * CONDICIONAMENTO DE FELTROS PARA CONCEITOS ATUAIS DE PRENSAGEM (revisado em 2001) por Julio Cezar de Freitas, Engº Sênior de Prensagem - AI-Brasil.
- * CLEANING AND CONDITIONING OF MODERN PAPER MACHINE CLOTHING (revised in 1996) - Service Engineering-Albany International.
- * NEW GUIDELINES FOR DEWATERING EQUIPMENTS-PRESS SECTION(1996) - Ettore Gabriele - Albany International (Dieren).
- * CLEANING AND CONDITIONING OF PRESS FABRICS (1994) - Albany Engineered Systems (USA).
- * VACUUM NEEDS ARE MORE STRINGENT ON TODAY'S FAST MACHINES (1986) - David Salls'-Albany Engineered Systems (USA).
- * PAPER MACHINE VACUUM SELECTION FACTORS (revised in 1992) -TIS 0502-01-Tappi.
- * AIR FLOW REQUIREMENTS FOR CONDITIONING PRESS FELTS (1983) -TIS 0404-27-Tappi
- * EXPERIMENTALLY DETERMINED EQUATIONS FOR WATER REMOVAL-PRESS SECTION (1973) - Edward F. DeCrosta - Albany International.
- * DECROSTA SUCTION BOX DEWATERING EQUATIONS-UPDATE (1982) - Wesley E. Plaisted-Albany International (USA).

A lona corrugadora Dura Dry® Albany confere total uniformidade na **produção de papelão ondulado**. Constituída de fibras 100% sintéticas termofixadas, quimicamente modificadas, esta lona é capaz de resistir a altas temperaturas e atritos decorrentes do processo de secagem, além das emendas especiais para suportar a transferência de pressão.



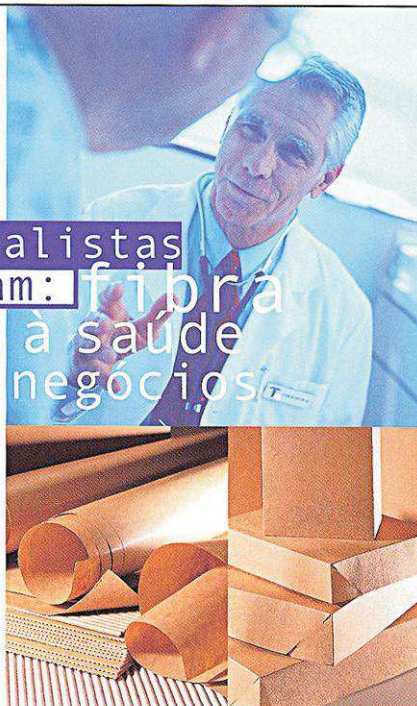
É a **Albany International**, oferecendo produtos e serviços, assegurando resultados e antecipando soluções para seus clientes.

Afinal, informação de especialista não se contesta: produtividade também faz muito bem à saúde, dos negócios.

Os especialistas confirmam: **fibra faz muito bem à saúde dos negócios**



Accessórios para indústria de papelão ondulado: Revestimento de Cilindros Traçadores e Transportadores de Chapas de Papelão





Eng. Waldir Piccoli Jr. Vendedor Técnico - Albany International, Indaial - SC - Brasil

ARTIGO

Papelão ondulado

O papelão ondulado foi inventado há mais de um século. Desde então, tem-se adequado aos avanços industriais e tecnológicos, porém, o seu conceito original permaneceu inalterado.

Fácil de ser identificado, o papelão ondulado (traduzido do termo em inglês *Corrugated Board*), apresenta uma estrutura formada por um ou mais elementos ondulados (miolos), fixados a um ou mais elementos planos (capas), por meio de adesivo aplicado no topo das ondas. É utilizado principalmente em caixas, displays, paletes e em aplicações menores, como móveis e alguns utensílios domésticos. Constantemente são desenvolvidas novas aplicações do papelão ondulado para substituir as já existentes, com a mesma eficiência, qualidade e baixo custo.

A grande vantagem do papelão ondulado em relação aos outros tipos de embalagens é de ser biodegradável e reciclável, diminuindo consideravelmente o impacto de seus resíduos no meio ambiente. O papelão ondulado também tem impacto econômico por minimizar danos aos produtos embalados durante seu transporte e estocagem, diminuindo os custos e aumentando a eficiência de entrega.

Considerando a forte atuação em variados mercados como alimentício, químico e derivados, frutíferos, de fumo, de bebidas, eletrodomésticos, agropecuários, vestuários, couros e calçados, mobiliários etc., o volume de caixas de papelão ondulado negociado é um dos indi-

cadores econômicos brasileiros mais importantes.

Estrutura do Papelão Ondulado

O papelão ondulado é obtido através de várias combinações de tipos de papéis (que compõem as capas e papel-miolo), tipos de ondas e número de paredes. Estas combinações são definidas em função da aplicação para a qual se deseja desenvolver o papelão ondulado.

Tipos de papéis utilizados na fabricação de papelão:

