

# CURSO: PAPEL TISSUE

## TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO

### PARTE 1

- I - PRODUTOS TISSUE *(pág. 1)*
- II - PREPARO DE MASSA *(pág. 4)*
- III - ADITIVAÇÃO QUÍMICA *(pág. 20)*

CARLOS HENRIQUE G. DOS SANTOS  
QUÍMICO - SUPERVISOR DE PROCESSOS DA  
FÁBRICA DE PAPEL SANTA THEREZINHA S.A.

17 E 18 DE MAIO DE 1.994

## **I - DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS:**

Entendemos que um bom entendimento dos diversos produtos Tissue é básico para o segmento da nossa tarefa. Iremos entender o que o consumidor espera dos produtos Tissue, tanto quanto, o que se produz, hoje, para ofertar ao mercado.

Produz-se uma variedade de produtos Tissue:

- **HIGIÊNICOS:** a) Folha Dupla Alta Classe;  
b) Folha Simples Alta Qualidade;  
c) Folha Simples Boa Qualidade;  
d) Folha Simples Popular.
  
- **GUARDANAPOS:** a) Folha Dupla;  
b) Folha Simples.
  
- **TOALHAS:** a) Folha Dupla;  
b) Folha Simples.
  
- **LENÇO**
  
- **INSTITUCIONAIS:** Papéis produzidos para Institutos (Shoppings, Restaurantes, Hospitais, etc.)

Cada um dos produtos são feitos para diferentes propósitos, tudo conseqüentemente de diferentes propriedades. Por exemplo: No Lenço de Papel o consumidor identifica a Maciez como sendo o mais importante atributo.

A Resistência também é uma necessidade do Lenço, mais ela é mais importante no Papel Toalha. Por outro lado, Absorção, tende a ser importante em todos os produtos.

Outros atributos essenciais podem variar de produto para produto, sendo:

- GRAMATURA;
- ESPESSURA;
- GOFRAGEM;
- APARÊNCIA;
- BRANCURA.

Pesquisa de Mercado tem conduzido estudos no sentido de melhor entender, as necessidades do consumidor, para os vários tipos de produtos que se produz.

De acordo com consumidor o atributo mais importante do Lenço é a Maciez. Ele diz também que a Resistência é muito importante no produto. Resistência a seco é necessário para tarefas de limpeza, tais como remoção de maquiagem. Ela também é importante na retirada do Lenço do cartucho. Resistência a úmido é vital para o mais comum dos usos destes produto, ou seja, assoar o nariz. Absorção, estética do cartucho e custo tem também sido identificado pelo consumidor como sendo importante. O balanço de cada um desses

atributos deverão estar reunidos no sentido de atender totalmente a necessidade dos consumidores.

Os Guardanapos de Papel foram projetados para serem substitutos dos Guardanapos de pano. Eles devem ter performance tão boa quanto os de pano e oferecendo a conveniência do descarte. Os mais importantes atributos de performance são:

- TEXTURA;
- ABSORÇÃO;
- EMBALAGEM;
- RESISTÊNCIA.

Toalhas de Papel são mais freqüentemente usadas para limpeza da face e mãos. Elas são comumente usadas para limpeza de portas, janelas e líquidos entornados. Os mais importantes atributos para o Toalha são:

- RESISTÊNCIA;
- ABSORÇÃO.

A Toalha deve ter Resistência a úmido e ao seco para prevenção de rasgo durante a limpeza, especialmente se existe o envolvimento de líquidos.

Absorção é necessária para limpeza de líquidos derramados e secagem das mãos.

No Papel Higiênico, Maciez também tem sido identificado pelo consumidor como sendo o mais importante atributo. Em adição a

Maciez, Absorção e Resistência são também identificado como sendo importante no sentido de obter boa performance do produto.

Para todos os produtos, boa aparência da folha é importante. Elas não devem conter furos, rasgos ou estar amassada. Pó deve ser mantido num mínimo para evitar irritação.

Razoável custo e consistente "ALTA QUALIDADE" são essenciais requisitos para todos estes produtos, pois representarão bom valor ao consumidor.

Embora todos os produtos sejam papel Tissue, cada um deles é feito de diferentes matérias primas e leves diferenças de Processo. Para cada produto que se produz, um HARDROLL (Jumbo) é feito. Um HARDROLL é um rolo de Tissue que foi produzido na enroladeira ou rebobinadeira nas larguras e diâmetros adequados às máquinas de conversão.

A área de Fabricação de papel produz HARDROLL os quais são convertidos e embalados como produtos que chega à mão do consumidor. Como cada produto tem diferentes propriedades, este é o motivo do porque se fazer diferentes HARDROLL.

