

abc p

**ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA
DE CELULOSE E PAPEL**

CURSO DE PREPARAÇÃO DA MASSA

Coordenação de EULINO ALVES AFFONSO
- DIRETOR DE ENSINO -

Agricultura - São Carlos - USP
Caixa Postal 9
13400-Piracicaba-SP-Brasil

— FIBRA DE CELULOSE —

- LEONIDAS LEVITINAS -

COMISSÃO DE ENSINO

- 1.— EULINO ALVES AFFONSO (Grupo Suzano-Feffer)
Diretor
- 2.— MARIO BIBIANO DE FREITAS JUNIOR (Cia. Melhoramentos Indústria e Papel)
- 3.— ANTONIO DE BRITTO (Industria de Papéis Cícero Prado)
- 4.— JOSÉ CARLOS NASCIMENTO (Cia Sta. Therezinha de Papéis)
- 5.— IRENE GOMES (Rigesa Celulose Papel e Embalagens Ltda.)
- 6.— AFFONSO CHUCRI DA SILVA CARMO (Cia. Industrial de Papel Pirahy)
- 7.— JOSÉ LUIZ SCARAZATTO (Cia. Melhoramentos Indústria e Papel)
- 8.— LEONIDAS LEVITINAS (Consultor Técnico)
- 9.— DIMAS DE CARVALHO (Cia. Suzano de Papel e Celulose)
10. - JOÃO A. DE LIMA (Industria de Papel Leon Feffer)
11. - ANTONIO CARLOS DE SOUZA GODOY (Champion Celulose S.A.)
12. - WANDERLEY MIGUEL PAPALARDO (Cia. Suzano de Papel e Celulose)
13. - PLINIO PIMENTEL ROMITTO JUNIOR (INDUSTRIA DE PAPEL LEON FEFER)
- 14 - THEREZINHA VEIGA (Coordenadora de Ensino A.B.C.P.)

LEONIDAS LEVITINAS



ENGENHEIRO ELETRICISTA, Diplomado pela Universidade de Grenoble (França); ENGENHEIRO em FABRICAÇÃO de PAPEL, Diplomado pela Ecole Française da Papetrie, da Universidade de Grenoble; BACHAREL em QUIMICA, Diplomado pela Universidade de Genebra (Suíça); ENGENHEIRO CONSULTOR INDUSTRIAL em PRODUTOS, PROCESSOS e ORGANIZAÇÃO; PROFESSOR do IDORT (Instituto de Organização Racional de Trabalho);

Nascido na Rússia em 2/1/1919, brasileiro naturalizado, radicado em São Paulo desde 1946, com registro no CREA n.o 24.543.

Fala e escreve correntemente o inglês, francês, alemão e russo. Participando de varios cursos, seminarios e praticando continua atualização técnica, é também autor de varios artigos nas revistas especializadas.

A sua experiencia industrial iniciou-se na Europa onde trabalhou nas fabricas de Papel na Letonia e na Suíça. No Brasil após uma experiência industrial de mais de 25 anos, dedica-se, desde 1964, à Consultoria Industrial, em ramos diversificados, tais como: a eletromecânica, autopeças, eletrodomésticos, aparelhos científicos, celulose e papel, etc, tanto em assuntos de engenharia do produto, engenharia do processo, controles, como em assuntos da organização racional e científica do trabalho.

Com IDORT, chefiou turmas de racionalização nas autarquias e repartições públicas.

Participou de comissões de normas tecnicas da ABNT.

— FIBRA DE CELULOSE —

A palavra "celulose" pode ser compreendida diferentemente pelos direrentes profissionais.

Um químico entenderá como sendo um composto químico de composição relativamente bem definida. Para um fabricante de celulose e papel, a celulose é um produto de tratamento químico de vegetais, com uma separação mais ou menos profunda de materiais não celulósicos.

Assim usamos a seguinte linguagem:

Celulose de alto rendimento;

Celulose não branqueada ou crua;

Celulose branqueada;

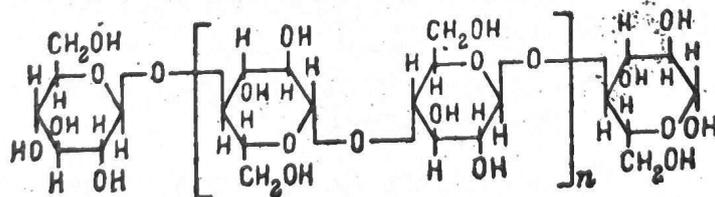
Celulose de fibra curta (Ex. eucalipto);

Celulose de fibra longa (Ex. pinho).