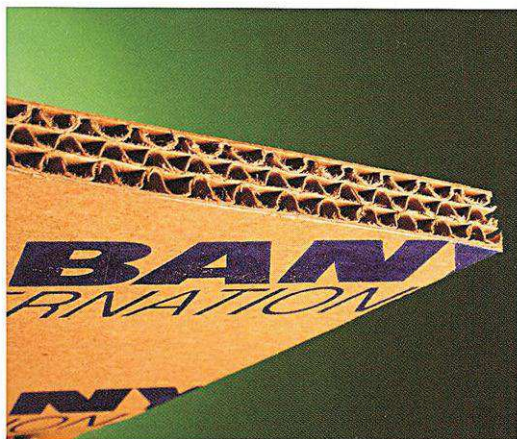
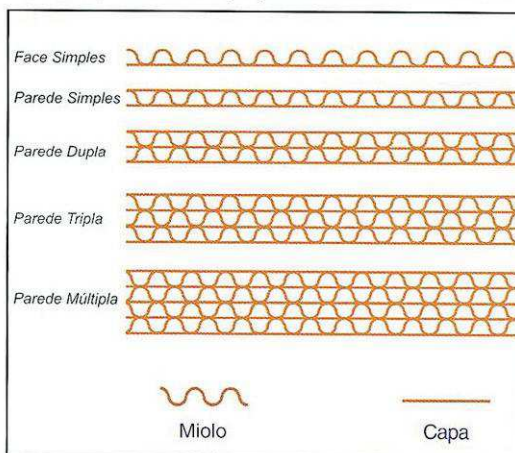
Kraft: do idioma alemão que significa *força*, papel obtido de fibras virgens de celulose, com bom aspecto visual e resistência mecânica. É indicado para o uso de papel-capa devido à sua melhor condição para impressão e menor absorção de umidade.

Test Liner: misto de papel reciclado e papéis de fibras virgens. Usado como alternativa ao papel *Kraft* porque possui características semelhantes quanto à aparência e resistência por um custo menor.

Reciclado: papel produzido através da recuperação de aparas e sucatas de papel e papelão. Tem qualidade inferior à do *Kraft*, porém, com um custo mais acessível. Usado preferencialmente em papéis para miolos.

Branco: indicado quando for necessária capa branca obtendo um melhor aspecto visual para impressão.

Tipos de paredes ou lajes possíveis de serem obtidas:



Papelão ondulado utilizado nas embalagens dos produtos Albany International

Geralmente os papelões ondulados são formados pelos seguintes tipos de ondas:

Tipo Onda	Perfil Onda	Espessura P. Ondulado	Nº de Ondas em 10 cm linear
A	Alta	4,2 / 4,5	de 11 a 13
C	Média	3,6 / 3,8	de 13 a 15
B	Baixa	2,5 / 2,8	de 16 a 18
E	Micro	1,2 / 1,4	de 31 a 38

O tipo de onda a ser utilizado é em função das características físicas e/ou de acabamento desejadas. As colunas criadas pelas ondas maiores (A e C) apresentam maior resistência ao abaulamento, enquanto as de ondas menores (B, E ou micro-ondulados) possuem maior resistência ao amassamento.

Normalmente são utilizadas ondas menores para um acabamento melhor de impressão; e ondas maiores, quando da necessidade de maior resistência mecânica. Combinações destas características são possíveis de serem obtidas com paredes de mais de uma laje.

Controle de Qualidade

Para garantir que o papelão ondulado confira à embalagem as características requeridas pelo cliente, são realizados vários tipos de controles e ensaios laboratoriais, sendo os principais:

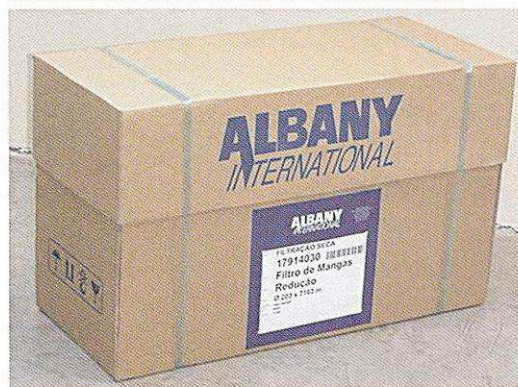
- **Gramatura:** quantidade de gramas em um metro quadrado de papelão ondulado, sendo este peso a somatória dos papéis miolo e capa, cola e produtos auxiliares.
- **Arrebatamento:** resistência oferecida pela chapa de papelão ondulado à pressão necessária para produzir o seu arrebatamento (estouro), quando aplicada em aparelho denominado Mullen Tester, de maneira uniformemente crescente mediante um diafragma elástico.
- **Esmagamento:** resistência ao esmagamento das ondas de um corpo de prova de papelão ondulado.
- **Adesividade:** resistência ao descolamento entre as capas e os miolos do papelão ondulado.
- **Resistência à compressão de coluna:** resistências à compressão de um corpo de prova, aplicadas em posição perpendiculares às colunas verticais. Além dos testes mencionados, são controladas as qualidades específicas dos papéis capa e miolo, e das embalagens.

A caixa de papelão ondulado é largamente utilizada como embalagem de variados tipos de produtos. Para cada produto existe um projeto mais adequado e específico

de caixa de papelão ondulado.

Tem como finalidade proteger os produtos às condições adversas do meio, de transporte e de armazenamento, de forma que mantenham as características e qualidades originais.

Este tipo de embalagem também é utilizado como meio de comunicação através de impressos externos, e facilitadora no processo logístico da distribuição.



Caixa de Papelão Ondulado

Onduladeira

A máquina denominada onduladeira (ou corrugadeira) é na verdade um conjunto de máquinas em linha, projetadas para combinar de três a sete camadas de papéis em chapas de papelão ondulado de parede simples, dupla, tripla ou múltipla.



Onduladeira

Para formação do papelão ondulado, bobinas de papéis são alimentadas na onduladeira para capas e miolos. O papel é condicionado com vapor e calor,

e passado entre os rolos corrugadores, dando ao papel-miolo a forma de "ondas" na máquina denominada *Single Facer*. É aplicada cola no topo das ondas de um lado e o lado interior da capa é colado com o miolo.

O papel face simples (*single face*) percorre a ondulateira em direção à forradeira (*Double Backer*), onde o papel face simples encontra-se com o papel-capas externa, que através de pressão e secagem da cola resulta no papelão ondulado.

O papelão ondulado é então vincado, cortado e empilhado, formando as denominadas chapas de papelão ondulado. A etapa de conversão consiste na impressão, entalhamento, vincamento e colagem das chapas de papelões ondulados, resultando nas caixas ou nos outros tipos de produtos projetados.