Cada HARDROLL deve ter receita de fibras, químicos, resistência, gramatura e espessura próprios.

Receita de Fibras: refere-se à mistura de diferentes tipos de celulose e outras fibras, tipo: papel usado, que será reciclado para produzir a folha base.

Químicos: um exemplo do seu uso é a obtenção de Resistência à úmido na folha.

Resistência: Resistência à tração é a medida de quanta força é necessária para rasgar o Tissue, quando a força é aplicada

no sentido da direção da máquina ou no sentido transversal à direção da mesma.

Gramatura: é a medida de peso (massa) por área.

Espessura: é a medida da espessura da folha.

Aparência da Folha: refere-se à uniformidade da folha e a ausência de furos e rasgos.

Os padrões para cada destas propriedades pode variar dependendo da necessidade da conversão.

Dos produtos Tissue o Lenço é o que tem a menor Resistência à tração e o maior valor de Alvura (brancura). Possui baixa Gramatura (porém adequada) em comparação com a do Guardanapo e a da Toalha de cozinha.

O Guardanapo normalmente tem a Gramatura levemente inferior à do Toalha e Resistência consideravelmente menor.

O Toalha normalmente tem a maior Resistência e Gramatura das 4 categorias de papel Tissue. (excluso os Papéis Institucionais)

O papel Higiênico Folha Dupla tem aproximadamente a mesma Gramatura do Lenço e Resistência levemente superior.

Todos os produtos devem ter boa Aparência e idêntica Formação. Quebras no HARDROLL deve ser mantida num mínimo (não mais que 3). As quebras devem ser marcadas na bobina quando elas ocorrem.

Finalmente os rolos devem ser etiquetados para fácil identificação.

Existe três segmentos de mercado:

1º) **Alta Qualidade** - Este segmento possui produtos de maior qualidade e mais alto preço;

2º) **Média Qualidade** - Este segmento contém as marcas que é algo inferior na performance do produto e preço menor que o de Alta Qualidade;

3º) **Segmento Econômico** - É compreendido por produtos de aceitável nível de performance e o menor dos preços.

Existem inúmeras outras marcas de produtos no mercado expostos à apreciação dos consumidores. O consumidor opta por comprar o produto que lhe dá a melhor performance e qualidade para o seu dinheiro. Portanto veja que é imperativo ater-se ao objetivo de qualidade, reduzindo perdas e aumentando a produtividade.

## II - PREPARAÇÃO DE MASSA

### \* MATÉRIAS PRIMAS FIBROSAS:

#### APARAS

São recortes de papéis já utilizados e que ainda podem dar origem a papel novo. As aparas dependendo do seu nível de qualidade pode ser usada diretamente como matéria prima de fabricação de papel e, neste caso restringem-se somente a aparas brancas de boa qualidade e com pouca impressão.

Existem ainda hoje, grandes problemas de padronização da qualidade entre os aparistas e dentro de um mesmo fornecedor. Este tipo de comércio ainda se ressentem de uma falta de profissionalização das pessoas envolvidas. Tal fato nos leva a exercer grande trabalho na seleção dos fornecedores de aparas e a seguir, a conscientização na classificação adequada e remoção dos contaminantes e impurezas presentes nos papéis coletados. Acredita-se que o trabalho de parceria entre as partes é a única forma de amadurecer este relacionamento.

Mesmo havendo aparas de papéis com qualidade estável e com uso intensivo destas na fabricação de Tissue de boa qualidade, se faz necessário o beneficiamento do material em uma "Planta de

Reciclagem de Aparas", composta de vários equipamentos que veremos adiante.

As aparas possuem grandes variações em suas propriedades e tamanhos das fibras, sendo variável até o estado final da fibra, após seu beneficiamento.

#### PASTA DE ALTO RENDIMENTO

São pastas de madeira obtida através de processos químicos, mecânicos, termomecânico e quimiotermomecânico. Tais tratamentos eliminam apenas parcialmente os componentes não-celulósicos da madeira.

**Vantagens** - O uso deste tipo de fibra incrementa a espessura da folha do Tissue, propicia redução do custo de receita, uma vez que é mais econômica que as pastas de celuloses.

**Desvantagens** - Possuem pouca estabilidade quando exposto a luz, gerando amarelecimento precoce do papel branco, possuem baixa alvura se comparada a pastas celulósicas, limitando seu uso a papéis de menor qualidade, promove maior depósito de Stickies, e apresenta elevado teor de palitos que prejudica o aspecto dos papéis higiênicos.