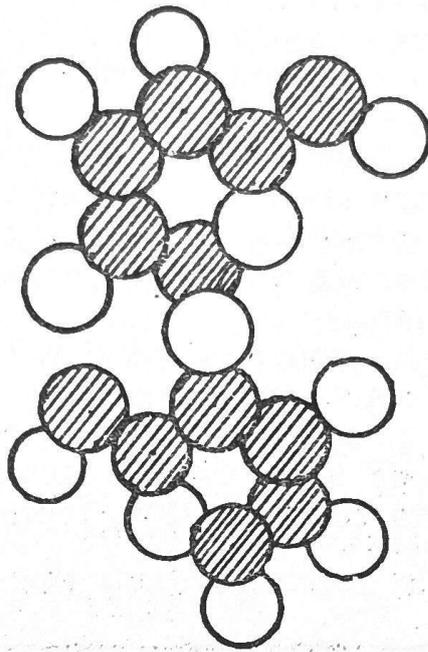
Neste curso faremos um exame mais ou menos detalhado da celulose sob diversos aspectos.

DO PONTO DE VISTA QUÍMICO

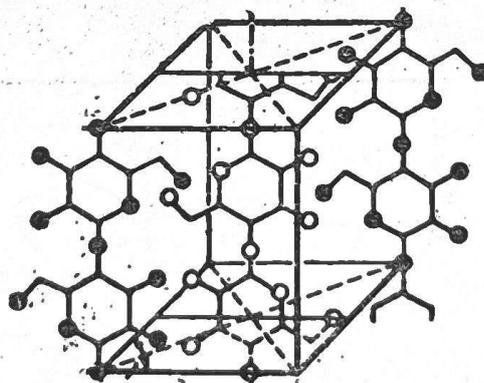
A celulose, principal componente das fibras vegetais, é constituída de dois núcleos químicos, bastante similares entre si, que se reúnem formando pares. Esses pares repetem-se uns após outros "n" vezes, formando uma cadeia similar a uma corrente de elos. Este número "n" de elos pode variar muito conforme a origem da celulose, idade e até das condições climáticas onde a planta cresceu. Assim sendo encontramos cadeias ou correntes de "n" 200 até 10000 "elos", sendo comuns os valores de 600 a 2000 "elos" para as madeiras; 1000 a 3000 para o algodão, chegando ao máximo de até 10000.



Diversos pesquisadores procuraram medir o comprimento de uma unidade dupla ao longo de seus eixos principais, e após estudos múltiplos, comparando os modelos tridimensionais da molécula com chapas de Raios X, chegaram a uma conclusão apresentada por Meyer Mark e outros, demonstrada conforme figuras.



Sombreados - Átomos de Carbono
 Brancos - Átomos de Oxigênio
 Hidrogênio omitido
 Unidade de celulose conforme Haworth (Meyer e Mark)



Célula de celulose natural

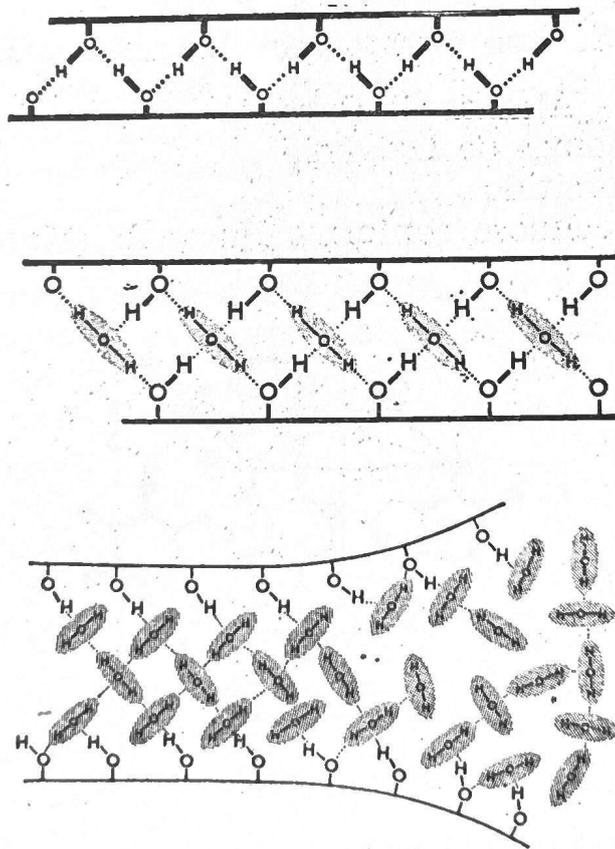
Meyer e colaboradores

Se fizermos uma montagem demonstrativa de um “elo”,
 obteremos a construção sugerida por vários autores e de-
 monstrada nos desenhos acima.