Forradeira

A forradeira é dividida entre secaria, onde se encontram as chapas quentes responsáveis pela secagem da cola e papel, e a mesa fria, responsável pelo auxílio do tracionamento do papelão ondulado para as etapas posteriores.

Nas forradeiras existem dois feltros, comumente denominados de lonas corrugadoras, que possuem funções distintas:

• **Lona Superior ou da Secaria:** de maior perímetro, é responsável em transportar o conjunto capa-miolo-capas por toda forradeira, retirando-o na saída do coleiro, passando pela seção de secagem a altas temperaturas nas chapas quentes (em média 180°C), e distribuir homogeneamente a pressão proveniente de rolos-pesos e/ou de outros sistemas de pressão. Também tem a função de isolar termicamente do meio em sua volta e absorver vapor proveniente

da evaporação da umidade do papelão ondulado, descartando-a durante o retorno da lona.

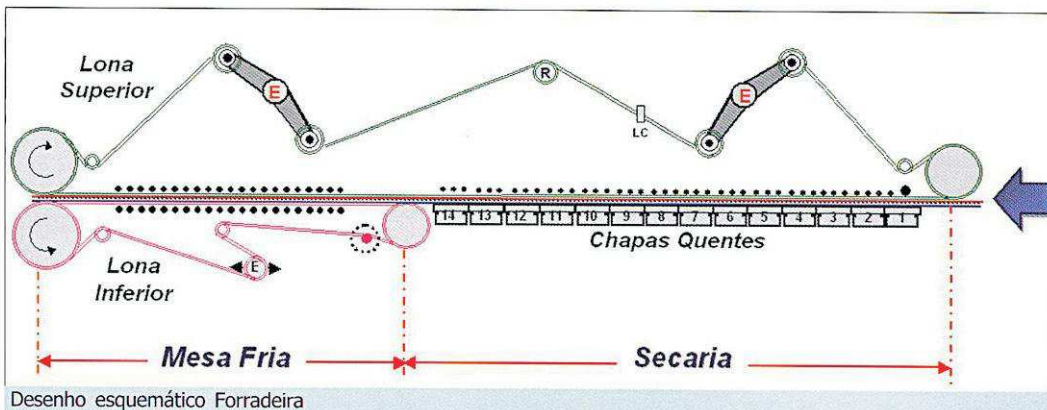
• **Lona Inferior ou da Mesa Fria:** de menor perímetro, é responsável em auxiliar o transporte do papelão ondulado seco e absorver algum residual de umidade proveniente da superfície deste papelão. Algumas lonas para esta posição podem ter cobertura de silicone para aumentar o coeficiente de atrito, evitando que exista patinamento entre o papelão ondulado e a lona.

Curiosidades

- Até 80% do papel consumido em um papelão ondulado são obtidos de papel reciclado.
- O consumo *per capita* brasileiro é de 12kg de papelão ondulado. Na Europa, de 36kg, no Japão de 70kg enquanto nos EUA é de 90kg.
- Existem banquetas produzidas com papelão ondulado que podem suportar até 650kg.
- Com um pinheiro de tamanho médio é possível fabricar 103 caixas de madeira. Com este mesmo pinheiro é possível obter 803 caixas de papelão ondulado.

Referências:

- * *The Corrugated Industry – In Pursuit of Excellence*, Brunton Technical Publications Ltd. 1ª Edition.
- * *Glossário sobre Papelão Ondulado*. Associação Brasileira do Papelão Ondulado (ABPO). 1ª Edição.
- * Apostilas dos cursos "A Embalagem de Papelão Ondulado" em Setembro/98 e "Papelão Ondulado – Elementos Básicos" em Julho/2001, realizados na sede da ABPO, São Paulo – SP.
- Home-Page da ABPO: <http://www.abpo.org.br/>
- Home-Page da Recicloteca – Centro de Informações sobre Reciclagem Meio-Ambiente: <http://www.recicloteca.org.br/>
- Home-Page da FibreBox Association: <http://www.fibrebox.org/>
- Home-Page da European Federation of Corrugated Board Manufacturers (FEFCO): <http://www.fefco.org/>
- Home-Page da Guia-Log - Portal de Logística: <http://www.guialog.com.br/>





Eng. Marcelo Nikel, Vendedor Técnico - Albany International, Indaial - SC - Brasil

ARTIGO

Separação sólido-líquido: conceitos de filtração

Este artigo, na sua primeira parte, apresenta um resumo sobre os princípios e as técnicas básicas de um dos principais processos de separação sólido-líquido: a filtração. O objetivo é prover uma base para discutir as práticas, experiências e novos desenvolvimentos nesta fascinante operação unitária.

A separação sólido-líquido é uma das operações unitárias industriais mais importantes. É encontrada em quase todos os fluxogramas relacionados aos processos químicos industriais, beneficiamento de minérios, indústrias farmacêuticas e alimentícias, e tratamento de resíduos. As técnicas de separação sólido-líquido são bastante diversificadas. Às vezes, não são muito bem compreendidas, em parte, devido à natureza complexa dos sistemas fluido-partícula fazendo com que frequentemente esta operação seja problemática ou o gargalo da indústria. Atualmente, com a crescente ênfase na eficiência do processo e no gerenciamento de resíduos, há uma necessidade enorme de um maior entendimento desta tecnologia.

Definições

A separação sólido-líquido abrange uma área bem diversa. Estende-se desde a ultrafiltração à filtração de torta, da sedimentação gravitacional à ultracentrifugação, e de simples peneiramento, até a complexa clarificação utilizando floculantes e coagulantes. Contudo, os tipos de equipamentos utilizados podem ser divididos em duas grandes categorias de acordo com os mecanismos: filtração propriamente dita (peneiramento, filtração de torta, filtração de membrana) e separação de fases (decantação, centrifugação,

hidrociclones, magnética).

