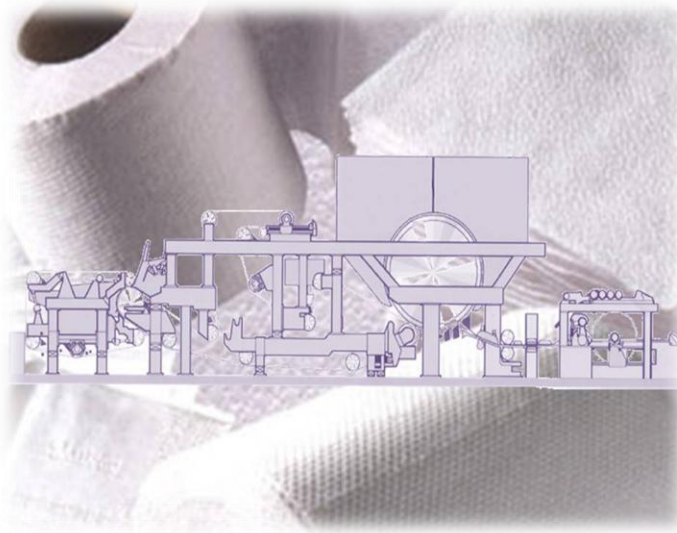


CURSO DE FABRICAÇÃO DE PAPÉIS “TISSUE”

*Belém, PA
2012*



*Instrutor:
Edison da Silva Campos*

Introdução

Exemplo de uma máquina de papel “tissue”

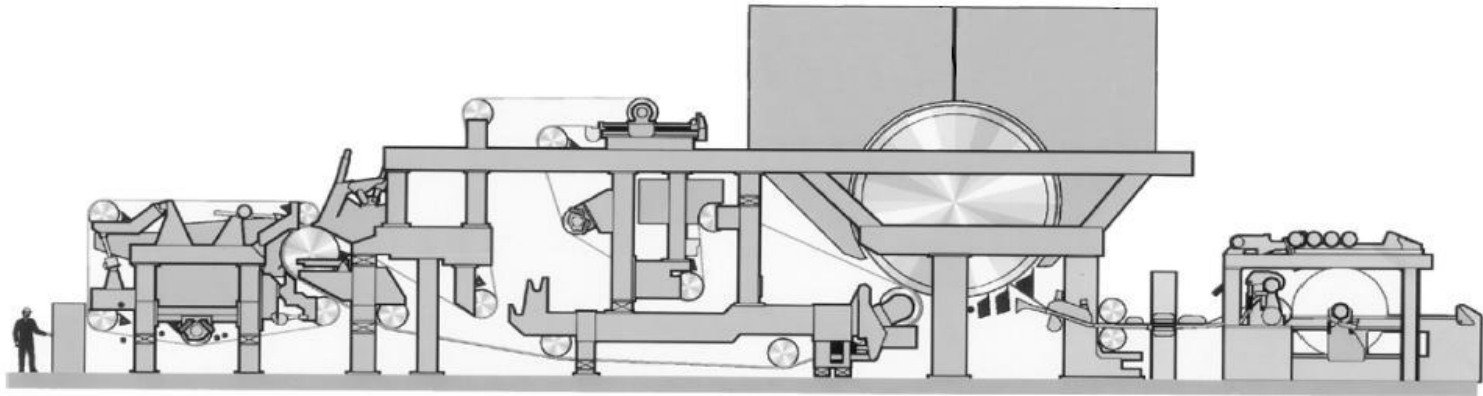


Figura 0.3.01 (Fonte: Industria della carta – marzo 2006)

Principais partes de uma máquina

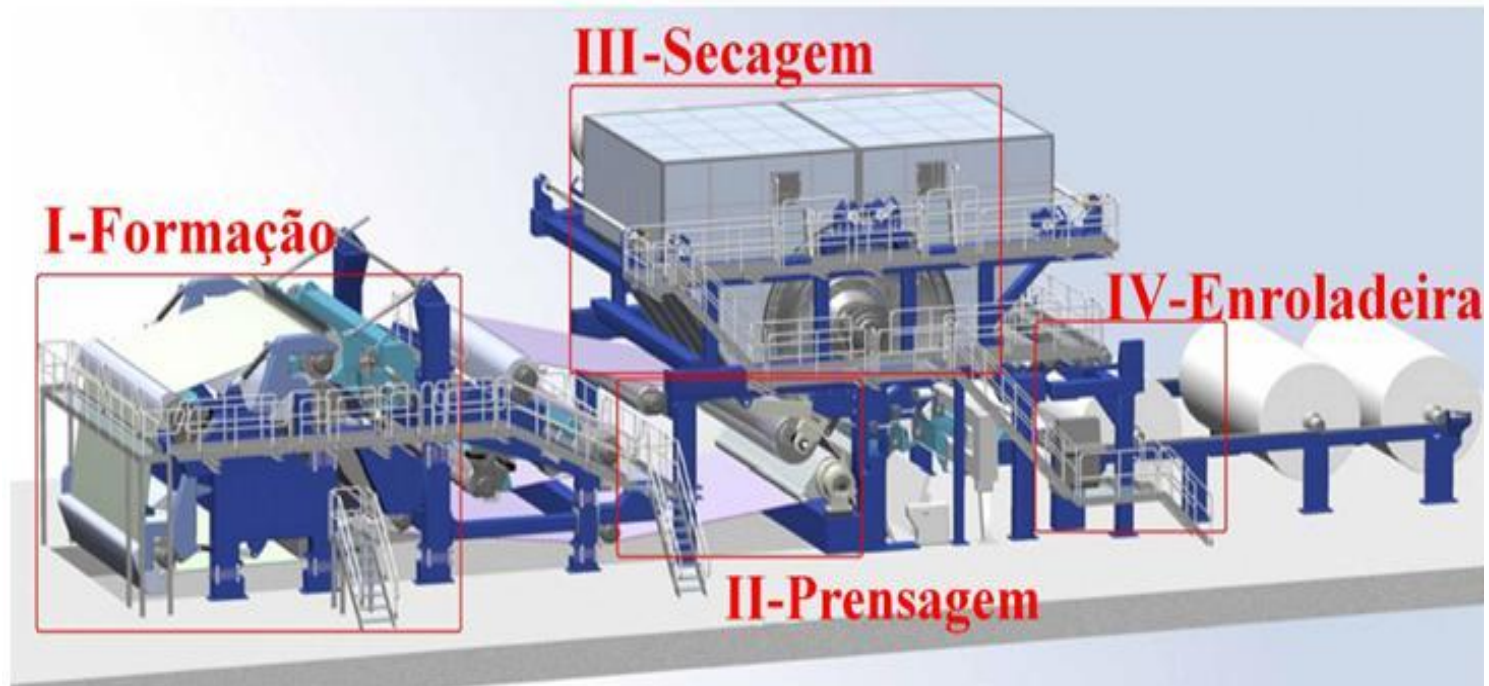


Figura 0.3.02

(FONTE: Seleção de materiais para redução de custos em uma máquina de papel)

Caminho do papel na máquina

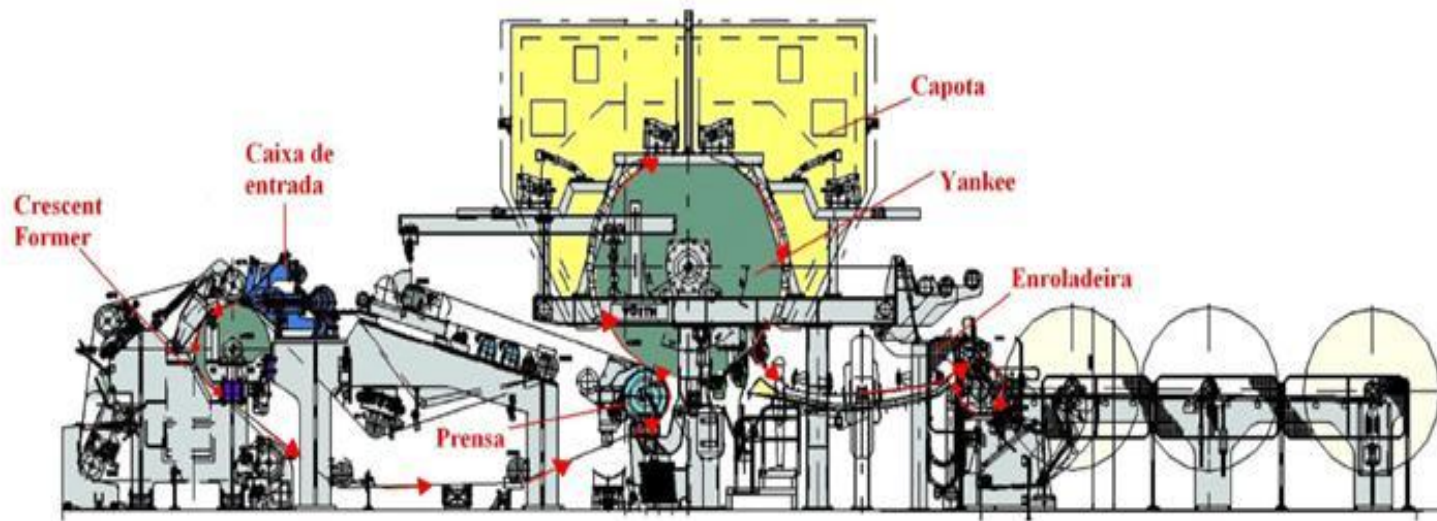


Figura 0.3.03

(FONTE: Seleção de materiais para redução de custos em uma máquina de papel)

Teor de seco mais importantes

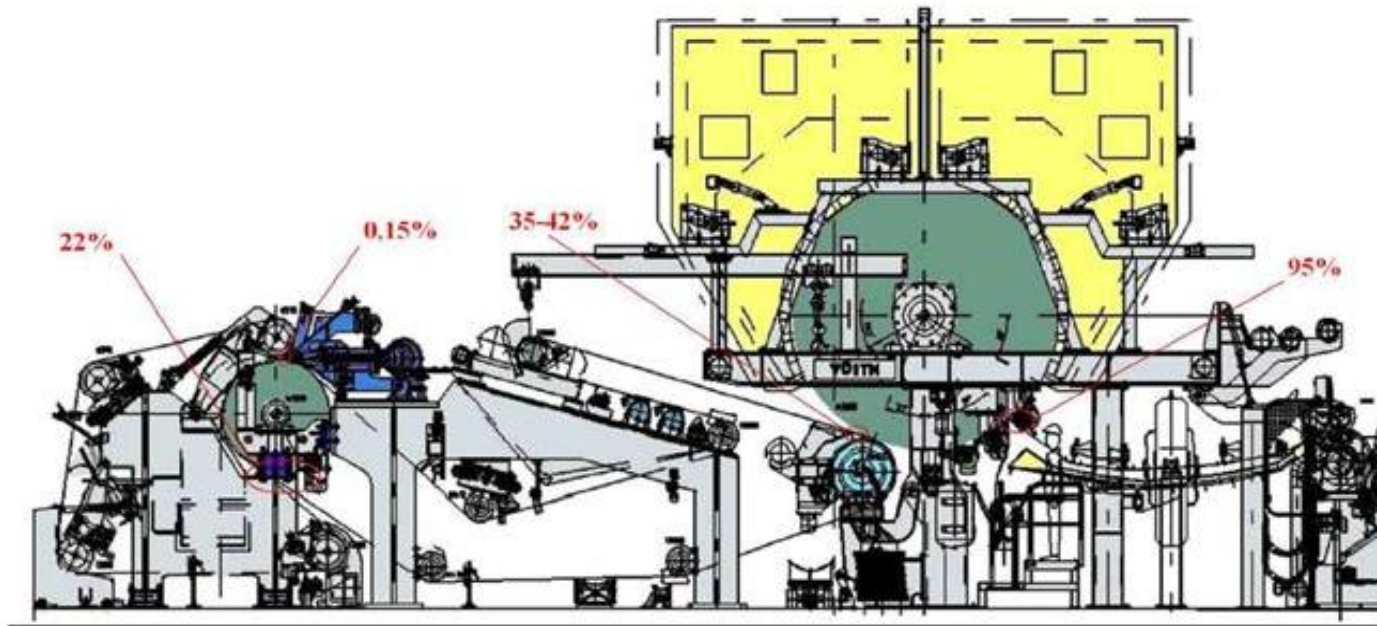


Figura 0.3.04

(FONTE: Seleção de materiais para redução de custos em uma máquina de papel)



Figura 0.4.01

(FONTE: Detalhes da construção e planejamento para máquinas de papéis finos)

Evolução da velocidade de máquinas de papel

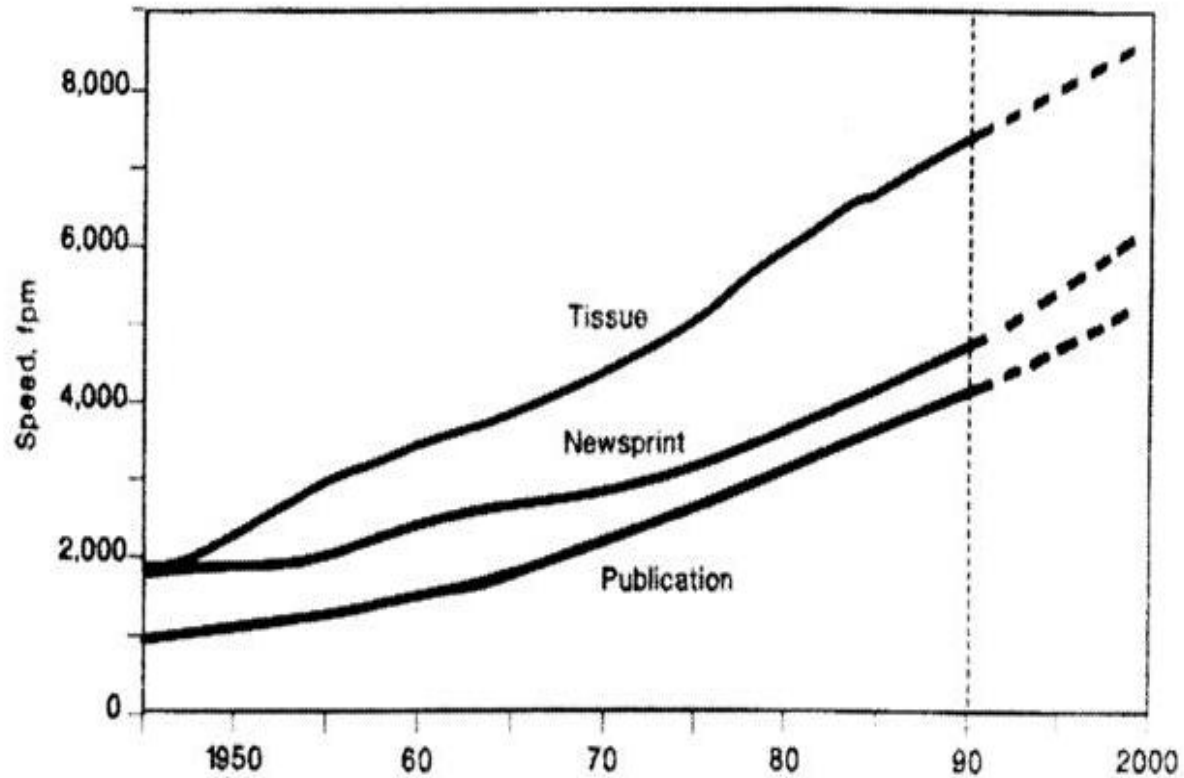


Figura 0.4.02 (FONTE: Papermaking Report 1.991)

Matérias-primas fibrosas

Molécula de celulose - modelo

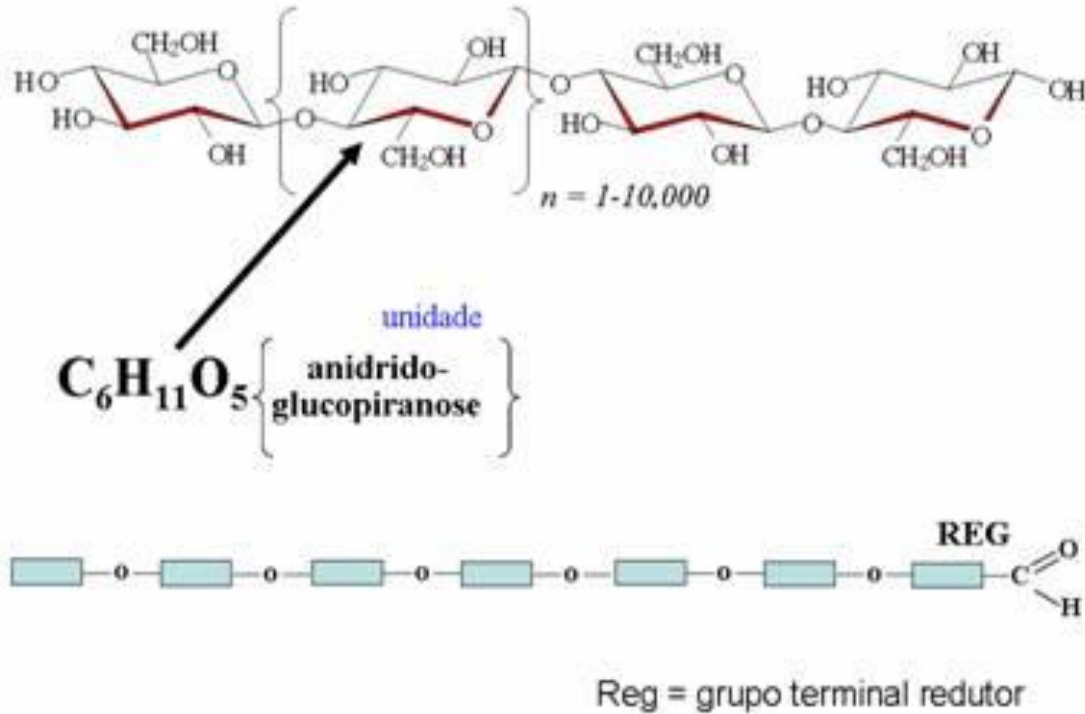


Figura 1.1.01 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Molécula de celulose - Modelo

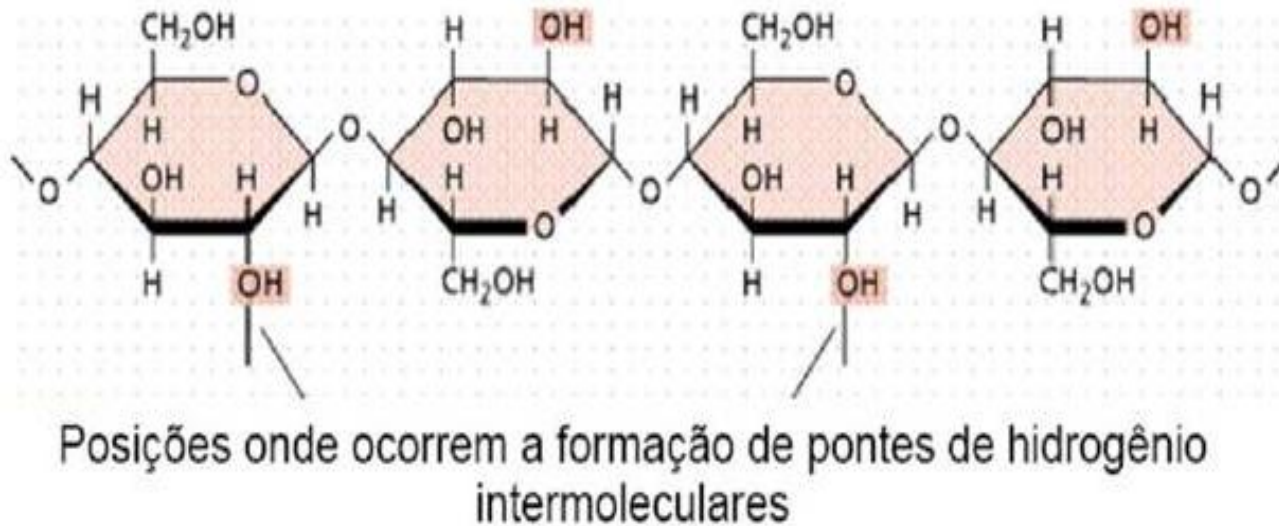
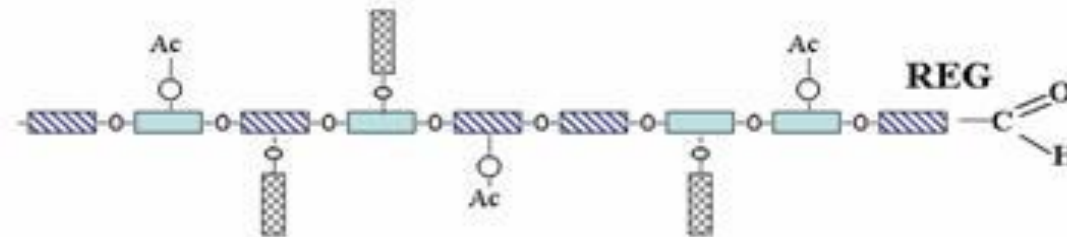


Figura 1.1.02 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Molécula de hemicelulose - Modelo



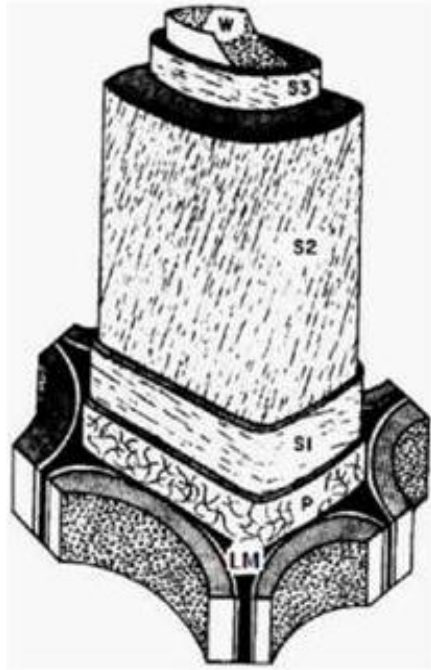
Maior hemicelulose de coníferas: Galactoglucomanana DP 200

- Glucose (6)
- Manose (6)
- Galactose (6)
- Ac—O— Grupo acetil

Reg = grupo terminal redutor

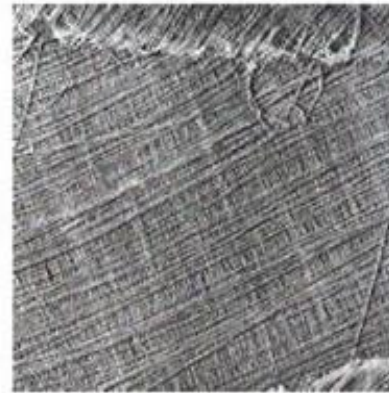
Figura 1.1.03 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Paredes da fibra



Exemplo da espessura relativa das camadas da parede celular para *Picea abies* (abeto):

(P)	7 - 14%
(S1)	5 - 11%
(S2)	74 - 84%
(S3)	3 - 4%



S1 - microfibrilas

Figura 1.1.04 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Componentes da fibra

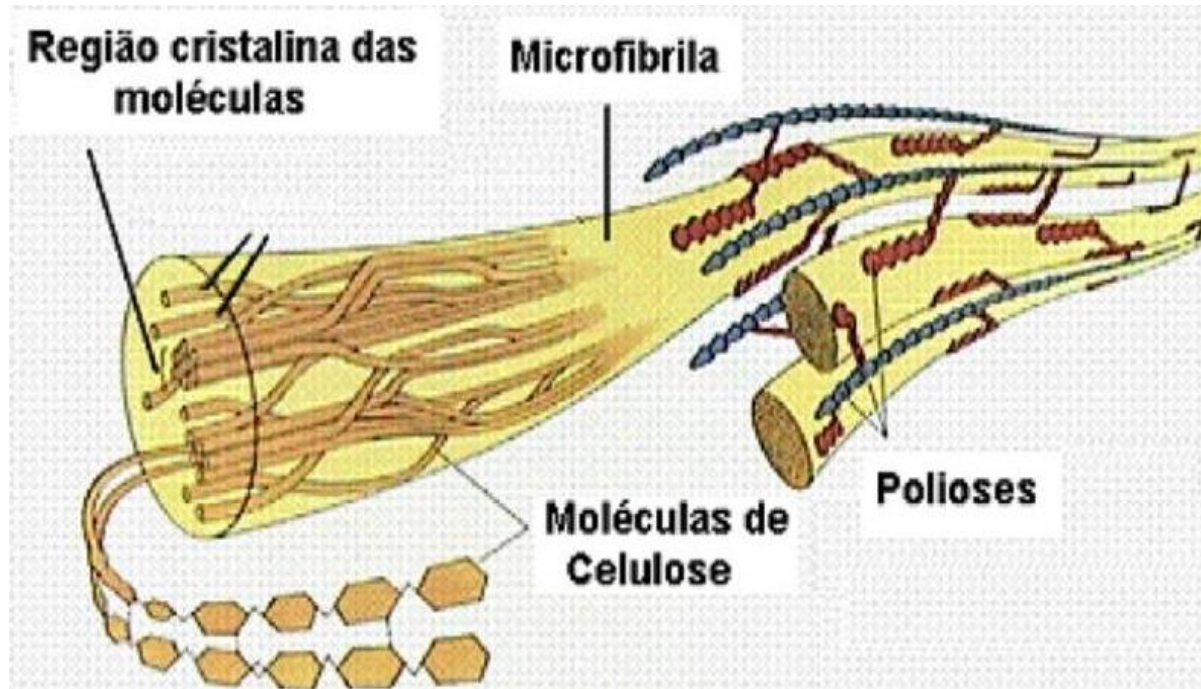


Figura 1.1.05 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Tipos de aparas usadas em “tissue”

Material	Descrição	Especificação
Aparas de papel branco I	Mantas e refis de papéis brancos (isentos de pasta de alto rendimento) e cartões brancos (todas as camadas brancas) sem impressão de qualquer espécie, sem papel revestido, sem cola, sem papel autocopiativo.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 0% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%
Aparas de papel branco II	Aparas de papéis brancos usados em escritório, manuscritos, impressos, cadernos usados sem capas, sem cola, formulários contínuos, impressos, papéis autocopiativos, sem carbono, com até 10% de papel revestido, sem papel resistente a umidade e sem adesivos insolúveis.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 3% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%
Aparas de papel branco III	Aparas de papéis brancos, couché e/ou offset, manuscritos, impressos em cores, cadernos usados sem capas, livros sem capa, sem cola, formulários contínuos, impressos, papéis autocopiativos, sem carbono, sem papel resistente a umidade e sem adesivos.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 3% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%
Aparas de papel branco IV	Aparas de papéis brancos, couché e/ou offset, manuscritos, impressos em cores, cadernos usados e livros com ou sem capa, com ou sem cola, formulários contínuos, impressos, papéis autocopiativos, sem carbono, sem papel resistente a umidade.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 4% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%
Aparas de papel branco V	Aparas de papel branco com grande quantidade de impressão.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 2% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%

Tabela 1.1.01 (FONTE: ABNT NBR 15483:2007)

Características dos papéis “tissue”

Papel “tissue”	Características
Toalha	Resistência a úmido e a seco, absorção e “bulk”
Higiênico	Maciez, “bulk”, resistência a seco e absorção
Guardanapo	Resistência a seco, “bulk” e maciez
Facial	Maciez, resistência a seco e a úmido

Tabela 1.1.02 (FONTE: montagem de Edison da Silva Campos – várias fontes)

Tipo de fibra	Parâmetros do papel “tissue”
“Softwood”	Resistência à tração
“Hardwood”	Maciez, boa formação e “bulk”
CTMP	Absorção

Tabela 1.1.03 (FONTE: El Papel – Noviembre 2001 – Pg. 42 a 47)

Matérias-primas não fibrosas

(Aditivos funcionais e auxiliares)

Exemplo de aditivo funcional: amido

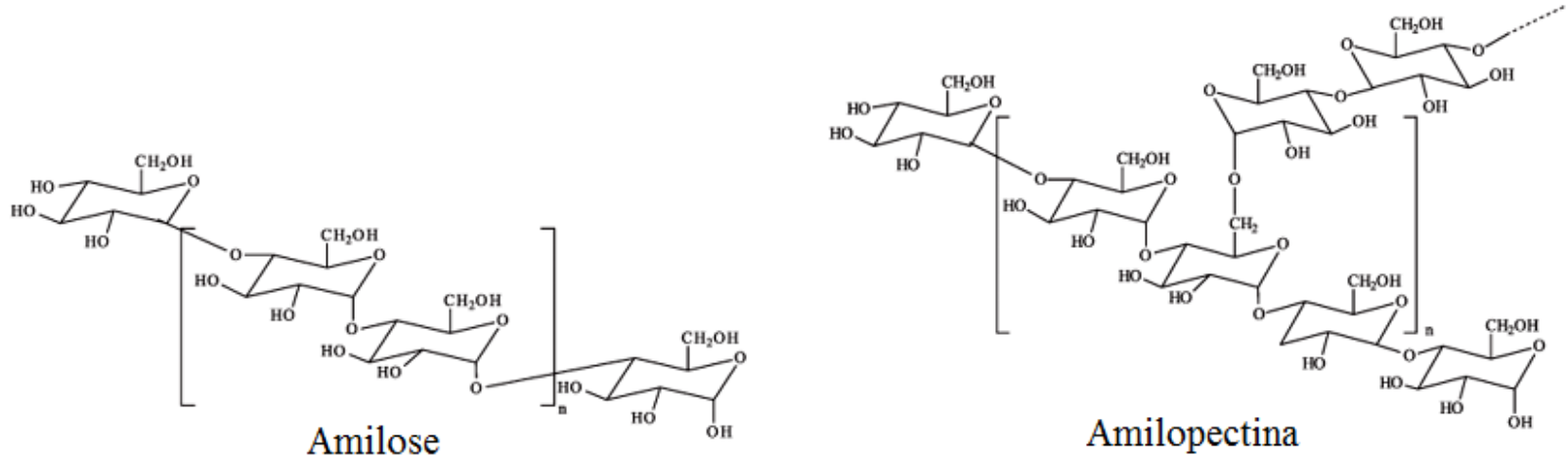


Figura 1.1.06

(FONTE: Comparative studies of corn thermoplastic starches with different amylose content)

Características do amido	Batata	Milho	Mandioca	Trigo
Amilose, %	20	24	16	25
Amylopectina, %	80	76	84	75
Peso molecular	Méd-alto	Médio	Méd-alto	Médio

Tabela 1.1.04 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

*Exemplo de aditivo auxiliar:
coagulantes e floculantes para a retenção de partículas no papel*

Coagulação e floculação

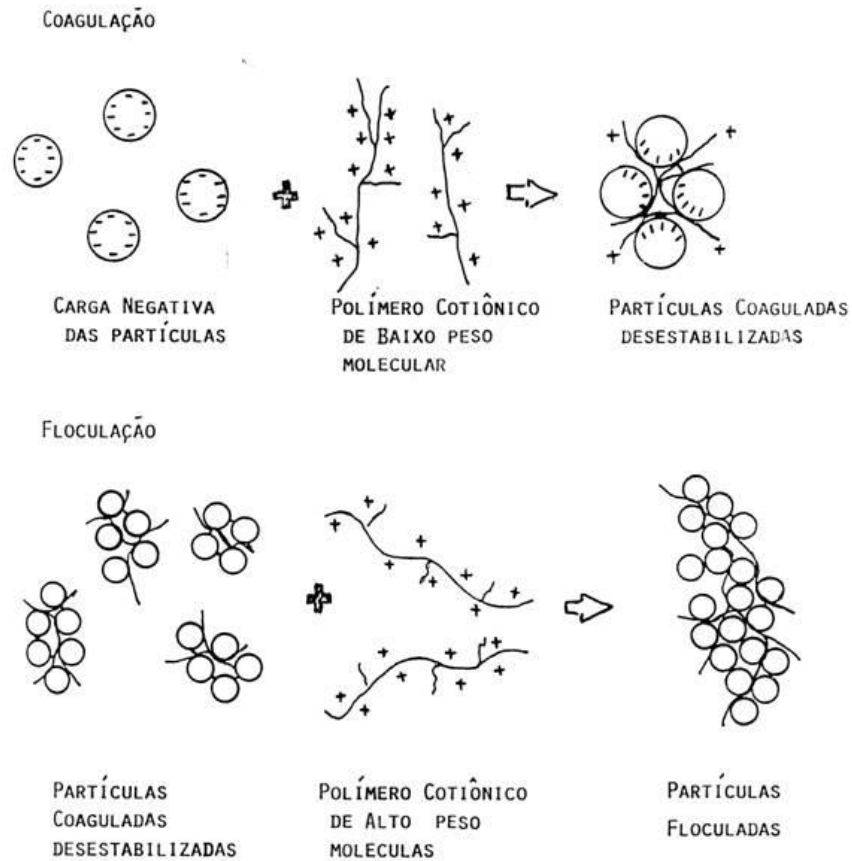
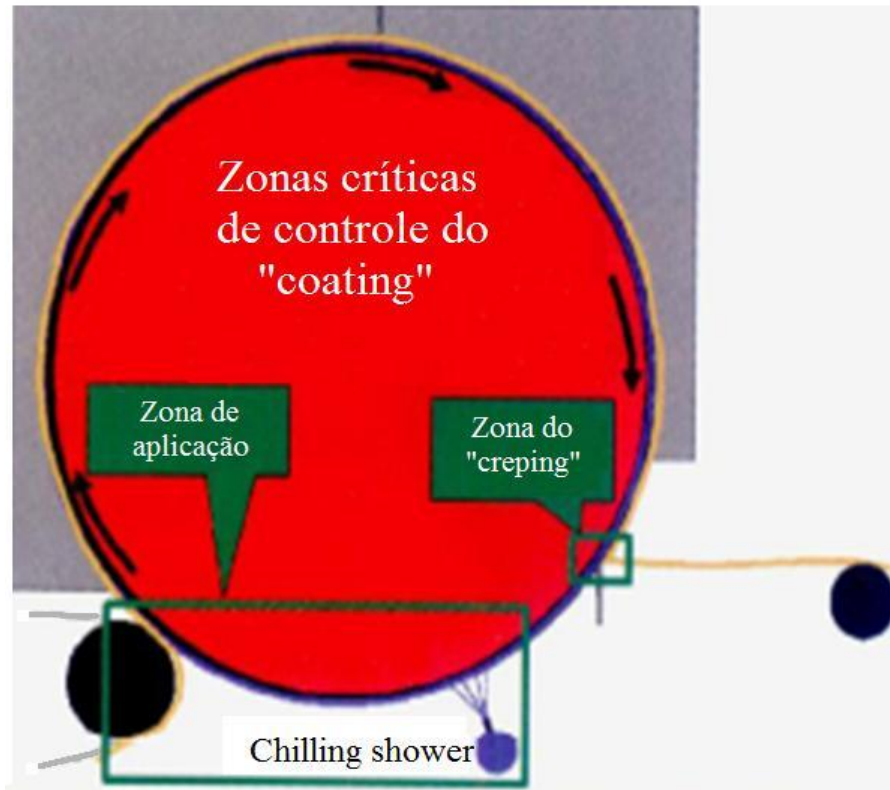


Figura 1.1.07 (FONTE: Apostila Curso Básico de Fabricação de Papel)

Aditivos auxiliares no "coating"



MAP

Resina

"Realise"

Figura 1.1.08 (FONTE: Tissue World)

Desagregação

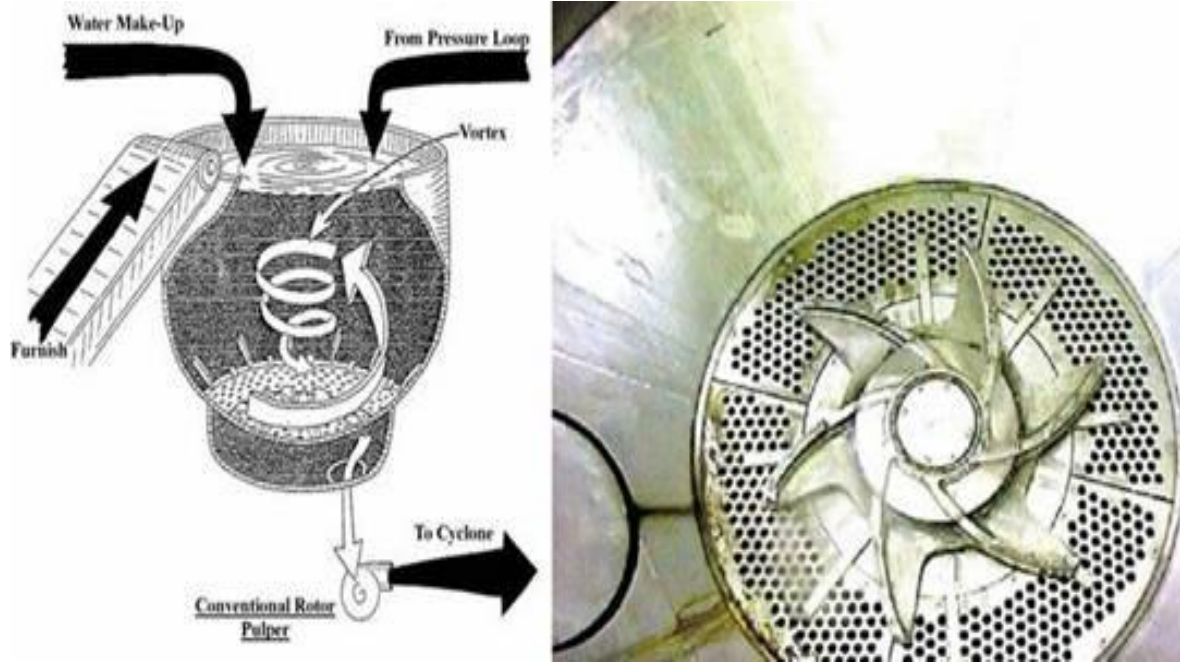


Figura 1.2.01 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Desagregador horizontal

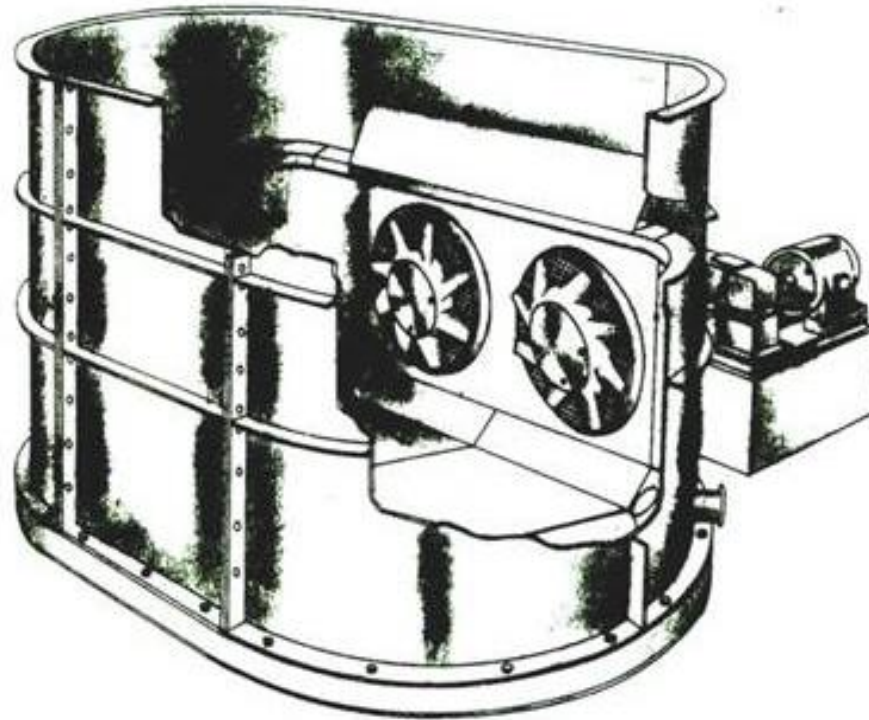


Figura 1.2.02 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Desagregador de alta consistência