## CELULOSES

As pastas de celuloses contém fibras virgens que mais agregam benefícios aos papéis Tissue. Possuem inúmeras vantagens que podem ser trabalhadas no preparo de massa. As celuloses de fibra curta possuem boa performance na drenagem da máquina de papel, possuem excelentes qualidades de refinação, maciez, tração, porosidade, resistência a tração e rasgo, entre outras vantagens, porém, em função do complexo do processo de produção, agrega maior custo entre todas as fibras utilizadas. São fabricadas a partir de diversas fontes vegetais, que são usualmente reunida a dois grandes grupos:

1 - Oriundas de árvores coníferas que apresentam as fibras de maior comprimento (2 a 6 mm), que chamamos de Fibras Longas. As principais são as fibras de Pinus em diversas espécies como: Araucária, Taeda, Eliotis, Radiata e Caribeia;

2 - Oriundas de árvores folhosas que nos fornecem as fibras curtas (0,6 a 1,2 mm), como a fibra de Eucalipto seguramente a de melhor performance na fabricação de papéis Tissue.

## CONTROLE DE QUALIDADE NO RECEBIMENTO DE MATÉRIAS PRIMAS

É de grande importância para a empresa o controle na qualidade dos insumos fibrosos, pois o trabalho de controle do processo inicia-se com o recebimento da matéria prima de forma a selecioná-la para estabilidade da fabricação do papel.

Os controles sugeridos no recebimento de aparas são: Umidade, Contaminantes, Proibitivos e Classificação. Alguns cuidados adicionais devem ser tomados na segregação de fibras sintéticas como por exemplo: lã de vidro que apresente nas aparas pode chegar ao produto final, causando riscos aos usuários dos produtos Tissue.

Já no controle do recebimento de celulose o trabalho já é bem mais simples, mas devemos verificar: Umidade, pH, Grau de Refino, Viscosidade, Resistência a tração, Extraíveis em solventes, Pintas, Cinzas, Porosidade e Alvura.

Para o controle das Pastas de Alto Rendimento recomenda-se analisar: tamanho das fibras, número de cavacos e alvura entre outros.

O controle de qualidade no recebimento das demais matérias primas são também muito importante para não prejudicar o processo de fabricação dos papéis. Entre eles um dos mais importantes é o que se realiza em produtos químicos. No entanto, a tendência é exigir qualidade assegurada dos fornecedores com envolvimento completo no uso de seus produtos.

## DESAGREGAÇÃO

Consiste na primeira etapa do processo de fabricação de papel e tem por objetivo homogeneizar as matérias primas, além de transformar as fibras em uma massa bombeável. Desta forma as fibras desagregadas podem ser utilizadas em diversas etapas do processo de fabricação do papel como depuração, centrifugação, flotação, lavagem e branqueamento.

Existem diferenciadas técnicas de desagregação que devem estar associadas ao tipo de matéria prima utilizada , ao processo de tratamento das fibras em etapas posteriores, e aos objetivos de especificação dos produtos.

Os Desagregadores modernos constituem um tanque construído em diversos tipos de materiais como: ferro fundido, aço inoxidável (no caso de alveamento químico), e até em alvenaria. Possuem formas geométricas diferenciadas e na maioria dos casos, a presença de um ou mais rotores que promovem a desintegração do material. Habitualmente tais equipamentos possuem chicanas e aletas que promovem uma melhor recirculação junto ao rotor. Inúmeros são os desenhos de rotores e aletas que oferecem condições mais adequadas ao material desagregado e a filosofia de tratamento dado a fibra.

No caso de Desagregadores para beneficiamento de aparas encontramos variadas formas de desagregação que envolvem diferentes equipamentos. Muitos são os fatores que influem na escolha do processo de desagregação, sendo os principais fatores o processo de tratamento das aparas disponível e o tipo de aparas projetado para

tal processo. O processo de tratamento de aparas, principalmente o tipo de depuração, lavagem, flotação ou ainda ambos definem a característica básica do equipamento. Isto significa dizer que é adequado possuir um desagregador para trabalho a alta consistência (13% - 17%), quando se deseja uma ação mecânica mais efetiva entre os componentes das aparas. Pode se dizer neste caso, que ha maior cisalhamento dos componentes promovendo a redução do tamanho das partículas, favorecendo assim processos como remoção destas partículas como a Lavagem. Por outro lado, o atrito excessivo e conseqüentemente a intensa redução das partículas podem dificultar o processo de Depuração, expondo tais equipamentos a passagem de pequenas partículas que originaram inconvenientes à etapas posteriores do processo. Temos como exemplo o desagregador Hidrapulper VSHDT (Voith).