A filtração pode ser definida como um processo de separação de um líquido e de partículas sólidas, que utiliza um *meio filtrante* cuja função é de reter as partículas e possibilitar a passagem do líquido. O material retido pelo meio filtrante é chamado de *torta filtrante* ou *substrato* e o líquido que passa é chamado de *filtrado*. O meio filtrante pode ser uma tela, tecido, feltro, papel, membrana ou um material granular.

Os processos de filtração líquida e os filtros podem ser classificados conforme a passagem do líquido, o mecanismo de filtração, o produto desejado (objetivo do processo), o ciclo de operação ou a caracterização do sólido e do líquido.

Passagem do Líquido

A passagem do líquido é induzida por uma força motriz primária através do meio filtrante, sendo que existem quatro forças principais utilizadas para separar partículas do líquido. Para a escolha do método que será utilizado em uma aplicação específica deve-se levar em consideração diversos fatores. Os mais generalizados, estão descritos abaixo e podem servir de base para determinar o método mais apropriado para o caso.

- **Gravidade:** considerado simples, baixo custo operacional, muito su-

perficial.

- **Pressão aplicada na entrada do filtro:** maior saída por área unitária, equipamentos menores, menor umidade da torta, dificuldade para descarga contínua da torta, equipamentos mais caros e maior custo operacional.

- **Vácuo ou redução de pressão na saída do filtro:** vácuo é fácil de produzir, melhor taxa em relação à gravidade, equipamentos simples mas caros se comparados com filtros de pressão, umidade da torta pode ser alta, dificuldade de manuseio com líquidos voláteis, efetivo até o ΔP de 0,8 atm.

- **Força centrífuga:** máxima força de separação, construção simples para ciclones (compactos, baixo custo operacional, queda de eficiência para partículas $< 10\mu m$). As centrífugas possuem maior tempo de residência (maior eficiência inclusive para partículas finas, altas capacidades, baixa umidade residual).

Mecanismos de Filtração

São geralmente considerados dois modelos para diferenciar os processos de filtração. Quando os sólidos permanecem estacionários sobre o meio filtrante, se acumulando uns sobre os outros, formando assim uma torta que aumenta a sua espessura no decorrer do tempo, o processo é chamado de *Filtração*

de Torta ou de Superfície (cake filtration). Neste processo, a resistência ao fluxo é determinada pelo meio filtrante e pela torta. Conforme aumenta a espessura da torta, maior a resistência ao fluxo. Denomina-se de Filtração de Clarificação ou Filtração em Profundidade (depth filtration) quando as partículas são captadas pelos poros ou pelo corpo do meio filtrante.

Produto Desejado

O objetivo do processo pode ser a retenção dos sólidos (a torta é o produto de valor), a clarificação do líquido (o filtrado é o produto de valor) ou ambos. Tratamentos posteriores podem ser necessários se a clarificação do líquido, umidade do sólido ou o material solúvel no licor-mãe não forem satisfatórios.

Ciclo de Operação

Um processo de filtração pode ser dividido em quatro etapas. E qualquer processo de separação pode ter uma, duas, três ou todas as etapas na operação: Pré-tratamento - Químico (coagulação ou floculação) ou Físico (auxiliar de filtração); Sedimentação ou decantação; Separação e Pós-tratamento. O processo de separação pode ser intermitente (batelada) ou contínuo. Os filtros em batelada podem ser operados por pressão constante, por taxa constante ou em ciclos que variam de acordo com a pressão e a taxa. O período de cada ciclo pode variar muito, dependendo da área filtrante e dos sólidos retidos.

Caracterização do sólido e do líquido

Para um processo de separação sólido líquido é essencial conhecer as características do sólido e do líquido envolvidos no sistema. Geralmente é uma grande dificuldade pois, a maioria destes dados, não está disponível em literatura e devem ser medi-

dos em planta-piloto ou leaf-test para cada caso. As características físicas do sólido interferem no dimensionamento de filtros e sistemas de filtração. Dependendo da tendência de tornar-se mais compacta sob pressão, a torta pode ser compressível ou incompressível, de acordo com os sólidos existentes. O fator mais importante é o tamanho do sólido, que determina a porosidade do meio filtrante de acordo com a necessidade de retenção. Os processos onde se exige a retenção de partículas menores de 1 µm são denominados de filtração de Membrana, como a ultrafiltração e osmose reversa. A concentração dos sólidos determina o tipo de filtro que será utilizado, e a diferença de densidade entre as fases sólida e líquida é o elemento-chave do processo, pois quanto maior a diferença, mais fácil é a separação.

Tipos de Tortas e suas Características

As características da torta produzida variam de uma operação para outra. Sólidos cristalinos formam tortas abertas que facilitam o escoamento do filtrado. Já os precipitados gelatinosos, como os hidróxidos de ferro, produzem tortas pouco permeáveis. De um modo geral, o tipo de torta depende da natureza do sólido, da granulometria e da forma das partículas, do modo como a filtração é conduzida e do grau de heterogeneidade do sólido.

Conforme a suspensão vai sedimentando e a torta sendo formada, a mistura passa de uma condição na qual existe relativamente uma larga distância livre entre partículas, para uma condição onde as partículas estão em contato. Especialmente em tortas filtrantes, a compactação ocorre quando as partículas reorganizam suas posições relativas para uma outra posição onde se acomodam mais perto umas das outras. Uma certa quantidade de força é requerida para comprimir a fase líquida

da pelos espaços vazios entre as partículas. Quanto menores esses espaços (geralmente com partículas menores), maior será a força requerida. Contudo, partículas muito pequenas podem ter altas forças repulsivas devido a cargas superficiais e efeitos eletrostáticos. Uma medida da carga superficial é o Potencial Zeta. No ponto isocinético o potencial Zeta é zero e as partículas podem empacotar mais próximas com uma mínima força aplicada. O potencial Zeta é influenciado pelas propriedades do sólido bem como pelo pH e concentração de sais na solução. Materiais fibrosos possuem uma característica de compactação, que pode ser uma combinação de cargas superficiais e entrelaçamento das fibras. A força aplicada sobre os sólidos causa a compactação da torta, sendo que o grau de compactação tem um efeito profundo sobre a forma com que a torta reage a alterações na pressão aplicada.