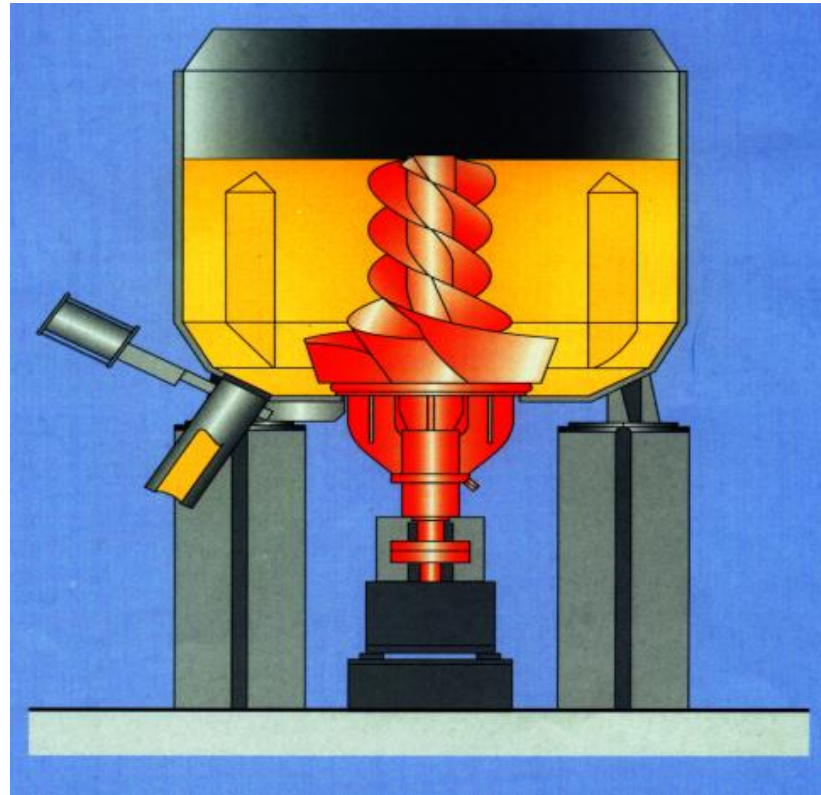


Figura 1.2.03 (FONTE: Preparação de Massa – SENAI CETCEP)

Depuração

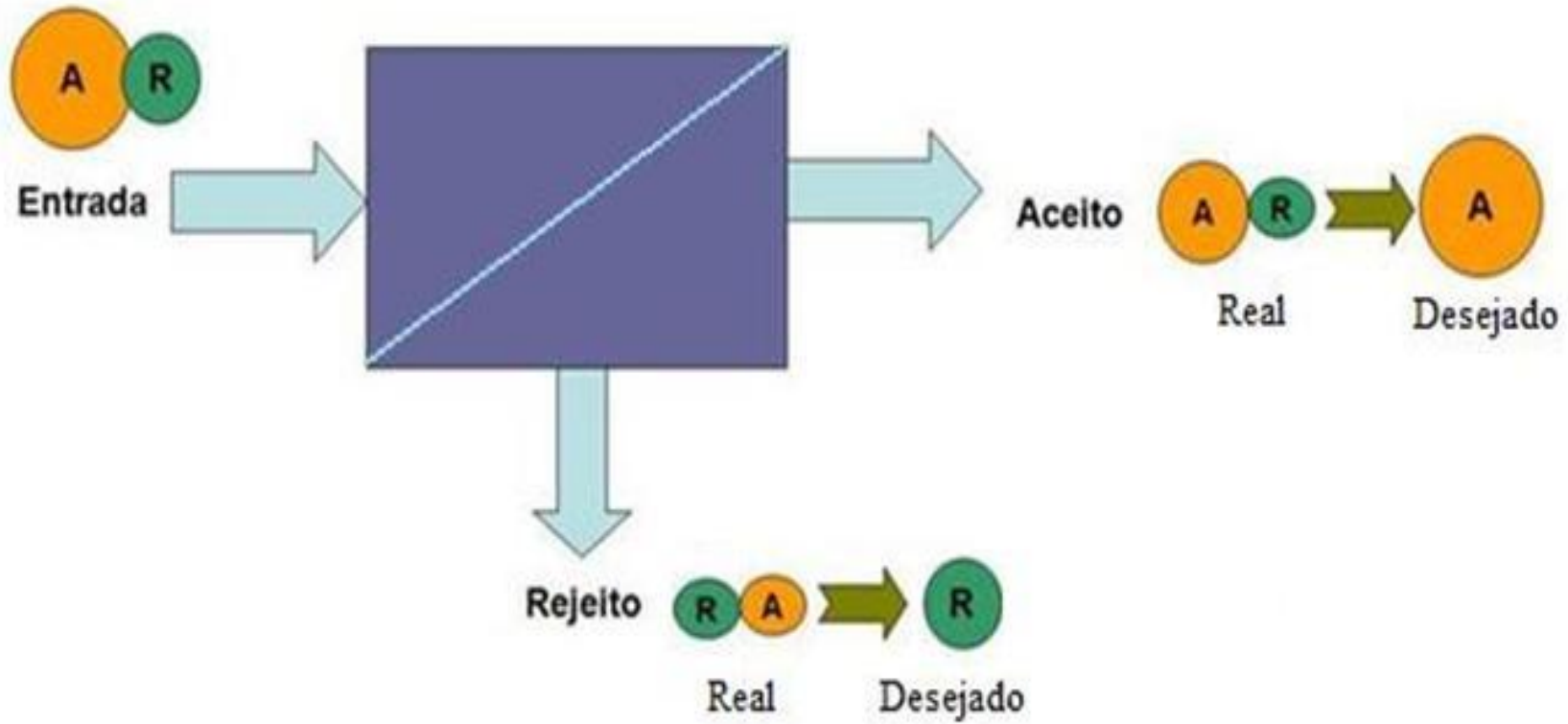


Figura 1.3.01 (FONTE: montagem Edison da Silva Campos)

Peneira vibratória

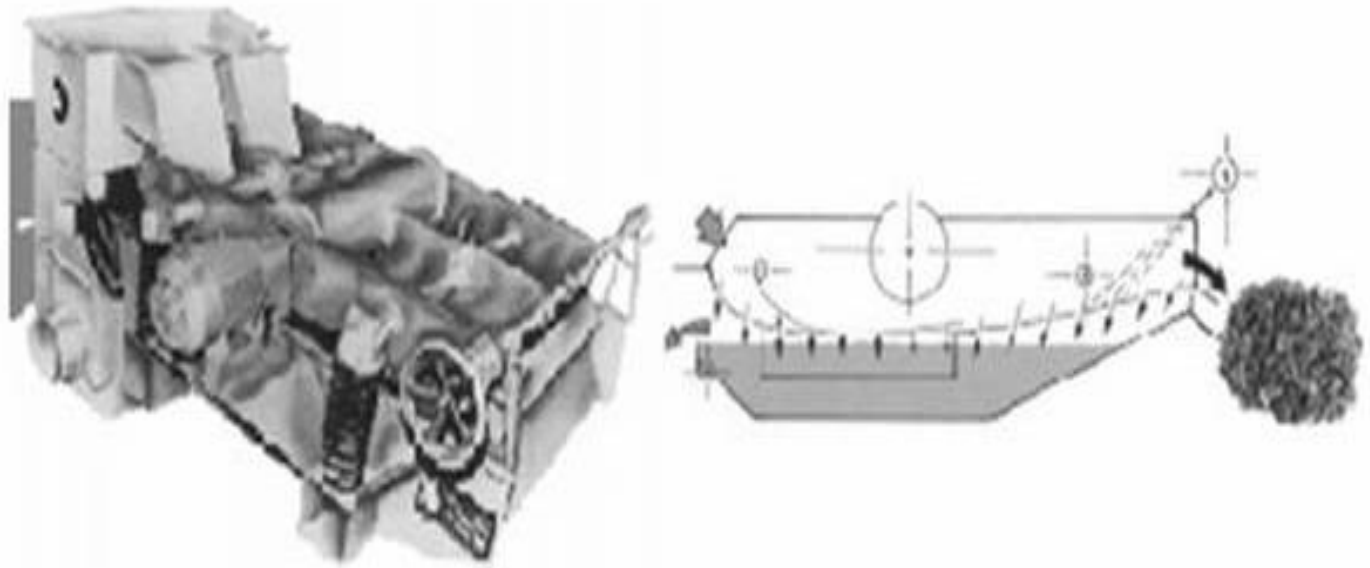


Figura 1.3.02 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Depuradores de baixa pressão (peneiras pressurizadas)

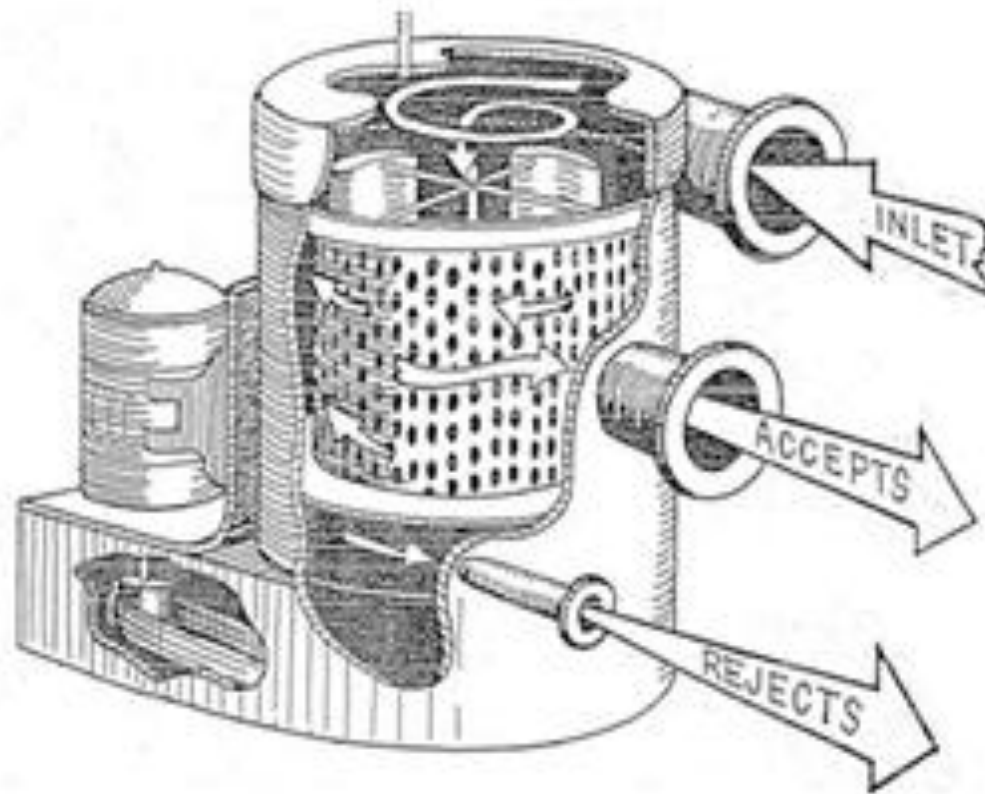


Figura 1.3.03 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Cestas para peneiras (furos e fendas)



Figura 1.3.04 (FONTE: apostilas ABTCP)

Depuração probabilística

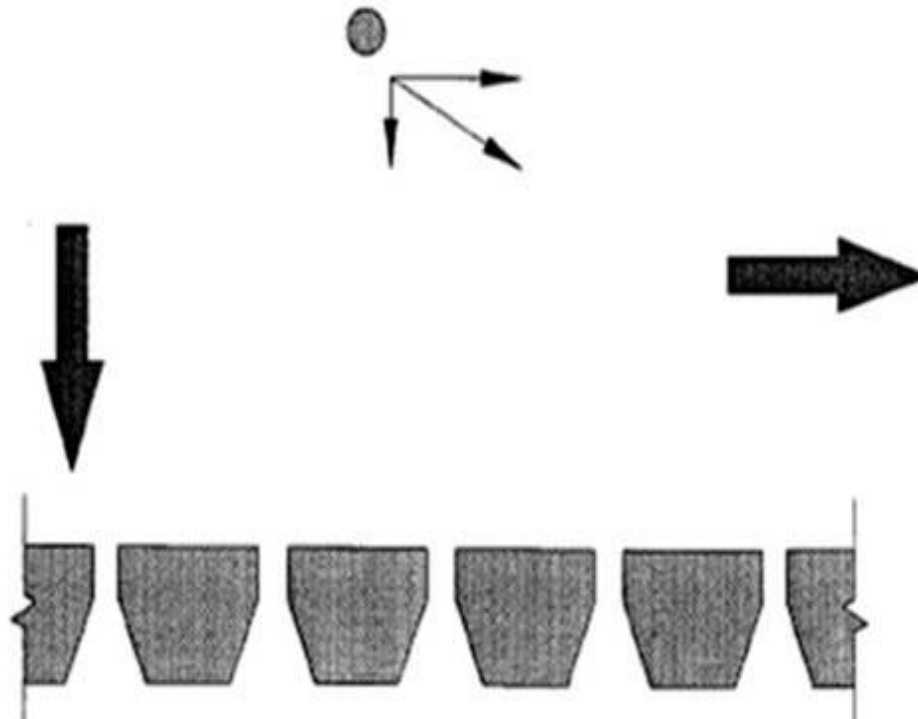


Figura 1.3.05 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Movimento das aletas

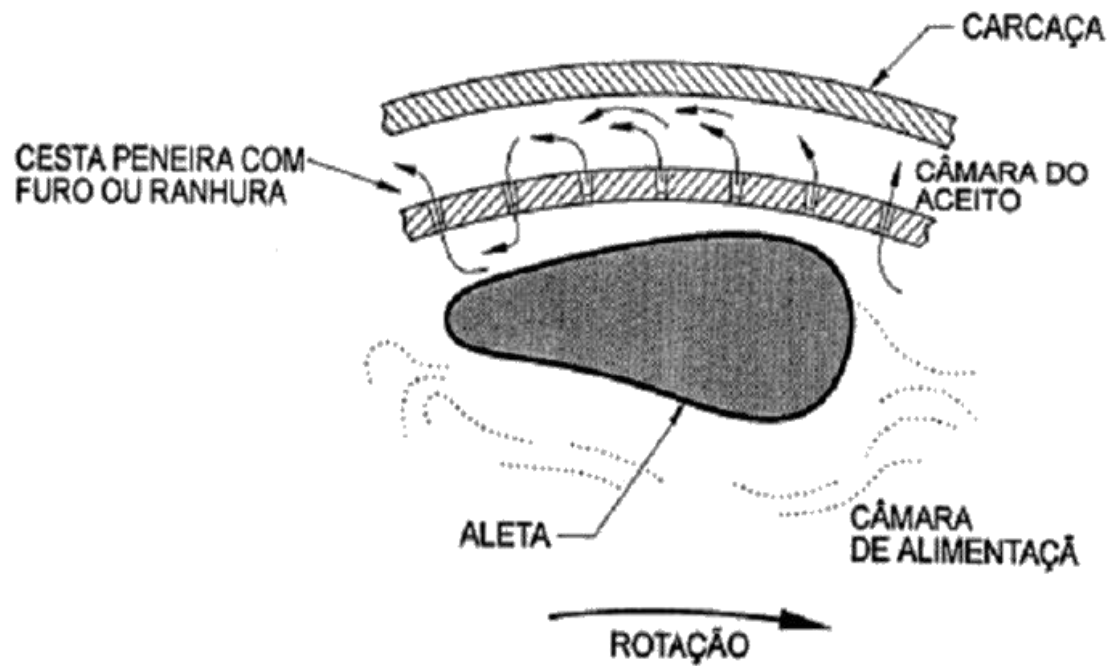


Figura 1.3.06 (FONTE: apostilas ABTCP)

Depuração centrífuga

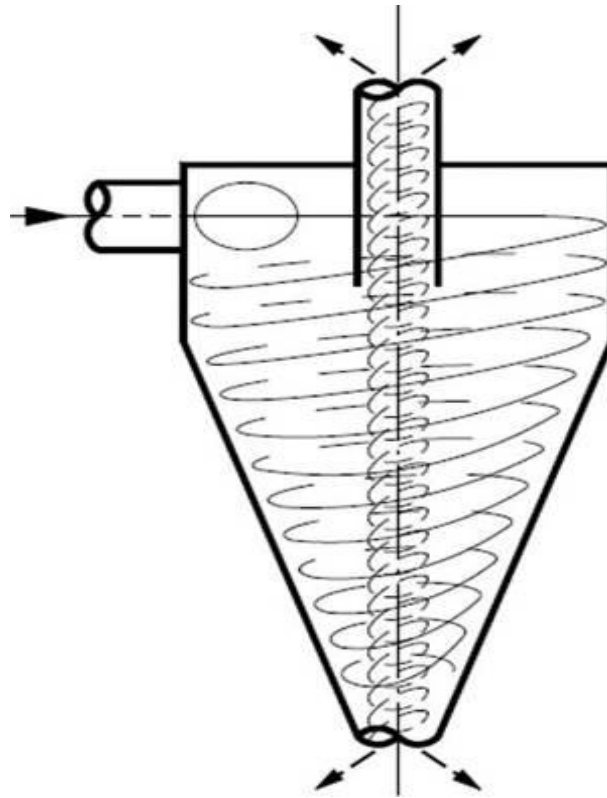


Figura 1.3.07 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Arranjo de "cleaners"

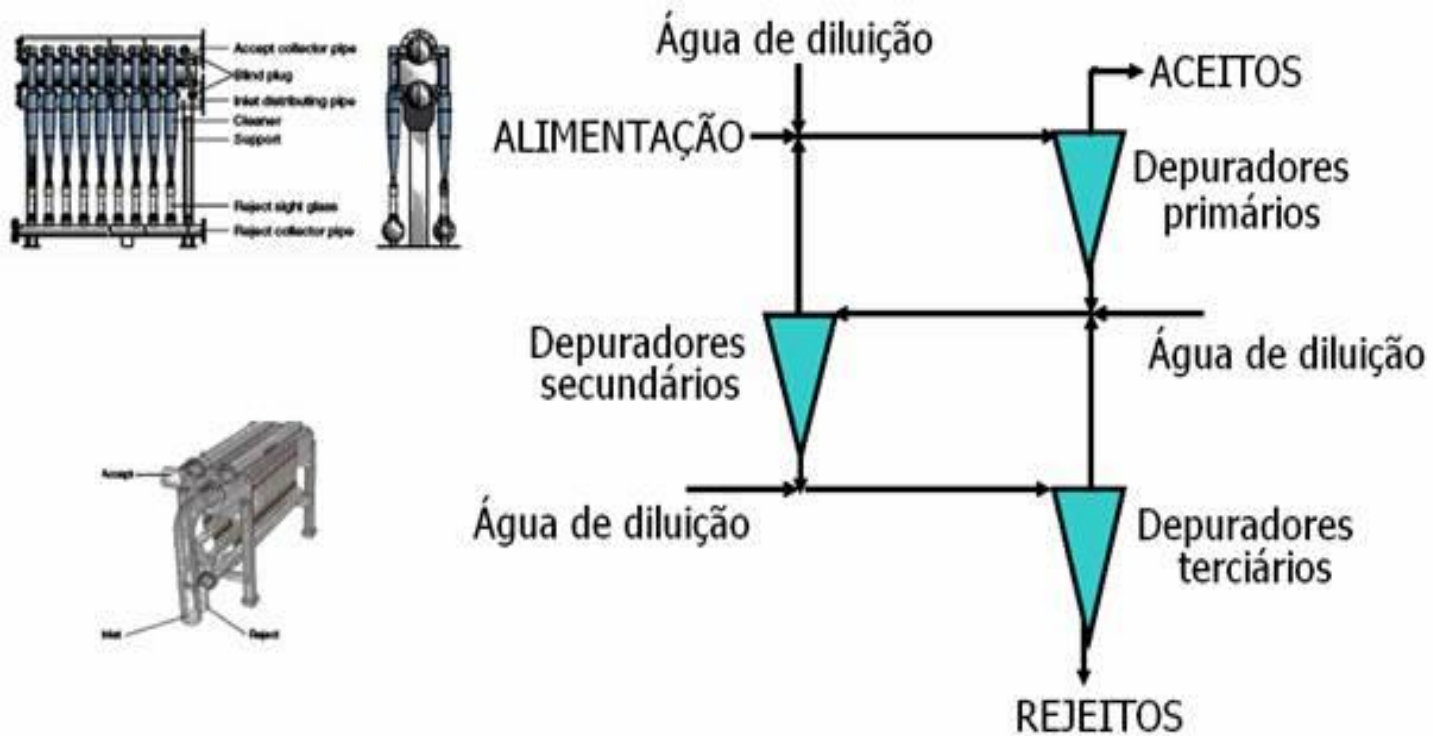


Figura 1.3.08 (FONTE: Apostila "Curso básico de fabricação de papel" – ABTCP)

Separador de massa grossa

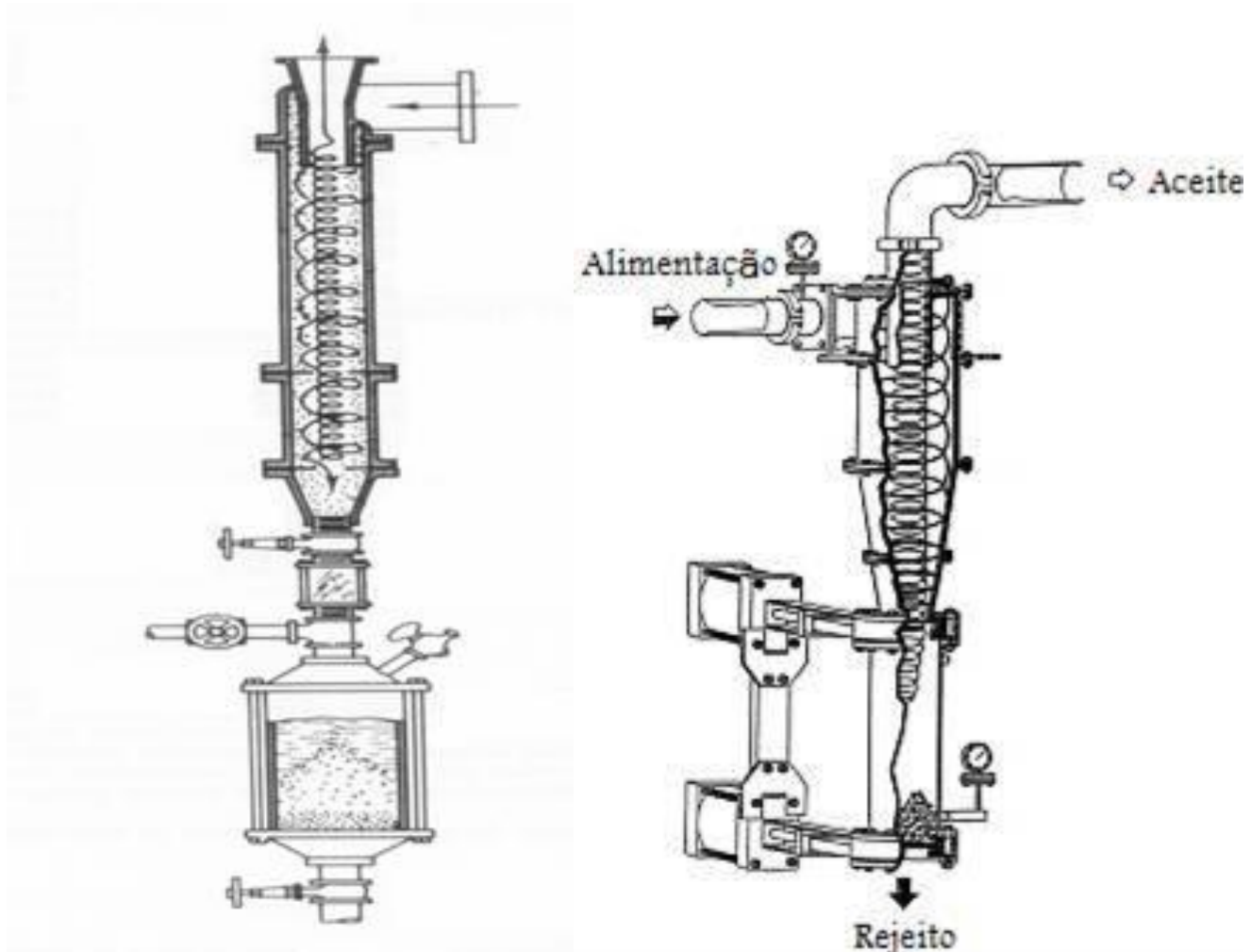


Figura 1.3.09 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Tratamento de aparas

Modelo de tratamento de aparas para "tissue"

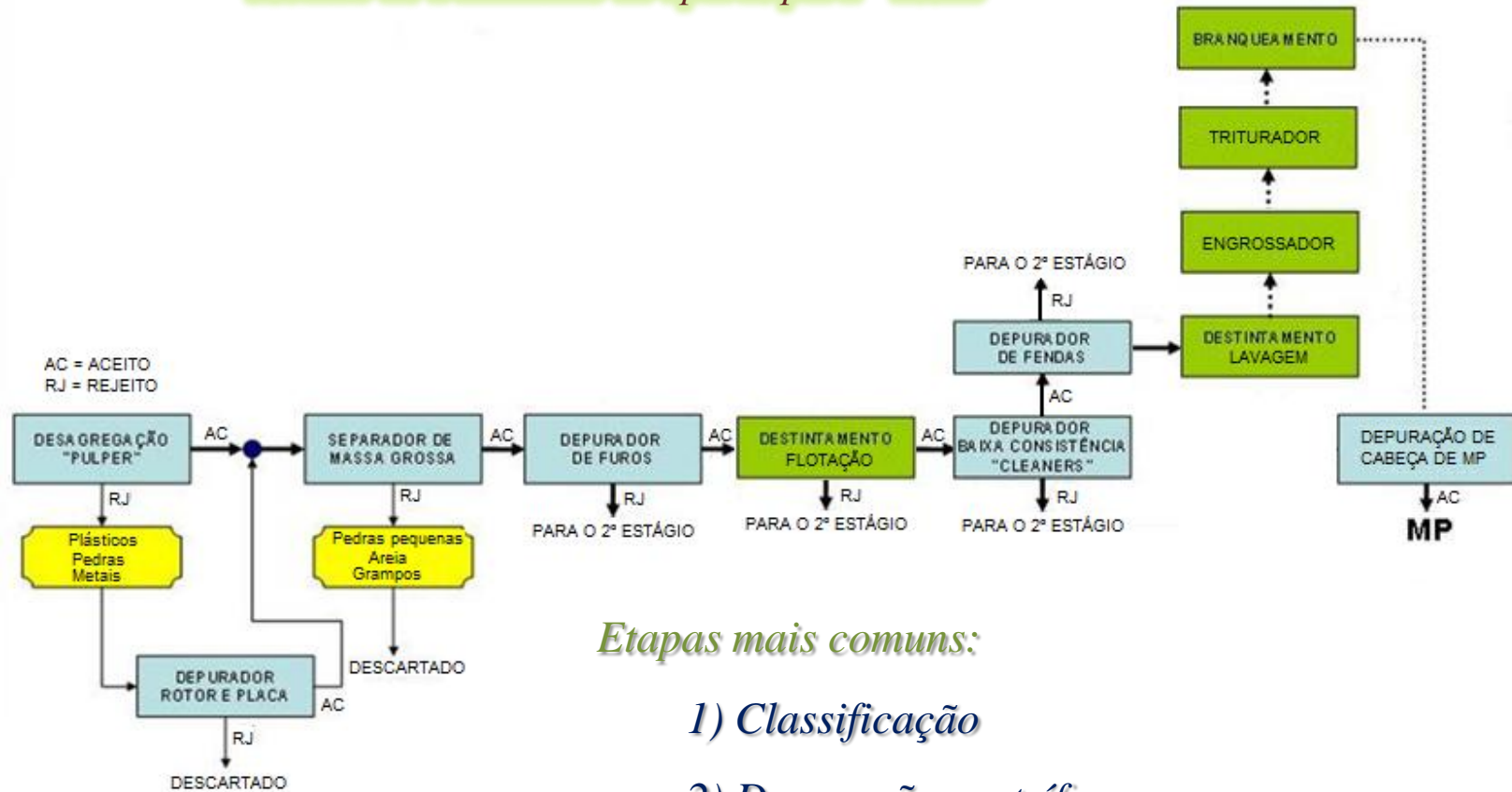


Figura 1.3.10 (FONTE: montagem Edison da Silva Campos)

Classificação: tambor rotativo (“fiber line”)

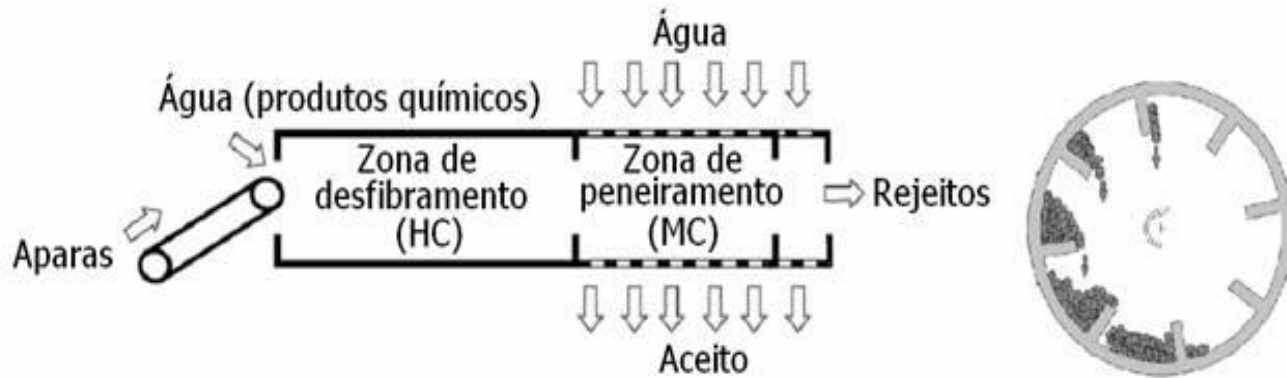
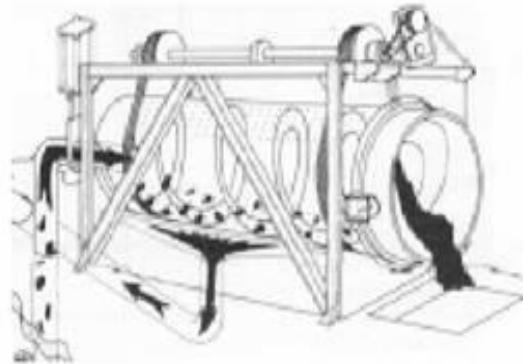


Figura 1.3.11 (FONTE: Papermaking Science and Technology - Collection)

Classificação: turboseparador

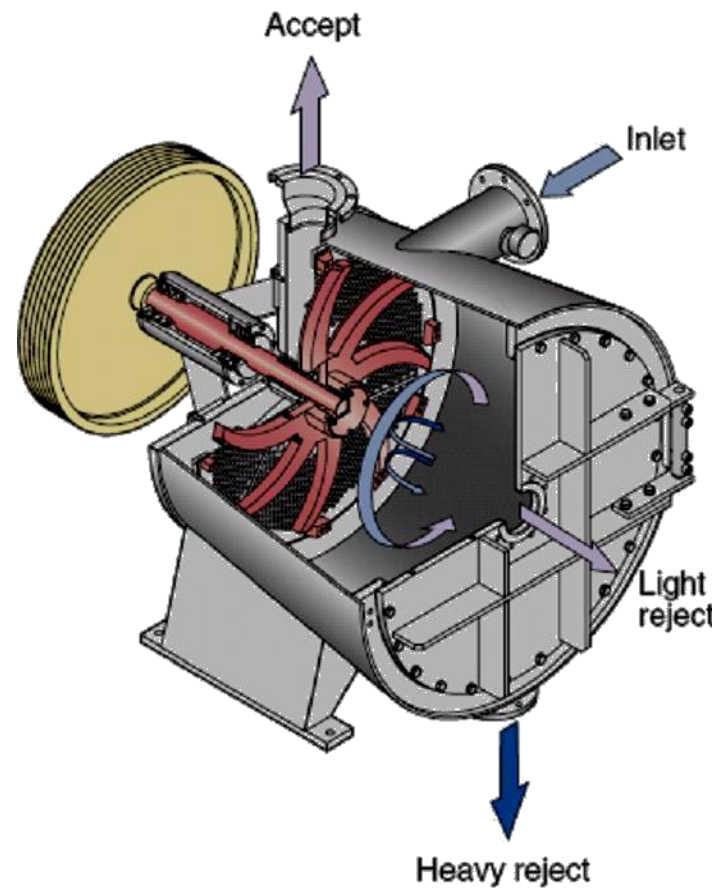


Figura 1.3.12 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Destintamento: flotação

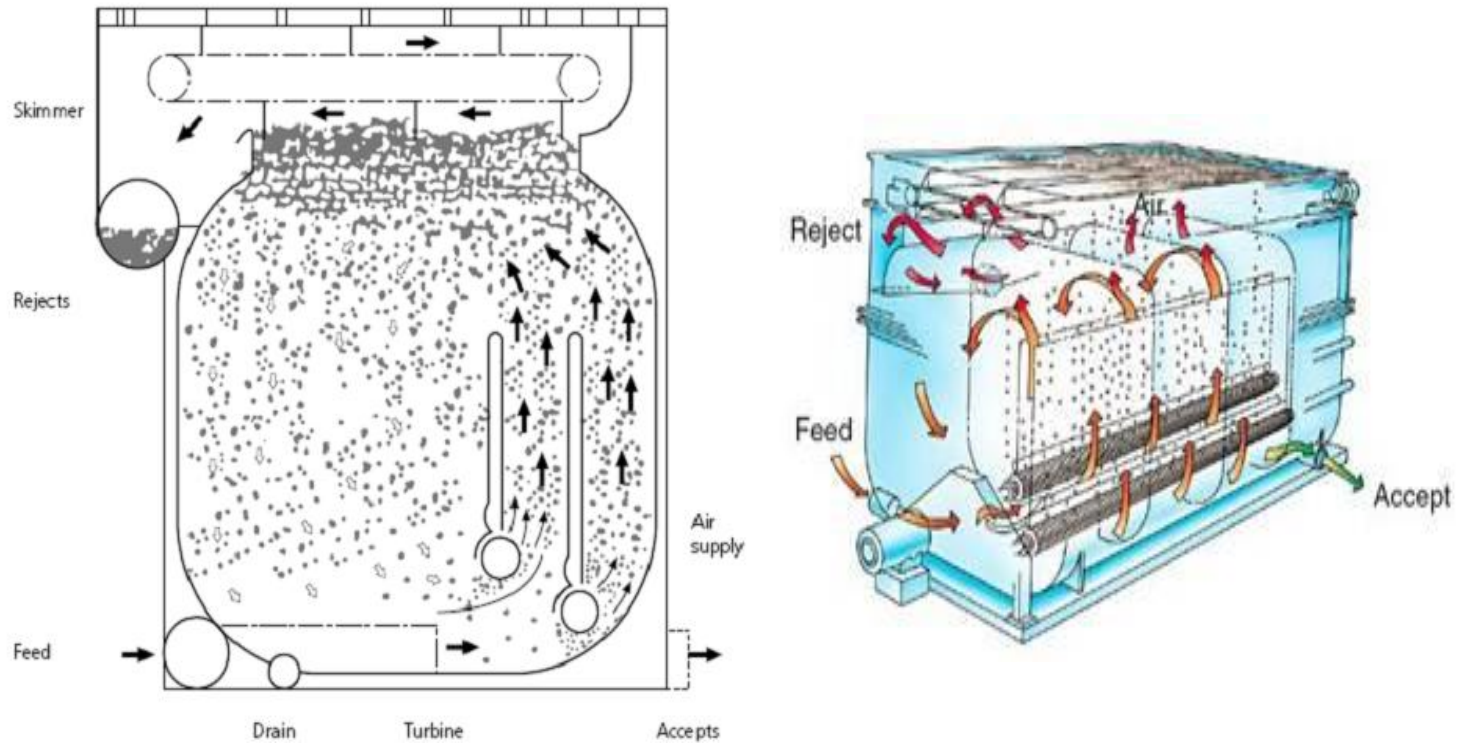
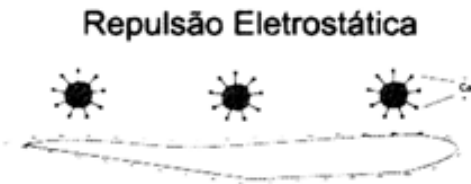
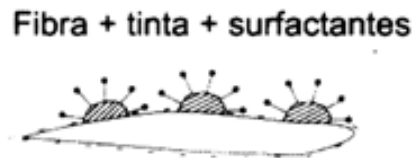
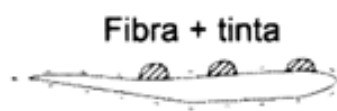
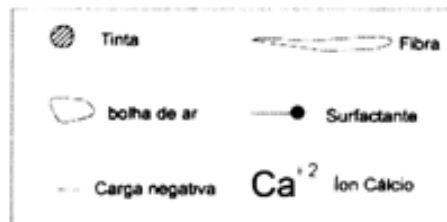
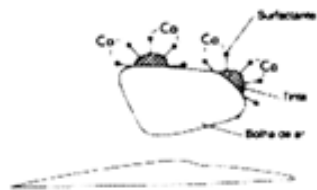


Figura 1.3.13 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

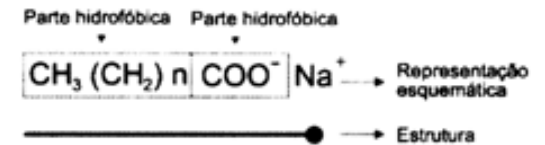
Flotação



Arraste da tinta pela bolha de ar



Estrutura



Estrutura, classificação dos surfactantes e mecanismo de reação

Destintamento: lavagem

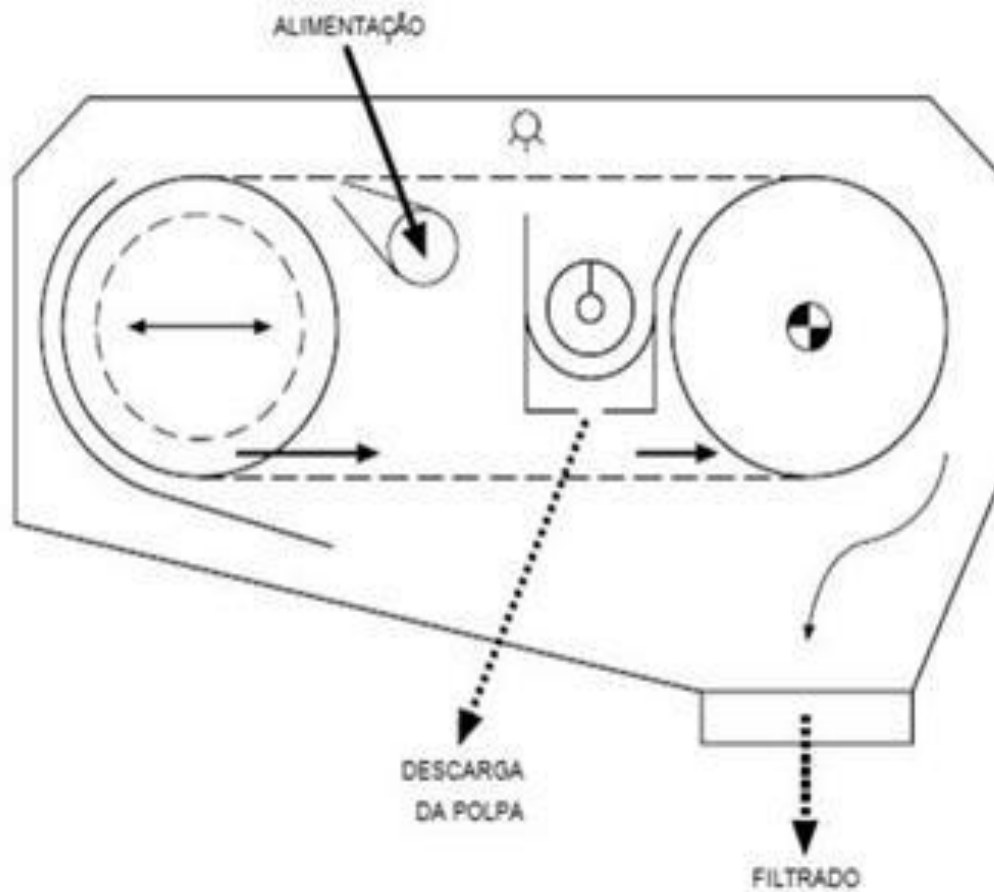
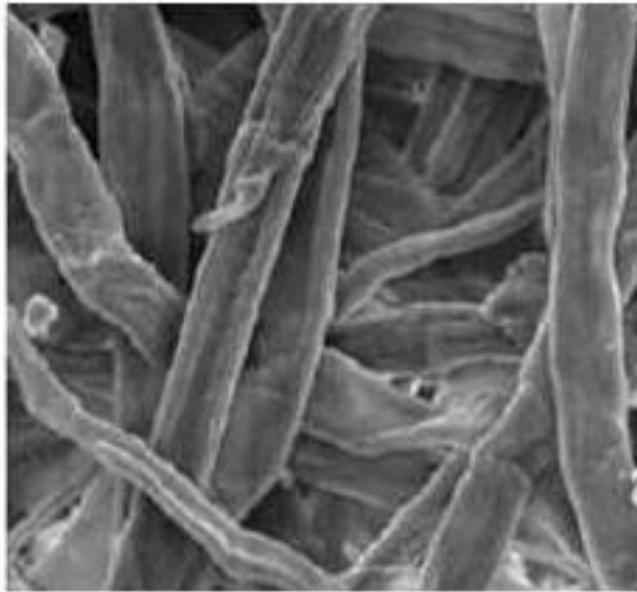