Já desagregadores que promovem menor atrito entre as fibras e maior umectação do material podem ser mais interessante para a preservação da integridade da fibra e remoção mais facilitada dos contaminantes, favorecendo em especial a etapa de Depuração. No entanto, esta técnica de desagregação, se, não aplicada adequadamente, aumenta muito a perda de fibra do processo e limita alguns tipos de aparas que exigem maior energia de desagregação, como papéis fortemente colados e papéis com resistência a úmido. Podemos exemplificar este conceito de desagregação com o equipamento denominado Fiber-Flow (Voith) e alguns sistemas de Hidratação que possuem torre de hidratação que facilitam a desagregação pela pré-hidratação das fibras.

Normalmente os desagregadores usados no beneficiamento de aparas possuem dispositivos que auxiliam na remoção de impurezas pesadas como pedras, arames, plásticos entre outros. Tais dispositivos consistem na presença de garras que são mergulhados no hidrapulper para remoção de contaminantes. Existem os equipamentos dotados de peneiras que auxiliam na limpeza das impurezas, assim como equipamentos que possuem dupla função de desagregação complementar e peneiramento. Estes sempre colocados após o desagregador principal.

Já desagregadores para Celuloses são mais simples e exigem menos cuidados, são constituído basicamente de um tanque que possuem ao fundo um rotor "tipo Vokes" disposto sobre uma peneira perfurada por onde sai o material desgregado.

### DEPURAÇÃO

Assim como acontece com os desagregadores os equipamentos de depuração devem ser concebidos tendo-se como o base o material a ser utilizado e o produto final desejado.

Para tratamento de aparas deve existir uma combinação adequada de equipamentos que realizem o trabalho de limpeza das aparas, uma vez que um único equipamento não executa todo o trabalho. Cada contaminante a ser retirado deve ser estudado minuciosamente, e projetado para si, um equipamento adequado para a

remoção. Neste processo muitos são os fatores a considerar, como custo de operação, custo do equipamento e a própria viabilidade técnica dentro do processo como por exemplo: disponibilidade de água, energia, disponibilidade de equipamentos secundários que possam coletar tais impurezas de maneira a facilitar sua disposição.

**- Peneiras:**

A utilização de peneiras vibratória com chapas furada ou ranhurada é uma das alternativas usadas em depuração, no entanto, normalmente o aceito destas peneiras ainda possuem quantidades de contaminantes que exigem com que se utilizem a passagem por mais dois ou três estágios com peneiras sucessivamente mais fina. O material rejeitado na primeira peneira passa por um segundo estágio, e o material aceito da segunda peneira retorna ao fluxo principal antes da primeira peneira, da mesma forma de acontecer com os estágios posteriores. O grande inconveniente deste tipo de equipamento é a perda de fibra promovida.

Já os depuradores pressurizados são mais eficiente e os mais usados atualmente. Consiste na passagem da massa através de uma cesta peneira com furos ou fendas (depende do tamanho que se encontram os contaminantes), o rotor move as pás raspadoras que realizam um trabalho de pressão positiva à frente de sua posição forçando a passagem da fibra, e após sua passagem criam zona de pressão negativa que remove a fibra da abertura da cesta. Em outro tipo de depurador a massa é alimentada entre a carcaça e a cesta,

onde também está localizado o rotor que faz o mesmo movimento do exemplo anterior só que as impurezas são retiradas pela força centrífuga. Em um terceiro tipo de depurador o rotor atua entre duas peneiras.

#### - Separadores Centrífugos

São equipamentos que se utilizam da massa específica e das dimensões das partículas para realizar a separação dos contaminates. Normalmente são cilindros cônicos com entrada tangencial na parte superior do cilindro onde o diâmetro é maior, o fluxo radial causa arraste hidráulico que move as fibras contra a força centrífuga no interior do cone, executando assim a separação. Fatores importantes no controle do funcionamento destes equipamentos são: a consistência e a pressão diferencial entre entrada e saída da bateria de separadores. Normalmente utilizam diversos estágios como explicado no uso do peneiramento, sendo que nos últimos estágios a menor consistência contribui para uma limpeza mais efetiva dos contaminantes.

Tem como vantagem em relação as peneiras, o fato de remover mais efetivamente partículas de pequena massa específica, que contribui na remoção de partículas perturbadoras à fabricação do papel (stickies).

Existem plantas que se utilizam dos dois processos descritos acima, tal fato permite uma melhor remoção de contaminantes diferenciados e incremento de qualidade da polpa

final. Assim a opção do uso deste equipamentos está diretamente voltado ao nível de qualidade exigido pelos produtos.