Uma cadeia curta de celulose é composta de 200 elementos básicos com comprimento de aproximadamente 0,2 microns, enquanto uma cadeia comprida de 10000 elementos básicos, alcançará 10 microns.

As cadeias celulósicas de comprimento de alguns microns, formam zonas orientadas dentro da parede da célula vegetal, faixas de cristalitos rígidos nos quais as cadeias individuais de celulose são mantidas coesas entre si, pelas forças de atração polar.

Ao lado destas zonas orientadas, encontramos dentro da parede celular zonas com cadeias menos ordenadas (zonas amorfas). A quantidade de zonas cristalinas, determinada pelo método de Raio X nas celuloses de algodão e de madeira, representa cerca de 70%, representando as partes amorfas 30%.



As cadeias de elos formam entre si cristalitos, mais ou menos compridos que poderíamos comparar com fiapos de uma corda. Os fiapos são mantidos entre si por atração molecular, discutão esta, fora de interesse do curso. Há também alguma quantidade de matéria, não formando cristalitos e que está presente preenchendo espaços vazios.

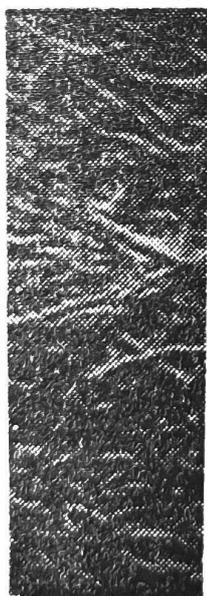
Tudo se passa do modo pelo qual se comportariam várias correntinhas minúsculas de ferro, acompanhadas de limalha, e que seriam submetidas a um ímã. Tanto, as correntinhas ficam atraídas entre si, como as limalhas seguras junto as correntinhas no espaço entre estas.

Quando molhamos as fibras, a ação entre elementos hidróxilos e o hidrogênio diminui, pois as moléculas de água penetram no meio e o feixe fica mais frouxo e mais grosso.

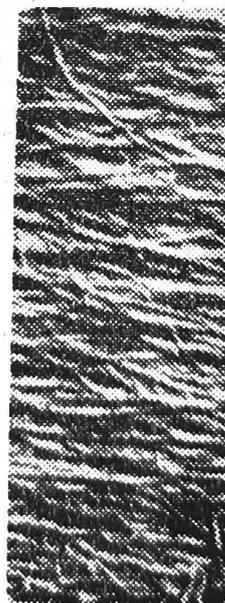
Os cristalitos conforme descritos, constituem as fibrilas elementares; quando dispostos em posição otimizada alcançam peso específico de 1,59, quer dizer, correspondem exatamente ao peso específico da celulose.

O espaço entre as fibrilas elementares está lotado pela celulose em estado amorfo e, parcialmente, pelos ingredientes não celulósicos (hemi-celuloses) elimináveis pela soda cáustica.

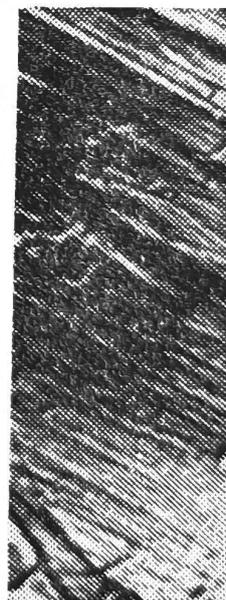
As fibrilas elementares da parede das células, são aglomeradas em micro fibrilas e estas últimas em macro fibrila visíveis ao microscópio.



P



S1



S2

Graças a estas fibrilas a formação da folha é facilitada permitindo alcançar interligação entre as fibras.