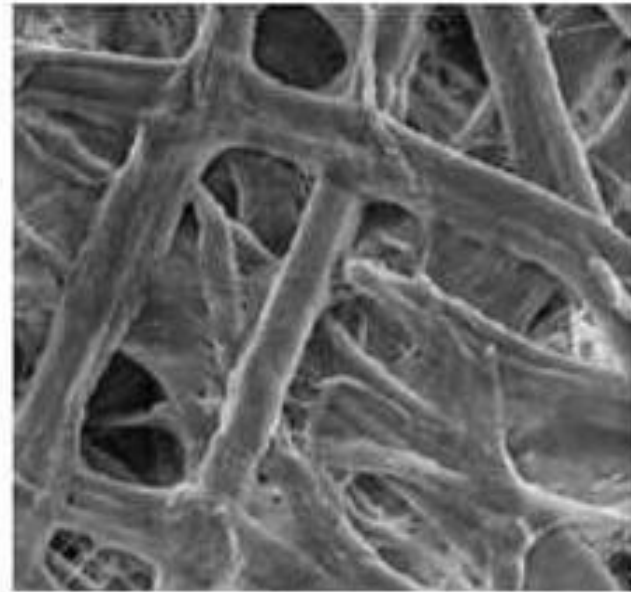
Figura 1.3.14 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Refinação

Ação do refino



Sem refino



Fibras refinadas até 45°SR

Figura 1.4.01 (FONTE: Yasumura – 2004)

Influência do refino nas propriedades da folha

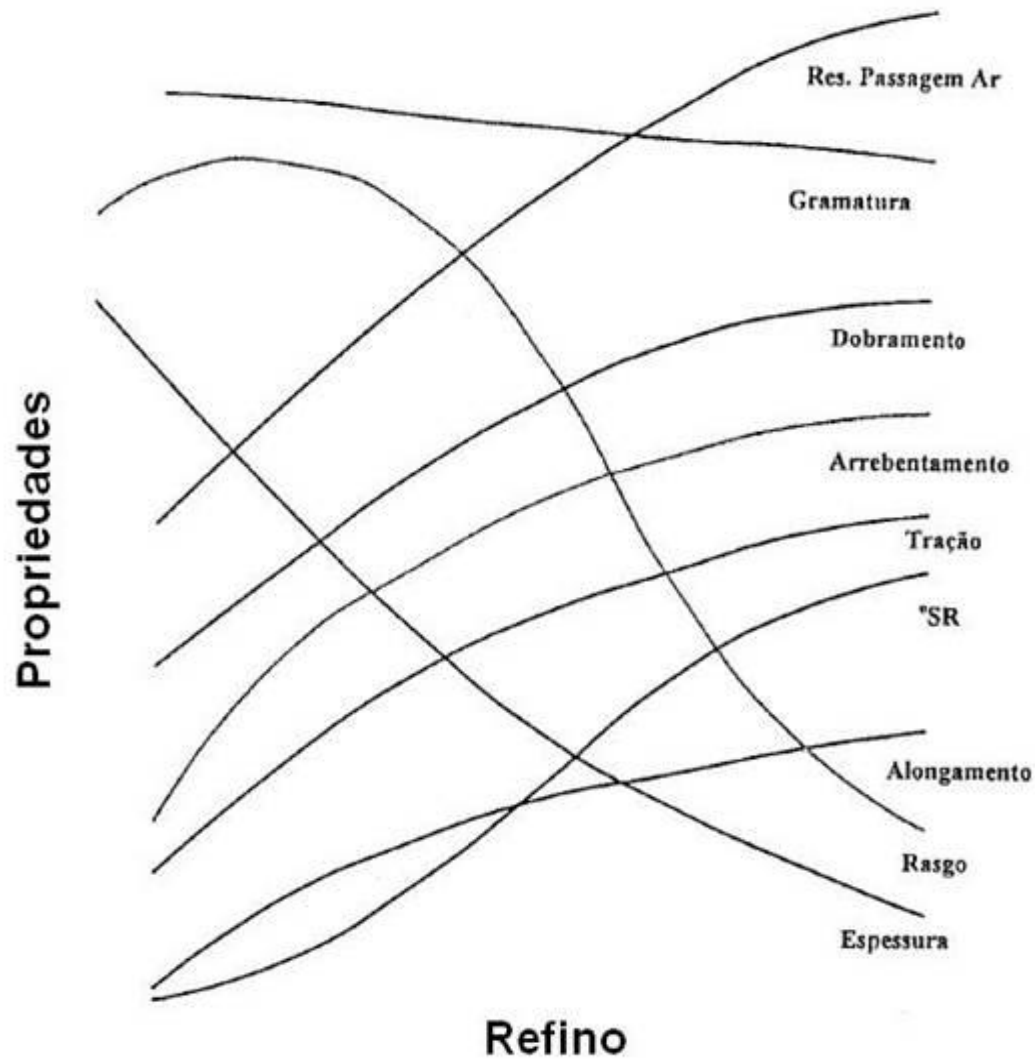


Figura 1.4.02 (FONTE: Apostila "O processo de produção de papéis" – ABTCP/UFV)

Componentes da refinação

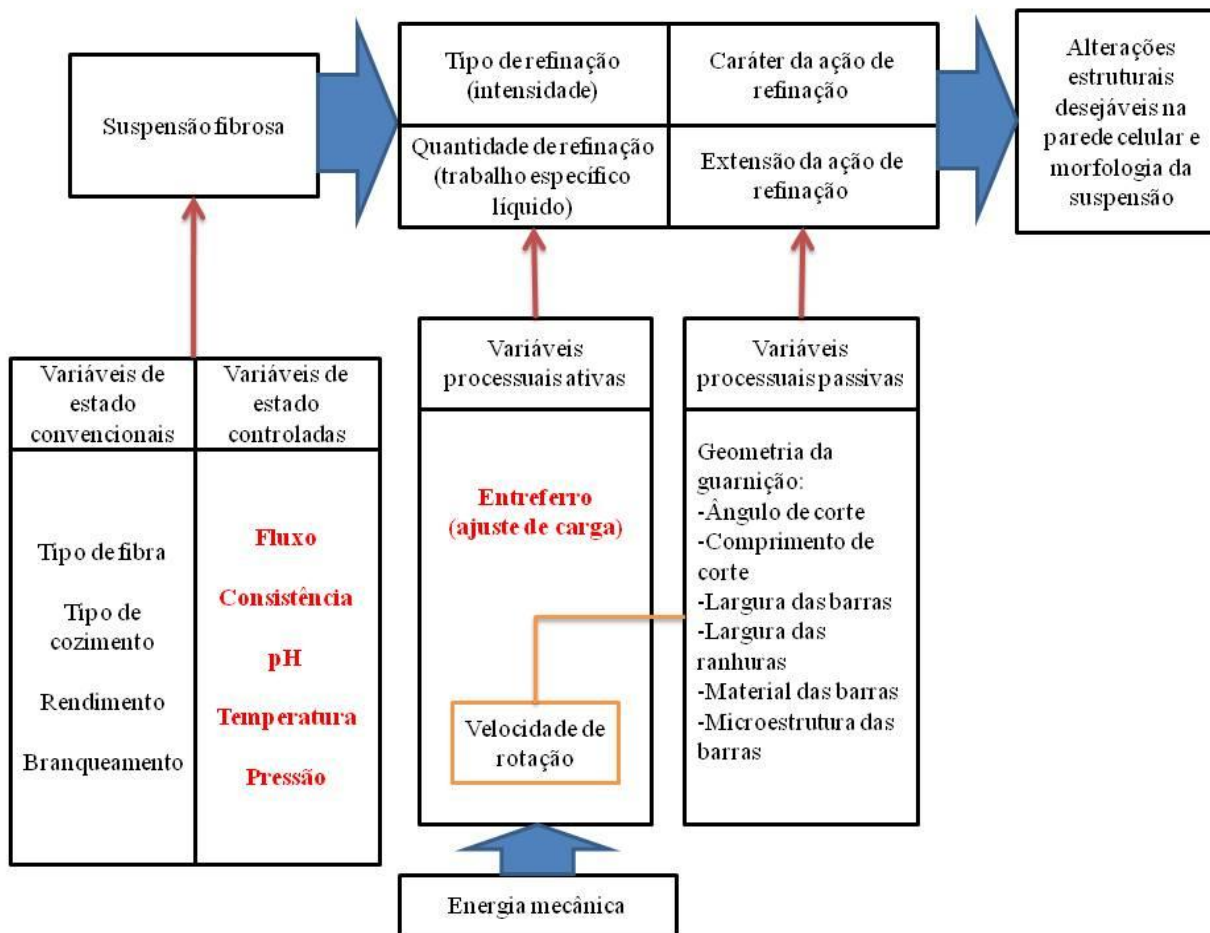


Figura 1.4.03 (Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Ligações das moléculas de celulose com a água

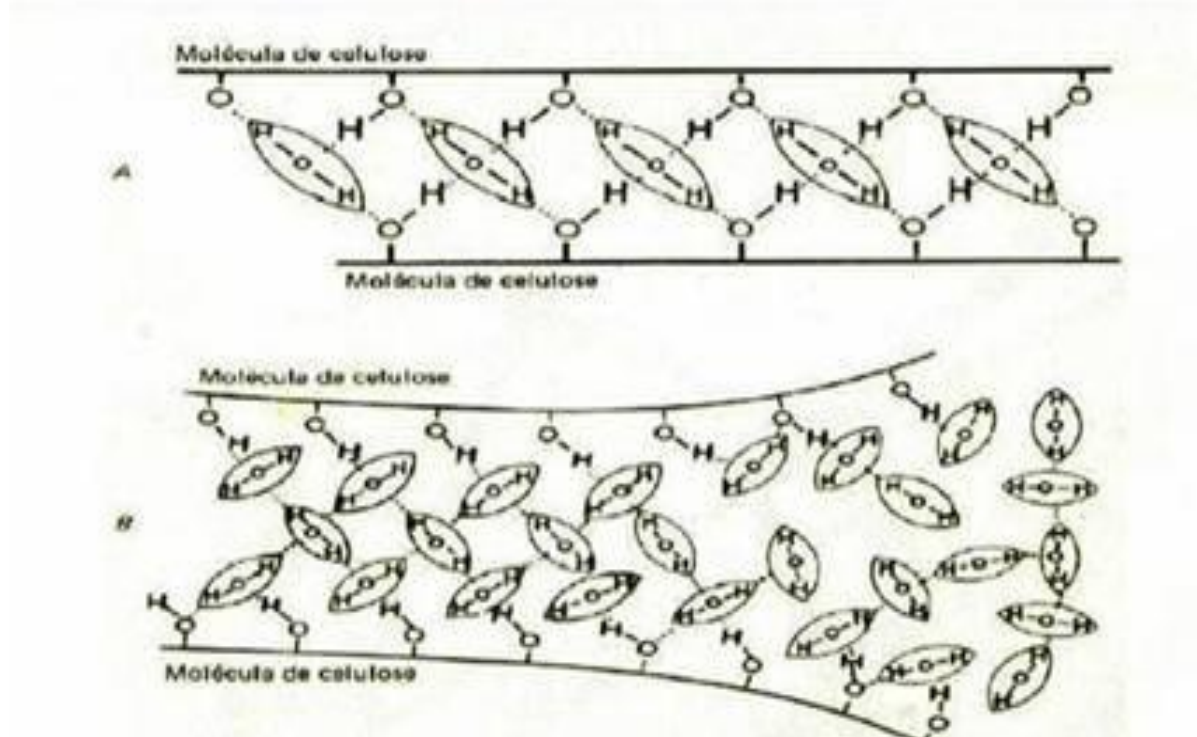


Figura 1.4.04 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Colapsamento das fibras

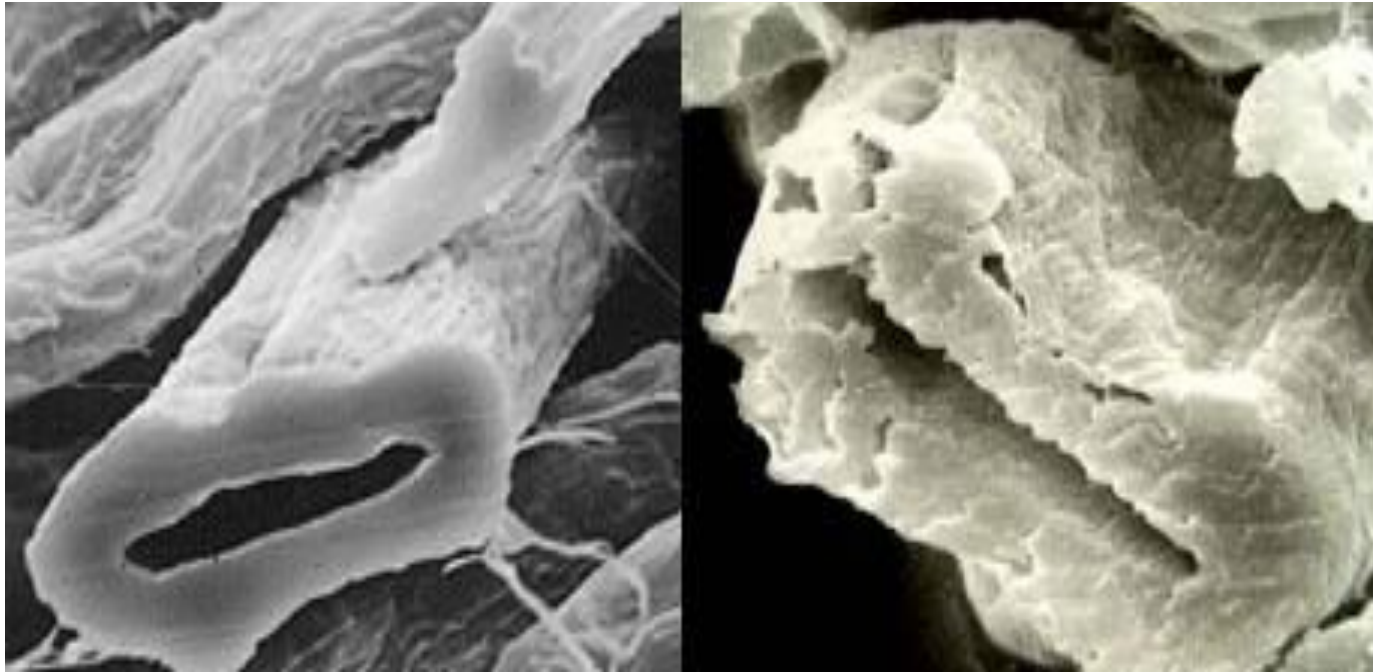


Figura 1.4.05 (FONTE: www.celso-foelkel.com.br)

Lâminas do refinador

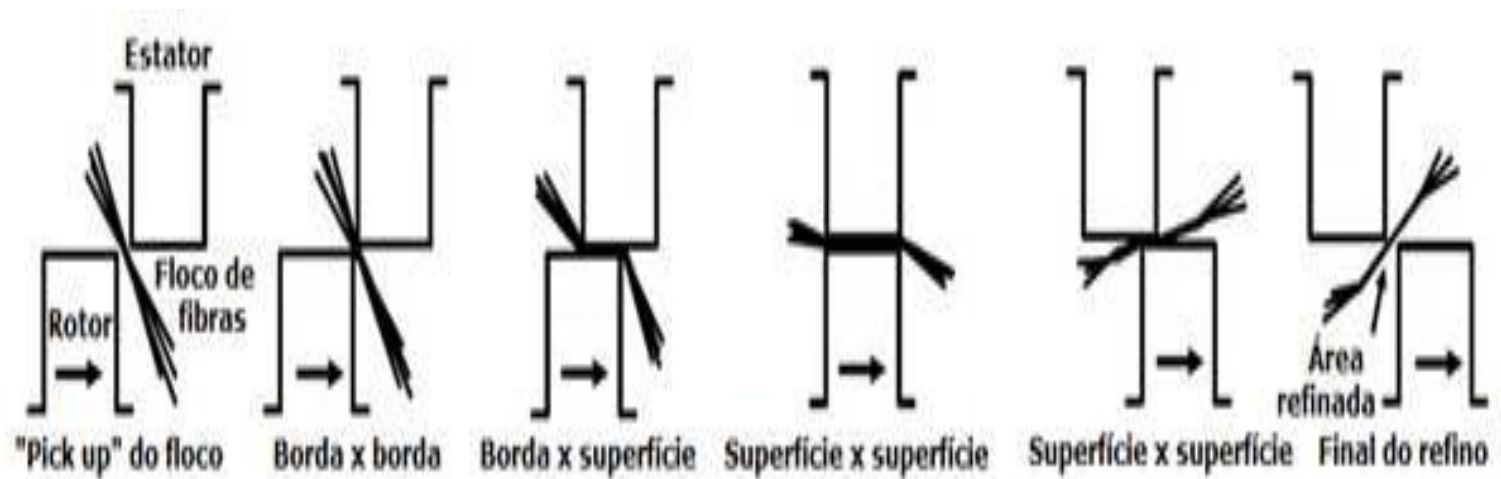
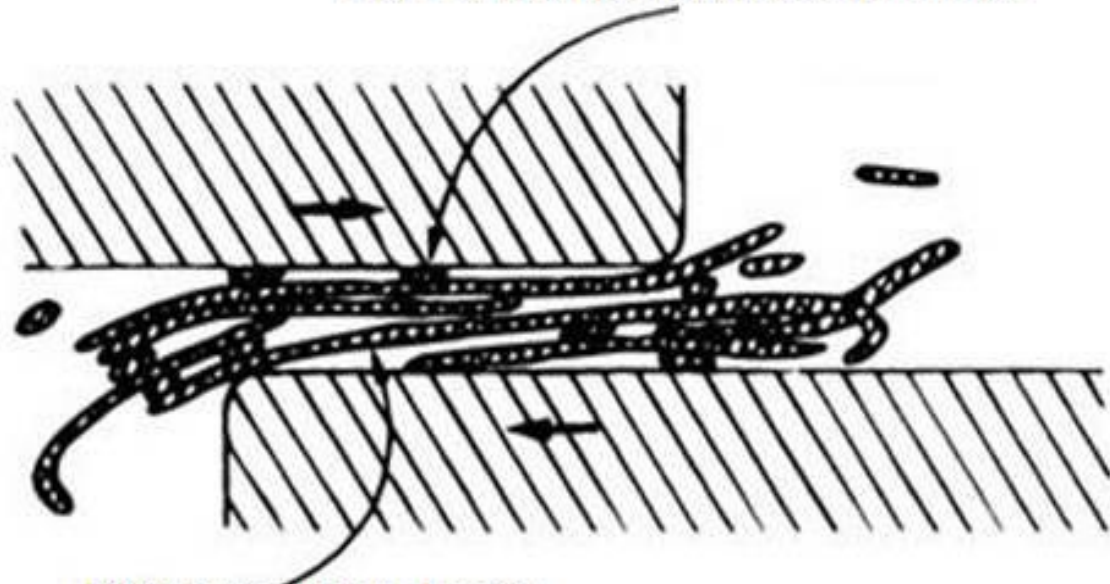


Figura 1.4.06

(FONTE: PAULAPURO, H., et alli, Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End)

Fibra sob compressão e cisalhamento



Fibra sob carga de tensão

Carga Específica de Borda

Esta teoria constitui uma importante ferramenta para o controle da operação de refino e, teoricamente, permite a comparação entre resultados de refinamentos de uma mesma polpa, mesmo que realizados em refinadores diferentes. A CEB é calculada pela equação abaixo:

$$CEB = P_u / L \text{ (w.s/m)}$$

Onde:

P_u : potência líquida aplicada, kW

L: comprimento de lâminas que se entrecruzam por segundo, km/s

Comprimento de ruptura (km)

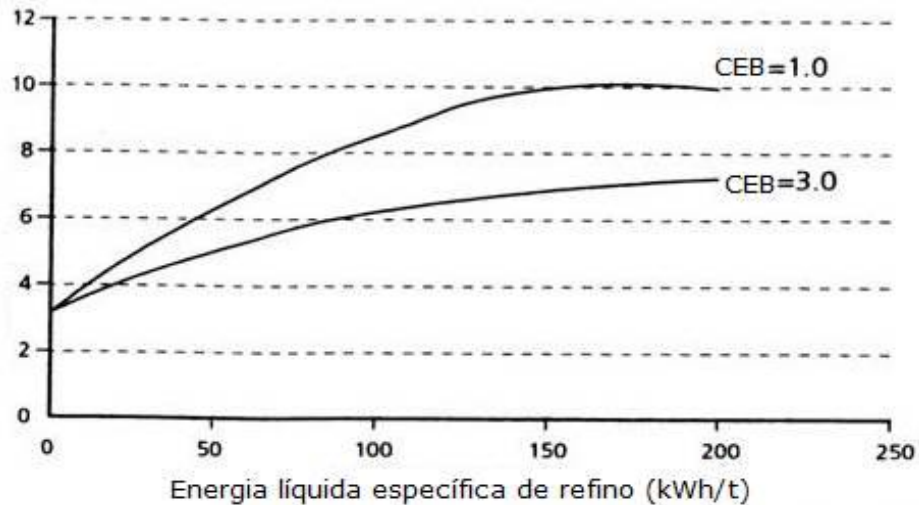


Figura 1.4.07 (FONTE: Refining Technology)

Fibrilação interna



Figura 1.4.08 (FONTE: Apostila “Curso básico de fabricação de papel” – ABTCP)

Fibrilação externa

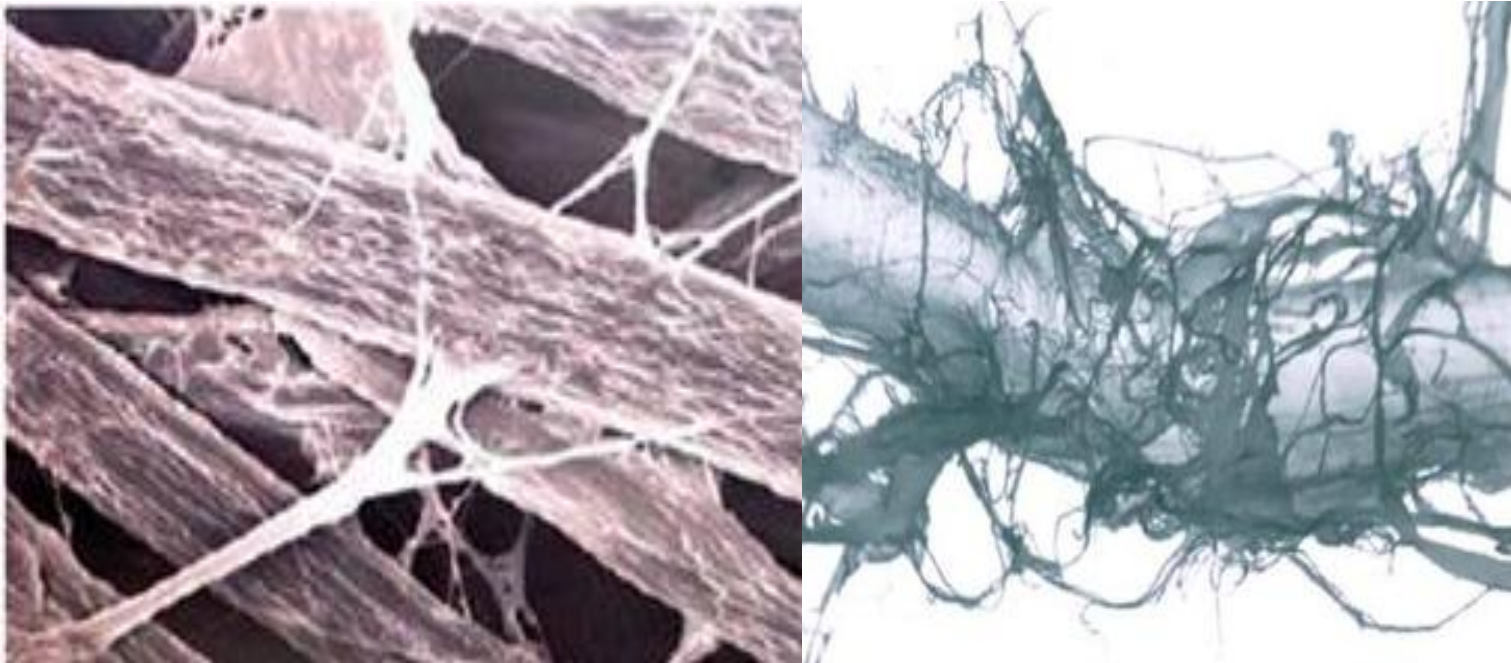


Figura 1.4.09 (FONTE: www.celso-foelkel.com.br)

Finos

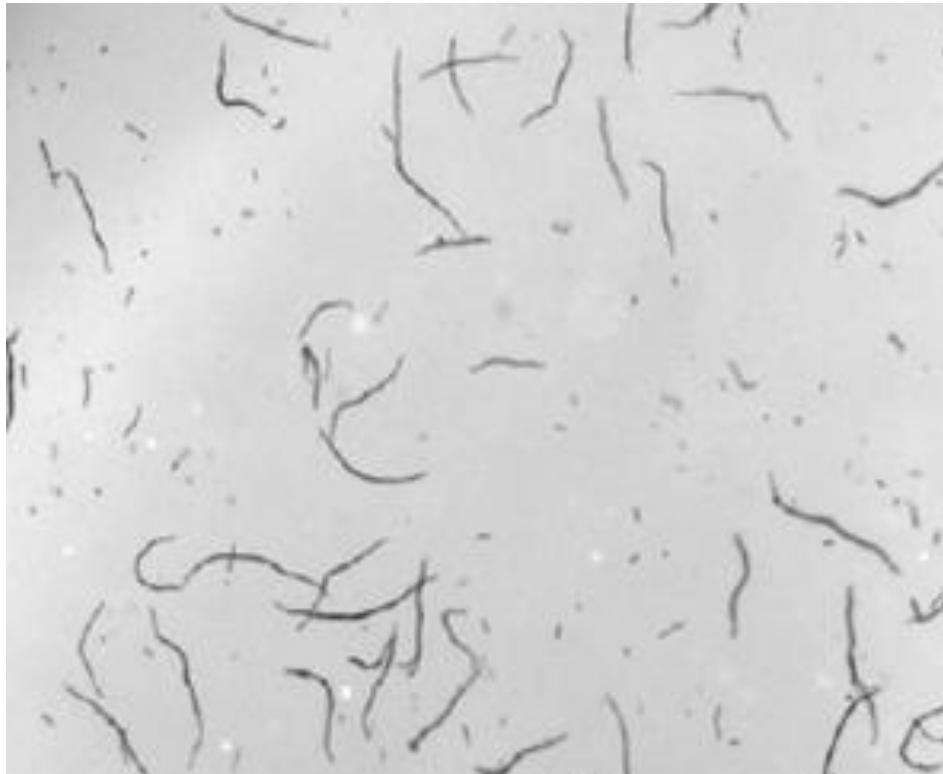


Figura 1.4.10 (FONTE: www.celso-foelkel.com.br)

Refinador de duplos discos

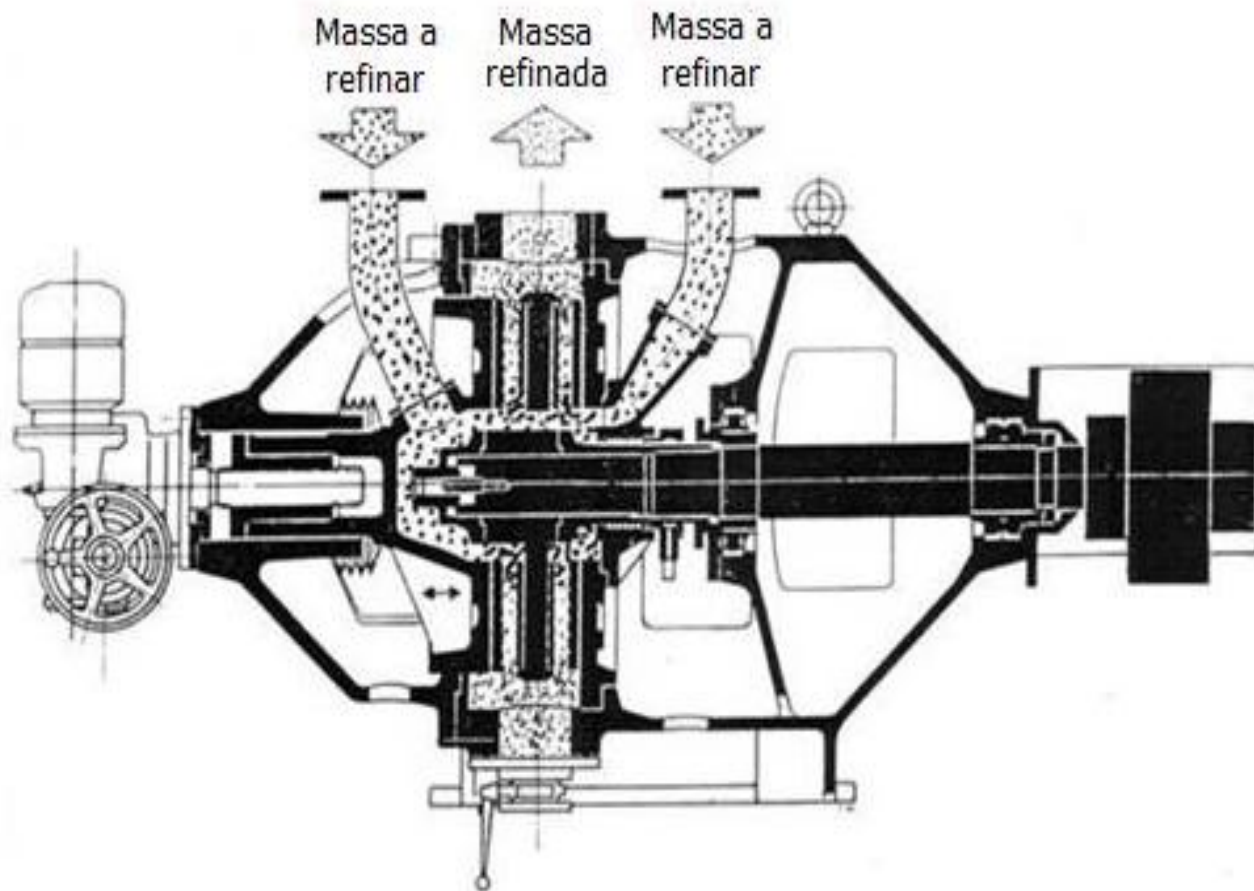


Figura 1.4.11 (FONTE: Treinamento operacional – VCP/LA)

Refinador de duplos discos

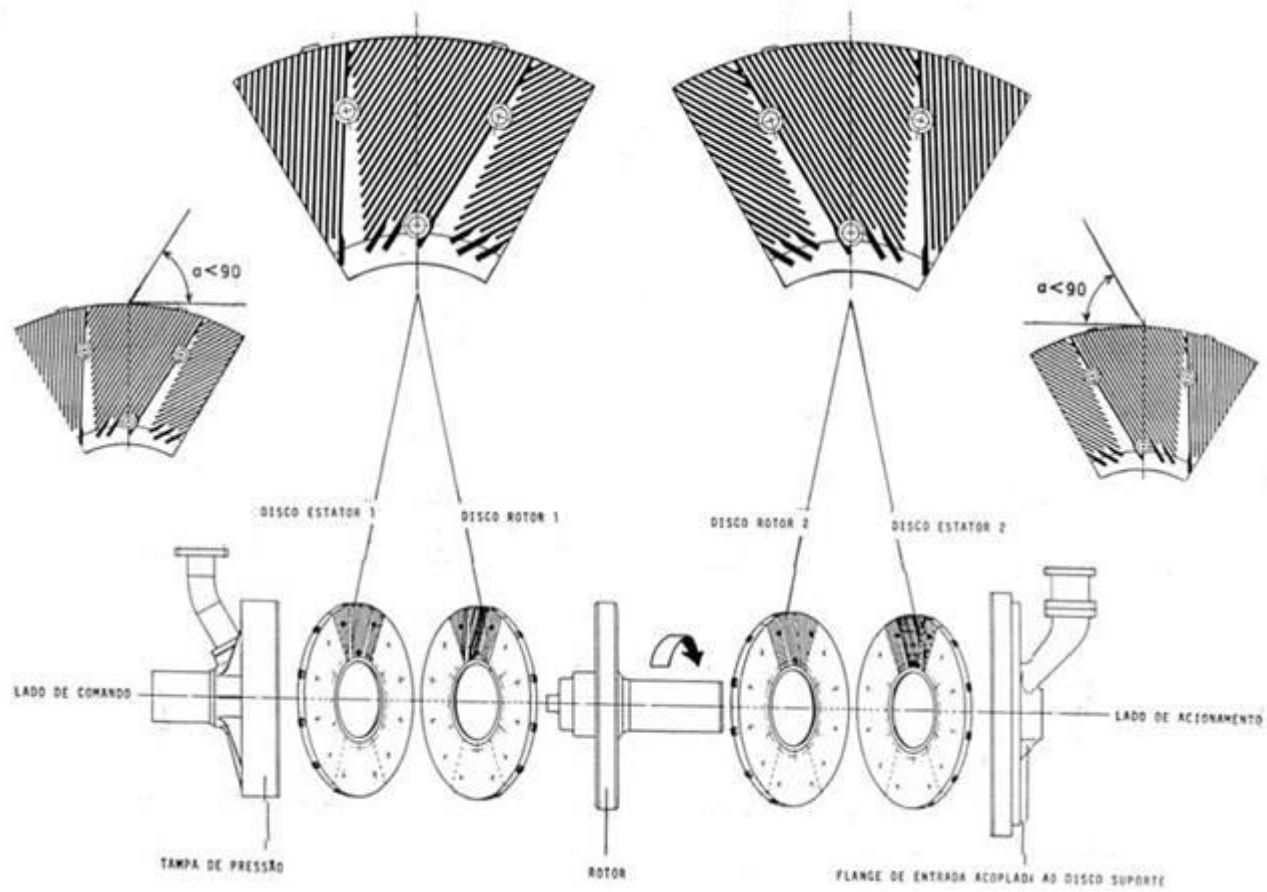


Figura 1.4.12 (FONTE: Treinamento operacional – VCP/LA)

Refinador tricônico

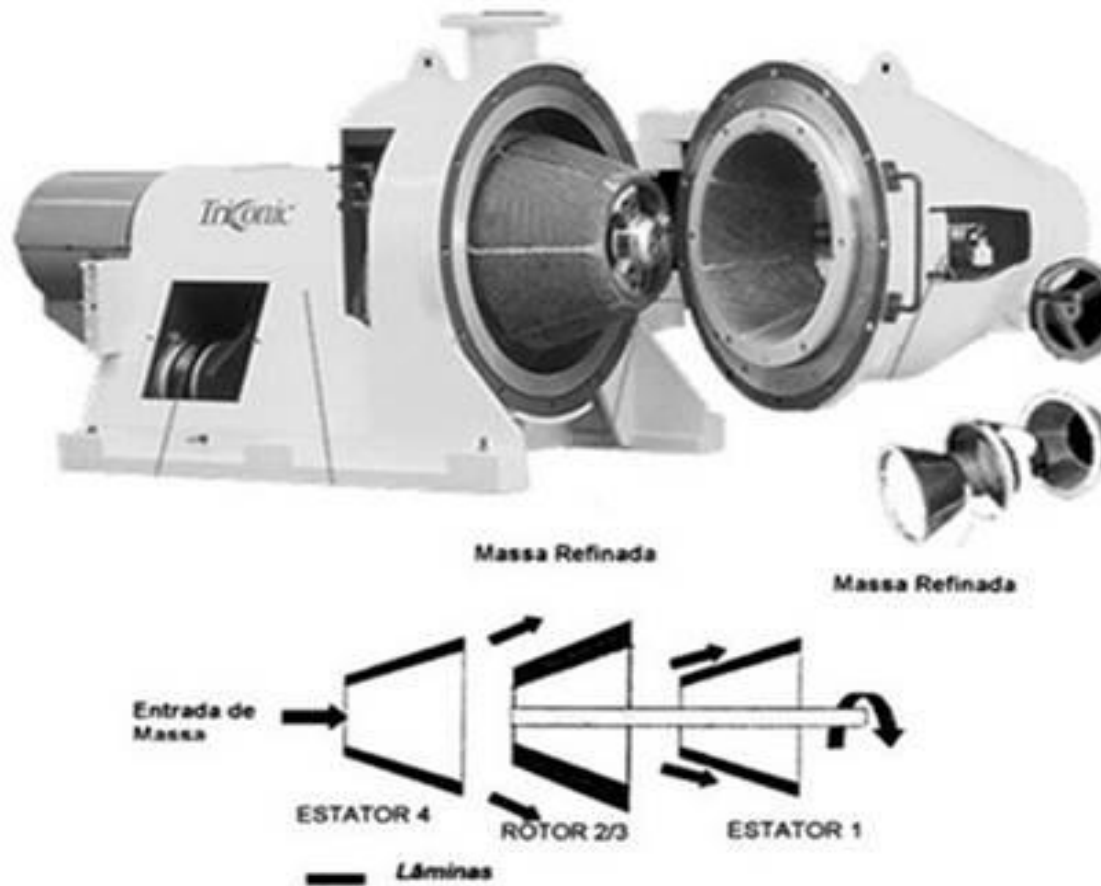


Figura 1.4.13 (FONTE: www.redetec.org.br/inventabrasil/pilao)