### **LAVAGEM**

A Lavagem é o processo muito utilizado no tratamento das aparas, especialmente no E.U.A., que consiste na separação mecânica de partículas que estão presentes nas aparas de papéis velhos. Entre estas partículas a que mais se deseja remover são as de tintas, porém a remoção de cargas minerais e de outros substâncias em estado coloidal, são muito importante do ponto de vista químico, principalmente na fabricação de tissue, onde o depósito de Stickies é agravado por tratar-se de papéis finos. As partículas normalmente removidas na lavagem possuem tamanho entre 1 a 10 micra ( $\mu\text{m}$ ), sendo de fundamental importância que tais substâncias não retornem ao processo, isto significa que é desejável um eficiente sistema de tratamento de água que atue na remoção e descarte destas partículas. Pode-se usar como coadjuvante de lavagem, tensoativos que contribuam para dispersão dos contaminantes e auxiliem na remoção de tinta. Os principais fatores que contribuem para o sucesso da lavagem são: a baixa consistência na entrada do sistema e a alta capacidade de desaguamento; influi também o pH da polpa no instante da lavagem, sendo recomendado a faixa de pH neutro ou ligeiramente ácido.

Os principais tipos de lavadores são os lavadores com uma ou duas telas (tipo DNT washer da Black Clawson e Vario Split da Escher Wyss), existem também os lavadores tipo Side Hill Screens. Tais equipamentos normalmente trabalham com consistência na faixa de 0,6 a 1,5%, sendo que os primeiros equipamentos citados podem propiciar incrementos de alvura na ordem de 8 a 12 graus GE.

## FLOTAÇÃO

É um processo pelo qual se remove grandes quantidades de partículas, principalmente as de tintas; consiste na passagem de uma mistura de água e fibra injetada em compartimentos denominado células de flotação, onde são adicionados substâncias tensoativas que auxiliam na formação de espuma e na remoção da tinta, além de ar que dá origem a bolhas que carregam as partículas para a parte superficial da espuma. A espuma formada com a tinta agrupada são removidas por coletores de transbordo ou ainda por sistema de vácuo. Os principais cuidados a serem tomados na operação de uma etapa de flotação são:

- As partículas a serem removidas devem possuir tamanho entre 15 e 150 micra ( $\mu\text{m}$ ), o controle do tamanho de tais partículas é de fundamental importância e a utilização de deflocadores que reduzem

as partículas a tais tamanhos, pode se empregar ainda dispersantes que auxiliam neste processo;

- As fibras devem estar separadas, uma das outras, pois a presença de feixes de fibras ou pedaços de material não desagregados dificultam a separação entre as partículas de tintas e fibras;

- O tempo necessário para ocorrer o processo é, via de regra, longo (alguns minutos), conseqüentemente o tempo de retenção da solução é considerado um fator importante no dimensionamento dos equipamentos;

- É importante o monitoramento de ar injetado nas células e o tamanho das bolhas para que ocorra a perfeito remoção da tinta.

A Flotação é um processo muito empregado na Europa, tal fato se deve a utilização intensa de reciclagem de jornais e revista. Existe uma grande discussão sobre qual o processo mais utilizado na reciclagem de aparas, algumas correntes preferem a flotação, outras a lavagem, como o que difere os dois sistemas de destintamento são o tamanho das partículas, a opção é mais uma vez atrelada aos equipamentos de processo disponível, sendo que existem plantas que possuem os dois processos simultaneamente, onde ambos são complementares e propiciam resultados excelentes.

## **DISPERSÃO**

Após realizadas toda as etapas anteriores, e após a remoção de diferentes partículas, é usual a presença de contaminantes que ainda não foram removidos, neste caso utiliza-se a dispersão com o intuito de reduzir o tamanho das partículas remanescente. Por exemplo, o betume não acumula nas telas e nos feltros das máquinas de papéis, como também não produzem manchas nos papéis acabados. Devido às altas temperaturas empregadas em alguns sistemas, à ação mecânica do dispersor e a eliminação de pontos de ligação potencial, a qualidade da fibra tende a diminuir. Nota-se em alguns casos, a redução de alvura e o incremento do grau de refino, fatores indesejáveis para a fabricação de Tissue. No entanto, a redução do tamanho das partículas em etapa anterior ao branqueamento químico é conveniente, pois favorece a penetração dos agentes de oxidação, atuando mais intensamente sobre estas partículas no sentido de transformá-las em material não visível.