Veamos as dimensões dos elementos da fibra de algodão:

elemento da fibra	quantidade de cadeias, vistas no corte transversal
molécula de celulose	1
cristalito	100
micro fibrila	2.000
macro fibrila	500.000
fibra	1.000.000.000

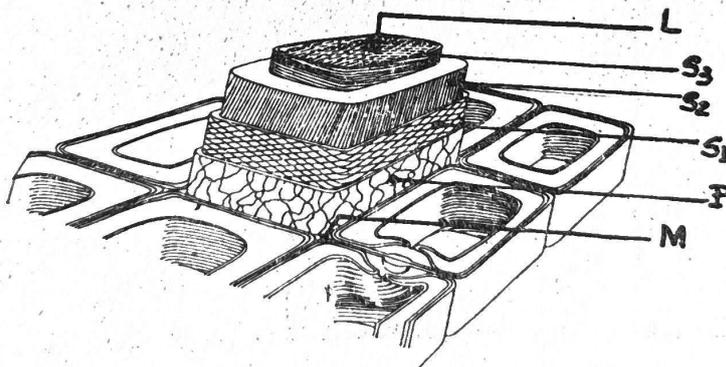
ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

A celulose submetida a vários reagentes, forma diversos componentes químicos, muitos destes utilizados como tais, outros servem como estágios intermediários para a fabricação de outros produtos, frequentemente, na base de celulose regenerada. Assim sendo conhecemos a **nitrocelulose** (mono) que é usada em bolinhas de ping-pong e em filmes, **nitrocelulose** (tri) que é um explosivo, **acetado de celulose** para os filmes não inflamáveis, **xantogenato** (que permite a transformação) que é um composto intermediário na fabricação de celofane, sendo este último a celulose regenerada.

ESTRUTURA DA FIBRA

As fibras vegetais utilizadas em fabricação de celulose são muito diversificadas pelas suas dimensões, formas e composição, mas também têm muita coisa em comum.

O microscópio eletrônico permite determinar duas partes, primária e secundária, esta última composta de várias camadas.



L = lumem

S3 = parede secundária interna

S2 = parede secundária intermediária

S1 = parede secundária externa

P = parede primária

M = lamela média

Estas camadas são compostas de micro fibrilas, dispostas em espiral sob diversos ângulos em relação ao eixo principal da fibra; algodão 45°, linho poucos graus.

As fibrilas de madeiras tem inclinação intermediária o que determina o seu caráter universal quanto ao uso.

Na camada S3 a inclinação é quase perpendicular ao eixo.

MORFOLOGIA DA ESTRUTURA DAS CÉLULAS VEGETAIS

Do ponto de vista de sua estrutura encontramos diversos grupos de células tais como: **Células Prosenquímicas**, compreendendo traqueidais, fibras do liber e vasos servindo de condução de sucos e de esqueleto da planta.

Traqueides - fibras compridas atingindo até alguns mm (5,0 a 7,0 mm) com sua largura entre 15-80 micros com média de 35-40 microns. A relação entre o comprimento e a largura frequentemente é de 80. As traqueides de coníferas têm paredes mais grossas, canal largo e poros típicos que permitem a sua identificação microscópica.

As células do **liber** constituem o tecido do suporte das plantas anuárias e das folhudas. São compridas, no linho elas alcançam comprimento até 50mm. Em folhudas raramente ultrapassam 1,5mm, em coníferas 3 a 5mm.

Os **vasos** são curtos, largos, de parede fina. Servem para condução da seiva em folhudas, de comprimento até 1 mm.

Estes vasos somente ajudam encher a folha do papel formado, enchendo os poros.