Medição do °SR e do CSF

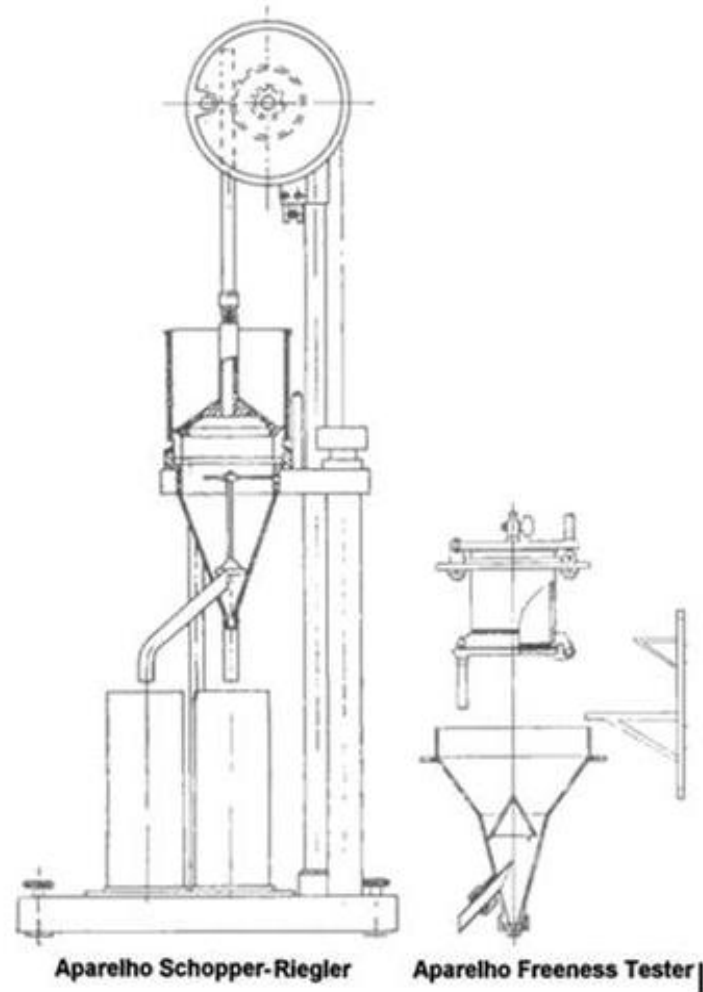
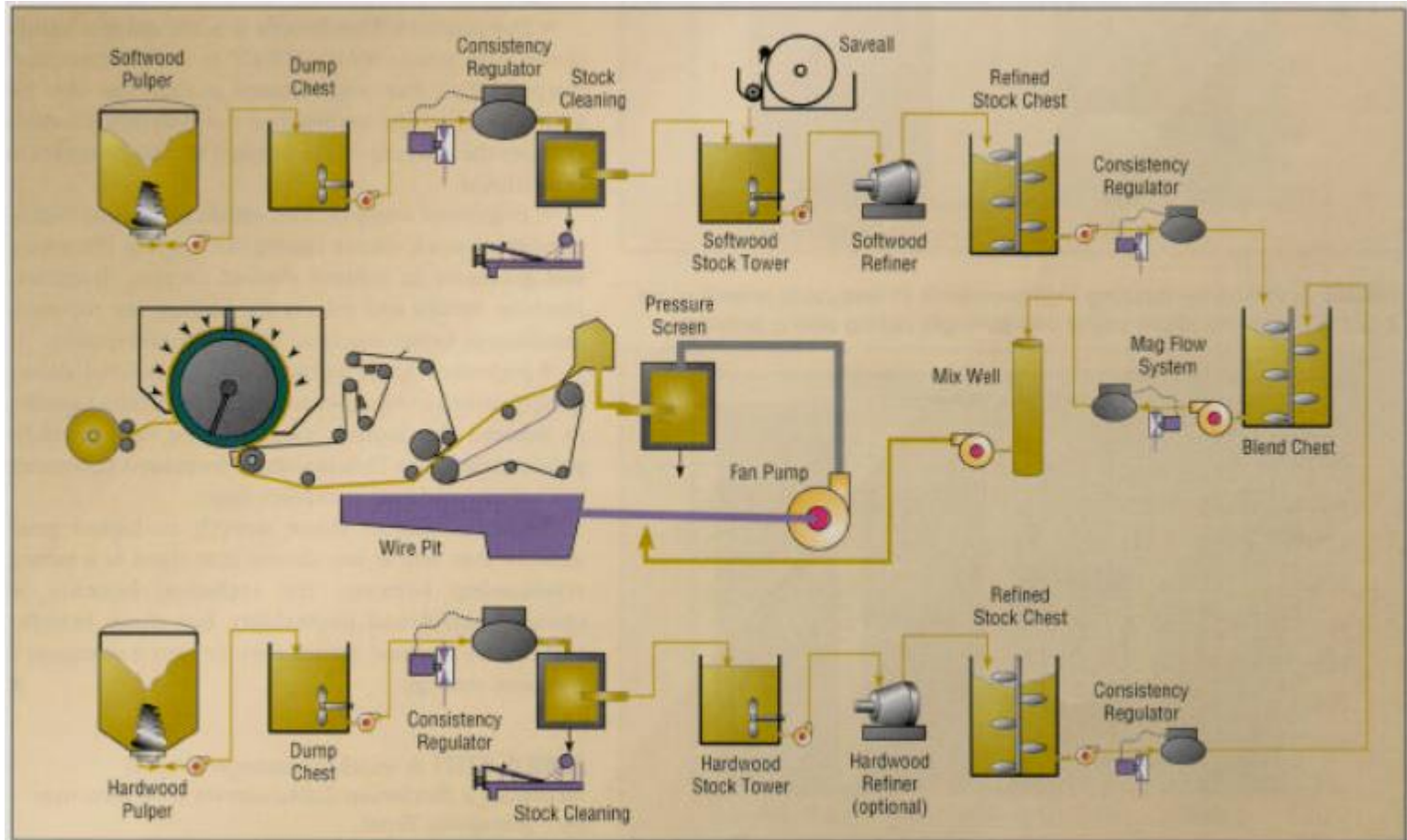


Figura 1.4.14 (FONTE: Tecnologia de Fabricação de Papel – SENAI/IPT)

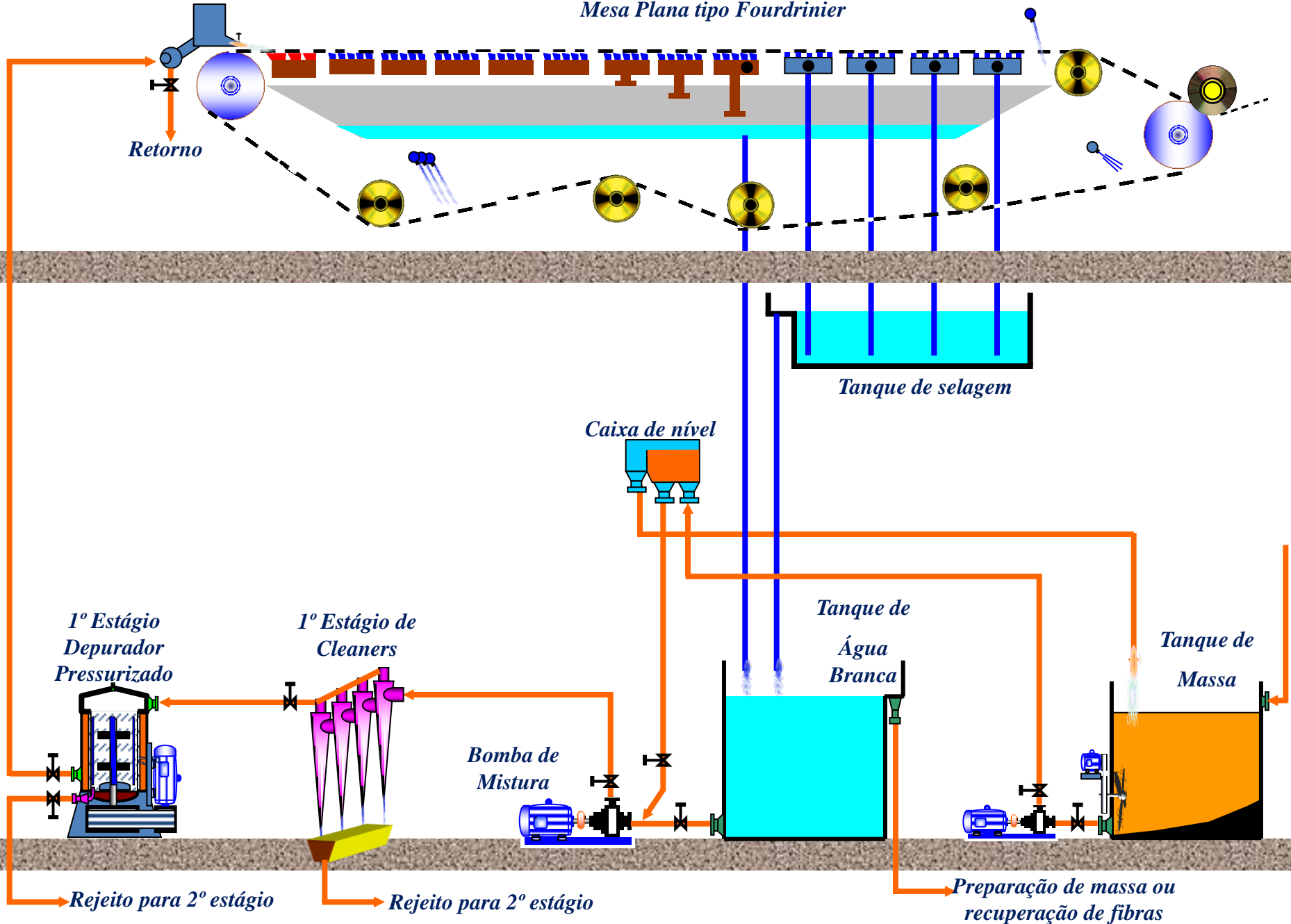
Exemplo de fluxograma de processo "tissue"



(FONTE: PULP & PAPER, May 1998)

Circuito de aproximação ("approach flow")

Mesa Plana tipo Fourdrinier



Circuito de aproximação

(“approach flow”)

“Approach Flow” de uma máquina “tissue” (para “Crescent Former”)

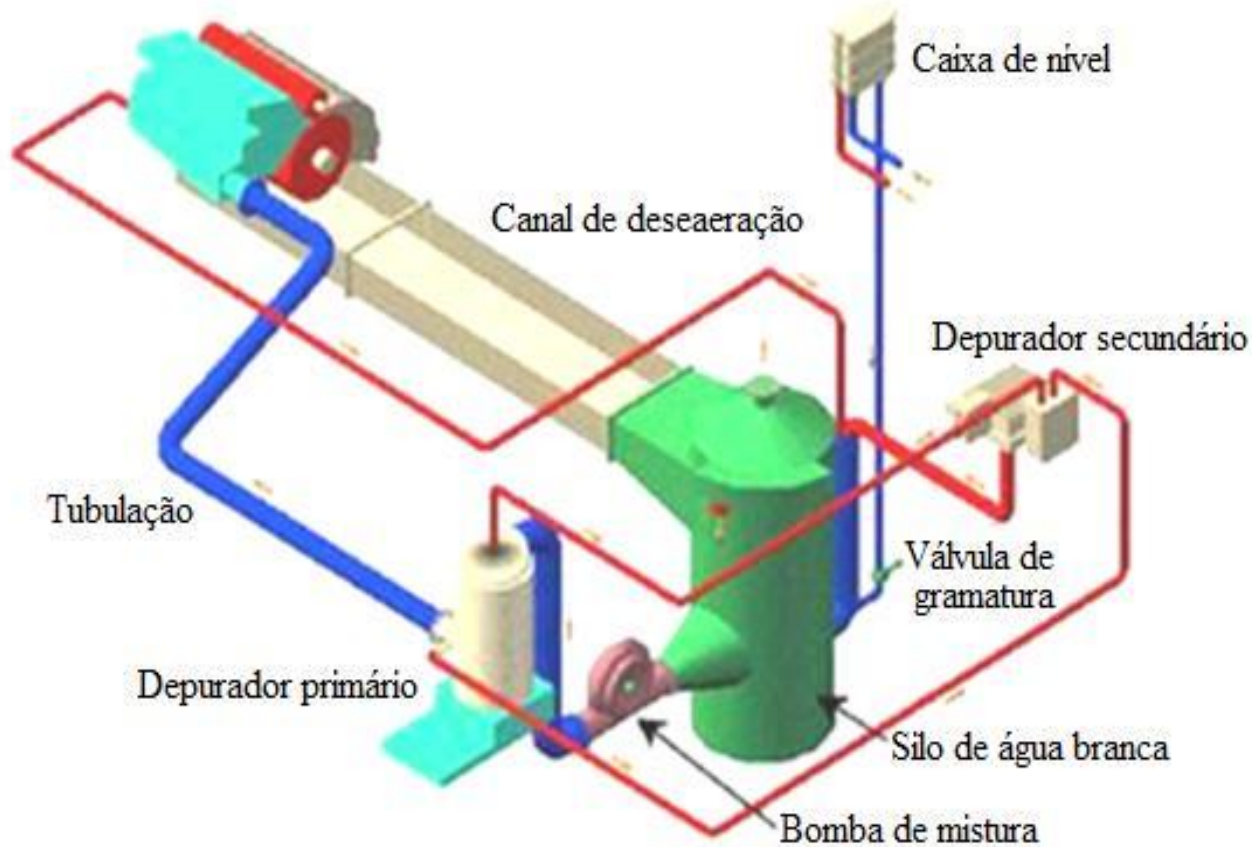


Figura 1.5.01

(FONTE: Apostila “Approach flow” – Curso Técnico de Cel. Papel – Guaíba, RS)

Depuração de cabeça de máquina

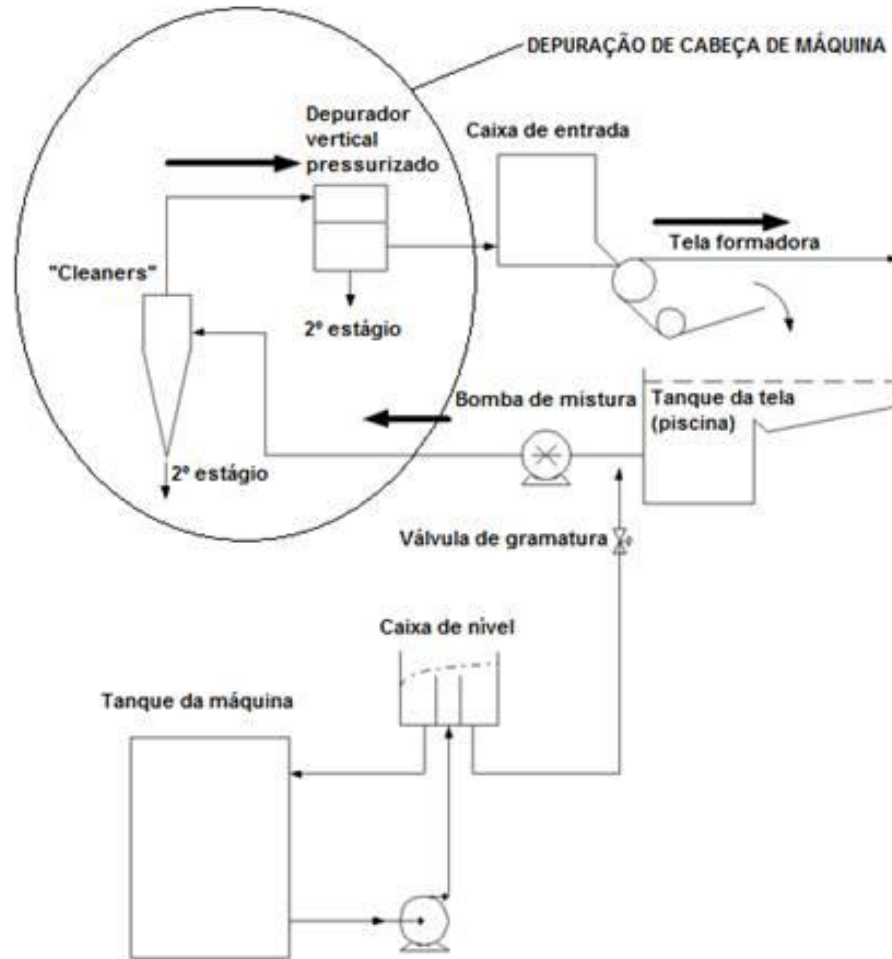


Figura 1.5.02

(FONTE: Apostila "Approach flow" – Curso Técnico de Cel. Papel – Guaíba, RS)

Caixas de entrada

Caixa de entrada pressurizada

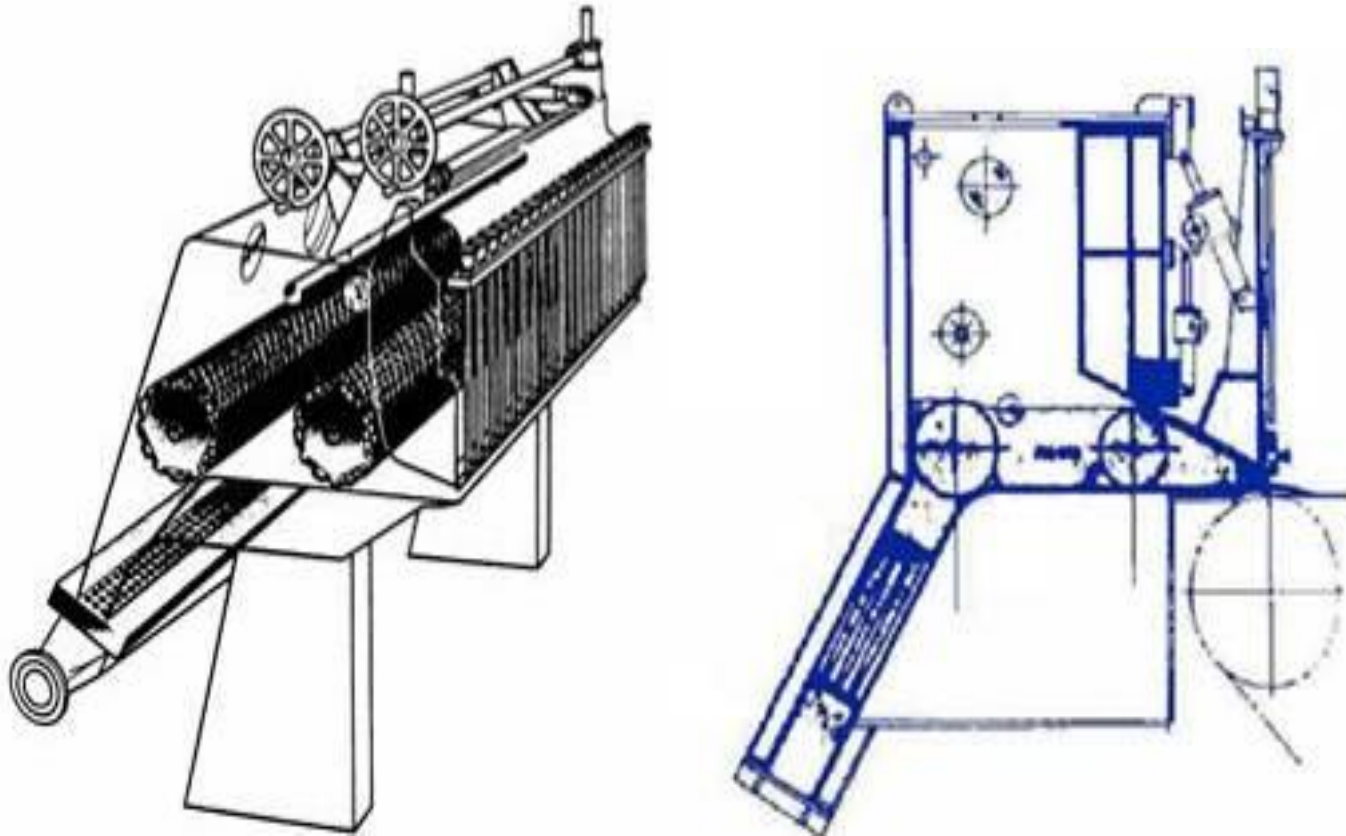


Figura 2.1.01

(FONTE: Apostila "Approach flow" – Curso Técnico de Cel. Papel – Guaíba, RS)

Caixa de entrada hidráulica

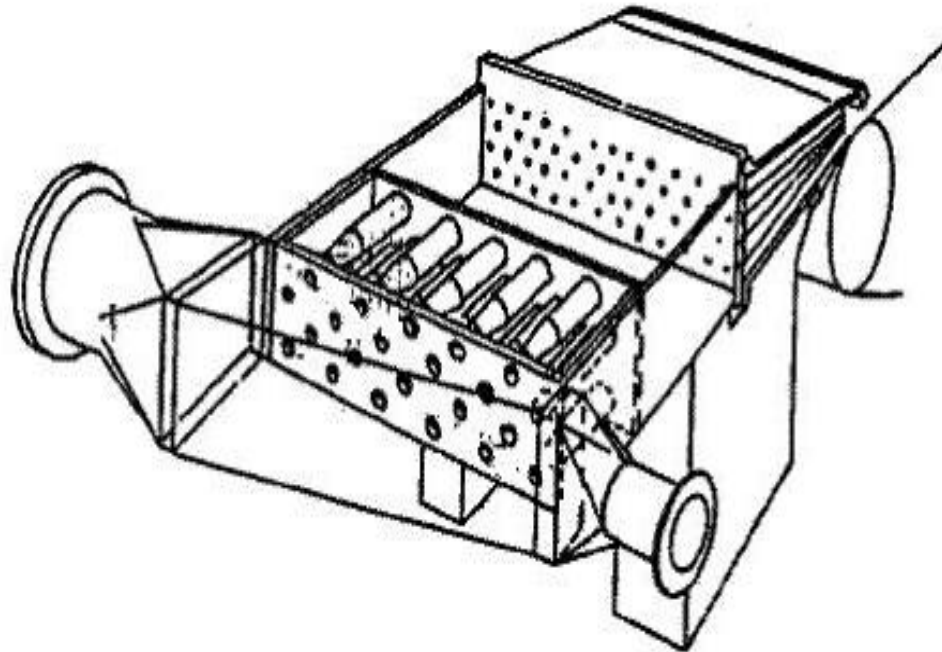


Figura 2.1.02 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Caixa de entrada hidráulica de 3 camadas

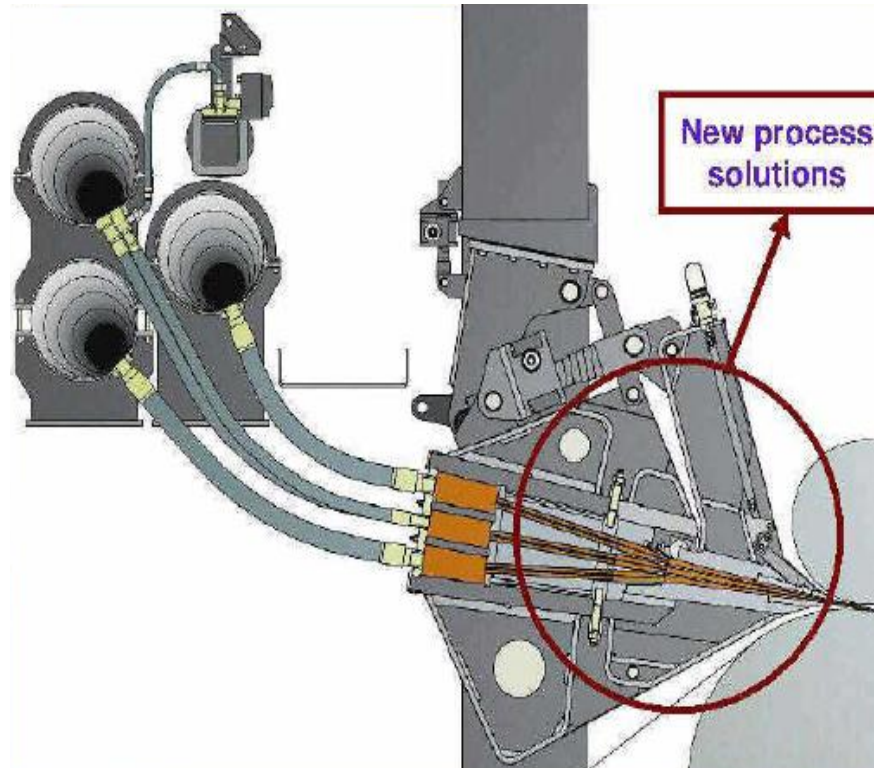


Figura 2.1.03 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Opções de 2 e três camadas

PRODUTO DE UMA FOLHA
COM TRÊS CAMADAS



← fibras menos nobres ou para
maior resistência por dentro

← fibras mais nobres ou para
maior suavidade por fora

PRODUTO DE DUPLA FOLHA
CADA FOLHA COM DUAS
CAMADAS



← fibras mais nobres ou para
maior suavidade por fora

← fibras menos nobres ou para
maior resistência por dentro

Figura 2.1.04 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Caixa de entrada para mesa inclinada

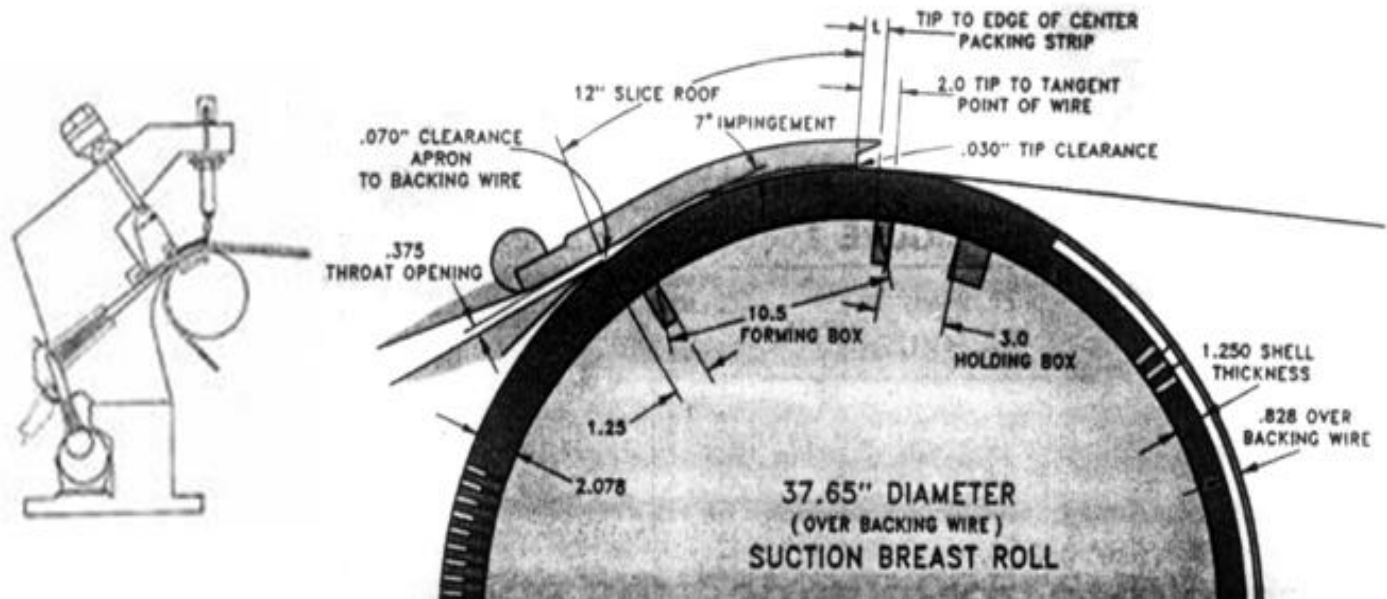
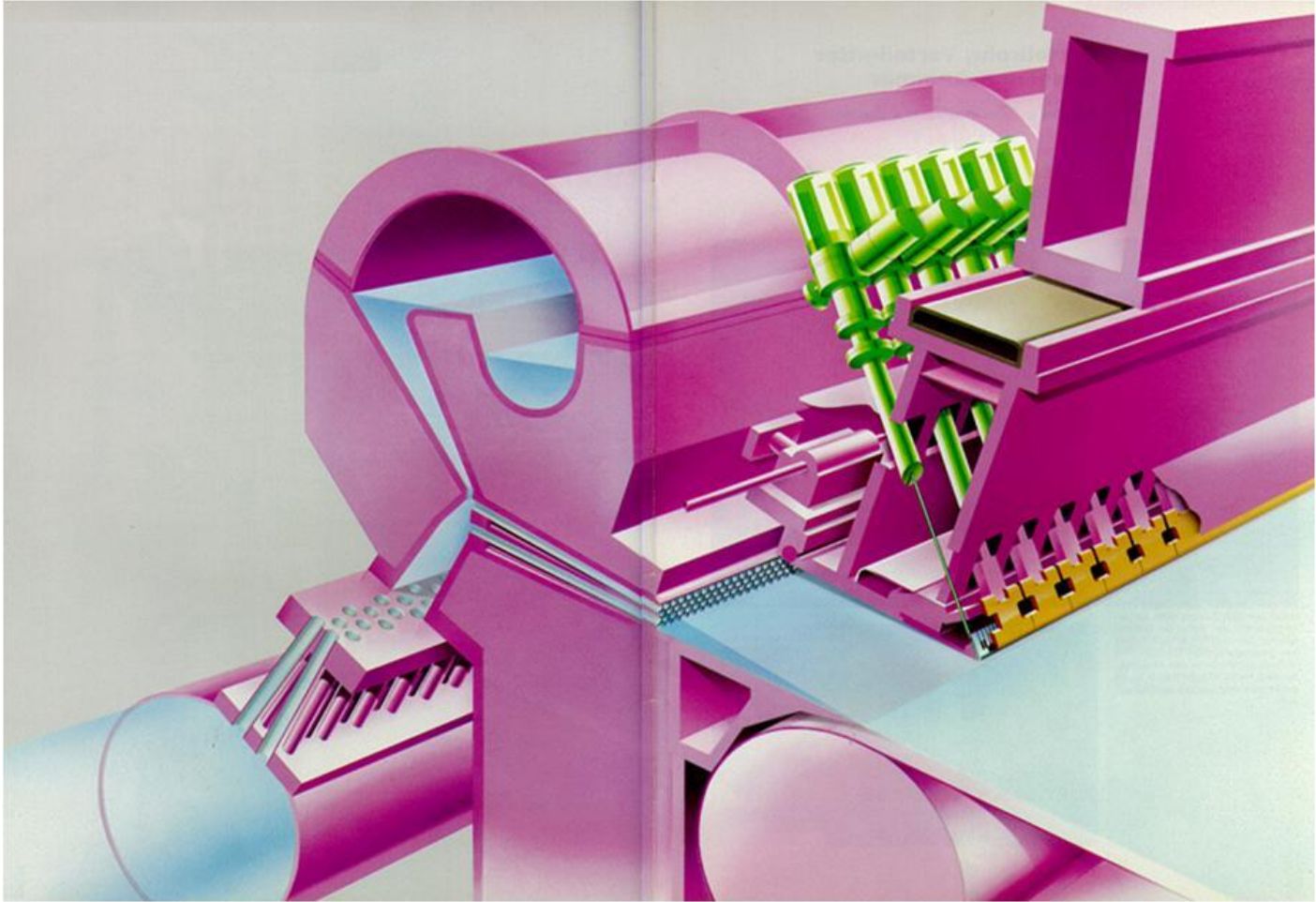


Figura 2.1.05 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Caixa hidráulica dom atenuação interna



FONTE: Treinamento Operacional VCP

Manípulos para controle do perfil de gramatura

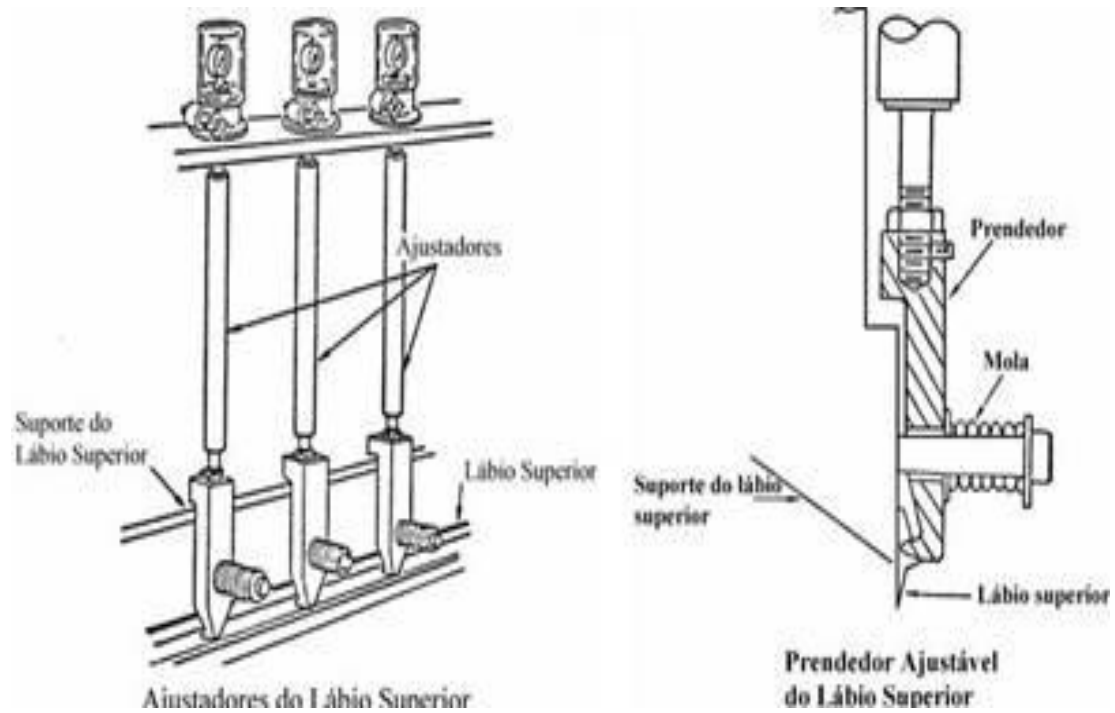


Figura 2.1.06 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Ação do lábio superior criando fluxos transversais

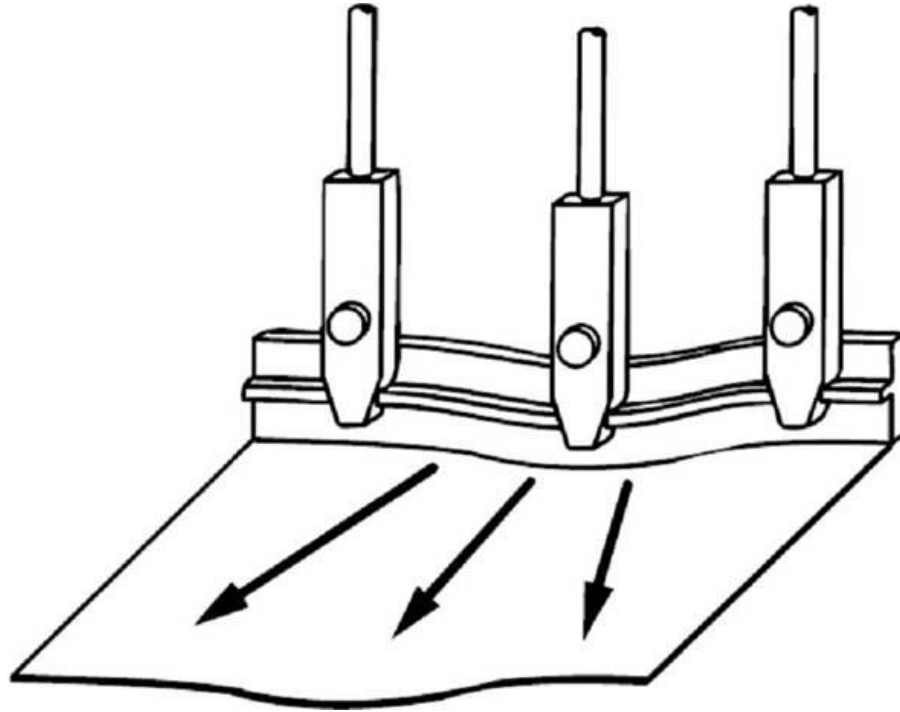


Figura 2.1.07 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

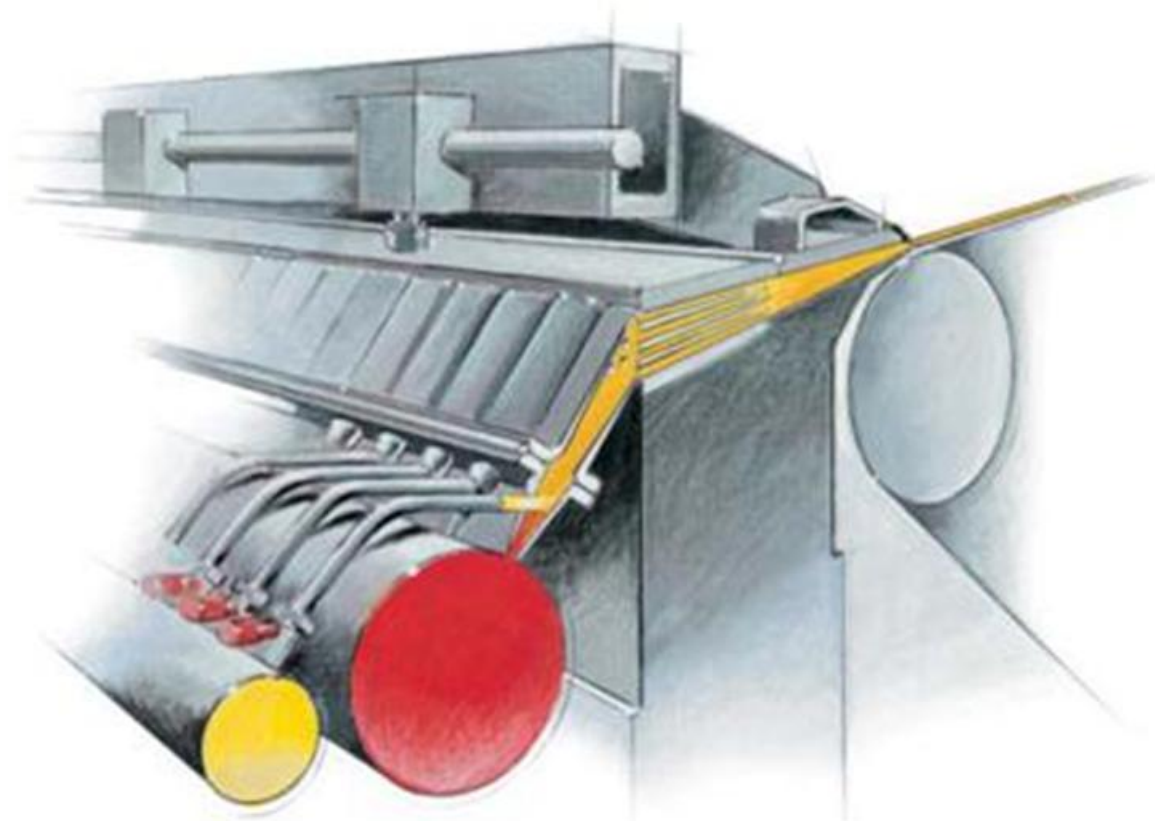


Figura 2.1.08 (FONTE: Fabricação de Papel – Formação da folha – SENAI CETCEP)