## **BRANQUEAMENTO**

Existem inúmeras técnicas de branqueamentos que podem ser usadas no tratamento das aparas, tais técnicas alteram-se em relação aos agentes de branqueamentos usados, que mais uma vez é

influenciado pela composição fibrosa das aparas. Normalmente é a etapa mais importante para a reciclagem, e também uma das mais complexas. O branqueamento pode ser utilizado ainda em etapas iniciais do processo como na desagregação, ou em torres de branqueamentos que são de uso exclusivo para a realização da reação química, pode se ainda, utilizar diversos estágios de branqueamentos de acordo com o aspecto visual da polpa que se deseja obter.

Nesta etapa temos os agentes de branqueamento, substâncias que quimicamente, se comportam como oxidante ou redutores, propiciando incremento de alvura da fibra por complexas reações com a estrutura das fibras. Estes agentes são capazes de transformar alguns compostos derivados de celuloses (como por exemplo a lignina), presentes no meio em substâncias inertes do ponto de vista visual ou de contaminação. Falaremos resumidamente sobre alguns deles:

**HIPOCLORITO DE SÓDIO** - é uma agente de branqueamento muito conhecido e muito aplicado na industrialização de celuloses. Possui o menor custo entre todos os reagentes disponíveis, possuem vasta disponibilidade no mercado, sendo possível de ser produzido dentro da própria empresa como acontece com as indústrias de celulose. É bom oxidante é recomendado principalmente para aparas constituída basicamente de fibras celulósicas onde pode contribuir no incremento de alvura. No entanto, possui o inconveniente de não ser adequado ao alveamento de pastas não-químicas, como é o caso das pastas de alto rendimento, e de fibras que contém elevado teor de ligninas. Por ser composto clorado pode ainda formar complexos químicos indesejáveis

como as dioxinas, substância tóxica das mais combatidas em todo mundo atualmente. Assim o uso de substâncias cloradas estão sendo combatidas em todo o mundo, sendo substituídos por reagentes não clorados, como é o caso do Peróxido de Hidrogênio e Oxigênio que formam compostos inertes. Por estes motivos o Hipoclorito de Sódio está sendo substituído por outros agentes de branqueamento.

**PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO** - Mais conhecido usualmente como Água Oxigenada; o Peróxido de Hidrogênio tem se mostrado o mais completo agente de branqueamento utilizado atualmente, é compatível com a presença de lignina transformando-a em compostos que não prejudicam a cor da polpa alvejada. Possuem a grande vantagem de formar compostos inertes como produtos de suas reações, contribuindo muito para a preservação do meio ambiente e facilitando o trabalho das estações de tratamento de efluentes. O Peróxido de Hidrogênio é bom alvejante quando aplicado em meio alcalino (pH entre 10,0 e 11,0), e na presença de Silicato de Sódio que atua como estabilizador do Peróxido. Nesta função pode se utilizar também agentes quelantes que contribuem na remoção de metais presente no instante da reação (Fe, Cu, Mn, etc.), dentro destas condições o Peróxido pode propiciar uma incremento de alvura na ordem 10% em relação a alvura inicial. É necessário um efetivo controle laboratorial durante a reação química, já que pode haver falta Peróxido ao final da reação, pois neste pH, certamente ocorrerá a reversão da cor. A temperatura e o tempo de reação contribui para atingir o incremento citado, devendo ser controlado em função das demais variáveis do processo.

**HIDROSSULFITO DE SÓDIO** - Também conhecido como Ditionito de Sódio, é agente redutor e quimicamente atua por mecanismos inverso da reação do peróxido, porém útil como alvejante principalmente para pastas que possuem elevados teores de Pasta de Alto Rendimento. Necessita de alguns cuidados de aplicação como consistência baixa e torre de fluxo ascendente.

Em algumas plantas da Europa se utiliza duas etapas de branqueamentos com Hidrossulfito de Sódio inicialmente e Peróxido de Hidrogênio no final, assim as etapas de branqueamentos se completam e resultam em valores elevados de alvura.

É importante frisar que qualquer que seja o processo de branqueamento utilizado, é conveniente dispor de uma etapa de lavagem posterior ao branqueamento para a remoção de grupamentos cromóforos formados na reação com os derivados celulósicos, estabilizando a cor final e evitando fenômenos de reversão.