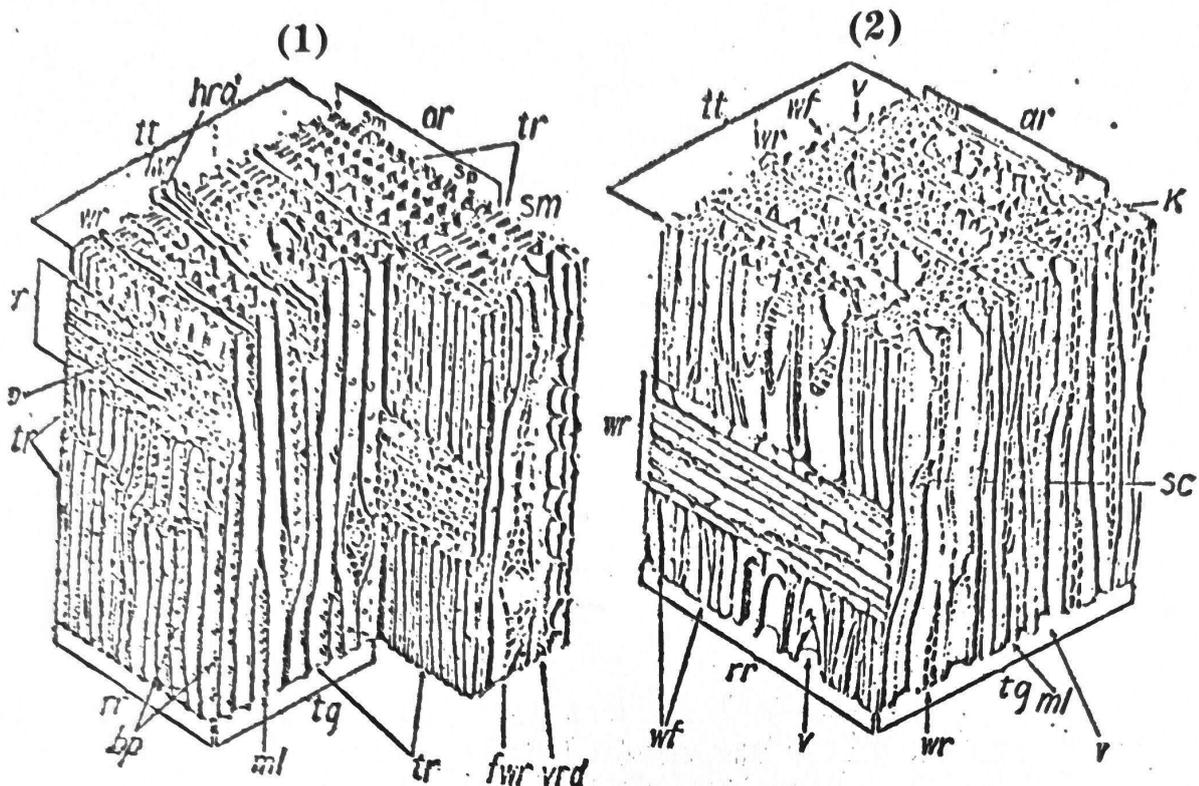
Células parenquimosas.

Estas células servem dentro da planta para reserva de alimentos.

Células Scleronquimosas e epidérmicas, muito endurecidas, de forma específica.

Pelos aspectos específicos de todas as células citadas, suas proporções e detalhes que variam de uma planta a outra, podemos determinar a composição de uma amostra de papel, procedendo a uma análise microscópica.

Esta análise deve fazer parte de um estudo completo, separado, de micrografia de fibras, mas a distribuição de diversas células dentro da madeira, está demonstrada nas figuras seguintes.



(1) Diagrama da madeira de coníferas.

tt - Área transversal
 rr - Área radial
 tg - Área tangente
 vrd - dutos
 sp - madeira da primavera
 sm - madeira do verão
 ar - anel anuário
 wr - raio
 hrd - duto horizontal

(2) Diagrama de madeira de folhudas.

tt - Área transversal
 rr - Área radial
 tg - Área tangente
 wf - fibra
 v - vasos
 sp - madeira de primavera
 sm - madeira de verão
 ar - anel anuário
 k - vasos
 wr - raios de madeira
 ml - lamela

A composição em diversas células de diversos vegetais varia.

Se as coníferas são constituídas de 90 a 95% de traqueides, as folhudas tem 50 a 60% de liberoformes e 30% de vasos, variando de uma espécie a outra.

Grande teor de células parenquimosas determinará o baixo rendimento em fibras e uma diminuição da resistência da celulose industrial obtida.

Nós já temos citado diversos tipos de fibras usadas em fabricação de papel, podemos pois constituir um quadro demonstrativo de suas características.

Características de medidas das fibras de liber e traqueides de materiais utilizados na indústria de papel.