Uma torta com determinada espessura oferece uma resistência bem definida ao escoamento do filtrado. Quando a vazão do filtrado aumenta, também aumenta a resistência, e a queda de pressão deve ser, em princípio, proporcional à velocidade. Se a vazão dobrar, a queda de pressão será duas vezes maior. Algumas tortas cristalinas comportam-se desta forma. Outras, porém, acarretam quedas de pressão que aumentam mais rapidamente com a vazão e quando se duplica a vazão, a queda de pressão resulta mais do que o dobro. É evidente, neste caso, que a resistência da torta ao escoamento do filtrado aumenta com a pressão. Tortas desse tipo denominam-se *compressíveis*, em contraste com as outras, que são *incompressíveis*. Uma torta *compressível* comporta-se como uma esponja. Pressionada, a esponja oferece maior resistência ao escoamento de líquido pelo seu interior porque os canais fecham-se e alguns até deixam de existir. É evidente, portanto, que a filtração de uma suspen-

são que produz torta compressível é mais difícil do que se a torta for incompressível. Em igualdade de capacidade, o tempo de filtração é maior. Quando a torta não é muito compressível, a aplicação de maior força-motriz resultará em mais filtrado.

A resistência da torta é diretamente proporcional à espessura e, conseqüentemente, do volume da torta. O volume da torta (em um tempo específico) por sua vez é diretamente proporcional ao volume de filtrado. A constante mais comum é a resistência específica da torta ou alfa (dimensão de comprimento por massa). Da mesma forma, a resistência ao meio filtrante é diretamente proporcional à espessura do mesmo.

A torta compressível (coeficiente α é função do ΔP) poderá dar menor volume de filtrado se uma pressão mais elevada compactá-la demasiadamente, pois isto diminuirá a permeabilidade reduzindo a taxa de filtração. Entretanto, existe uma competição entre o efeito do aumento da força-motriz e da diminuição da permeabilidade da torta. Para materiais altamente compressíveis, a permeabilidade da torta diminui com a elevação da taxa de filtração, e como resultado nenhum benefício é alcançado através do aumento da pressão. Neste caso, é necessário incorporar dispositivos de compressão mecânica da torta, como diafragmas, que são inflados para comprimi-la ou cilindros de prensagem que comprimem a torta entre duas telas.

Meios Filtrantes ou Vestimentas Características e Seleção

O meio filtrante utilizado na filtração é o principal fator que determina a eficiência do sistema e o custo dessa operação. A seleção dos meios filtrantes adequados depende diretamente da suspensão a ser filtrada,

pois os materiais de fabricação possuem características específicas sendo sensíveis a alguns produtos químicos e a condições físicas específicas da aplicação.

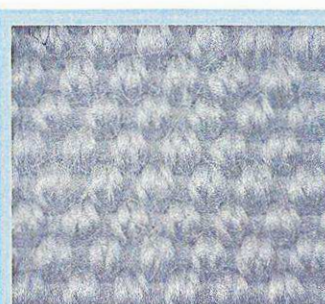
A seleção correta do tipo de fio de urdume e trama e o tipo de entrelaçamento contribui significativamente nas propriedades do tecido filtrante, tais como a resistência à tensão, as características de soltura de torta e as qualidades de filtração (retenção). Diferentes formas de fios e fibras são disponíveis, e que podem ser utilizadas para criar diferentes meios filtrantes com características específicas de acordo com o tipo de fio:



Monofilamentos: é a extrusão contínua de comprimentos de um único filamento liso e contínuo. O tecido com fio monofilamento caracteriza-se por possuir a mais alta vazão, boa soltura da torta, facilidade de limpeza e menor tendência de saturação. Como desvantagem, possui baixa retenção (menor eficiência).



Multifilamentos: são vários filamentos de longo comprimento, com ou sem torção, para produzir um fio com determinada lisura. Quanto mais forte for a torção, menor é a tendência de saturar, pois dificulta a retenção da partícula dentro da estrutura do fio. Quando comparado com o monofilamento, os tecidos multifilamento possuem melhor retenção (melhor eficiência) e melhor resistência à tração, porém, têm maior dificuldade de soltura da torta, menor capacidade de filtração e maior tendência à saturação do tecido.

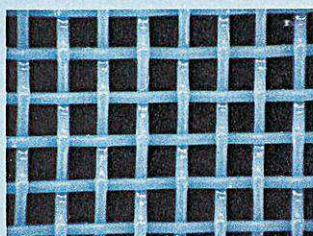


Fibra cortada (spun yarn): é obtida da extrusão contínua de filamentos sintéticos, cortada em curtos comprimentos, e similares na aparência às fibras naturais, como o algodão, por exemplo. A fibra é então cardada e fiada antes de ser tecida. Tecidos filtrantes com estas fibras possuem excelente eficiência de retenção (existe maior área superficial do fio) e boa resistência mecânica, mas também possuem maior dificuldade de soltura da torta e maior tendência à saturação.

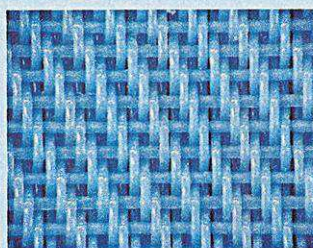


Feltro agulhado: é formado por uma estrutura interna – a base – que pode ser mono ou multifilamento, sobre a qual é agulhada uma manta de fibras sintéticas. É utilizado para filtração em profundidade ou em aplicações onde existe necessidade de se utilizar conceitos de prensagem e compactação para melhorar a eficiência de filtragem.