Concluído o processo de reciclagem das aparas e estando elas aptas para serem utilizadas na fabricação do papel, pode-se utilizar a fibra como tal, no caso de papéis produzidos com 100% de fibras recicladas. Em alguns casos não se torna necessário o uso de refinação, já em outros casos, em que as aparas forneça fibras que não tem propriedades de ligações, a polpa é enviada a área de refinação para torná-la mais hidratada melhorando suas propriedades de resistência. Existem ainda, casos de produtos Tissue que exigem forte refinação como veremos adiante. Assim resta somente a

aditivção química para que seja concluído o processo de preparação de massa e a polpa produzida entregue a máquina de papel.

A polpa reciclada é também usada em mistura com fibras virgens que variam em proporções diferenciadas de acordo com a necessidade de qualidade do produto final. Assim a mistura deve ser feita em tanque onde seja possível controlar a proporção, mas antes disto é necessário tornar a celulose preparada para a mistura com as aparas, isto significa que é necessário a refinação e aditivção química.

### REFINAÇÃO

Trata-se de tema complexo e extenso e com certeza o mais importante para atingir as propriedades físicas desejadas no papel. Todos sabemos que se somente dispersarmos a pasta de celulose sobre a água o suficiente para que ocorra a separação não teremos um papel de boa qualidade, haverá formação de fibras aglomeradas e danos na formação da folha. Por outro lado, na fabricação de papel Tissue, aplica-se muito menos energia de refinação a celulose do que para a fabricação de papéis planos. Em especial nos papéis higiênicos utiliza-se muito pouco a refinação com intuito de evitar a floculação das fibras e ao mesmo tempo hidratá-las, favorecendo o número de ligações químicas que possam realizar. No entanto é

importante não exagerar no refino das fibras de modo a danificar sua estrutura ou até mesmo chegando a cortá-la.

O processo de refinação em teoria concebe a abertura de pequenos canalículos na estrutura da fibra por onde ocorre grande penetração de água e conseqüentemente seu inchamento (também chamado fibrilação interna), quando isso ocorre há um aumento da área superficial da fibra, havendo assim um aumento da superfície de contato entre as fibras. Tal fato permite com que ocorra maiores ligações químicas, tornando o papel mais resistente. Além deste fato, diversas outras características da fibra se alteram promovendo então alterações nas propriedades físicas e mecânica do papel. Tais alterações que são importantes para os fabricantes de tissue veremos a seguir:

1 - Drenagem - Aumentando a refinação, diminui-se o escoamento e isto reflete no aumento do grau de refino ( $^{\circ}$ SR);

2 - Espessura da folha - O aumento na refinação resulta em uma diminuição da espessura.

3 - Resistência ao Rasgo - Quando a refinação promove o corte das fibras irá diminuir a resistência ao rasgo;

4 - Porosidade - O aumento na refinação torna a folha menos porosa;

5 - Opacidade - Idem com a porosidade;

6 - Entrelaçamento das fibras - quando for maior a refinação por hidratação a trama é aumentada.

Assim como estes efeitos, a refinação pode provocar outros que afetam diretamente o comportamento do processo de fabricação.

**Fatores Que Influem No Controle Da Refinação:**

- **Desenho do refinador** - Os mais usados propiciam hidratação as fibras, porém, existem disco com desenhos voltados para o corte das fibras. É importante usar o disco com ângulos adequados para a fibra adequada, isto é, o disco é projetado para o tipo de fibra usado, o seu comprimento e suas características;

- **Velocidade de rotação** - A velocidade de passagem pelo refinador quando alta, favorece a fibrilação das fibras evitando o corte. Tal fato no entanto, faz com que ocorra maior gasto de energia, que na indústria do Tissue é pouco significativo;

- **pH da massa** - Em função dos aditivos químicos usados antes da refinação podemos ter influência destes no pH da polpa. Assim é conveniente um pH próximo de 7,0 ou 8,0 para que ocorra o trabalho de hidratação durante a refinação;

- **Temperatura** - O aumento da temperatura atrapalha o processo de refinação, uma vez que, a fibrilação fica inadequada diminuindo o contato entre as fibras;

- **Consistência** - Uma baixa consistência durante o refino favorece o corte das fibras, enquanto que a alta consistência favorece a compressão longitudinal e a formação de aglomerados de fibra. Normalmente se utiliza consistência na faixa de 3 a 4% para refinadores cônicos e 4 a 5% para refinadores de disco.

### III - ADITIVAÇÃO QUÍMICA

Consiste na aplicação de produtos químicos que vão conferir ao produto final, propriedades físicas e ópticas desejada por sua especificação. São eles:

- Alcalinizantes - são substâncias que são utilizadas com o objetivo de elevar o pH (potencial Hidrogeniônico) da polpa e obter como consequência melhor desagregação da pasta fibrosa. Utiliza-se normalmente os Carbonatos ou o Hidróxido de Sódio (Soda Cáustica).