Fibras	Comp. médio (l mm)	Largura Média (b em u)	Relação (l/b)
Fibras Lenhosas			
Linho	20,0	16	1250
Cânhamo	20,0	22	900
Juta	3,0	20	150
Rami	60,0	40	1500
Fibras Anuárias			
Palhas	1,3	13	100
Palha de arroz	1,4	8	175
Pala de milho	1,2	17	70
Taquara	1,2	12	100
Bagaço	1,7	20	85
Bambú	1,8	15	120
Esparto	1,5	10	150
Canhâmo de Manilha	5,0	24	210
Linho de Nova Zelândia	4,0	15	270
Sisal	3,0	24	125
Pelos de grão			
Algodão	25,0	20	1250
Linter	10,0	20	500
Fibras de madeira			
Pinheiro	2,5	33	75
Pinho	3,0	40	75
Bétula	1,2	24	50
Eucalipto	0,8	19	42

Dados de diversas celulosas

MATERIAL	Bran- cura %	Pento- sanas %	Viscosidade milipoise	Refino °SR	Auto-ruptura m	Duplas dobras	rasgo g
Celulose de Coníferas:							
Sulfito cru	60-65	5-7	500-1500	50-60	5500-8000	1000-3000	70-100
Sulfito branqueada	83-90	3-4	300-1000	50-60	5000-7000	200-2000	60-100
Sulf. especial (92 a 94° de alfa cel.)	90-92	3-4	300-500	50-60	5000-6000	100-500	60-90
Sulfato cru	35-40	9-11	400-1000	50-60	9000-11000	> -3000	140-200
Sulfato branqueada	80-88	7-9	200-600	50-60	8000-10000	1500-3000	120-150
Celulose de folhudas:							
Sulfito cru de bétula	-60	9-11	400-800	40-50	5000-7000	400-800	60-70
Sulfito branqueada de bétula	83-90	8-10	300-600	40-50	4500-6500	200-700	60-80
Sulfito branqueada de choupo	83-90	8-10	300-600	40-50	3500-5000	50-200	40-60
Sulfato branqueada de bétula	80-88	14-20	200-500	40-50	8000-10000	1500-2500	80-90
Sulfato branqueada de choupo	80-88	12-16	200-500	40-50	6000-7000	1000-1500	65-70
Celulose sulfato branqueada:							
Palha de cereais	75-80	18-24	200-500	50-60	4000-6000	15-100	40-60
Taquara	85-90	2-4	200-500	50-60	4500-6000	100-300	50-70
Bambu	80-82	18-24	200-500	50-60	7000-9000	1500-3000	100-120
Celulose de algodão branqueada:	80-82	10-16	3000-5000	-60	3500-4000	100-500	100-150
Celulose de linter	90-95	7-1	500-2000	-60	3000-3500	50-200	100-150
Celulose de linho	86-92	7-1	300-500	-70	5000-6000	> -3000	180-200
Pasta mec. branqueada (coníferas)	50-65	10-12		60-80	2000-3600	1-3	30-40
Pasta mecânica crua (coníferas)	35-40	9-10		35-50	1700-2500	4-15	
Pasta mec. semi-química (folhudas)	40-65	20-25		35-40	4000-5000	100-250	50-60

CARACTERÍSTICAS DE DIVERSOS TIPOS DE CELULOSE PARA DIVERSOS TIPOS DE PAPEL

Nos últimos tempos o papel e as cartolinas estão ampliando, cada vez mais, o número e a diversificação de suas aplicações.

Assim, nós usamos o papel, tanto como suporte para escrita e impressão, de livros como de jornais, para a embalagem dos produtos tão diferentes como balas e cimentos, para aplicações tão variadas como o suporte de lixa e suporte de negro de fumo, para máquinas de escrever.

Além disso fabricamos papelão ondulado que pode servir para uma infinidade de aplicações em embalagem, em quantidades cada vez maiores, sem omitir e referir-se ao papel de papel moeda ou o papel Jornal.

Eurico Gianni, no seu livro Carte Captoncini Carton, enumera um milheiro de diversos tipos de papéis, papelões e cartolinas, fabricados hoje em dia.

Como estes produtos têm características diferentes, exigências de uso diferentes, e comportam preços diferentes, nós devemos ter sempre em mente estes fatores na adequação de uma ou outra matéria prima para sua utilização, na fabricação deste ou daquele papel.

Frequentemente vamos proceder a mistura de diversos materiais fibrosos para tanto obter as necessidades de uma ou umas características, como conjugá-las com o custo de Matéria Prima Baixa.

Desta forma destacamos o papel Jornal, que exige uma certa resistência à tração, tanto na própria máquina ultrarápida em sua execução moderna, como em máquinas rotativas de impressão de jornal que correm a uma velocidade de centenas de metros por minuto.