O desenho estrutural de tecimento do meio filtrante influi diretamente na sua performance em relação à retenção de partículas, vazão, formação e soltura da torta, resistência mecânica e resistência à saturação ou entupimento (blinding). A seguir, serão descritos alguns dos desenhos mais comuns e suas principais características.



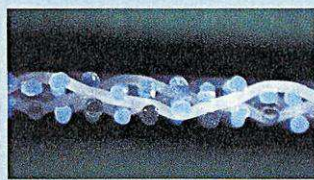
Plain Weave: é um dos desenhos mais simples, onde o urdume e a trama cruzam-se alternadamente. Produz tecidos com boa estabilidade dimensional, alta retenção, baixa resistência à saturação e média soltura da torta.



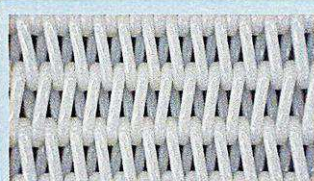
Twill Weave: produz um tecido mais robusto com uma linha diagonal característica, onde cada fio de urdume passa sobre dois ou mais fios consecutivos de trama, formando um maior número de fios por unidade de área do que o tecido plano. Proporciona um tecido com média lisura e média soltura da torta, boa resiliência e resistência à abrasão.



Sateen Weave: é um tecido produzido com repetição do desenho de urdume, geralmente com quatro, oito ou doze quadros. Possui quase as mesmas características do Twill, porém, mais liso proporcionando ainda melhor soltura da torta e alta vazão de filtrado (alta eficiência de drenagem), mas média retenção e menor resistência à abrasão.



Double Layer Weave: os tecidos com duas lajes ou mais possuem melhor resistência mecânica e estabilidade dimensional, além de excelentes características de desaguamento com ótima retenção de sólidos.



Espiral: A elevada área aberta e maior estabilidade dimensional são as vantagens das telas espirais, que podem atingir permeabilidades elevadas e ainda assim reter uma excelente estabilidade dimensional. Médias e baixas permeabilidades também são possíveis pela adição de fios de enchimento transversais.

Os tecidos com superfície lisa (sateen weave e calandrada) são de extrema importância para se conseguir a soltura espontânea da torta.

Uma propriedade física importante na seleção do meio filtrante mais adequado é a permeabilidade. Esta é uma medida da resistividade do meio filtrante, através da passagem de ar e água pela vestimenta, sob um diferencial de pressão padronizado, geralmente de 0,5 polegada (12,7 mm) de coluna d'água. A permeabilidade geralmente possui valor expresso em cfm - cubic feet per minute (pé cúbico por minuto) por ft² de área, ou em unidades SI em m³/s por m² de área filtrante. Meios filtrantes com permeabilidades de 60 a 500 cfm ou acima são considerados abertos e utilizados principalmente em filtros de tambor rotativo, aplicações com baixo vácuo e filtração de partículas mais grossas. Os meios filtrantes com médias permeabilidades, entre 10 e 60 cfm, são utilizados em aplicações de baixa pressão, alta filtração a

vácuo e partículas finas, como por exemplo, em filtro-prensa e filtro-folha. As baixas permeabilidades são consideradas abaixo de 10 cfm, e englobam meios filtrantes utilizados em aplicações com alta pressão de partículas muito finas, como nas operações de clarificação.

A resistência à saturação também é um fator importante que deve ser considerado na seleção, pois se deve considerar a redução na taxa e o aumento de umidade da torta devido à incrustação e obstrução dos poros e espaçamentos do tecido. Na prática, os tecidos de maior gramatura (acima de 500 g/m²) tendem a saturar mais rapidamente em relação aos tecidos de menor gramatura (abaixo de 300 g/m²). Além da seleção de matérias-primas de primeira linha, utilização de teares de última geração, tratamento térmico adequado às características de cada tipo de fibra e material, os meios filtrantes selecionados são submetidos a um tratamento superficial de calandragem diferenciado. Esta calandragem consiste na passagem entre dois ou três cilindros quentes que compactam o tecido entre eles, fazendo um achatamento em um lado ou em ambos os lados, que reduz a abertura (tamanho de poro) e a espessura. Este processo confere ao meio filtrante uma superfície bem regularizada quanto à permeabilidade e capacidade de captura de sólidos. Estes fatores são essenciais para obter-se uma alta eficiência de filtragem e melhor performance do meio filtrante no equipamento.

Referências:

- * The McIlvaine Company, The Liquid Filtration Manual, Illinois, 1989.
- * PURCHAS, D. B. Solid Liquid Separation Technology. Uplands Press, Croydon, 1981.
- * CHEN, Wu. Solid-Liquid Separation via Filtration. *Chem. Eng.* Feb 26, 1997, pp. 66-72.
- * FOUST, et alii. Principles of Unit Operations. 2nd Ed. Wiley, New York, 1980.
- * PERRY, John. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Ed., McGraw-Hill.
- * CHASE, George. Solids Notes - The University of Akron.
- Filtration + Separation* Magazines
- Filtration Principles Sites:
 - <http://www.filtsep.com>
 - <http://www.filtraguide.com>
 - <http://www.solidliquid-separation.com>



João B. Guaranha, Coordenador de Processos - Albany International, Indaial - SC - Brasil

PESQUISA

Pesquisa e desenvolvimento na Albany International

As demandas atuais em tecidos técnicos estão cada vez maiores, devido às crescentes necessidades de aumento de qualidade e produtividade. Essas necessidades tornaram-se internacionais, à medida que o mundo torna-se mais globalizado.

A Albany International faz-se presente como "player" mundial, levantando necessidades globais dos mercados onde atua, colocando à disposição desses mercados equipes de profissionais especializados em diferentes áreas de atuação, coordenados por duas unidades de pesquisa e desenvolvimento, localizadas em Halmstad (Suécia) e Mansfield (Estados Unidos).



Centros de pesquisa Albany International

Estas unidades, além de profissionais altamente qualificados, detêm equipamentos para testes, confecção de protótipos e unidades piloto de última geração, visando o atendimento das necessidades de mercado.