- Acidificantes - São substâncias químicas que possuem caráter ácido e promovem a neutralização da alcalinidade. (quando está com pH elevado). Usa-se normalmente o Sulfato de Alumínio, o Ácido Sulfúrico e o CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono).

- Corantes - São substâncias que conferem cor ao papel alterando o estado visual da fibra. São divididos em básicos e diretos, sendo que os básicos possuem maior afinidade em pastas que possuem alto teores de Pasta de Alto Rendimento. Os diretos montam melhores sobre fibras de celuloses, alguns deles exigindo o uso de fixadores para corantes.

- **Agente de Resistência a Úmido** - Normalmente usados resinas poliméricas de poliamida-amina-epicloridrina de caráter catiônico. É aplicado a polpa em quantidades que variam de acordo com o nível de resistência a úmido desejado. Utiliza-se em papéis de guardanapo, lenço e toalhas. Existem ainda resina a base de uréia-formol que propõe o mesmo efeito, porém estão fora de uso por ser nocivo a saúde.

- **Resistência a Seco** - São agentes que incrementam a resistência a tração quando a folha está seca. Podem ser usados os amidos ou os agentes de base orgânica.

- **Alvejantes ópticos** - São complexos que possuem a capacidade de refletir luz quando exposto a incidência de luz com baixo comprimento de onda (faixa do Ultra-Violeta). É muito usado em produtos Tissue e auxiliam no incremento do aspecto visual dos produtos.

- **Anti Espumante** - São substâncias tensoativas gordurosas que são utilizadas para reduzir ou eliminar o nível de espuma do líquido. É muito usado em papéis que utilizam amido, e em processos que utilizam fibra secundária com matéria fibrosa. Produto que exige constante acompanhamento de sua aplicação, podendo gerar mais espuma se aplicado inadequadamente.

- **Controle de Retenção** - Os produtos mais usados no controle de retenção e como auxiliar de Drenagem são os a base de

poliacrilamida. Tal aplicação deve estar baseada no fato de que é necessário neutralizar o caráter iônico do meio, a fim de promover a aglutinação de partículas favorecendo a remoção da água presente nas fibras. Este procedimento pode reduzir a perda de fibra, principalmente fibrilas e aumentar a capacidade produtiva da máquina de papel já que se pode aumentar a secagem do papel. Existe todo um mecanismo de controle laboratorial do controle de drenagem que monitora a aplicação de tais químicos.

- Dispersantes - São substâncias que diminuem a tração superficial das partículas, promovendo uma força de repulsão destas partículas a fibra e fazendo com que não seja notada visualmente ou, até que tais partículas sejam removidas do sistema. Existe um grande número de produtos disponível no mercado, mas cada caso deve ser estudado junto a constituição química do produto, para que possa alcançar os objetivos desejados.

- Controladores de Stickies - existem diversos mecanismos no controle destas substâncias indesejáveis, como a repulsão elétrica promovida nas vestimentas da máquina evitando a aderência dos stickies, papéis com baixa gramatura são problemático nesta linha de atuação.

A neutralização das cargas iônicas do meio tem se mostrado efetivo para evitar a deposição de alguns da grande famílias dos Stickies. Também chamado de controle do Potencial Zeta do meio pode

ser medido através de aparelhos específicos ou através de análise volumétrica em laboratórios.

Na impossibilidade da remoção de tais perturbadores existe a aplicação de solventes que removem os stickies depositado, são usados solventes como Querosene, Xileno, entre outros e a definição do produto mais adequado está amarrada a adequação das borrachas que revestem os cilindros das máquinas. É o método mais rude de resolver o problema, porém, em circuitos especialmente fechados sua aplicação ainda se faz necessária.

- Revestimento de secador - Normalmente substâncias poliméricas que aplicada a superfície do cilindro secador formam uma película aumentando a aderência da folha ao cilindro e propiciando condições especiais para a realização da crepagem da folha. São usados resinas de poliamida-epicloridrina, de poliacrilamida entre inúmeros outros polímeros que podem conferir ao produto condições especiais. A descrição de aplicação de tais produtos, não cabe neste momento por tratar-se de curso básico, além de assunto vasto e prolongado, apesar de sua importância.

- Anti-Aderentes - Normalmente óleos minerais solúveis que exige altíssima pureza de seus constituintes na formulação. São usados para promover a soltura da folha do cilindro secador. A boa escolha de tais produtos como sua aplicação pode conferir características especiais de suavidade ao toque ao papel, tornando-o mais agradável. A dosagem destes produtos estão diretamente