E' sabido que este papel é fabricado de pasta mecânica ou pasta semi-química com adição de uma porcentagem (20 a 25%) de celulose de fibra longa. Se a primeira assegura um custo industrial minimizado, a segunda permite trançar uma "armação" em libras resistentes.

Podemos ver neste exemplo uma aplicação da fórmula qualidade-custo.

Alguns jornais nos informam que o seu custo de papel representa até 50 - 60% do seu custo industrial.

Imaginem se quiséssemos substituir a pasta semi-química pela celulose cozida de alta pureza!

De outro lado, se quisermos determinar as matérias primas para o papel de papel moeda, nós vamos ver as seguintes exigências surgidas para o seu uso: Alta resistência à ruptura e a dobras, boa aceitação na impressão etc. com influência bem menor do custo, pois este não constitui um componente máximo da fabricação.

Assim podemos encontrar as Notas de banco, fabricadas em celulose "nobres" como o algodão, linter ou rami.

As exigências de resistência de um saco multifolhado para cimento do ponto de vista mecânico - deve aguentar os maus tratos, no transporte e manuseio - como do ponto de vista de sua textura, pois deve permitir, através de uma porosidade adequada, o enchimento do saco pela máquina automática, operação esta que se passa em tempo muito curto, devendo o ar sair rapidamente através dos poros.

De outro lado uma certa resistência à umidade, permite uma relativa resistência à água, evidentemente limitada. Costuma-se fabricar estes papéis na base de celulose kraft, fibra longa, não branqueada, pois o aspecto externo e a cor são assuntos secundários.

Algumas fibras são especialmente adequadas para este ou aquele serviço. Por exemplo a planta ALFA de uma fibra fina e suave, é muito adequada para impressão de gravuras, pois acompanha os mínimos detalhes do trabalho que o artista aplicou na chapa. Esta característica é também seguida de perto pela palha de arroz.

Tendo citado alguns exemplos específicos vamos examinar mais metodicamente o uso de diversos tipos de fibras (celulósicas) para as suas aplicações.

CELULOSE DE CONÍFERAS (resinosas)

A celulose de coníferas é um material fibroso, valioso para a fabricação de papel. Rico em fibras compridas, é usado tanto sozinho, como com adição de fibras curtas, tais como, pasta mecânica, celulose de fibra curta das folhudas, celuloses de palhas de bagaço etc.

Obtida pelos métodos mais usados de processo bisulfito e processo sulfato, com todos os seus variantes e processos afins, pode ser classificada pela brancura, pelo grau de permanganato etc. Quando muito pura, fica macia e serve bem para os papéis absorventes, quando mais dura, adicionada ou não de pasta mecânica ou semi-química é utilizada na impressão, papel de parede, papel de escrever etc, como também, sem outros aditivos para a fabricação de cartões perfurados de processamento de da-

dos, suporte de fotografia etc.

A celulose sulfato branqueada não é mais resistente do que as respectivas celulosas sulfito. Desta forma elas são aplicadas em muitos papéis técnicos, tais como: saco em geral e de cimento, papel para cabos, papel para lixas etc.

CELULOSE DAS FOLHUDAS.

Estas celulosas obtidas também em processos já citados, são menos resistentes, porém, mais macias, mais facilmente branqueáveis e mais rentáveis.

Em nossas condições uma instalação projetada para uma certa capacidade de fabricação de celulose de coníferas, produz facilmente pelo menos 30% a mais de sua capacidade nominal em celulose de eucalipto.

Em certos países a passagem de fábrica para a operação em folhudas, encontra dificuldades, pois estas não podem ser transportadas com a mesma facilidade das coníferas, de peso específico inferior, que flutuam na água.

No Brasil onde toda a madeira necessária para a fabricação de celulose é transportada por estradas, grandes vantagens foram tiradas do alto rendimento das instalações que operam com madeira do eucalipto.

Fibras das folhudas alcançam rapidamente o grau de moagem necessário graças à presença de maior número de componentes não fibrosos, adquirem boa resistência à ruptura, mas o Mullen sempre permanece mais baixo do que das coníferas.

A mistura da fibra curta e longa permite melhorar a formação da folha, sua opacidade e diminuir o consumo da energia durante a moagem.