Pressão na caixa de entrada

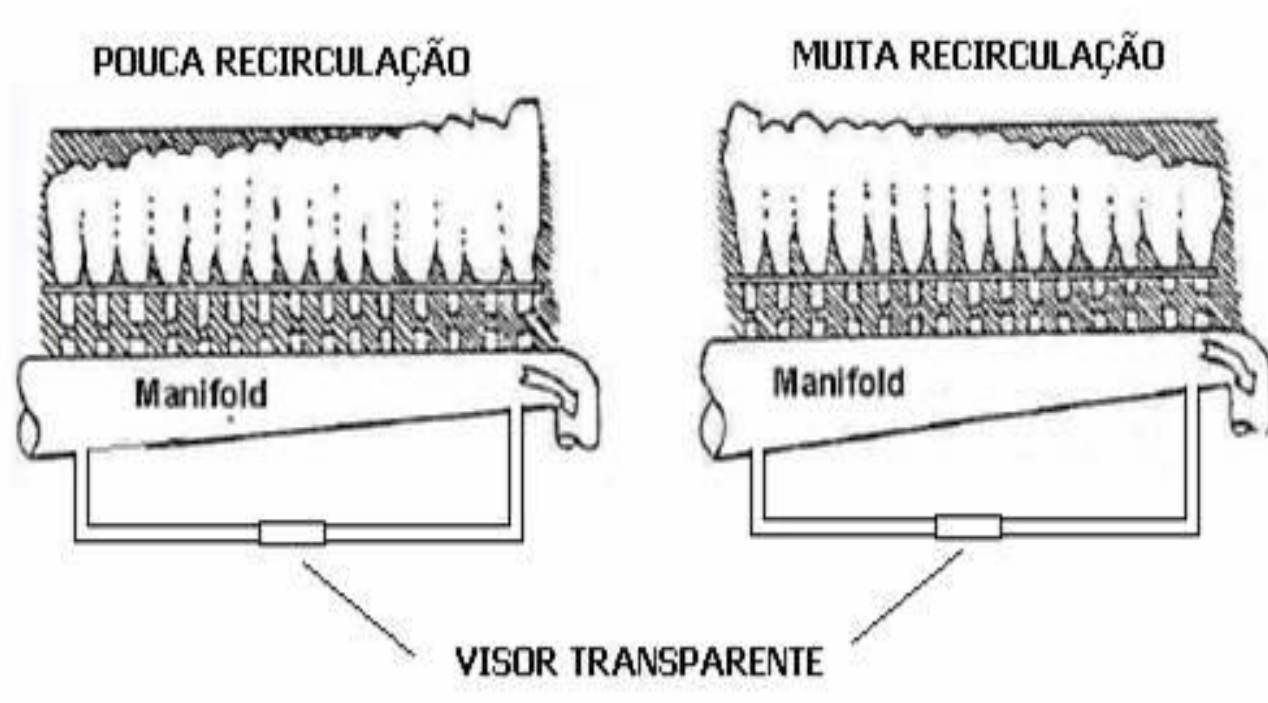


Figura 2.1.09 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Direcionamento de fibras

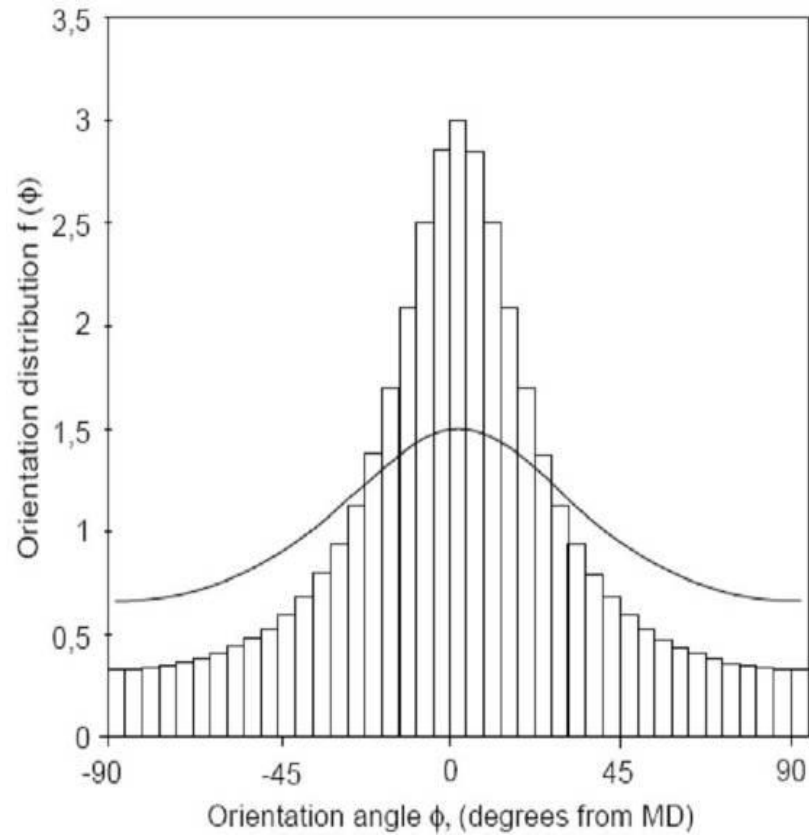


Figura 2.1.10 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Seção de formação dos diferentes tipos de formadores

Formador tipo "Fourdrinier"

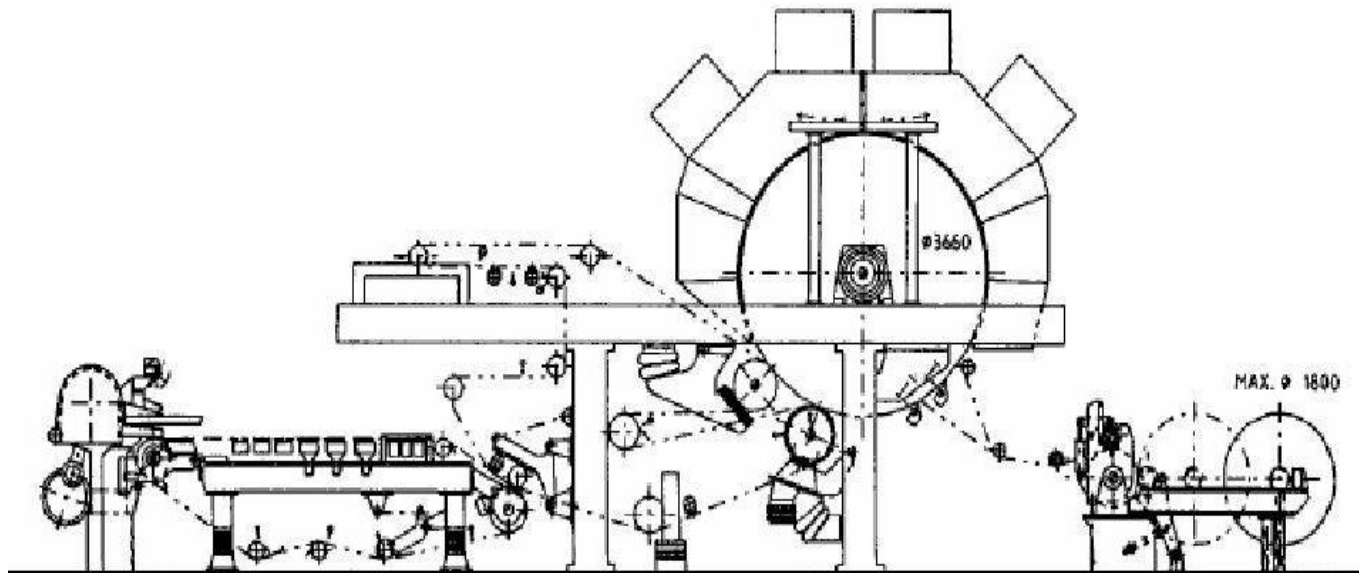
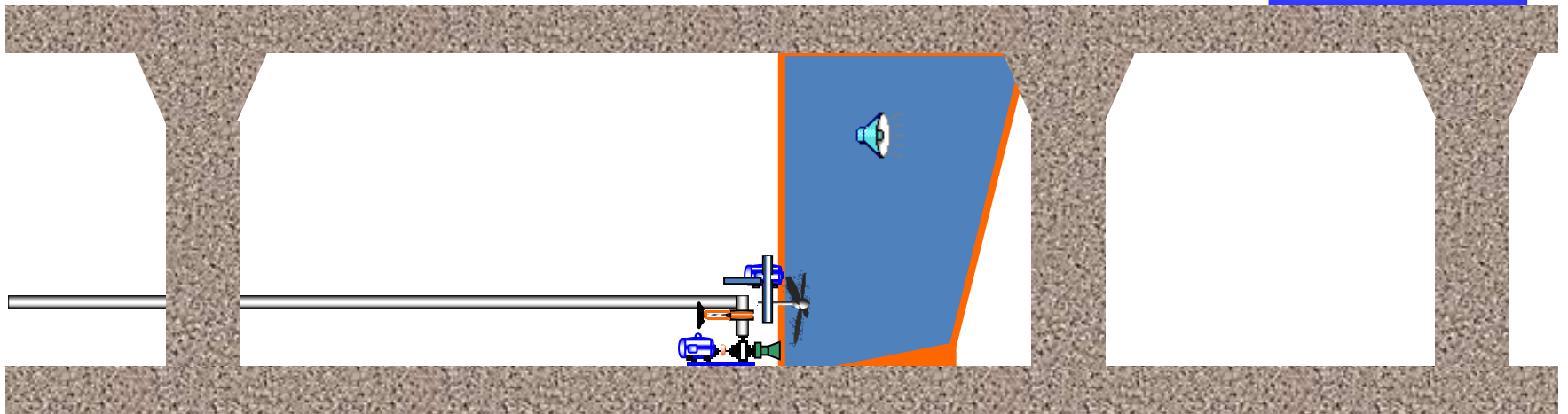
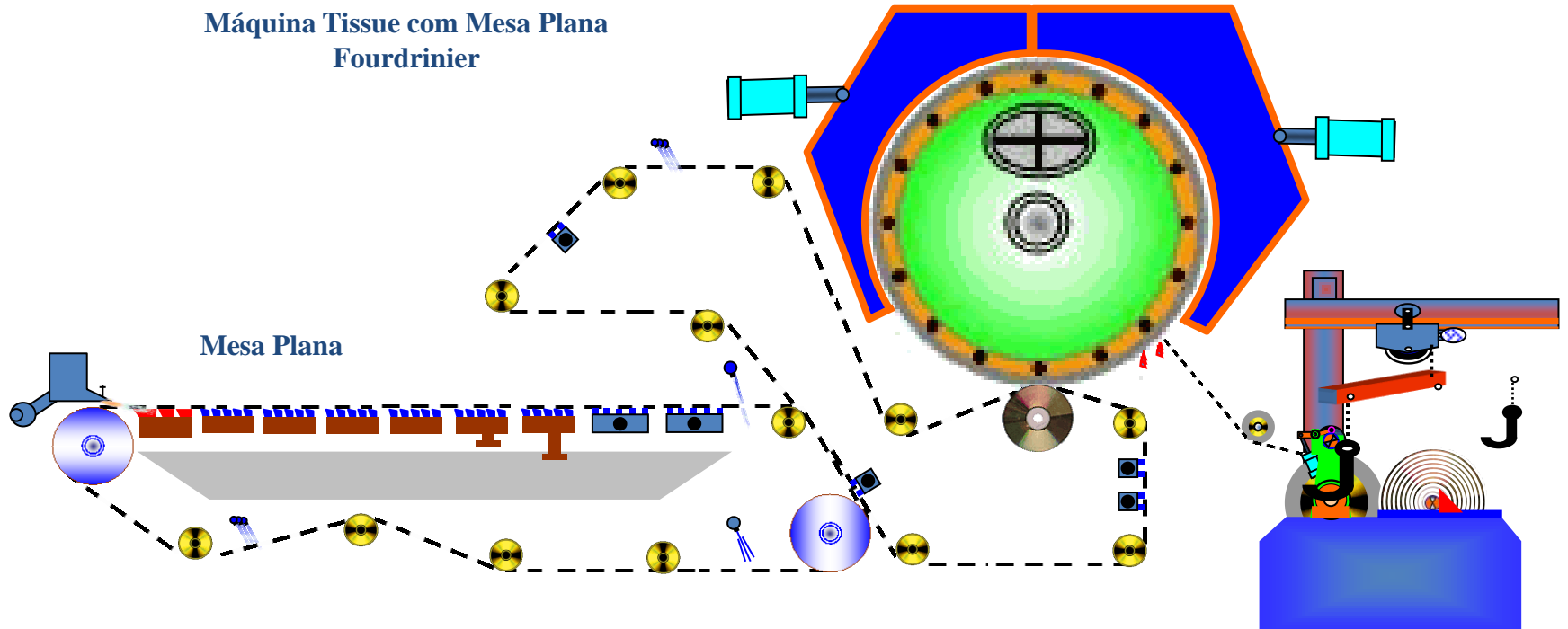


Figura 2.2.01 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Formador tipo "Fourdrinier"

Máquina Tissue com Mesa Plana
Fourdrinier



Mesa plana para "tissue"

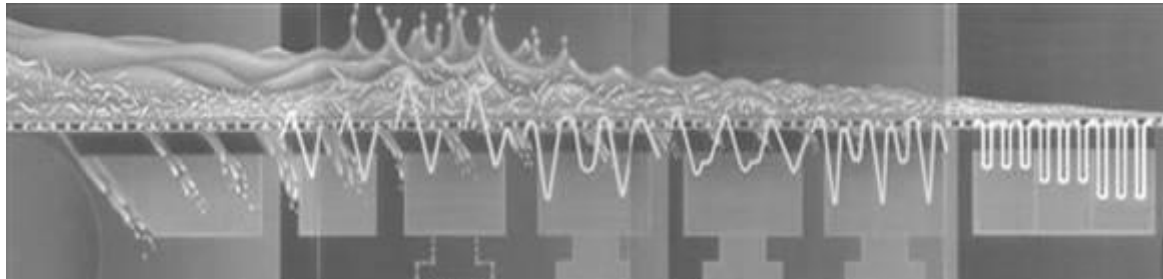
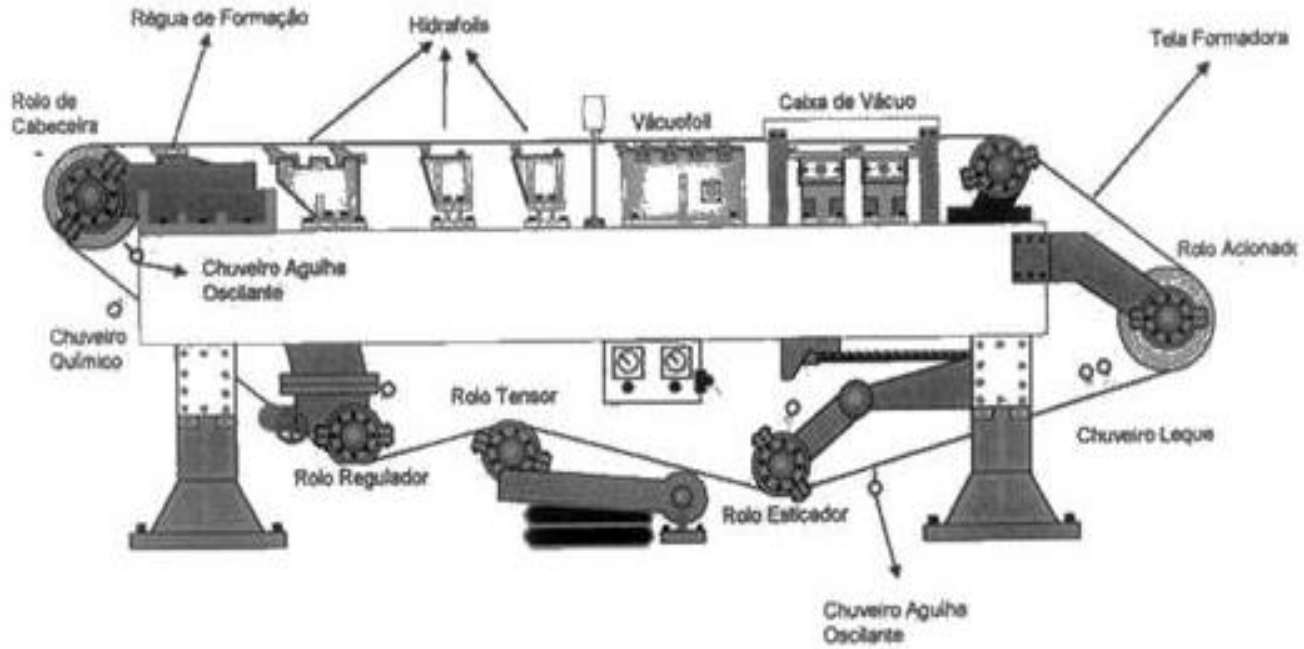


Figura 2.2.02 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Formação da folha

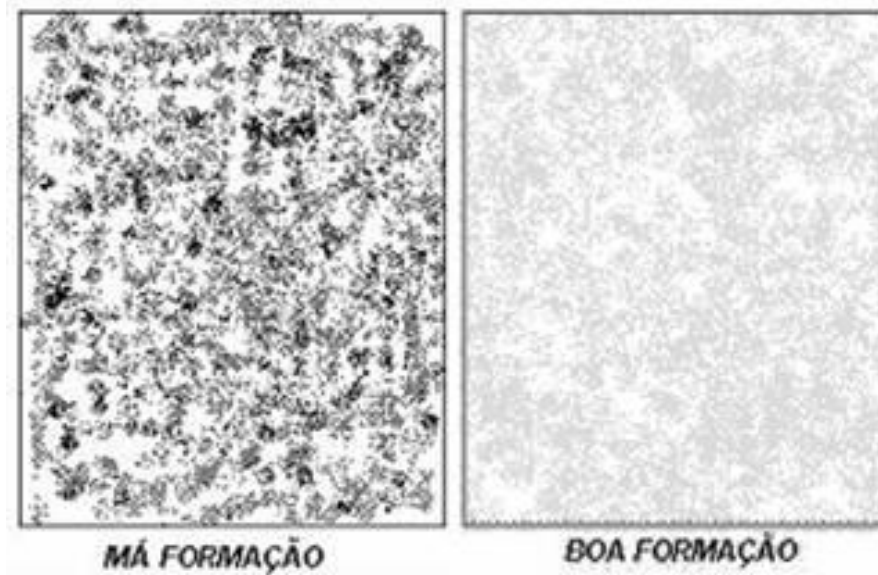


Figura 2.2.03 (FONTE: montagem Edison da Silva Campos)

“Forming board”

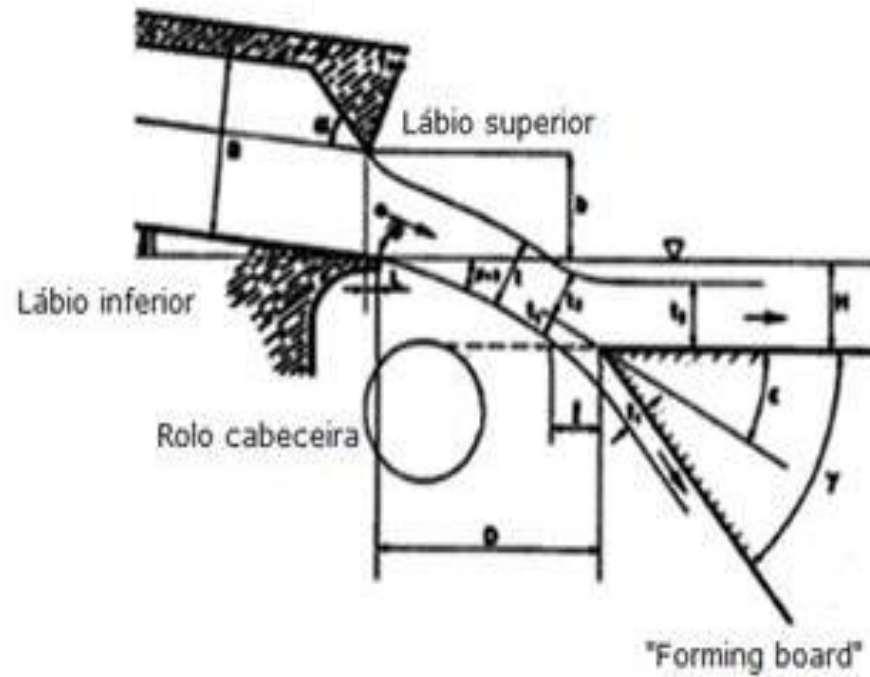


Tabela 2.2.01a (FONTE: montagem de Edison da Silva Campos – Várias fontes)

“Hidrofoil” ou “Foil”

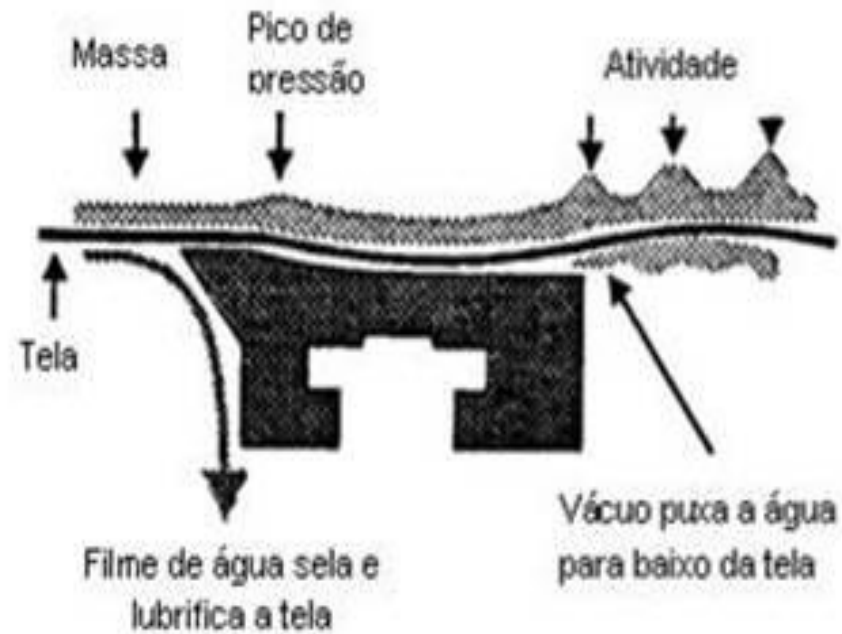


Tabela 2.2.01b (FONTE: montagem de Edison da Silva Campos – Várias fontes)

Caixa úmida ou de baixo vácuo

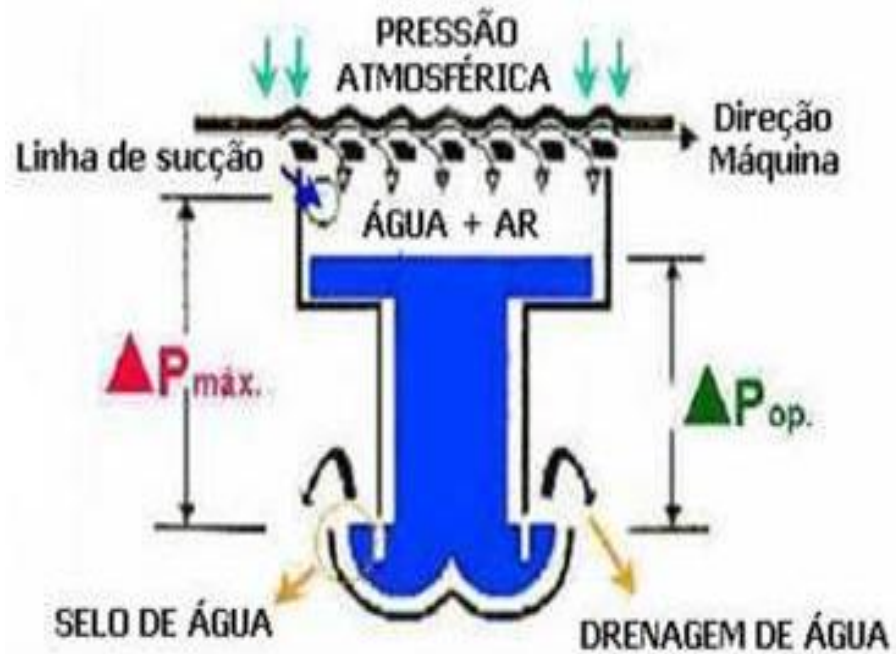


Tabela 2.2.01c (FONTE: montagem de Edison da Silva Campos – Várias fontes)

Caixa de alto vácuo

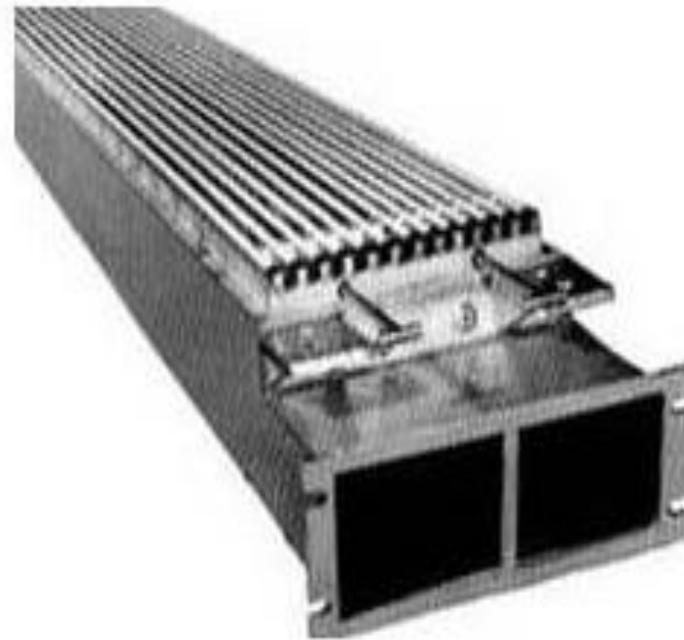


Tabela 2.2.01d (FONTE: montagem de Edison da Silva Campos – Várias fontes)

Formador para mesa inclinada

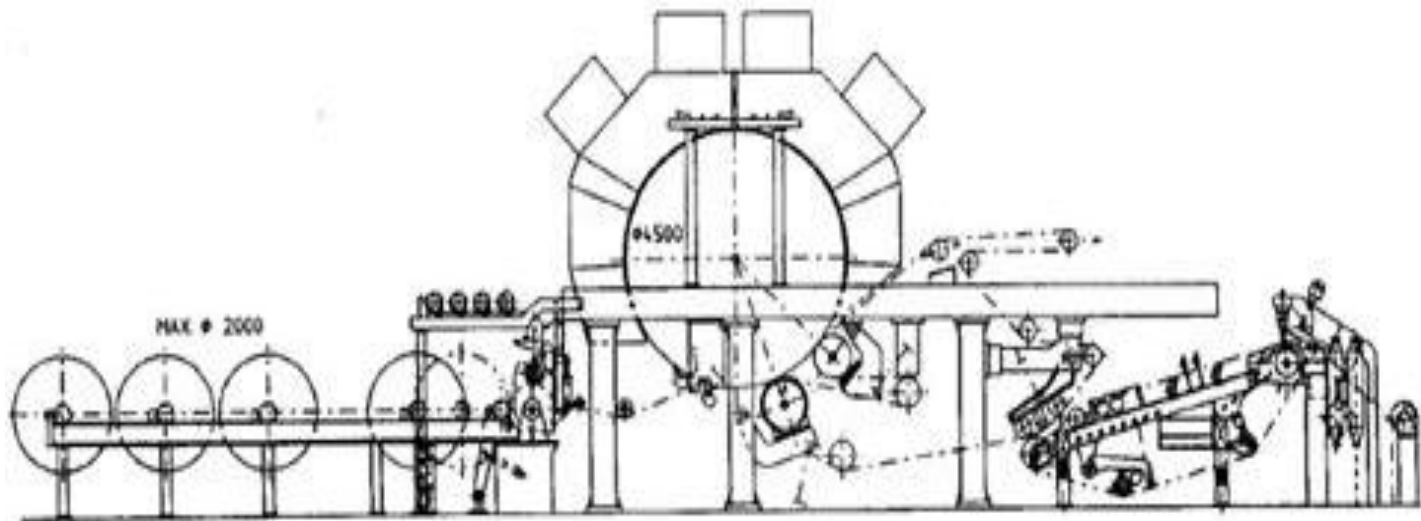


Figura 2.2.02 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Formador para dupla tela

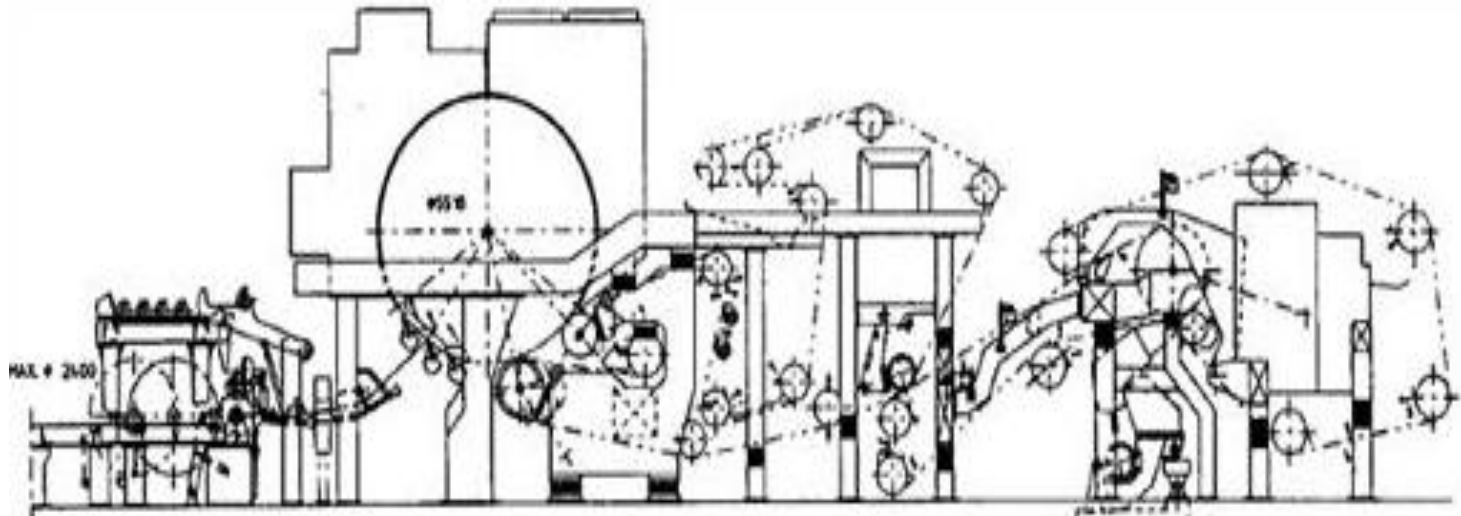


Figura 2.2.03 (FONTE: Apostilas ABTCP)

“C” former

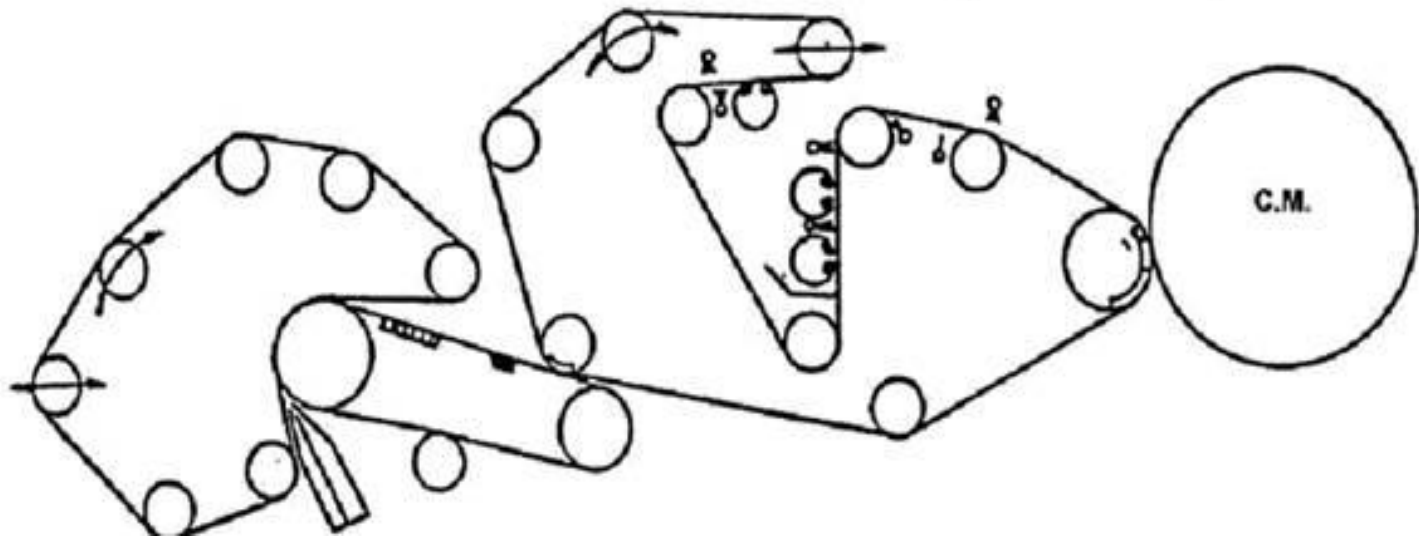


Figura 2.2.04 (FONTE: Apostilas ABTCP)

“S” former

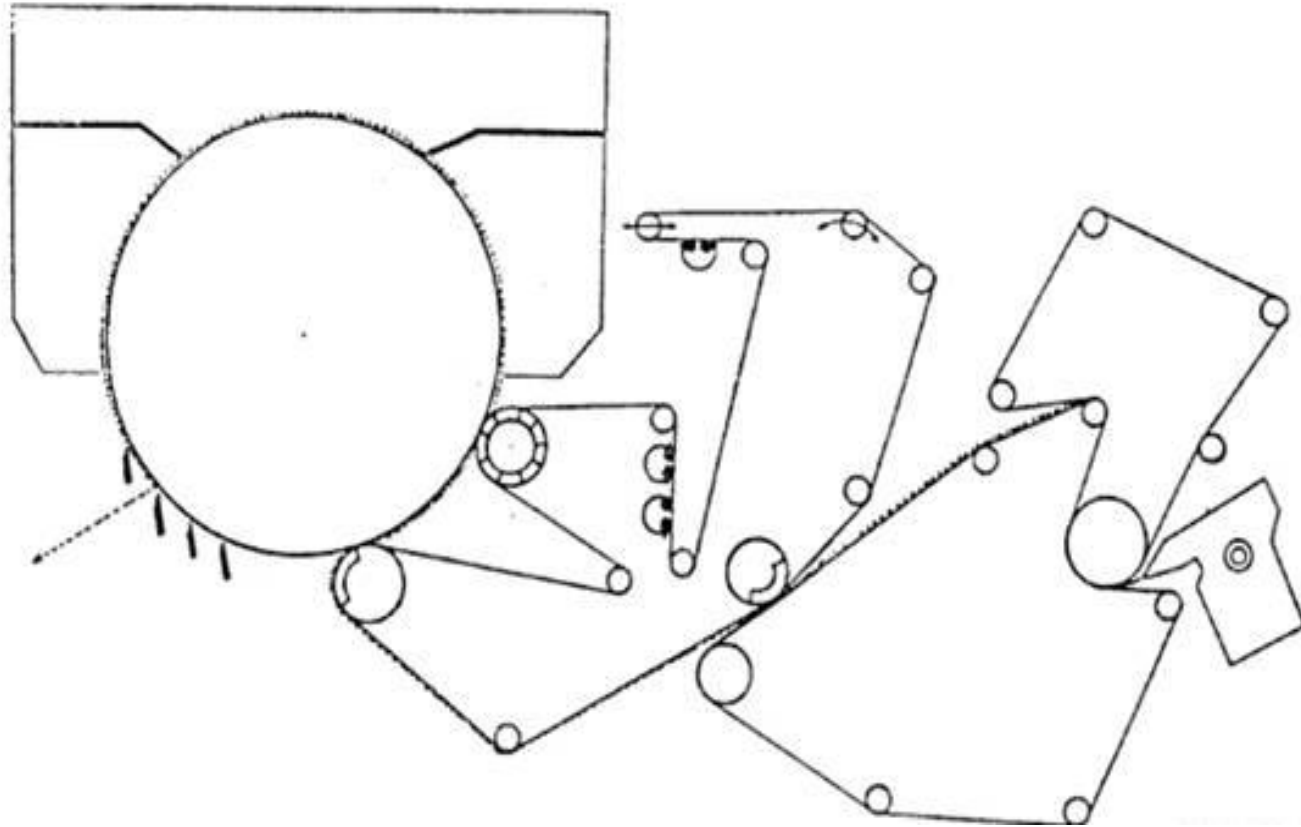


Figura 2.2.05 (FONTE: Apostilas ABTCP)

“Crescent former”

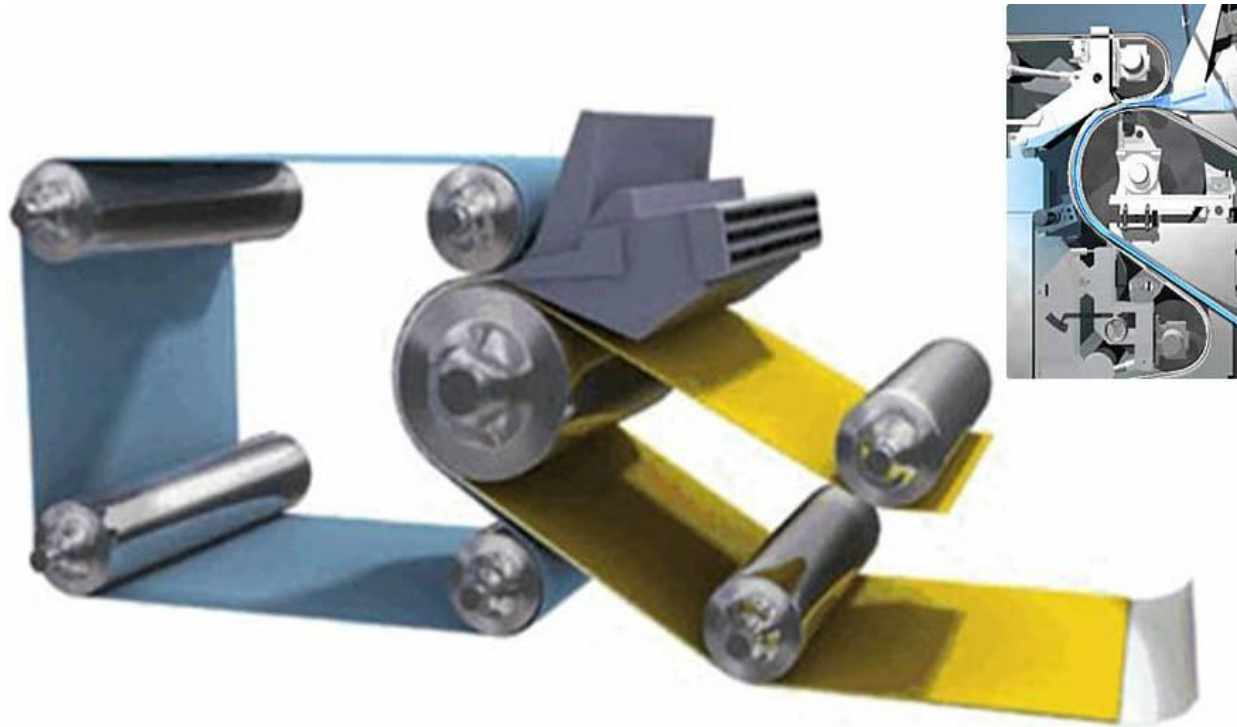
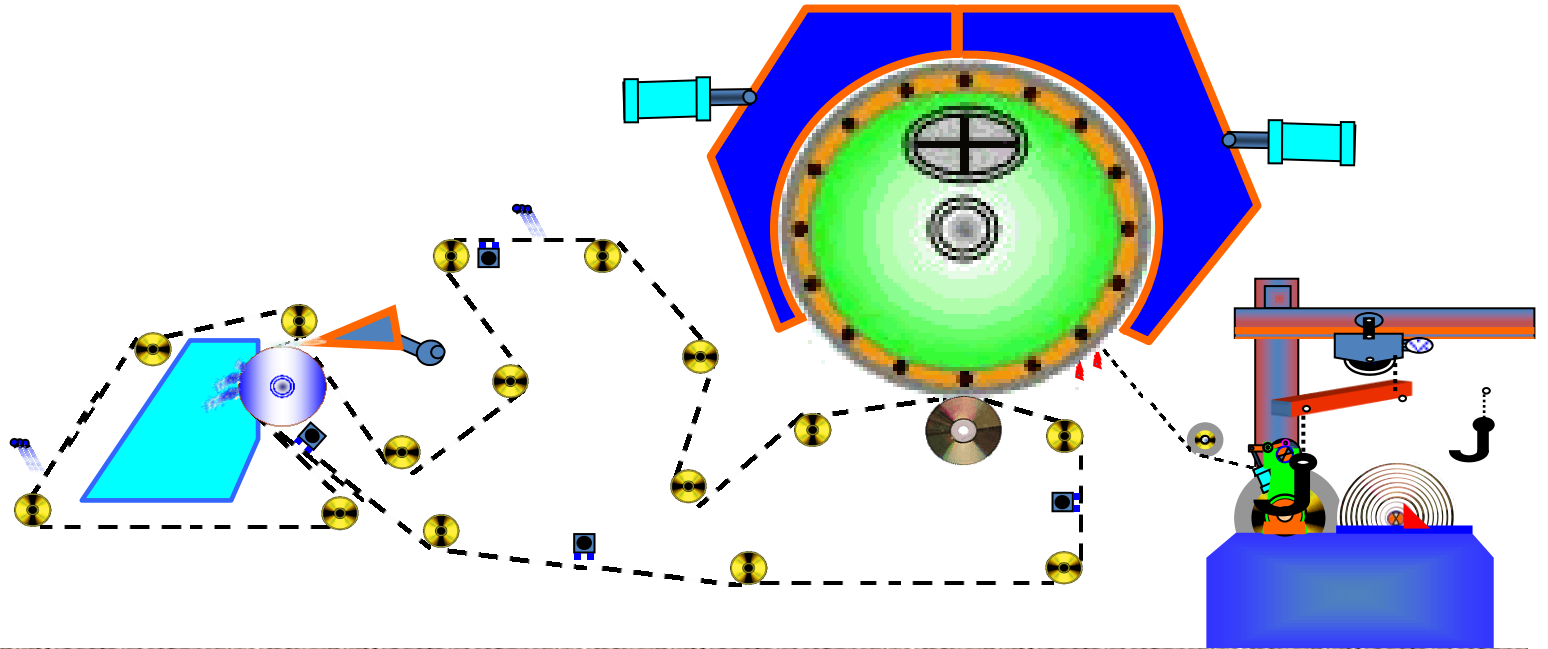