A correta avaliação de novas idéias, e o direcionamento do trabalho com eficiência ocorrem por aproximação e cooperação entre as unidades de pesquisa e as áreas de marketing das unidades da Albany International. Como ilustração, 30% das vendas totais da Albany International no mercado de celulose e papel Europeu são, anualmente, de novos produtos.

Estrutura

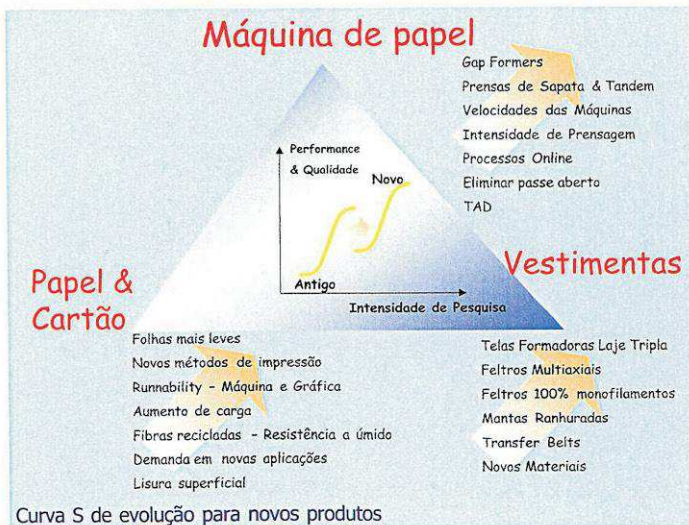
Como a Albany International dá su-

Valor para o Cliente

O ambiente cada vez mais intenso de competitividade industrial leva as empresas a concentrarem-se nos seguintes pontos:

- Atingir maior volume de produção
- Obter melhor qualidade
- Trabalhar com processos que respeitem o meio ambiente, que consumam menos energia e água, e que permitam maior utilização de reciclados
- Reduzir ao máximo os custos que não agregam valor ao produto
- Busca de novos produtos.

Através da curva S de Foster para a indústria de celulose e papel, abaixo, podemos ver a importância da pesquisa e desenvolvimento para o atendimento de novos patamares de tecnologia considerando as necessidades de mercado. Ainda na perspectiva da indústria de celulose e papel, temos uma evolução de conceitos na Albany International, por linha de produto: (ver quadro Evolução de Conceitos - Novos produtos - página 15)



porte a essas necessidades?

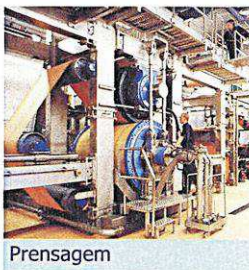
As unidades de pesquisa e desenvolvimento, multifuncionais, detêm ainda equipamentos de última geração para testes, além de plantas piloto e associações com outras unidades de pesquisa e desenvolvimento.

Associações com outros centros de pesquisa de primeira linha também ocorrem mundialmente. O quadro ao lado ilustra esta correlação:





Plantas piloto: Formação



Prensagem

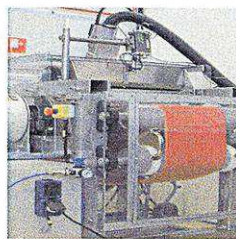
Albany - Metso: Desde o ano 2000 existe um acordo de cooperação entre as duas empresas em diferentes áreas. Alguns lançamentos de produtos resultantes da operação conjunta já estão sendo comercializados.

Albany - IRI: IRI é um instituto americano de pesquisa e desenvolvimento industrial, que atua em vários setores da indústria. Mais de 80% das pesquisas conduzidas nos EUA é conduzida pelo IRI.

Albany - STFI: STFI é um dos maiores centros de pesquisa mundial, um dos mais bem equipados, atuando especificamente na área de celulose e papel escandinava suprindo-a com testes piloto e análises específicas.

Albany - IPST: IPST é um órgão de pesquisa de apoio à indústria de celulose e papel nos EUA, situado em Atlanta.

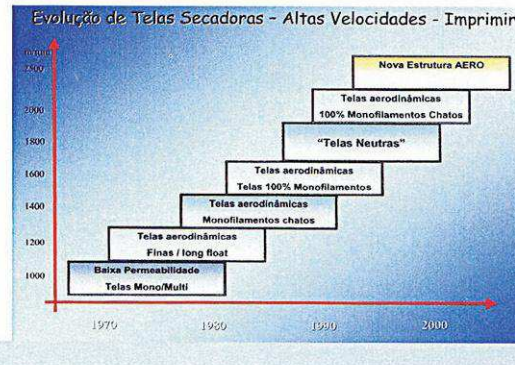
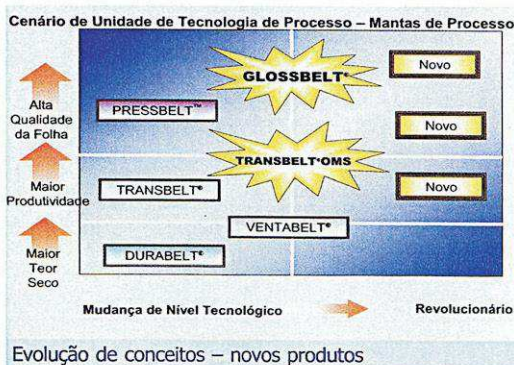
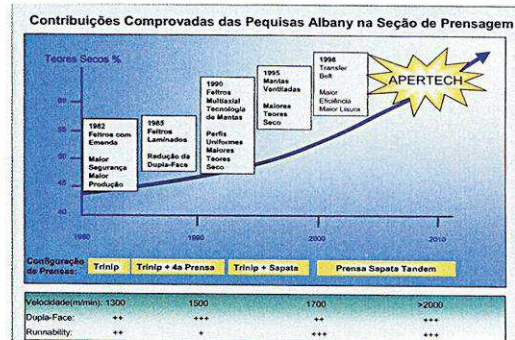
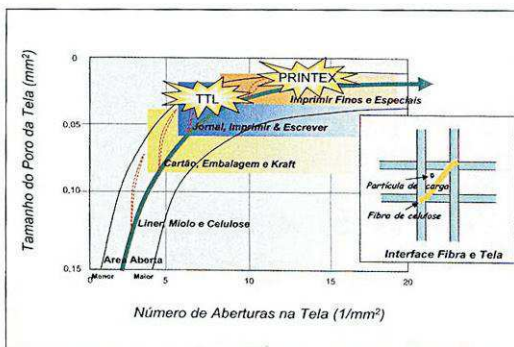
Albany - MIT: Os trabalhos desenvolvidos com o MIT (Massachusetts Institute of Technology) estão voltados principalmente à tecnologia de sensores, novos materiais e modelagem computadorizada visando o desenvolvimento de conceitos.