Apesar da opinião mundial quase unânime de não se poder fabricar papel de celulose das folhudas sem adição da das coníferas, no Brasil várias grandes fábricas, produzem com sucesso papel de escrever e de imprimir a partir do eucalipto (fibra curta).

PASTA SEMI-QUÍMICA E CELULOSE DE ALTO RENDIMENTO

Pasta semi-química é obtida por tratamento rápido das plantas e madeiras pelos produtos químicos, seguido de tratamento mecânico. A eliminação de componentes não celulósicos é incompleta, mas o rendimento em pasta é elevado, atingindo 65 a 85%. Este método é aplicável tanto no processo sulfato como no sulfito.

A pasta assim obtida tem características similares à pasta mecânica e à celulose. É mais resistente que a pasta mecânica, ela tem coloração muito forte. É largamente utilizada para a camada central da cartolina triplex. Quando branqueada, serve para papelão, para fabricação de caixas de papelão e mesmo certas qualidades de papel. Este papel tem grande quantidade de impurezas e alta dureza.

PASTA MECÂNICA.

Madeira reduzida pela força mecânica aos pedacinhos, sem nítida separação das fibras, aglomerados com os componentes não celulósicos do papel. Tem larga utilização, devido ao seu preço baixo, principalmente na fabricação de papel jornal, papel higiênico e outros.

CELULOSE DAS FIBRAS TÊXTEIS.

A celulose de algodão e de linter é utilizada para fabricação de papel de alta qualidade, absorvente, volumoso, bases de fibra e de pergaminho.

Adicionada à celulose de madeira serve para impressão de mapas, para papel de desenho, documentos e outros papéis de alta qualidade.

As fibras de linho e de cânhamo (e similares) são mais ricas em hemi-celulose do que as do algodão, o que permite o seu fibrilamento mais fácil.

São muito usadas para os papéis finos, tais como: papel para cigarros, correio aéreo, suporte de carbono, papel para condensadores.

Destas fibras podemos obter papel muito resistente e flexível, mas menos branco do que o algodão.

CELULOSE DE PALHAS.

As palhas dão celulosas bastante diferentes entre si.

Estas celulosas adicionadas a outras dão características de melhoria à formação da folha, na transparência, fechamento da folha e lisura da superfície, diminui a porosidade e aumenta a rigidez.

É especialmente indicada para fabricação do papel impermeável à gordura (papel manteiga).

Com a colaboração do Colégio Industrial de Artes
Gráficas do SENAI - União - Prefeitura

Composto e Impresso nas oficinas da:
EMPRESA GRÁFICA E PUBLICITÁRIA SUZANENSE LTDA. - Rua Monsenhor Nuno, 641 - SUZANO

— Programa do Curso —

- Histórico do Papel
- Situação da Indústria Brasileira
- Fibra de Celulose
- Pasta Mecânica.
- Pasta Química.
- Descrição Sumária da Máquina de Papel.
- Descrição de Cargos dos Operadores de Máquinas.
- Unidades de Medidas - Conversões.
- Receita, ingredientes, dosagens e medições.
- Custos da Preparação da Massa.
- Instrumentação (princípios gerais de emprego)
- pH e Medidas - influências do pH.
- Tubulações, válvulas e bombas (simples e atuados por Instrumentação).
- Lubrificação.
- Rolamentos.
- Tanques e Agitadores - Operação, Manutenção e Instrumentação.
- Hidrapulper, Operação, Manutenção e Instrumentação.
- Refinação, Operação e Manutenção de Equipamentos e Instrumentação.
- Depuração Centrífuga - Operação dos Equipamentos e Instrumentação.
- Dosagem de Aditivos - Operação e Manutenção dos Equipamentos - Instrumentação.
- Depuração de Peneiras - Operação e Manutenção dos Equipamentos e Instrumentação.
- Circuitos de Preparação de Massa.
- Caixa de Nível - Operação e Instrumentação.
- Caixas de Entrada - Operação, Manutenção e Instrumentação.
- Sistema de Água e Recuperação de Fibras - Equipamentos e Instrumentação.
- Refiles - Equipamentos.
- Descontaminantes.
- Controle de Qualidade na Preparação da Massa.
- Impressão - Problemas normalmente encontrados na Preparação da Massa (Trouble Shooting)
- Segurança no Trabalho.
- Didática.
- Treinamento prático de aulas.

Este papel foi gentilmente cedido pela CIA. SUZANO DE PAPEL E CELULOSE