Figura 2.2.06 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Formador "Crescent Former"



Desaguamento inicial em uma “Crescent Former”

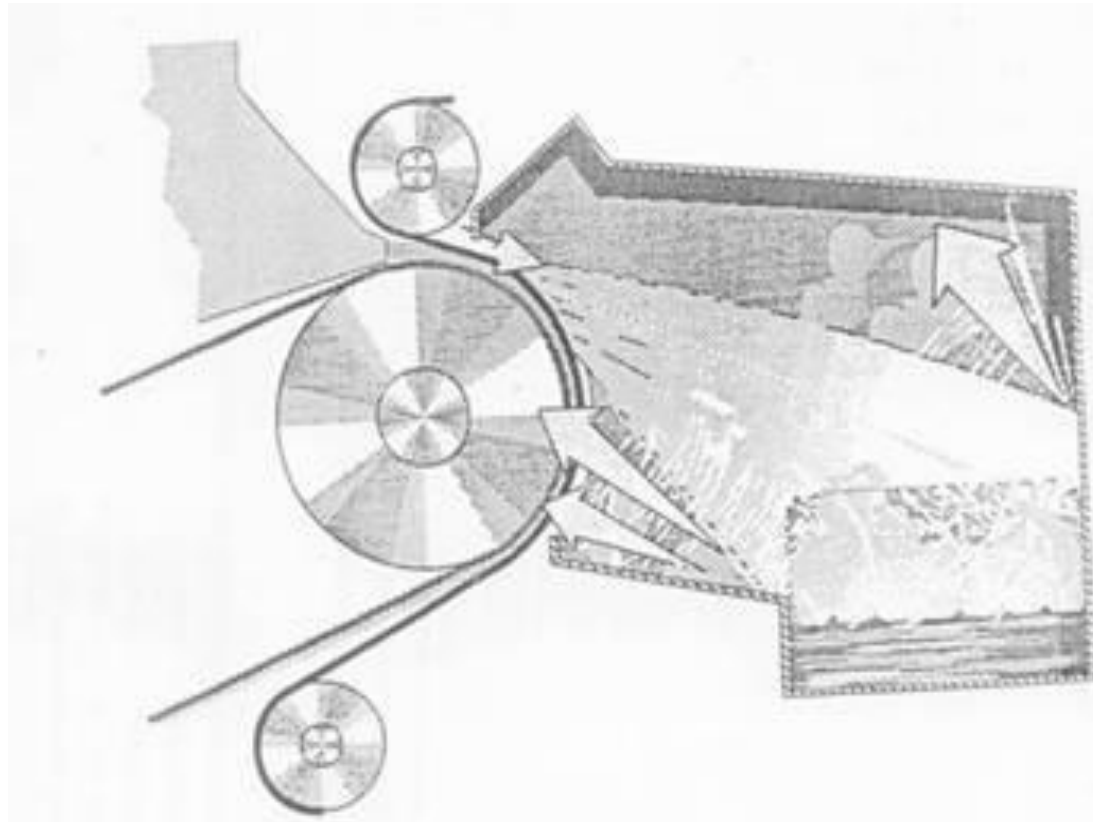


Figura 2.2.07 (FONTE: indeterminada)

Ângulos tela/feltro da “Crescent Former”

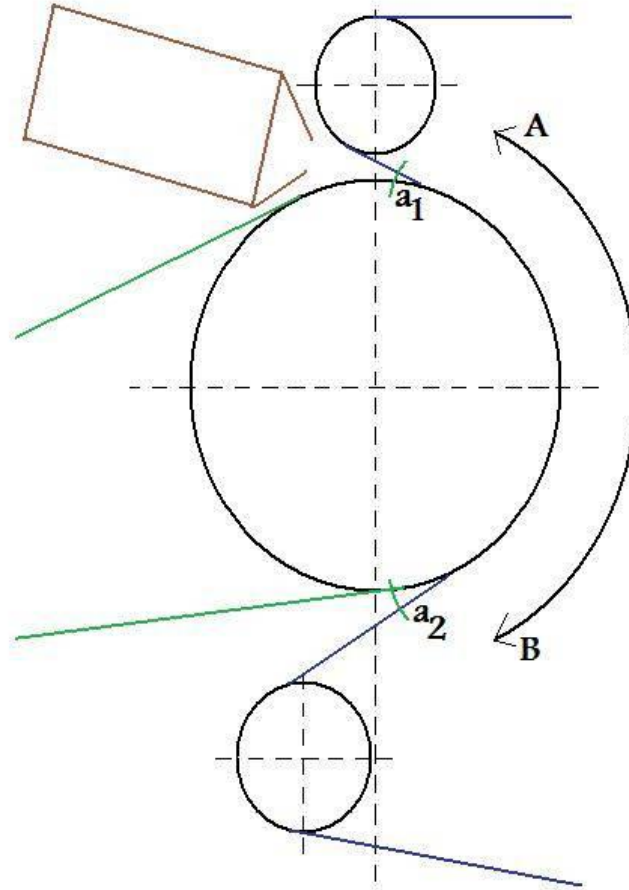


Figura 2.2.08 (FONTE: Celulosa y Papel)

Drenagem e formação no caso da “Crescent Former”

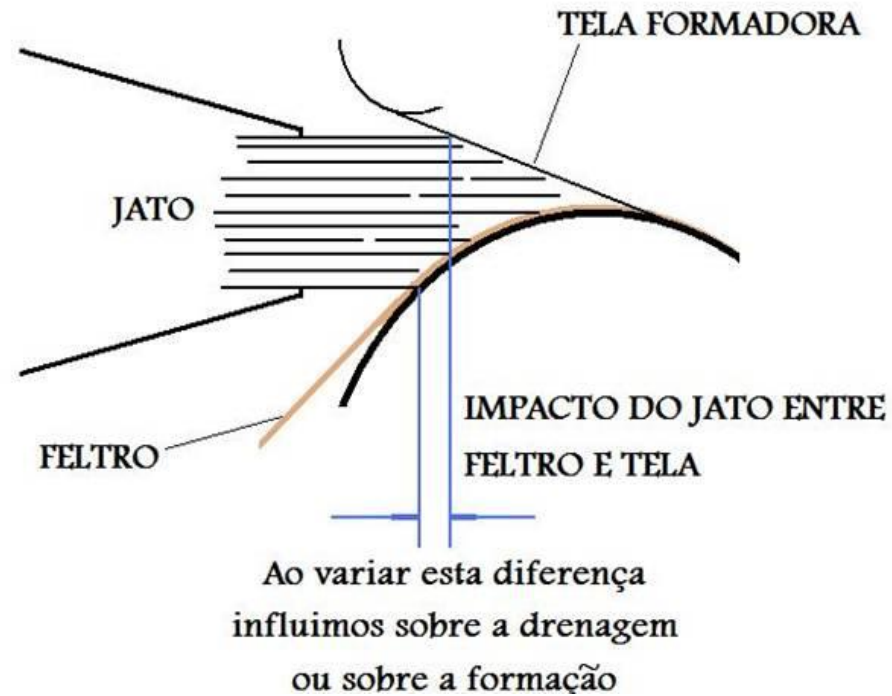


Figura 2.2.09 (FONTE: Celulosa y Papel)

Exemplos de 3 máquinas “Crescent Former”

Máquina	CF 01	CF 02	CF 03
Velocidade tela, m/min	1700	1840	1500
Velocidade enroladeira, m/min	1560	1660	1350
Matéria prima	FC destintada	FC destintada	FC+FC+aparas
Gramatura, g/m ²	12,9	13,0 a 16,0	13,0 a 26,0
Largura do lábio, m	5,31	5,28	3,35
Consistência na cx de entrada	0,25 a 0,30	0,18 a 0,23	0,25 a 0,30
Medidas da tela, m	18,20 x 5,35	18,90 x 5,31	17,10 x 3,38
Duração da tela	4 meses	2 a 3 meses	2 a 3 meses

Tabela 2.2.02 (FONTE: Celulosa y Papel)

Comparação entre os três modelos de MPs “tissue”

Propriedade	Mesa plana	Mesa inclinada (“Suction Breast Roll”)	Dupla tela (“Twin Wire”)	“Crescent Former”
Formação	Regular	Boa	Ótimo	Excelente
“Bulk” (volume específico)	Regular	Boa	Ótimo	Ótimo
Gramatura	Regular	Boa	Excelente	Ótimo
Resistência L/T	Regular	Ótima	Boa	Ótimo
Limite de velocidade (m/min)	1000	1600	2100	2100
Tempo para troca de tela	3 a 4	1	2	0,5
Maciez	Regular	Ótima	Boa	Boa
Eficiência	Regular	Ótima	Boa	Ótima
Custo-benefício	Ruim	Bom	Bom	Excelente

Tabela 2.2.03 (FONTE: Voith Paper; Sandusky Papermaking Machinery)

Recuperação de fibras

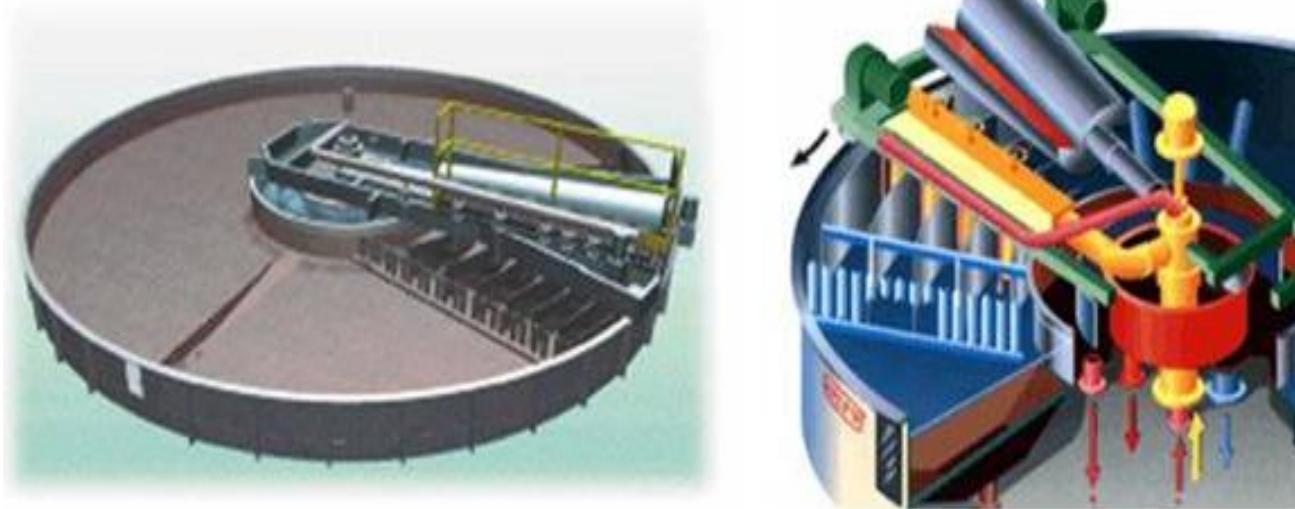


Figura 2.3.01 (FONTE: www.kroftaengineering.com)

Tipos de telas formadoras


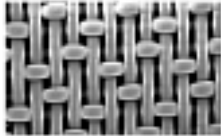
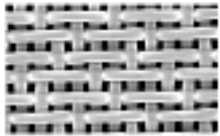

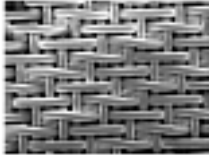
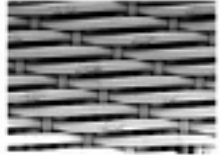

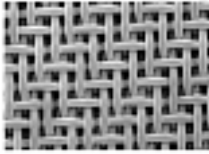


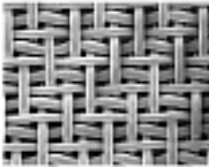
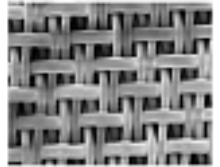

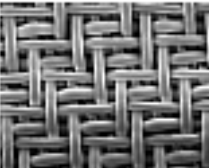
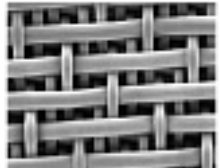
TIPO DE TELA	LADO PAPEL	LADO FELTRO
 <p style="text-align: center;">MONOCAMADA</p>		
 <p style="text-align: center;">CAMADA E MEIA</p>		
 <p style="text-align: center;">DUPLA CAMADA</p>		
 <p style="text-align: center;">DUPLA CAMADA E MEIA</p>		
 <p style="text-align: center;">TRIPLA CAMADA</p>		

Figura 2.4.01 (FONTE: Kufferath)

Condicionamento da tela na mesa plana

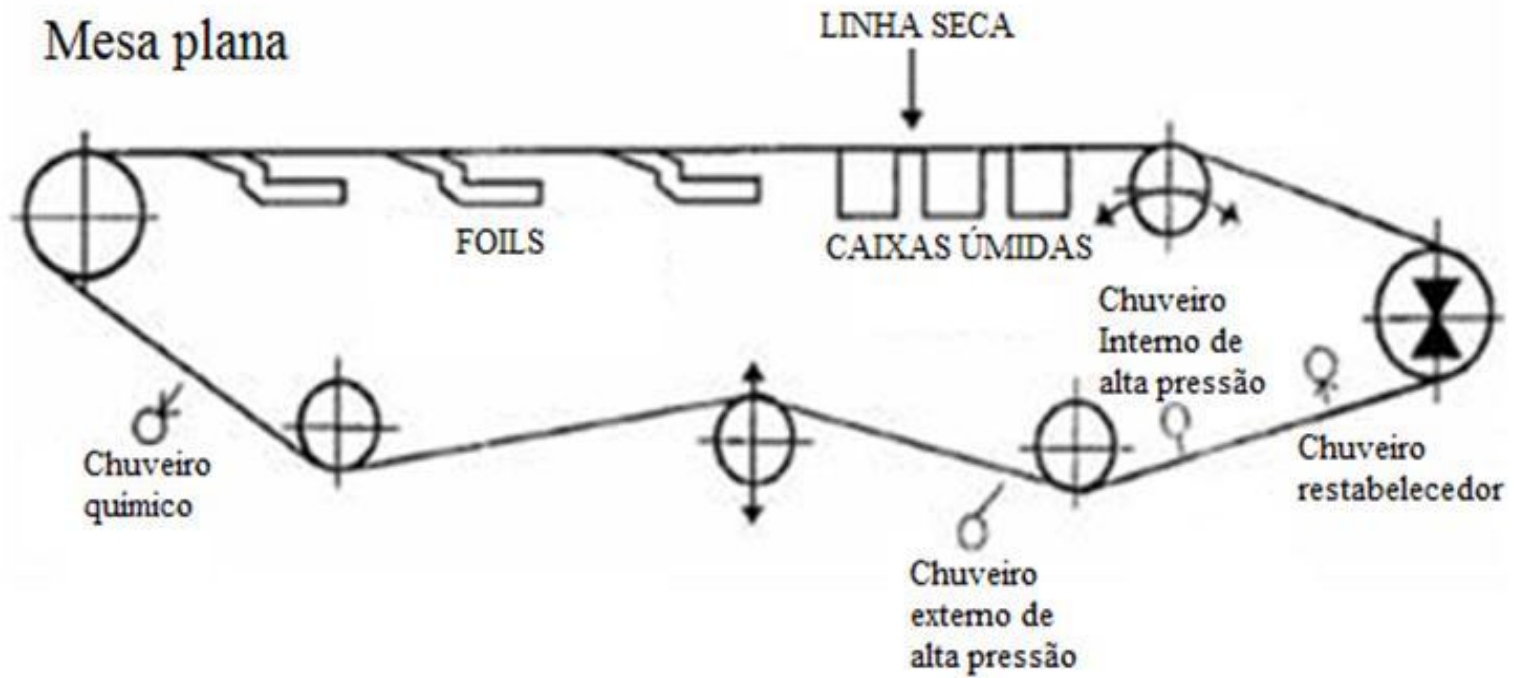


Figura 2.4.02 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Condicionamento da tela na mesa inclinada

Mesa inclinada

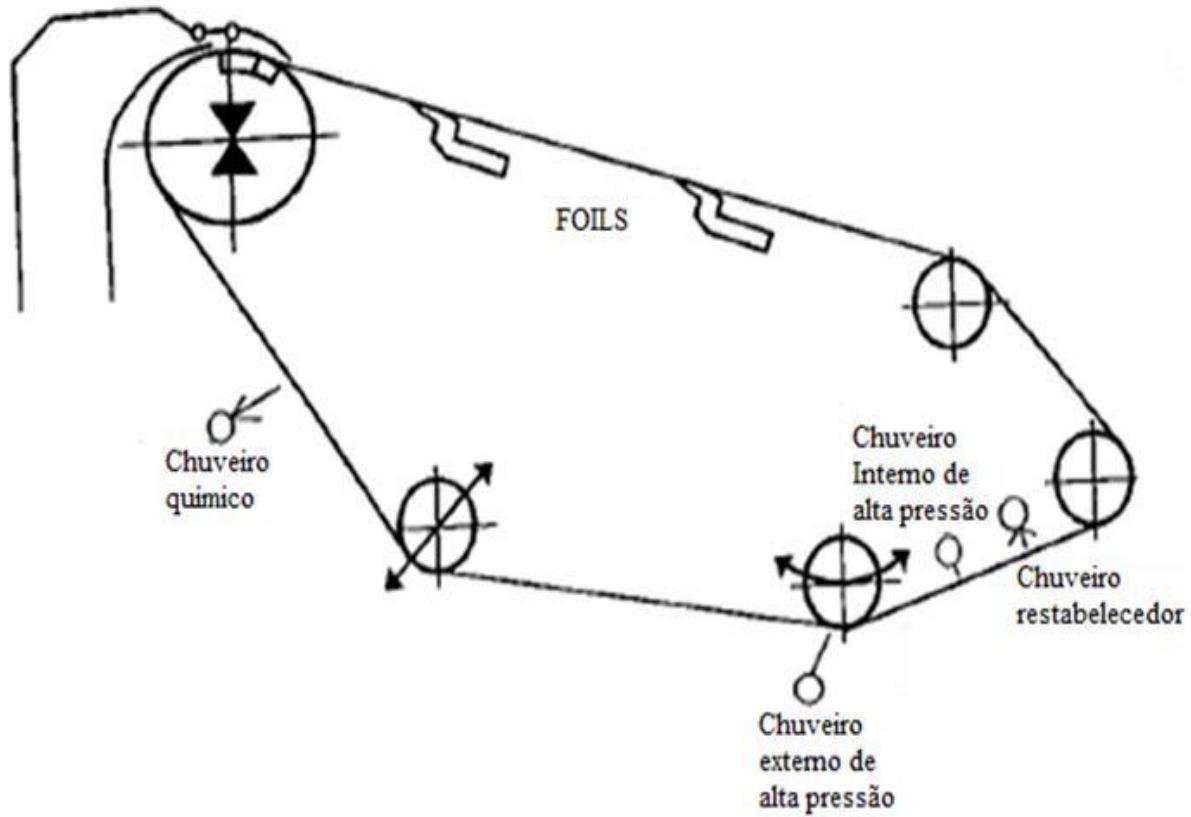


Figura 2.4.03 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Condicionamento da tela na dupla tela

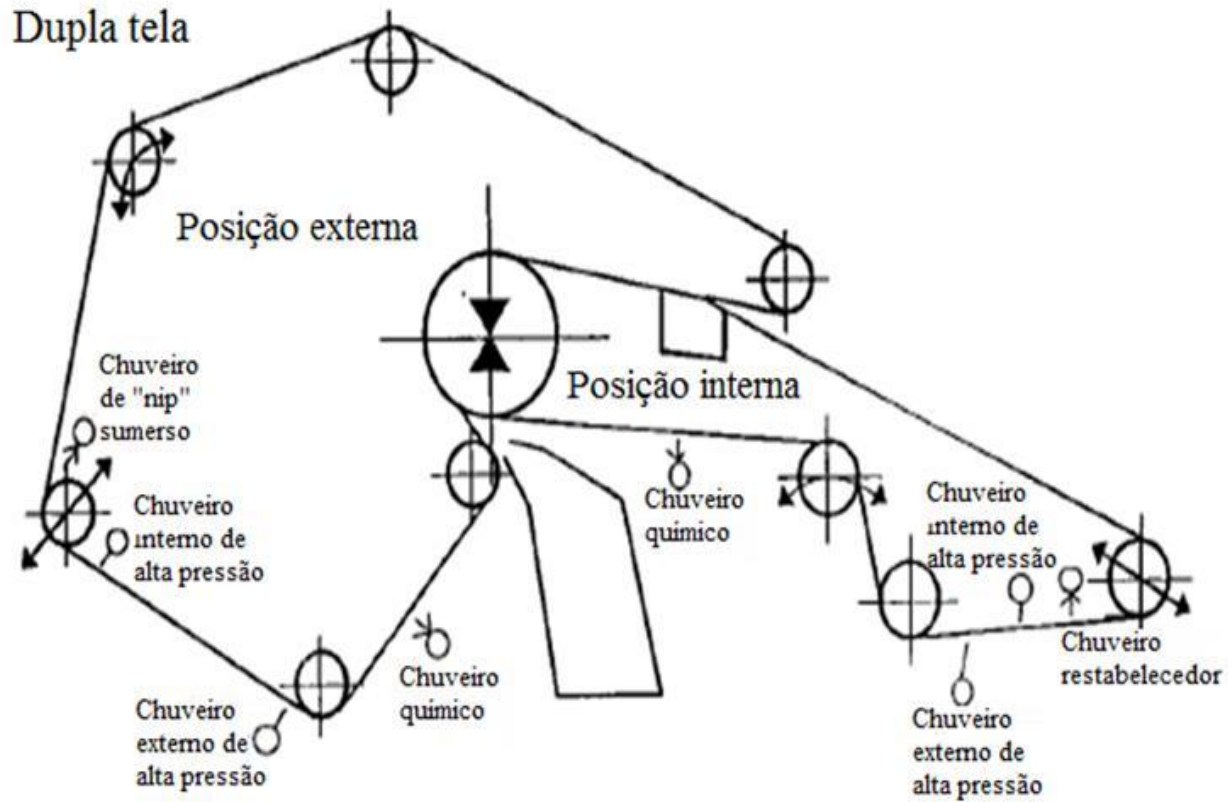


Figura 2.4.04 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Condicionamento da tela na "Crescent Former"

"Crescent former"

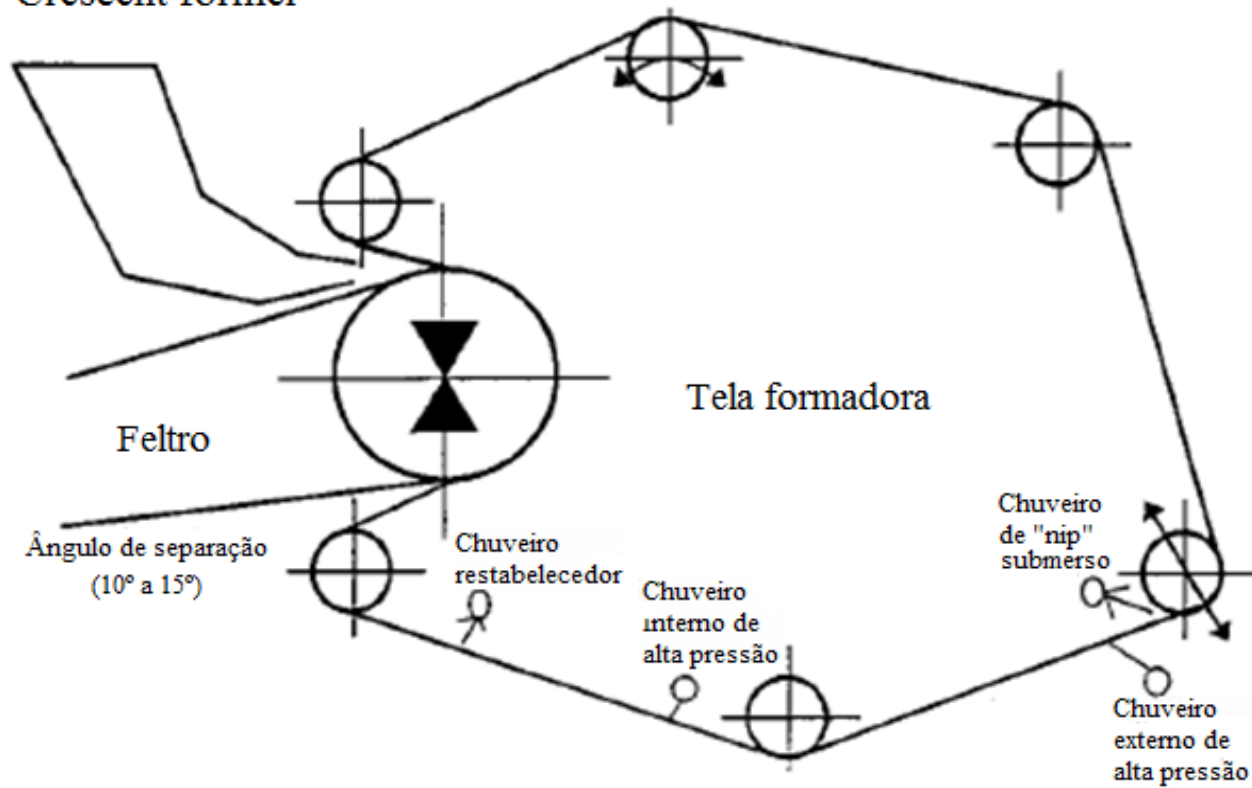


Figura 2.4.05 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Seção de prensas

Desaguamento na prensa

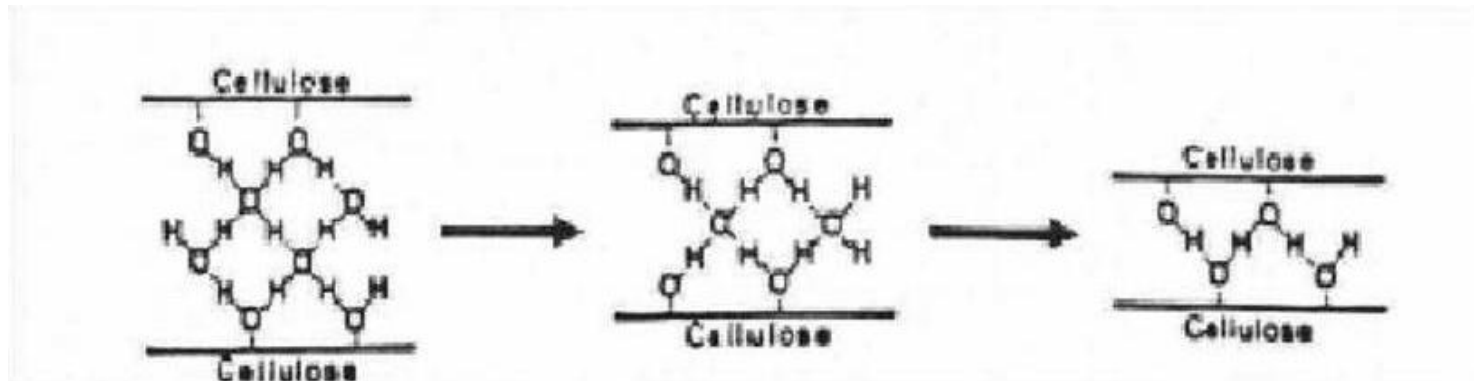


Figura 3.1.01 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Exemplo de teor de seco nas MPs “tissue”

Seções da máquina	Consistência	Desaguamento	Consumo de energia	Custo de desaguamento
Formação	De 0,2 % a 10,0 %	98,2 %	13,0 %	~10%
Prensagem	De 10,0 % a 44,0 %	1,6 %	7,0 %	~12%
Secagem	De 44,0 % a 94,0 %	0,2 %	80,0 %	~78%

Tabela 3.1.01 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Prensa plana e fluxo vertical

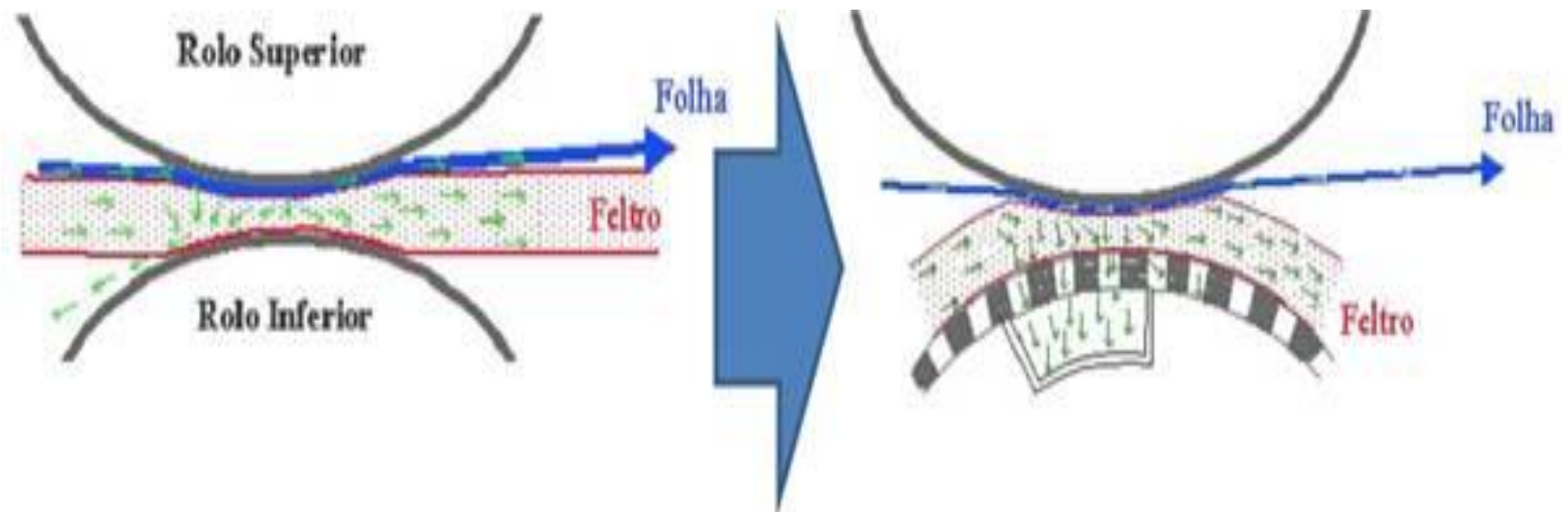


Figura 3.1.02 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Prensa de sucção

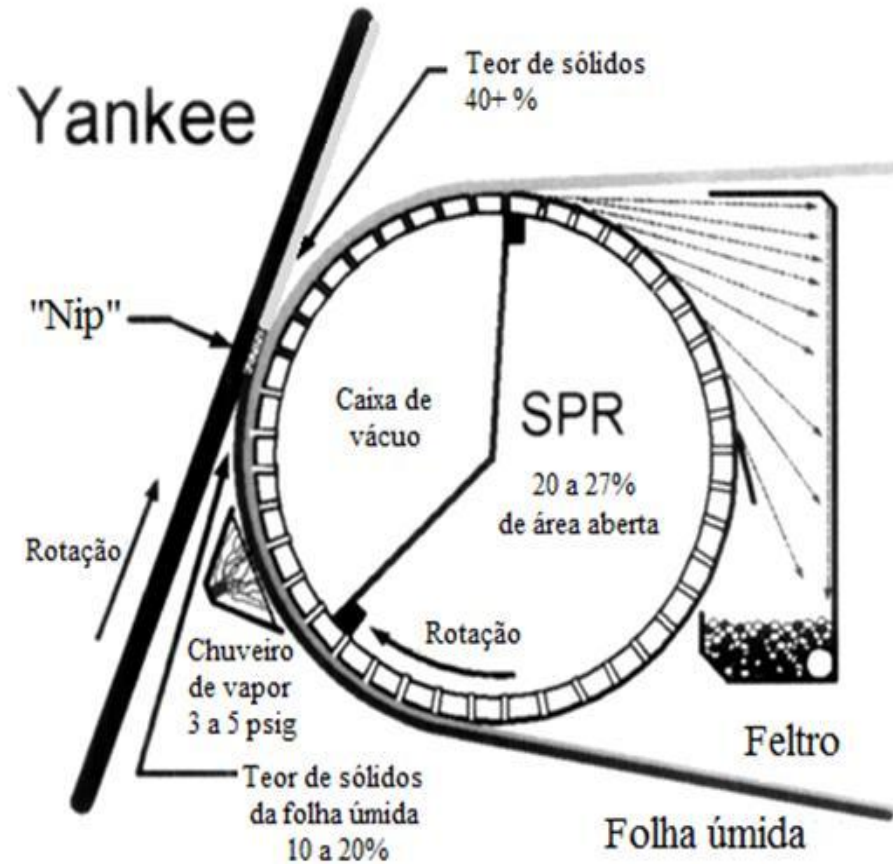


Figura 3.1.03 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Teoria da prensagem para uma máquina "tissue"

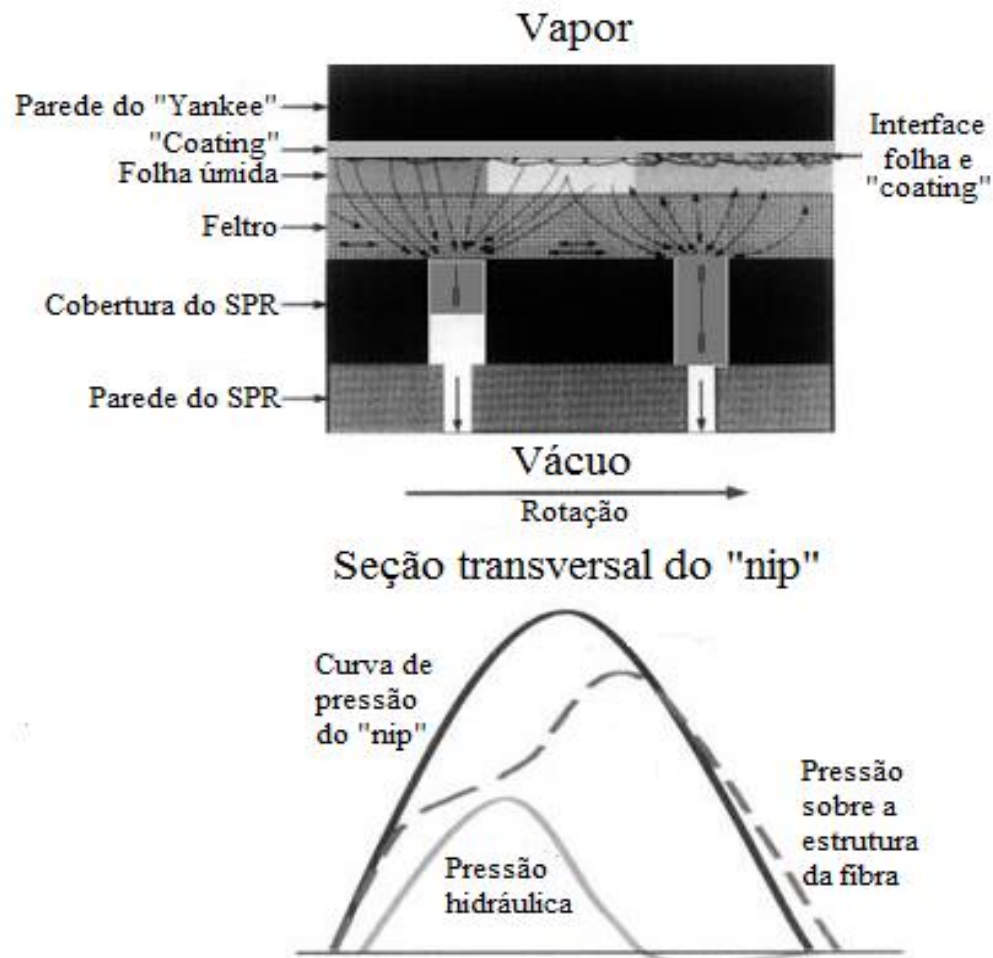


Figura 3.1.04 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

MP com duas prensas

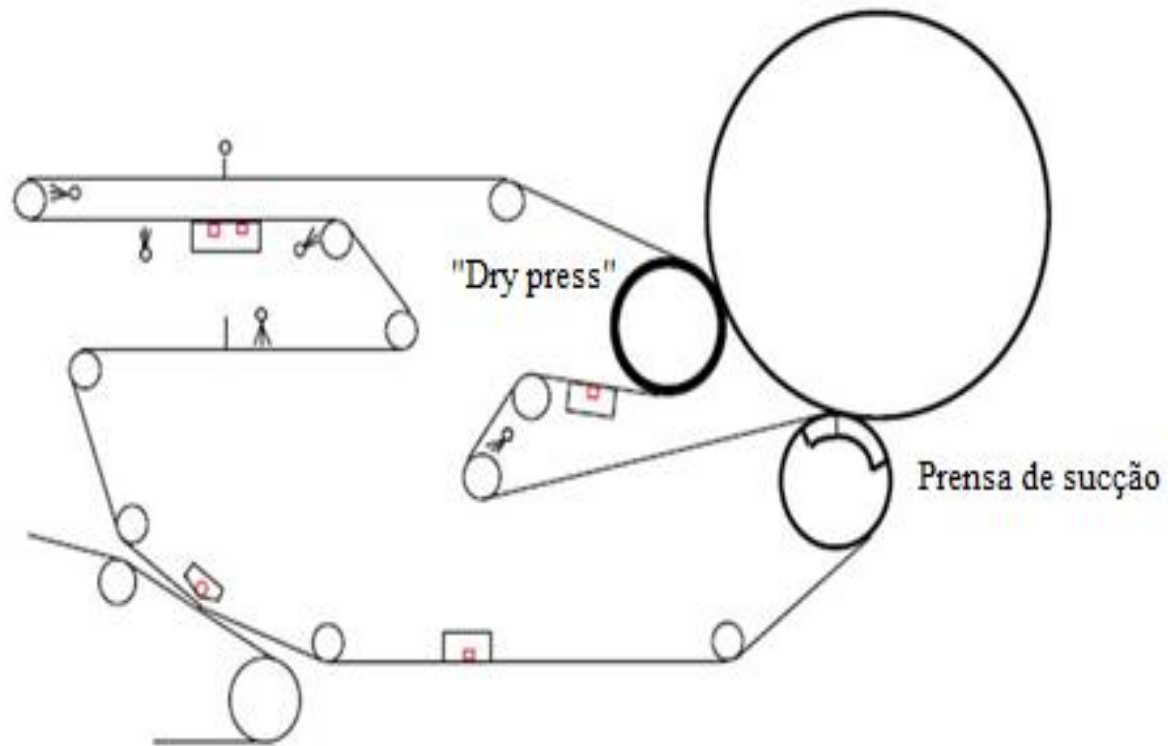


Figura 3.2.01 (FONTE: Evolução dos feltros "tissue" – Albany – ABTCP – 2011)