Secagem

Albany - RPI: O RPI (Rensselaer Polytechnic Institute) desenvolve trabalhos voltados a materiais, onde a Albany, em trabalho conjunto, desenvolve novos designs e síntese de novos materiais, inclusive em nano escala (nanotecnologia).

A Albany International é uma empresa inovadora, conforme constatado de maneira resumida neste artigo. As suas ações e posturas ao longo dos anos, refletem o espírito desafiador das indústrias nos dias atuais, que nos faz renovar e desenvolver continuamente.



Albany International - Brasil conquista importante Certificação

A Albany International concluiu, no início de julho, o projeto SIGA - Sistema Integrado de Gestão Albany. O SIGA consiste na integração dos sistemas de qualidade estabelecidos pela norma ISO 9001 (conquistada há dez anos), aos nossos compromissos com o meio ambiente, estabelecidos na norma ISO 14001, conquistada este ano. Ou seja, reforça nosso comprometimento em fornecer tecidos técnicos e serviços de qualidade, sem agredir o meio ambiente. O resultado das atitudes e/ou precauções relacionadas à preservação do meio ambiente, mesmo decorrente de pequenas contribuições, tem um efeito global muito representativo. Como exemplo, num período de seis meses, a Albany deixou de jogar no aterro sanitário da Prefeitura de Indaial - SC, 26 toneladas de resíduos. Este material foi separado e recolhido por empresas credenciadas de reciclagem, e transformado em novos produtos para a comunidade. E para dar continuidade à matéria da edição anterior e estimular a colaboração de todos, abaixo relacionamos mais algumas dicas sobre a reciclagem do lixo doméstico. Afinal, é através de ações como estas que construiremos um mundo melhor.



Pontos de referência da logomarca

Árvore - natureza, verde, meio ambiente, vida;

Homem - tronco da árvore, sustentação da copa, harmonia entre o homem e o meio ambiente;

Setas - símbolo de reciclagem estilizado, ciclo, copa de uma árvore, o resultado do desenvolvimento sustentável pelo homem que é o centro da obra, o início da preservação, a

conscientização de que o homem vive em um ambiente integrado;

Linha horizontal curva - horizonte, secção da circunferência da terra, a base para construção de um projeto;

Verde - natureza, árvores, meio ambiente;

Azul - céu, água, pureza, qualidade de vida.

MEIO AMBIENTE

Dicas para você separar o seu lixo para a coleta seletiva

Glossário

CONDICIONA-

MENTO = ACONDICI-

ONAMENTO, adaptação

a certas condições; ade-

quação; preparação

**Um Canal Direto
para sugestões
e dúvidas**

indmomento_tecnico@albint.com

Separar o lixo não é complicado, nem precisa separar por tipo de material pois, na maioria das cidades, a coleta dos materiais recicláveis é feita por um veículo que não tem separações. O material é separado e enfardado na cooperativa. Basta colocar uma lata de lixo a mais na sua cozinha e separar: em uma o lixo seco, e na outra, o lixo úmido.

Lixo seco: papel, papelão, jornais, revistas, cadernos, folhas soltas, caixas e embalagens em geral, caixa de leite, caixas de papelão (desmontadas), metais (ferrosos e não ferrosos) latas em geral, alumínio, cobre, pequenas sucatas, copos de metal e de vidro, garrafas, potes e frascos de vidro (inteiros ou quebrados), plásticos (todos os tipos), garrafas PET, sacos e embalagens, brinquedos quebrados, utensílios domésticos quebrados.

Lixo úmido: cascas de frutas e legumes (lixo compostável), restos de comida, papel de banheiro, sujeiras de vassoura e de cinzeiro.

Não recicláveis: papel higiênico, papel plastificado, papel de fax ou carbono, vidros planos, cerâmicas ou lâmpadas.

Lembre-se: pilhas e baterias não podem ser descartadas no lixo doméstico, pois contêm metais pesados e, quando molhadas, contaminam o meio ambiente. Ligue para o Serviço de Limpeza Pública de sua cidade para saber se há postos de entrega voluntária para pilhas e baterias.

(fonte: Ministério do Meio Ambiente - site: www.mma.gov.br)

Órgão informativo da Albany Brasil Outubro/03

Albany International Tecidos Técnicos Ltda - www.albint.com.br
Rua Colorado, 350 - CEP 89130-000 - Indaial - Santa Catarina - Brasil
Telefone (47) 333 7500 - Fone/Fax (47) 333 7666
E-mail: indmomento_tecnico@albint.com

Coordenador Técnico: Engº Mario Alves Filho

Editores: Daniel Justo, Fabiana Krauss, Fabiana Piske, Fábio Kuhn, Henrique Sommerfeld, Marise Hahnemann

Jornalista Responsável: Osni Rodolfo Schmitz - MTb/SC 853

Projeto Gráf. e Edit.: Kryo/Hunter Comunicação - Impressão: Gráfica e Editora Coan