Rolo de sucção



Figura 3.2.02 (FONTE: Evolução dos feltros “tissue” – Albany – ABTCP – 2011)

Rolo "Dry Press"

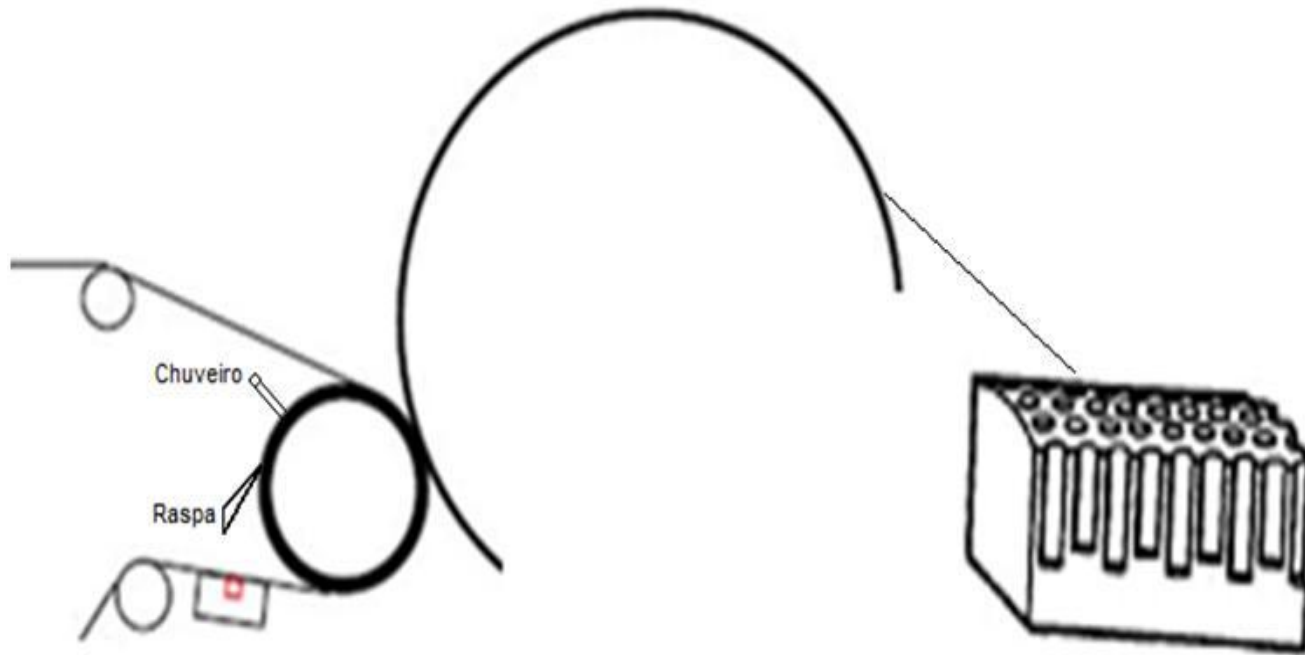


Figura 3.2.03 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Prensa "Shoe Press"

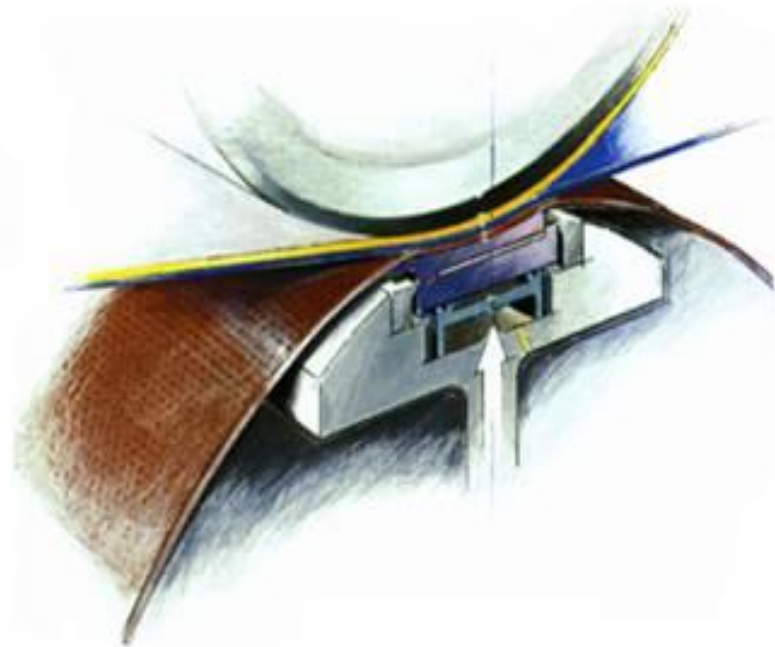
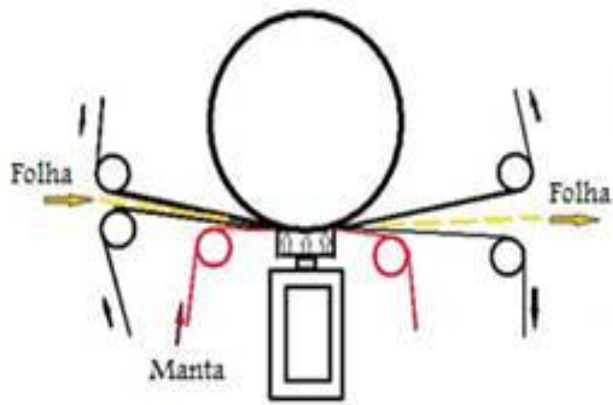


Figura 3.2.04 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Exemplos de pressões lineares para as diversas prensas

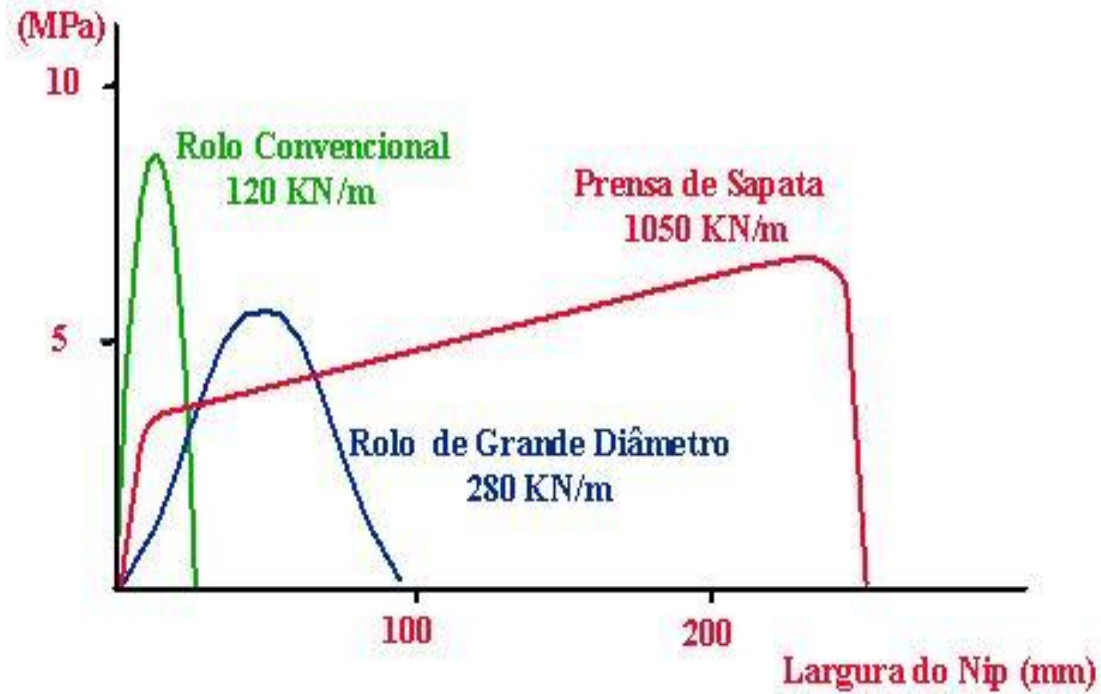


Figura 3.2.05 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

“Shoe Press” para máquina de papel plano

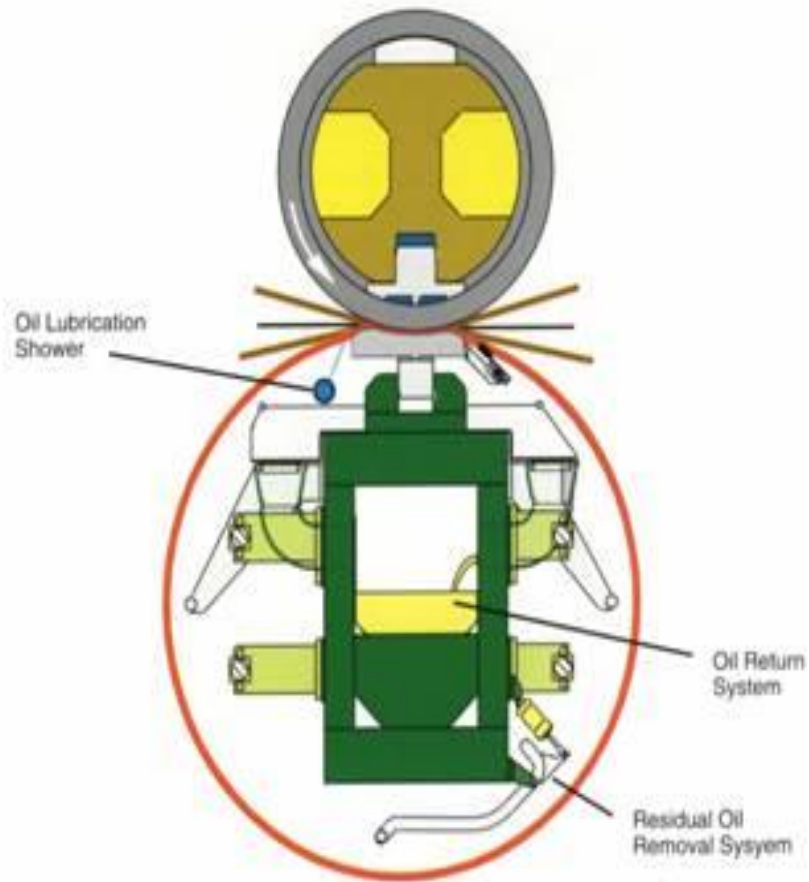


Figura 3.2.06 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

“Shoe Press” para “tissue”

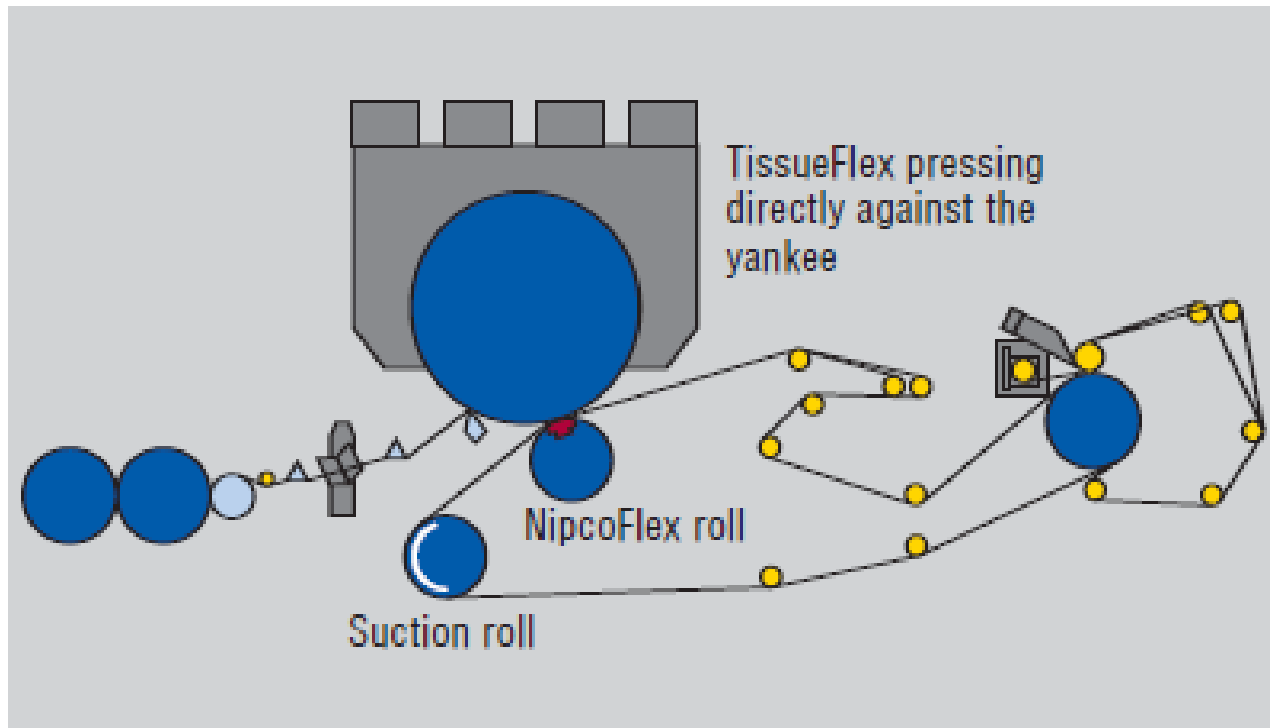


Figura 3.2.07 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

“Shoe Press” para “tissue”

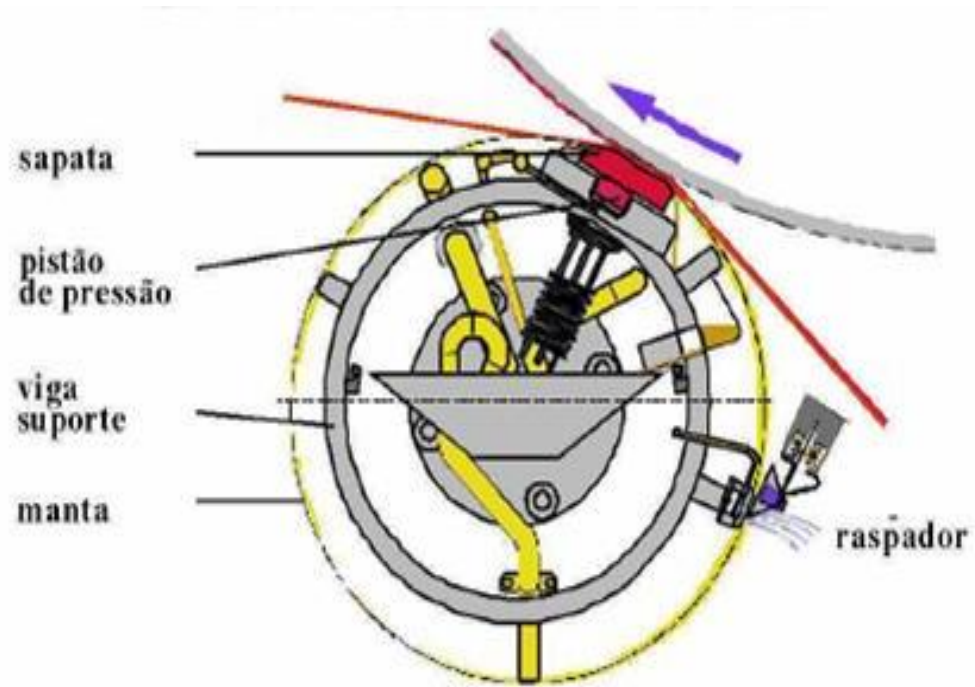


Figura 3.2.08 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

PRENSA SAPATA versus PRENSA DE SUCÇÃO

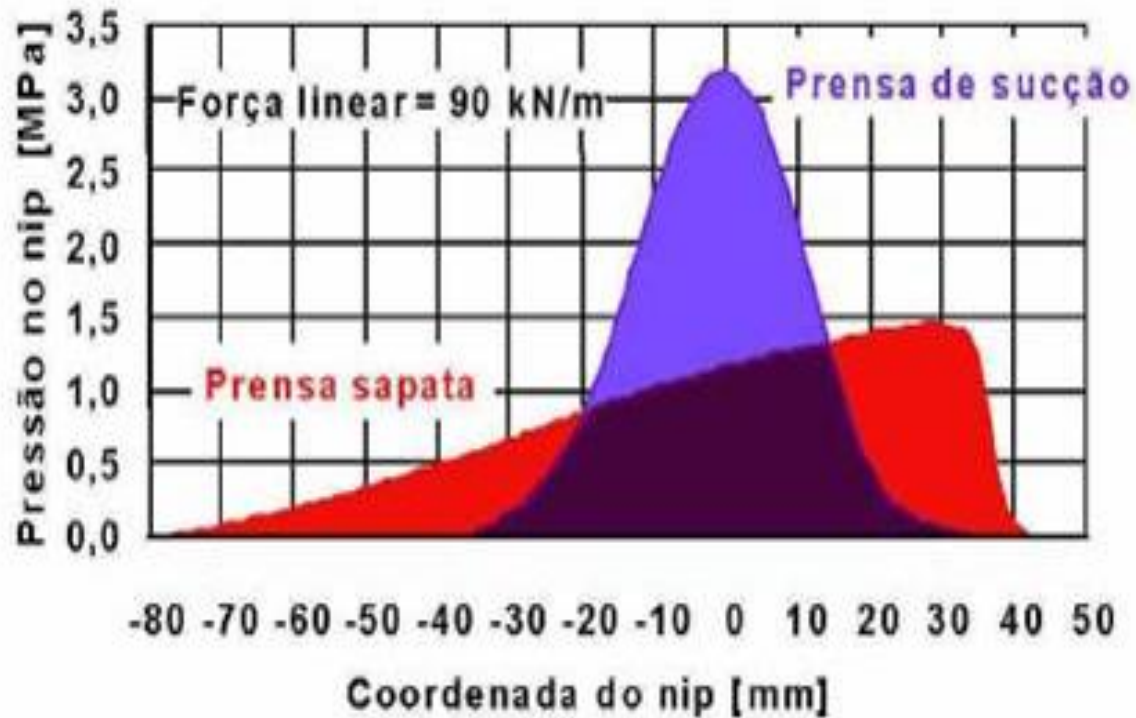
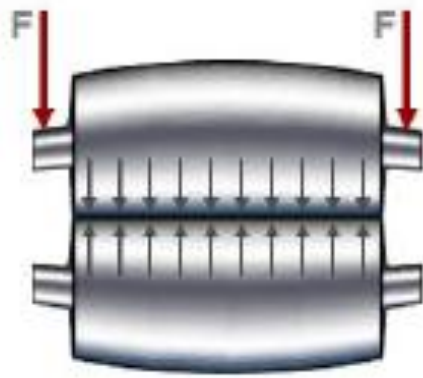
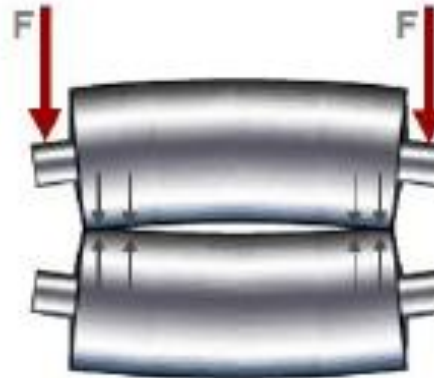


Figura 3.2.09 (Fonte: apostila “Curso básico de fabricação de papel” - ABTCP)

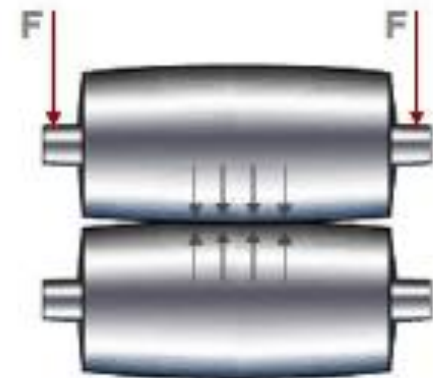
Abaulamento do rolo da prensa



Correct crown



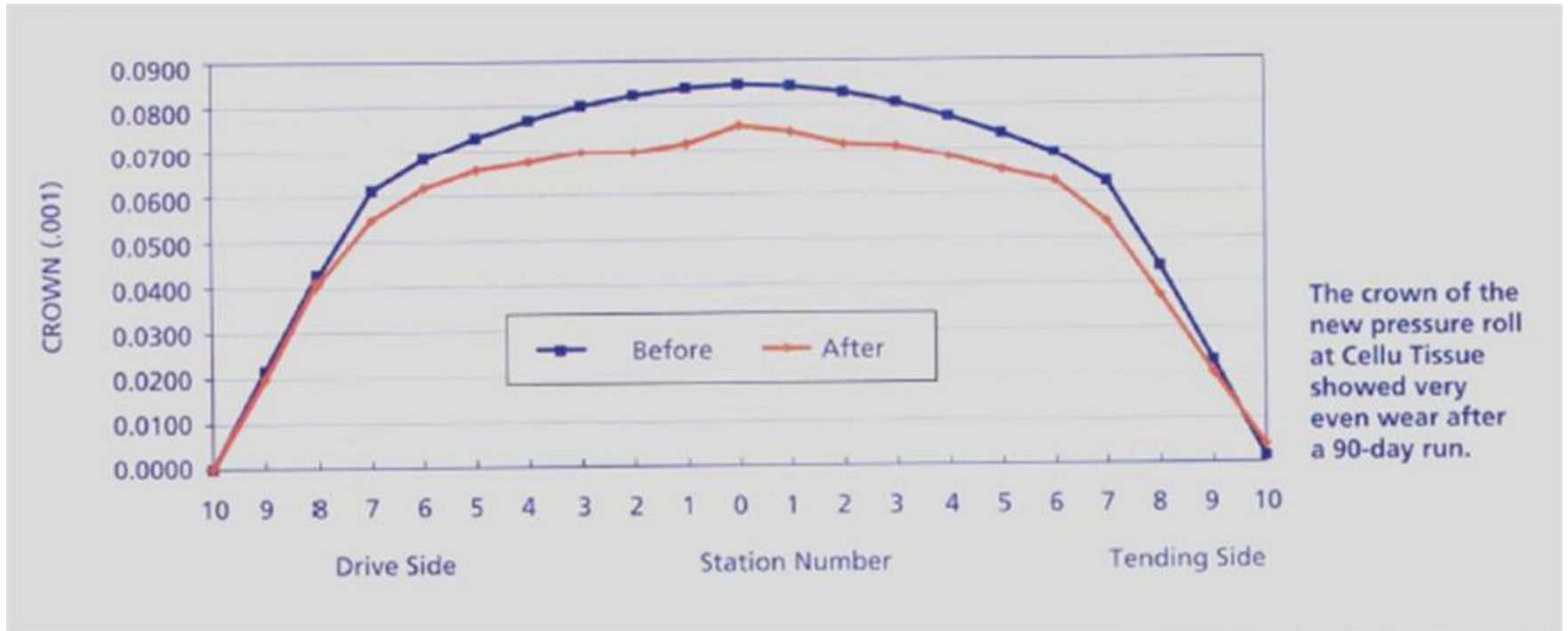
Too small crown



Too big crown

(FONTE: Karlstads Universitet)

Abaulamento do rolo da prensa



(FONTE: Tissue World)

Abaulamento do rolo da prensa



Figura 3.3.01 (Fonte: apostila "Curso básico de fabricação de papel" - ABTCP)

Modelo de feltro

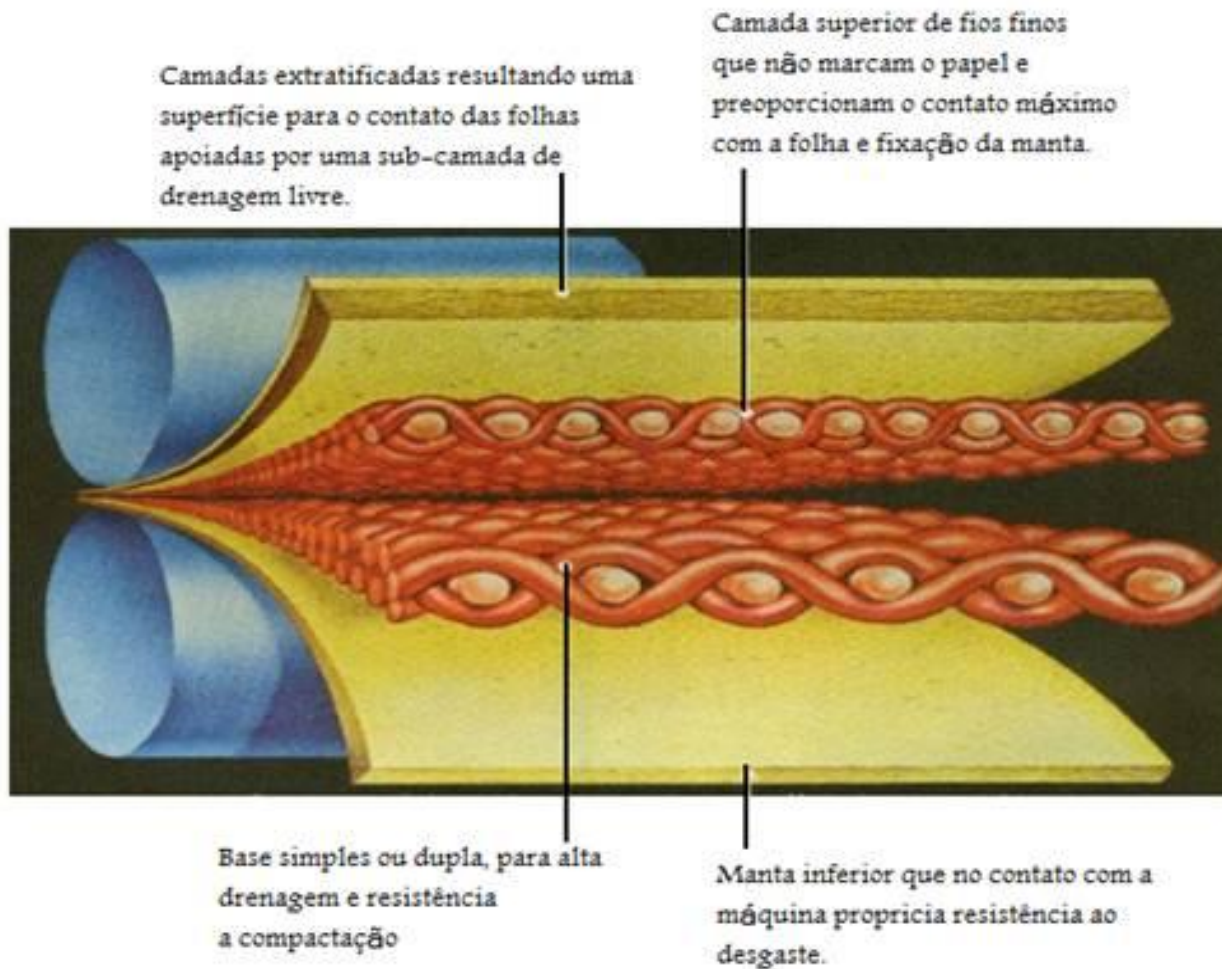


Figura 3.4.01 (Fonte: apostila “Básico de fabricação de papel” - ABTCP)

Número de lajes

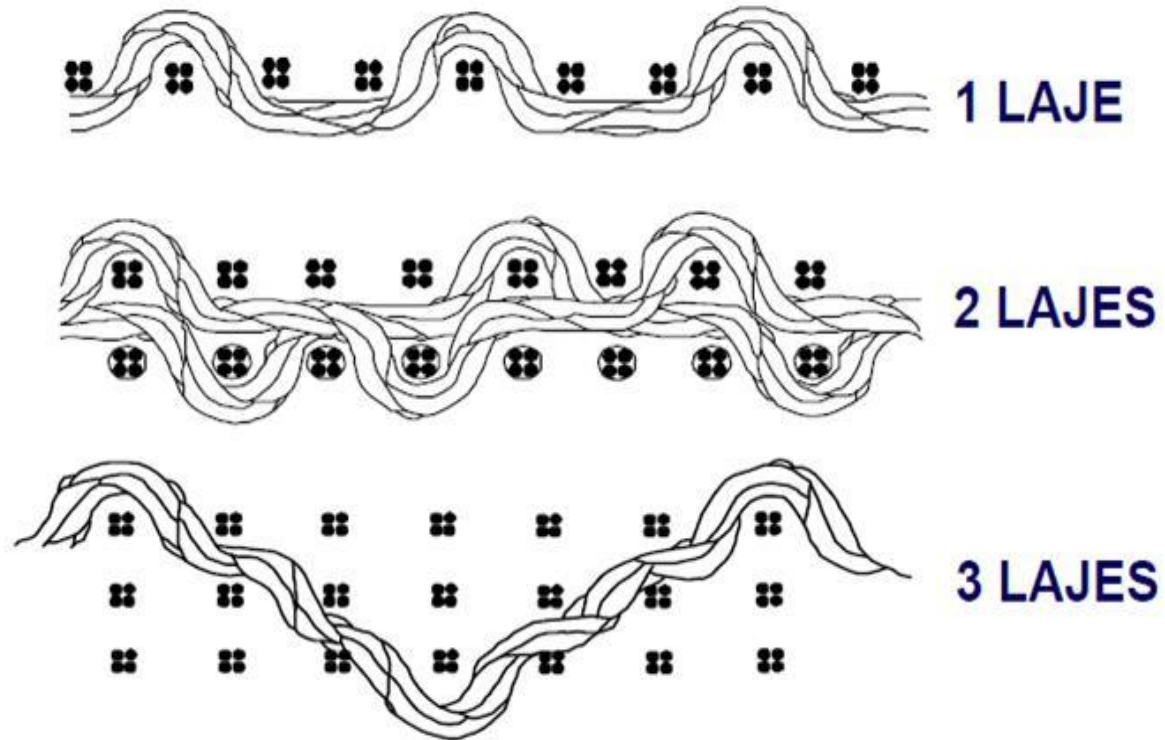
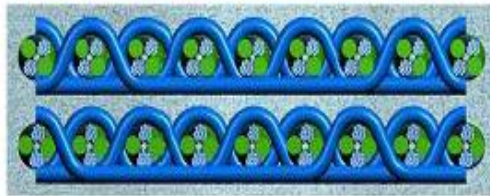
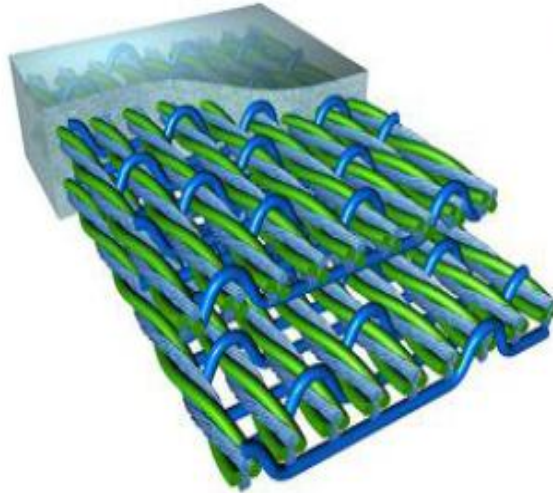


Figura 3.4.02 (FONTE: Evolução dos feltros “tissue” – Albany – ABTCP – 2011)

Laminado de 2 e 3 lajes

2 LAJES



3 LAJES

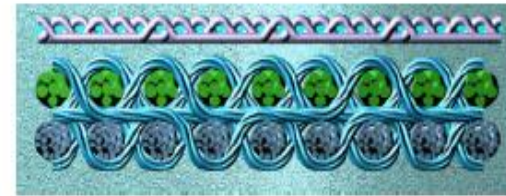
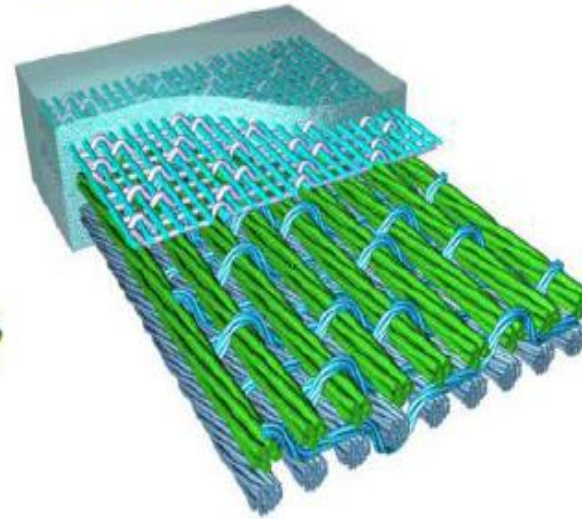


Figura 3.4.03 (FONTE: Evolução dos feltros “tissue” – Albany – ABTCP – 2011)

Multiaxial

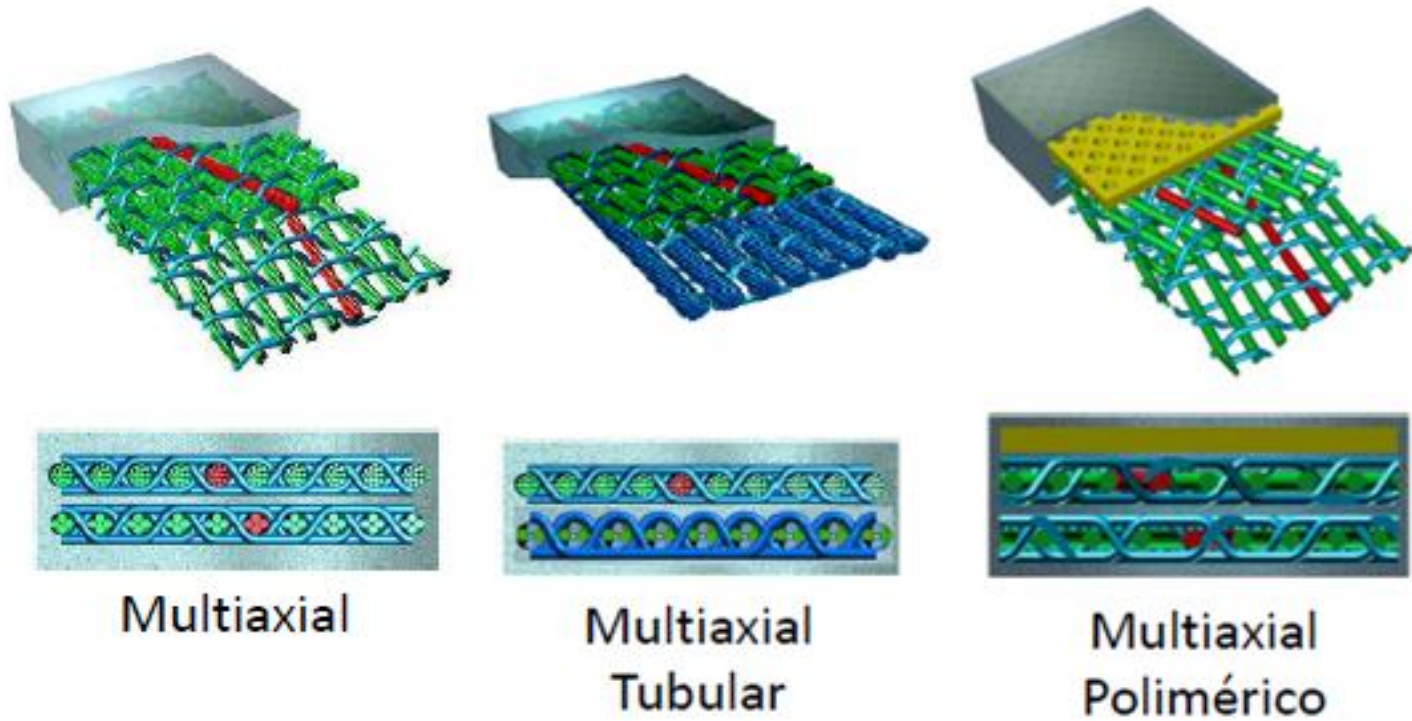


Figura 3.4.04 (FONTE: Evolução dos feltros “tissue” – Albany – ABTCP – 2011)

Feltro com emenda

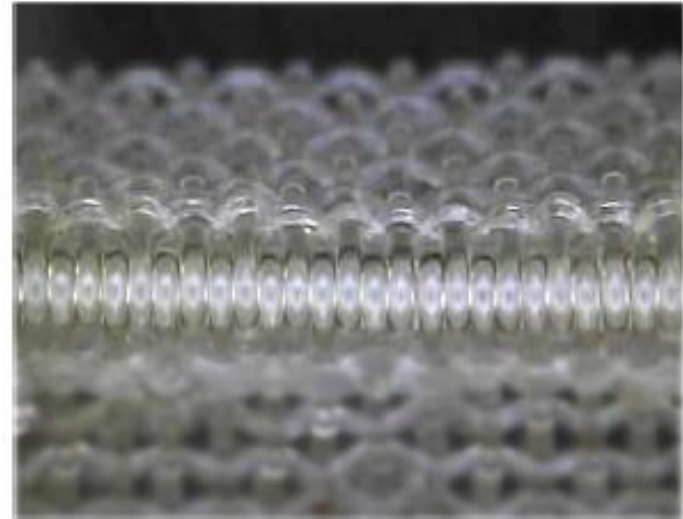
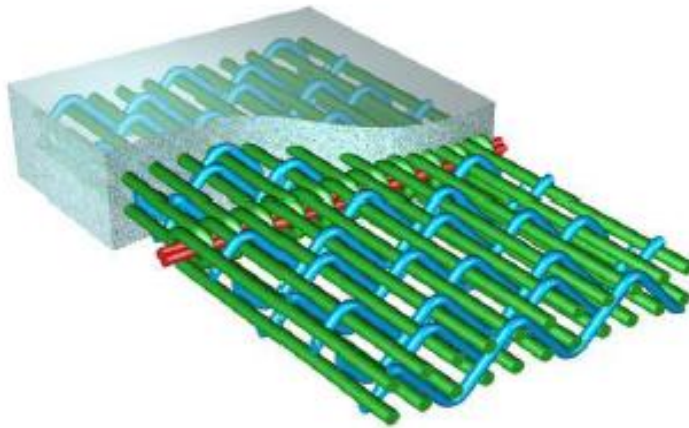


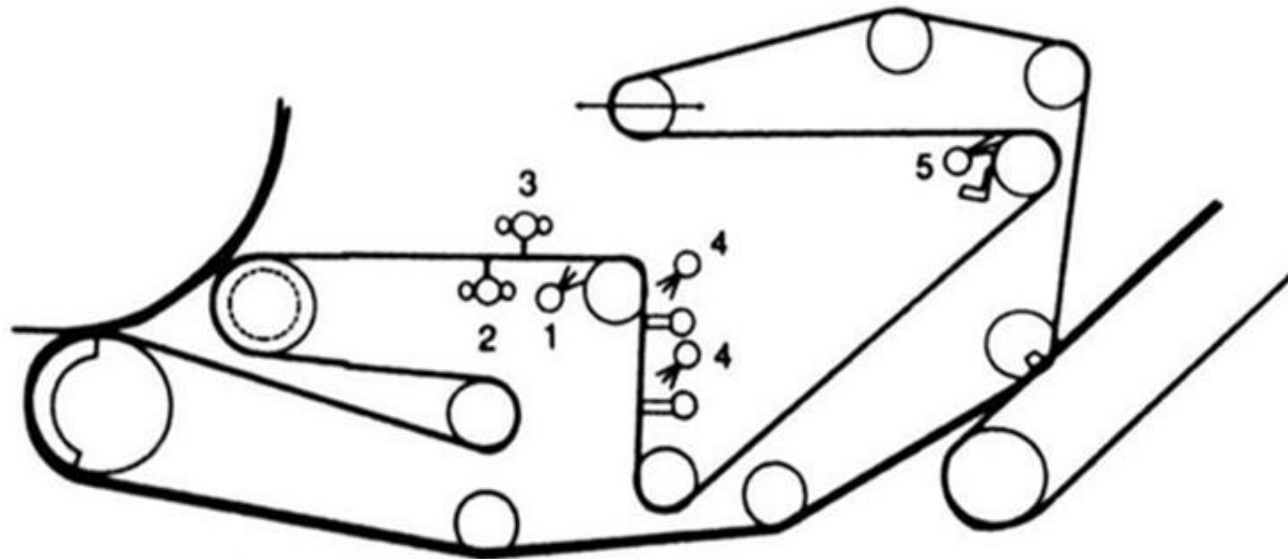
Figura 3.4.05 (FONTE: Evolução dos feltros “tissue” – Albany – ABTCP – 2011)

Exemplo de feltros para MPs “tissue”

Características do processo	Máquinas de duplo feltro ou feltro único sem prensa de sucção. Máquinas como condicionamento deficiente. Baixas cargas de prensagem.	Feltro único com prensa de sucção. Média / alta velocidade. Condicionamento normal.	Crescent Former: Geralmente alta velocidade. Bom condicionamento. Prensa única ou duas prensas.	Prensa de sapata: Média e alta velocidade. Longo tempo de residência no nip. Desaguamento interno na pré-secagem.
Tipo de feltro	Laje simples ou laje dupla bastante compressível	2 lajes tecidos ou laminados. 1+1 multiaxial. Com emenda	2 lajes tecidas ou laminados. 1+1 multiaxial.	Laminados. 1+1 multiaxial.

Tabela 3.4.01 (FONTE: Feltros para máquinas “tissue” – Albany Internacional)

Condicionamento de feltro "tissue"



- 1 - Chuveiro de "nip" submerso e aplicador de químicos.
- 2 - Chuveiro interno de alta pressão.
- 3 - Chuveiro externo de alta pressão.
- 4 - Chuveiros de lubrificação das caixas aspirantes.
- 5 - Chuveiro de lubrificação da raspa.

Figura 3.4.06

(Fonte: *Tissue Machine Shower Applications – Tissue Runnability Seminar - 1992*)

Condicionamento de feltro "tissue"



FONTE: OMNI / PMPGroup

Seção de secagem

Rolo “Yankee”

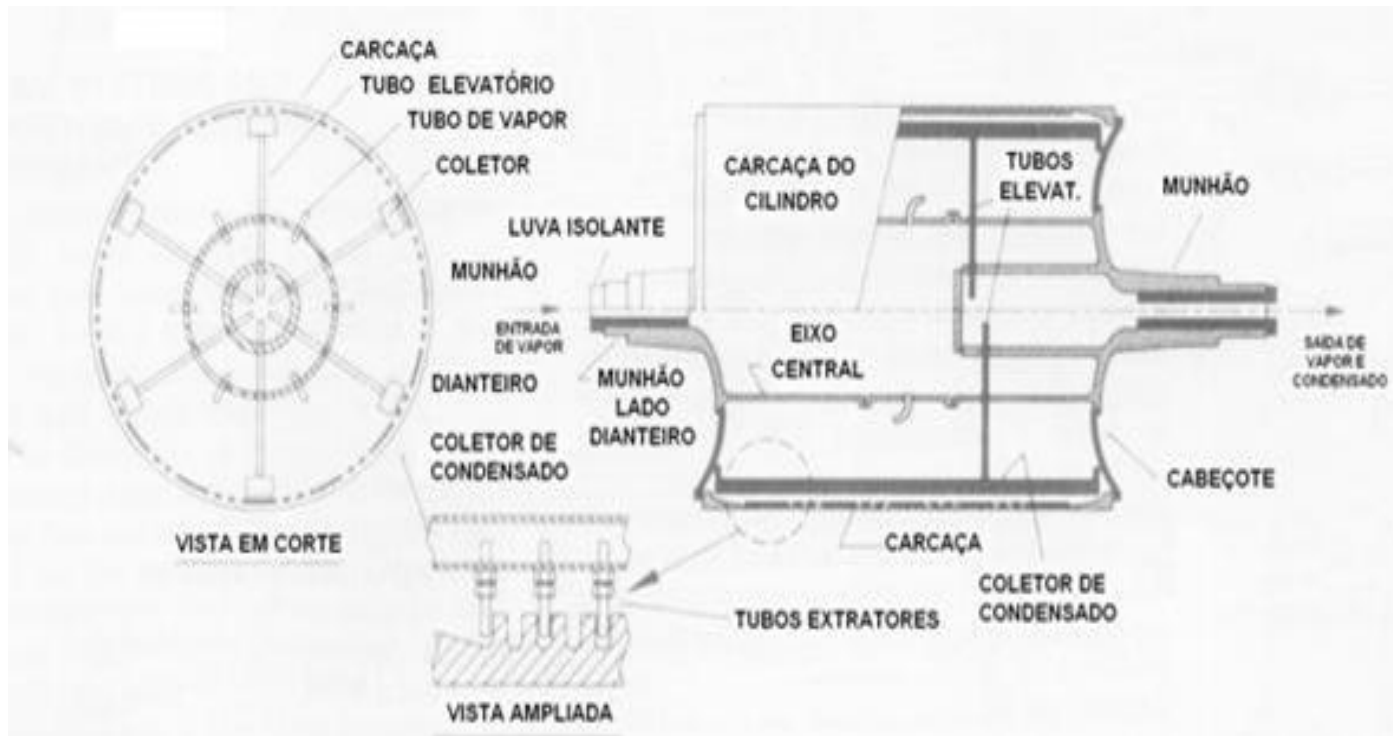
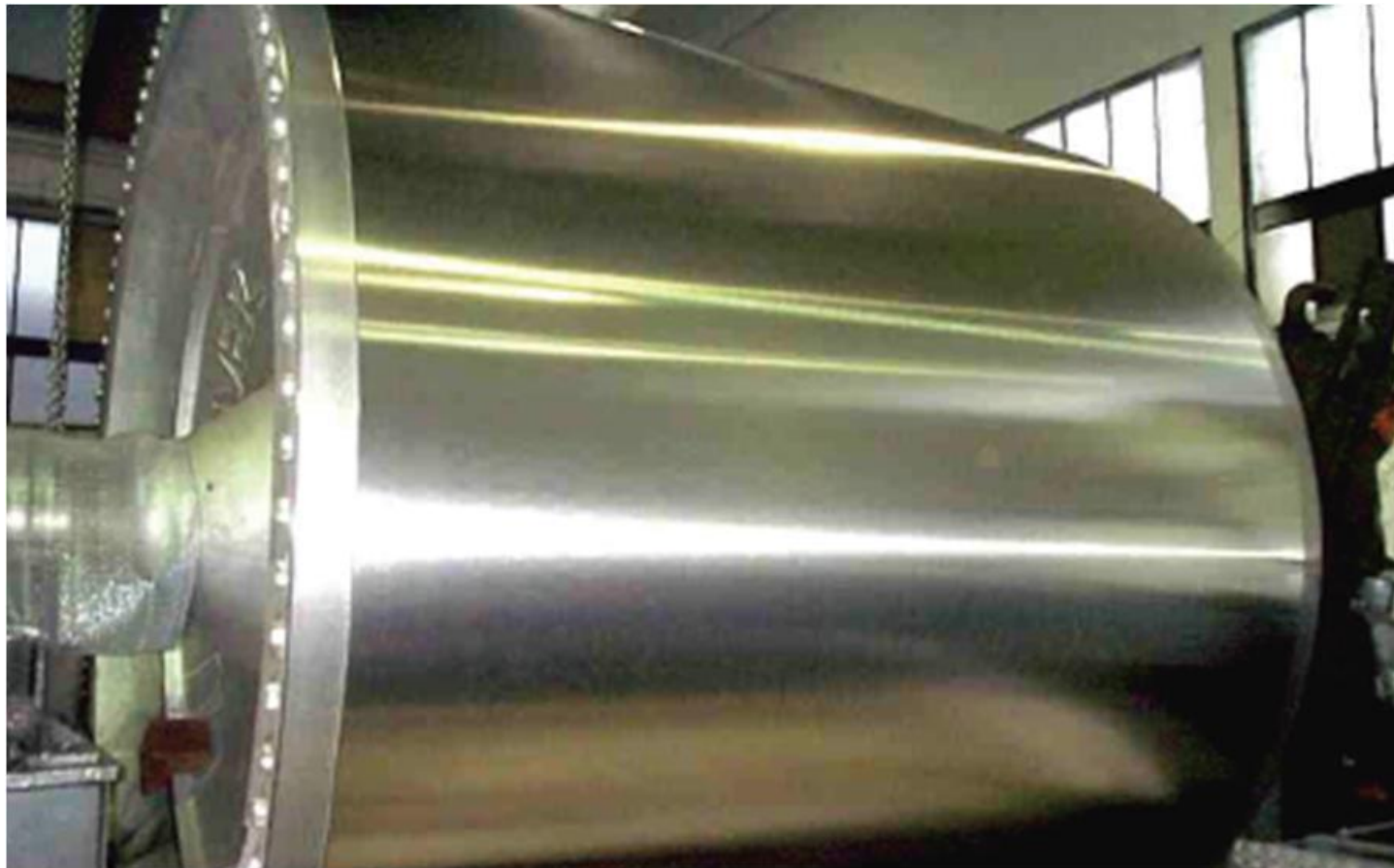


Figura 4.1.01 (FONTE: Yankee Dryers – W.G. Corboy, Jr.)

Rolo “Yankee”



(FONTE: A.B.K.)

Rolo “Yankee” – entrada de vapor e saída de condensado

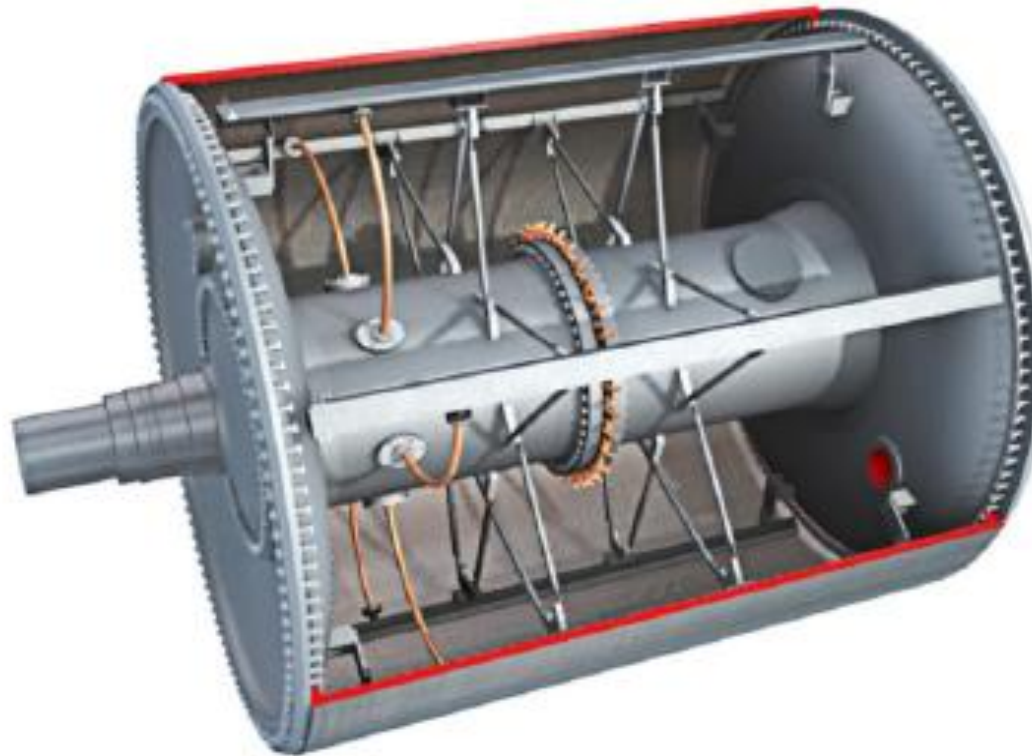


Figura 4.1.02 (FONTE: Yankee Dryers – W.G. Corboy, Jr.)

Transmissão de calor

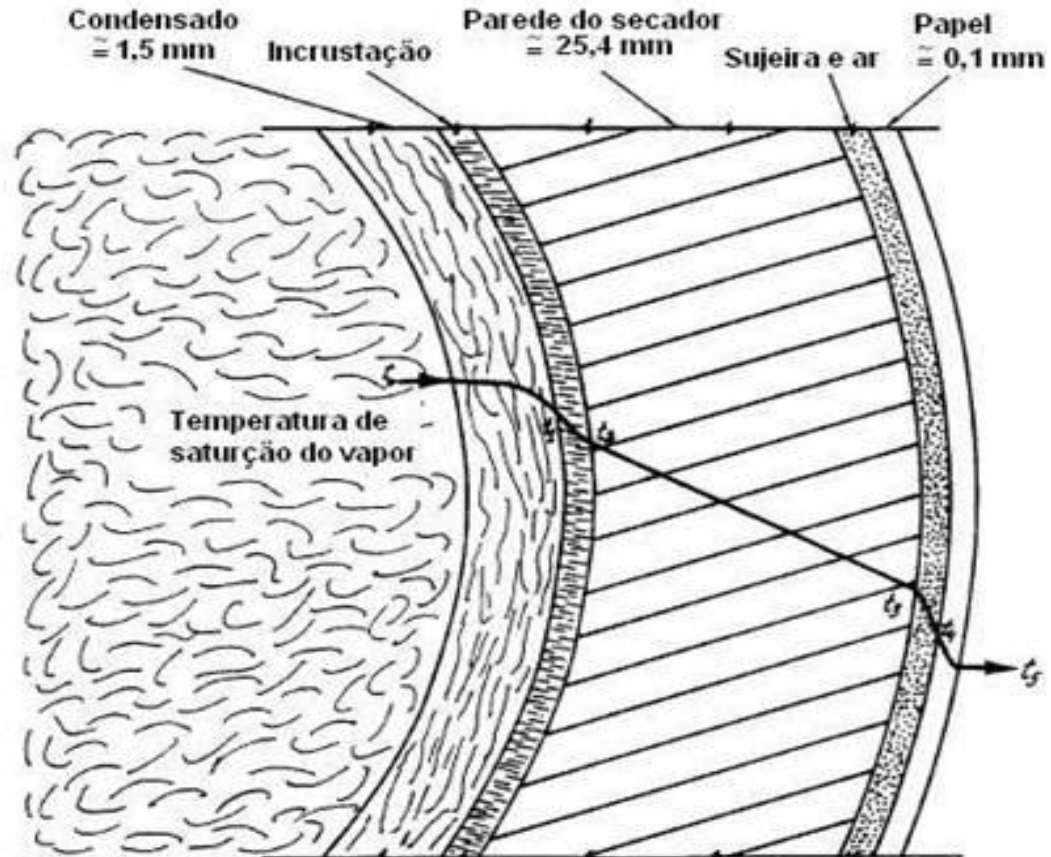


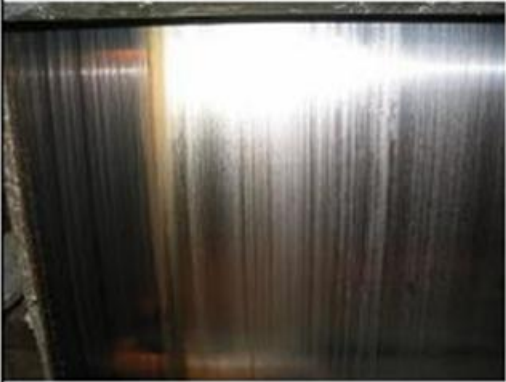





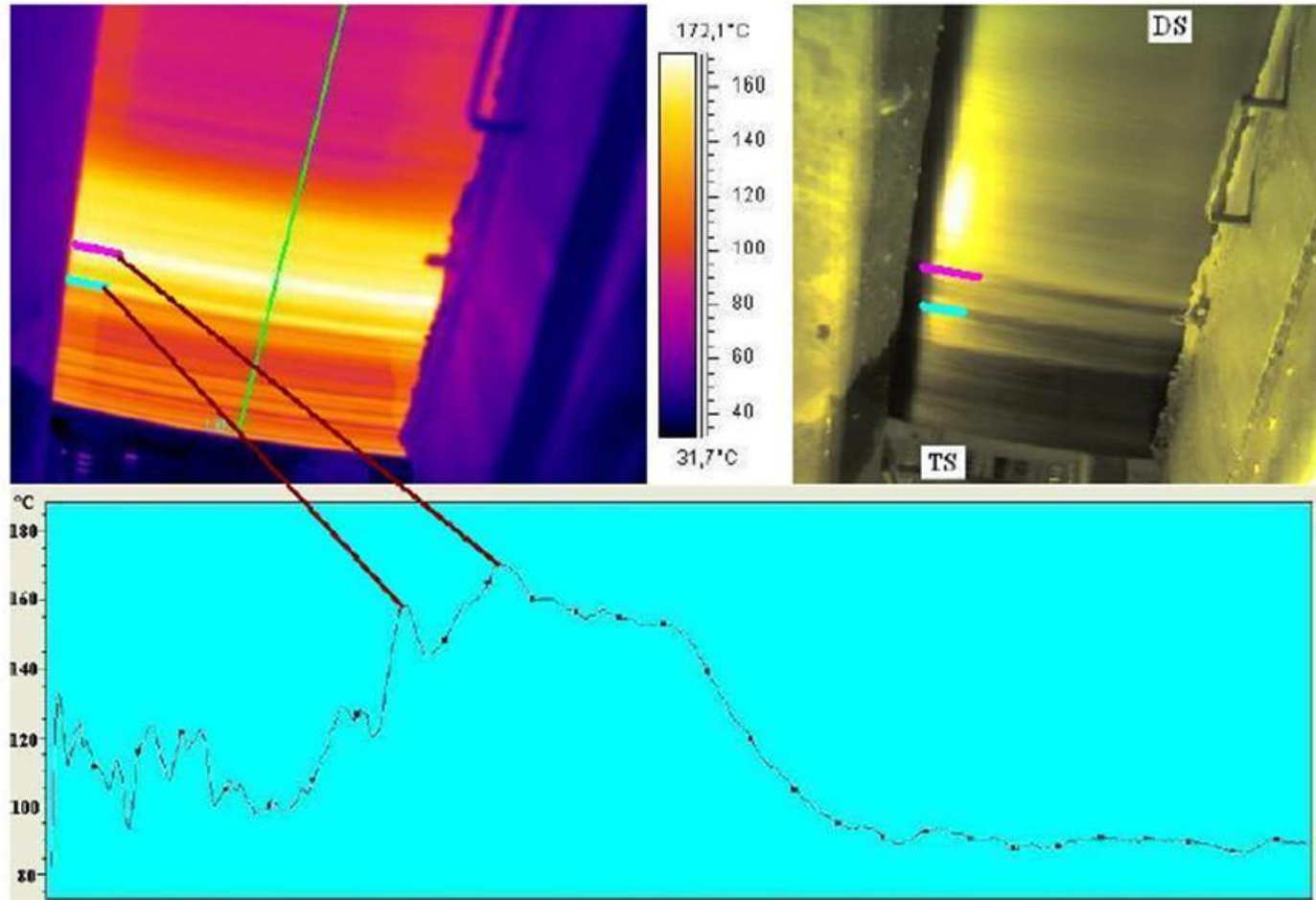
Figura 4.2.01 (FONTE: Yankee Dryers – W.G. Corboy, Jr.)

Varição de temperatura ao longo do cilindro

	Clean surface	Coated surface	Scraped surface
Tending side (TS)	$T \in [68, 78]^{\circ}\text{C}$ 	$T \in [85, 120]^{\circ}\text{C}$ 	$T \in [90, 120]^{\circ}\text{C}$ 
Center	$T = 58 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 	$T = 120 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 	$T \in [65, 95]^{\circ}\text{C}$ 

(FONTE: Karlstads Universitet)

Varição de temperatura ao longo do cilindro



(FONTE: Karlstads Universitet)

“Spoiler bars”

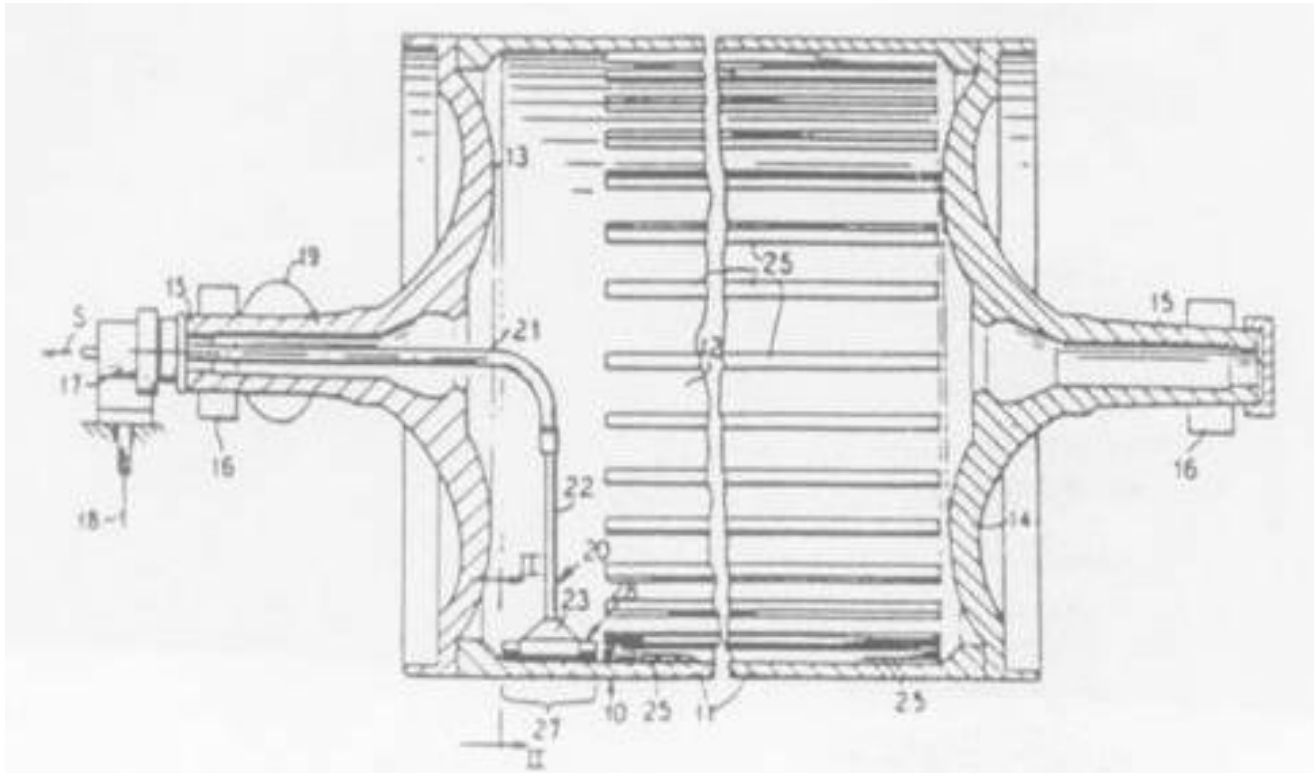


Figura 4.2.02 (FONTE: Yankee Dryers – W.G. Corboy, Jr.)

Barras de turbulência

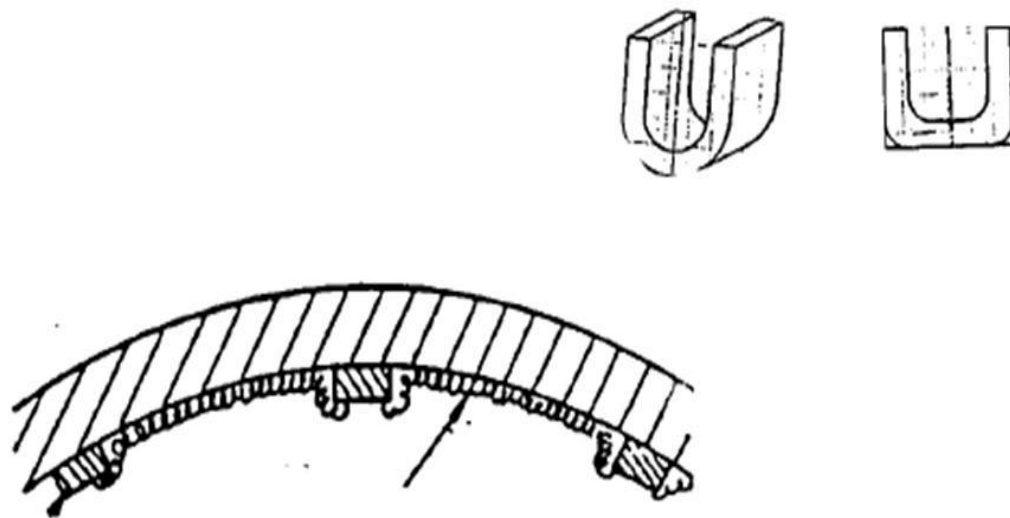


Figura 4.2.03 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Formação do filme de condensado

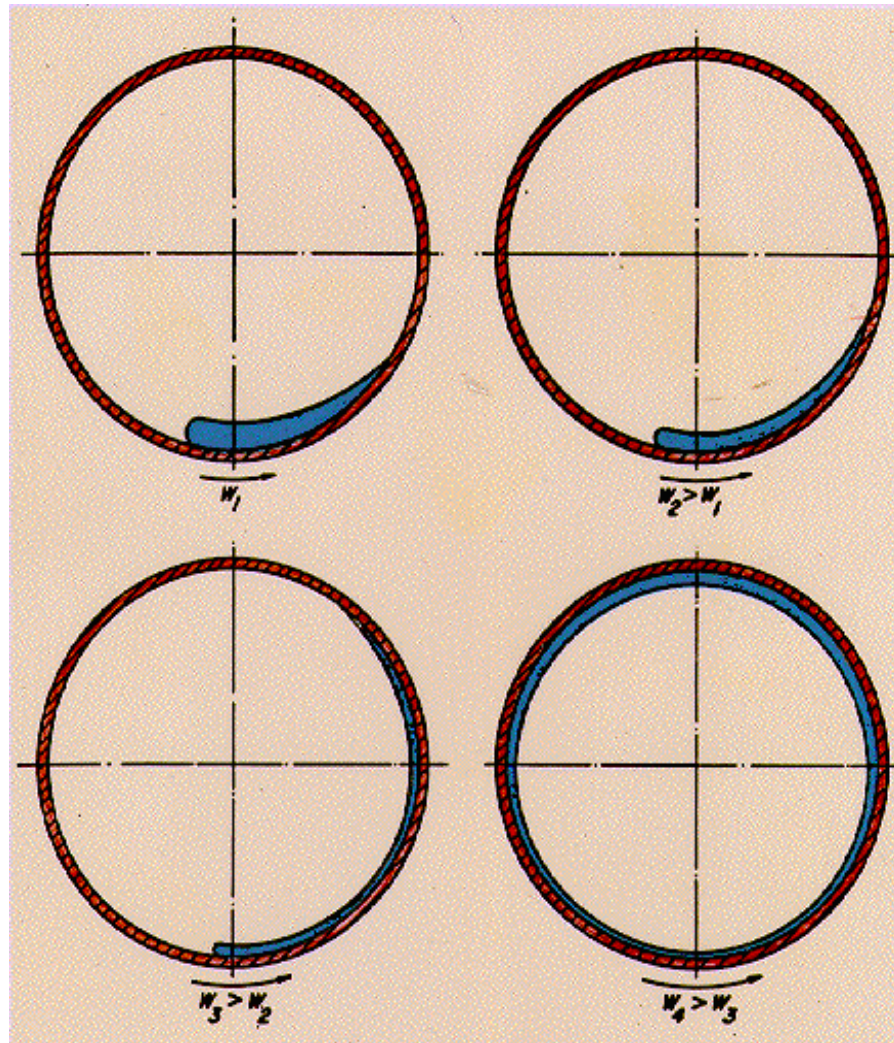


Figura 4.3.01 (FONTE: Papermaking Science and Technology)

Sifão para cilindro "Yankee"

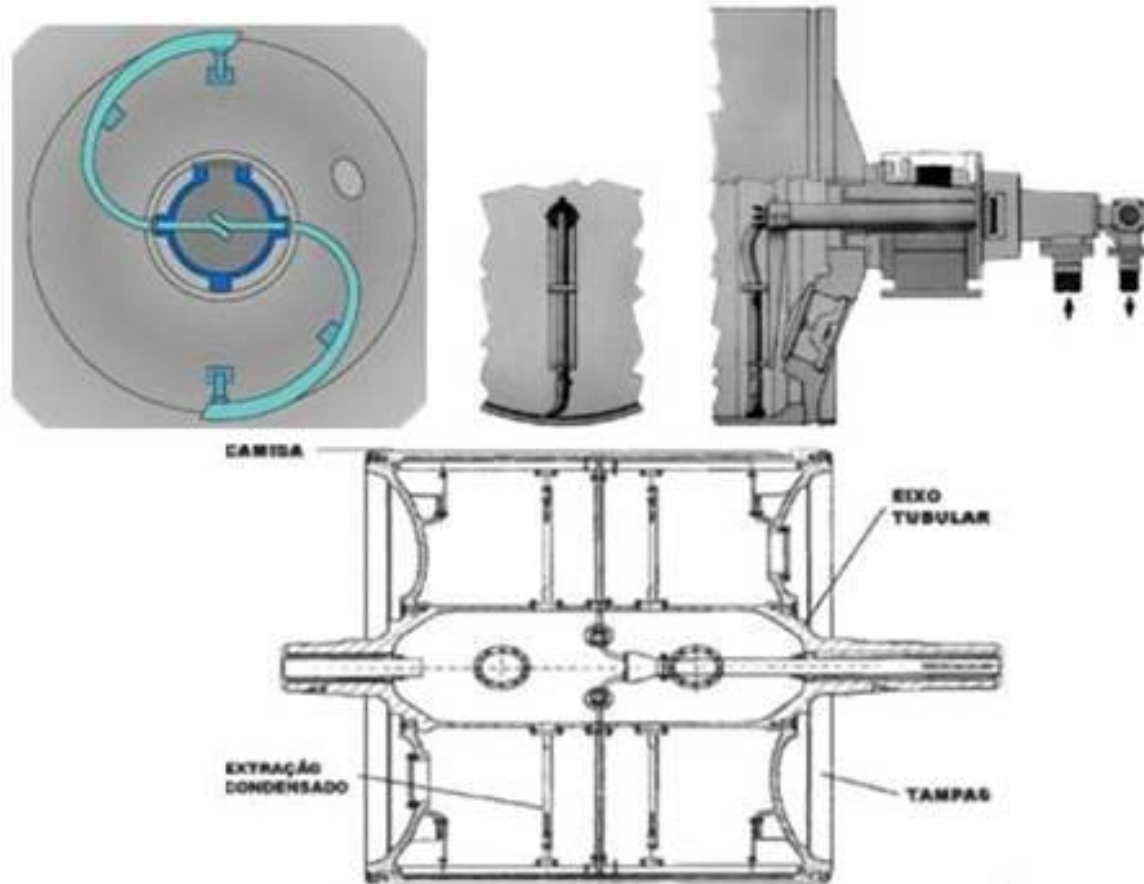


Figura 4.3.02 (FONTE: Papermaking Science and Technology)

Cilindro do ranhuras

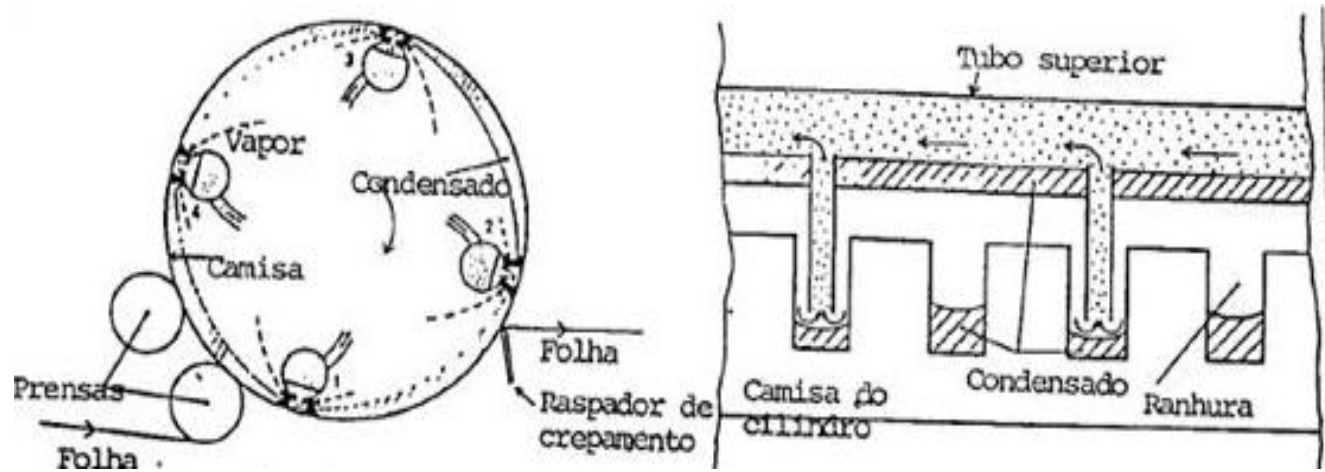


Figura 4.3.03 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Cilindro com ranhuras

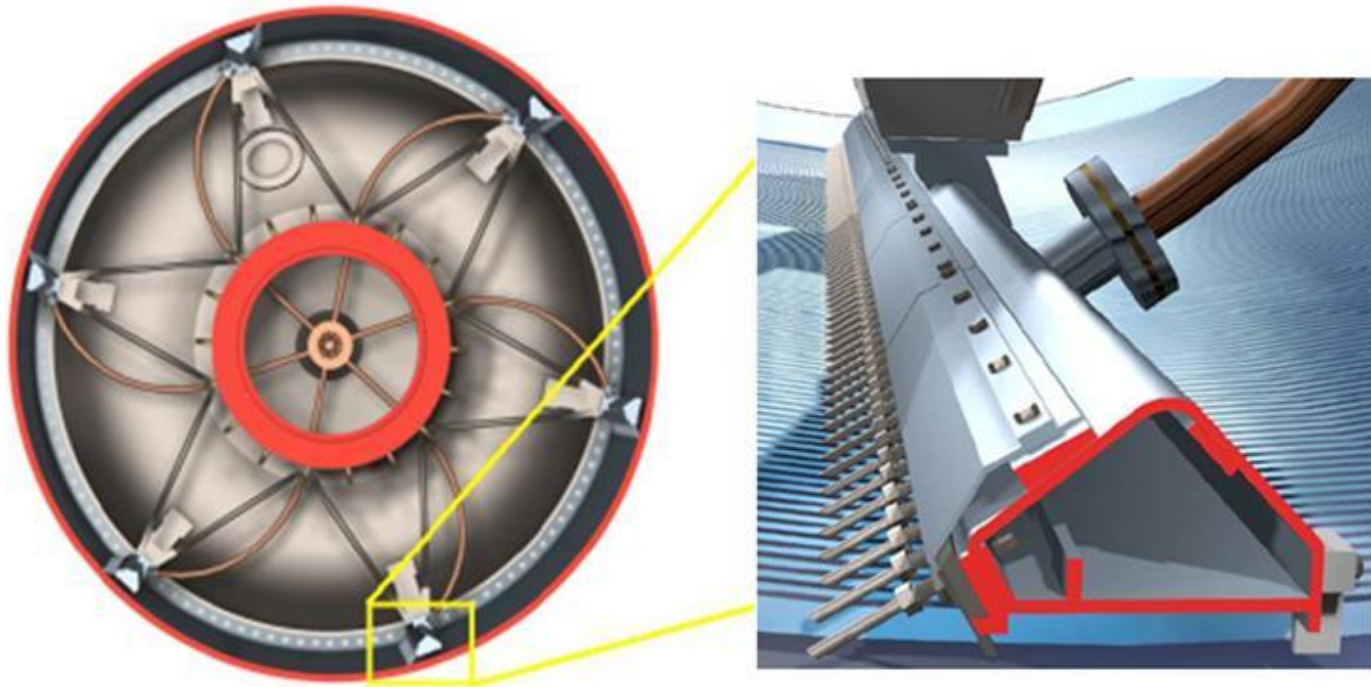


Figura 4.3.04 (FONTE: Papermaking Science and Technology)

Termocompressor

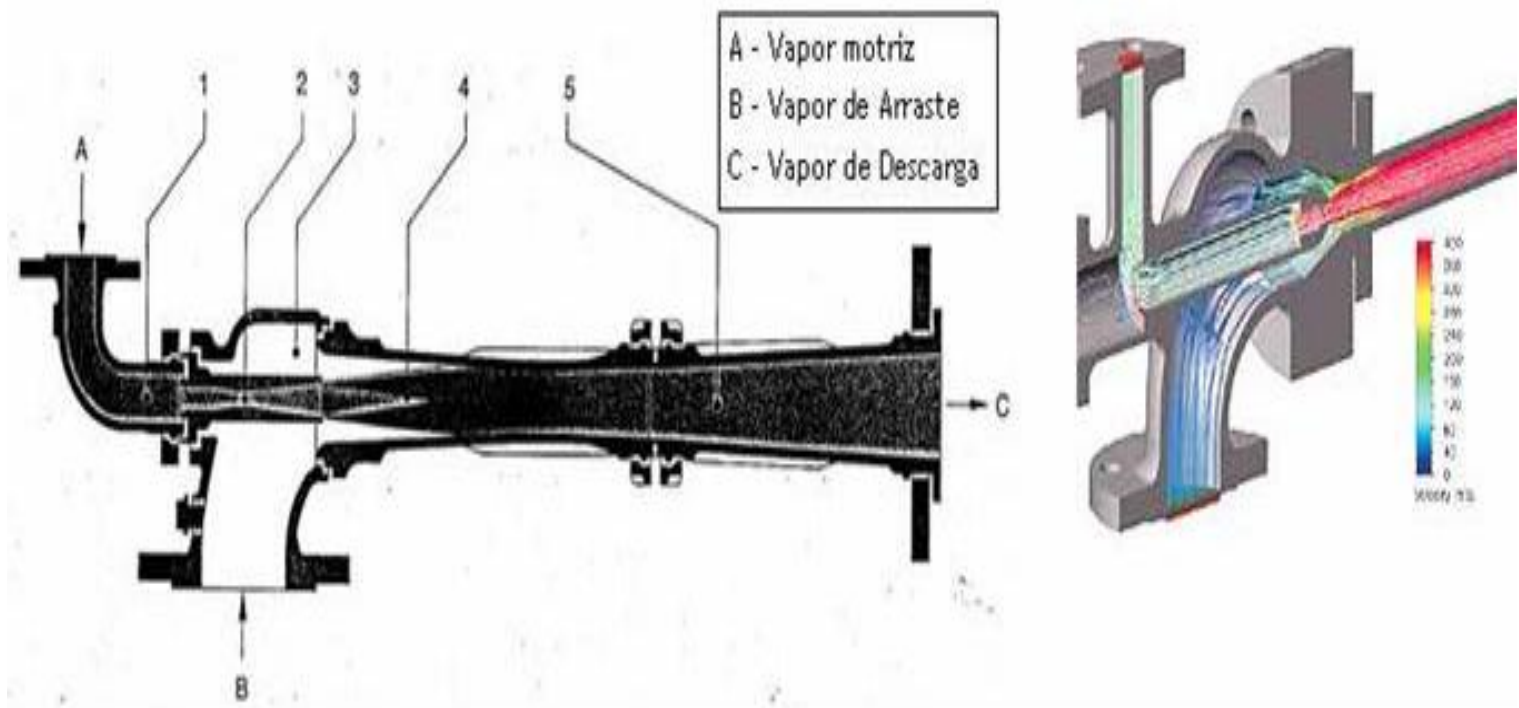


Figura 4.3.05 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Sistema de vapor e condensado em um cilindro "Yankee"

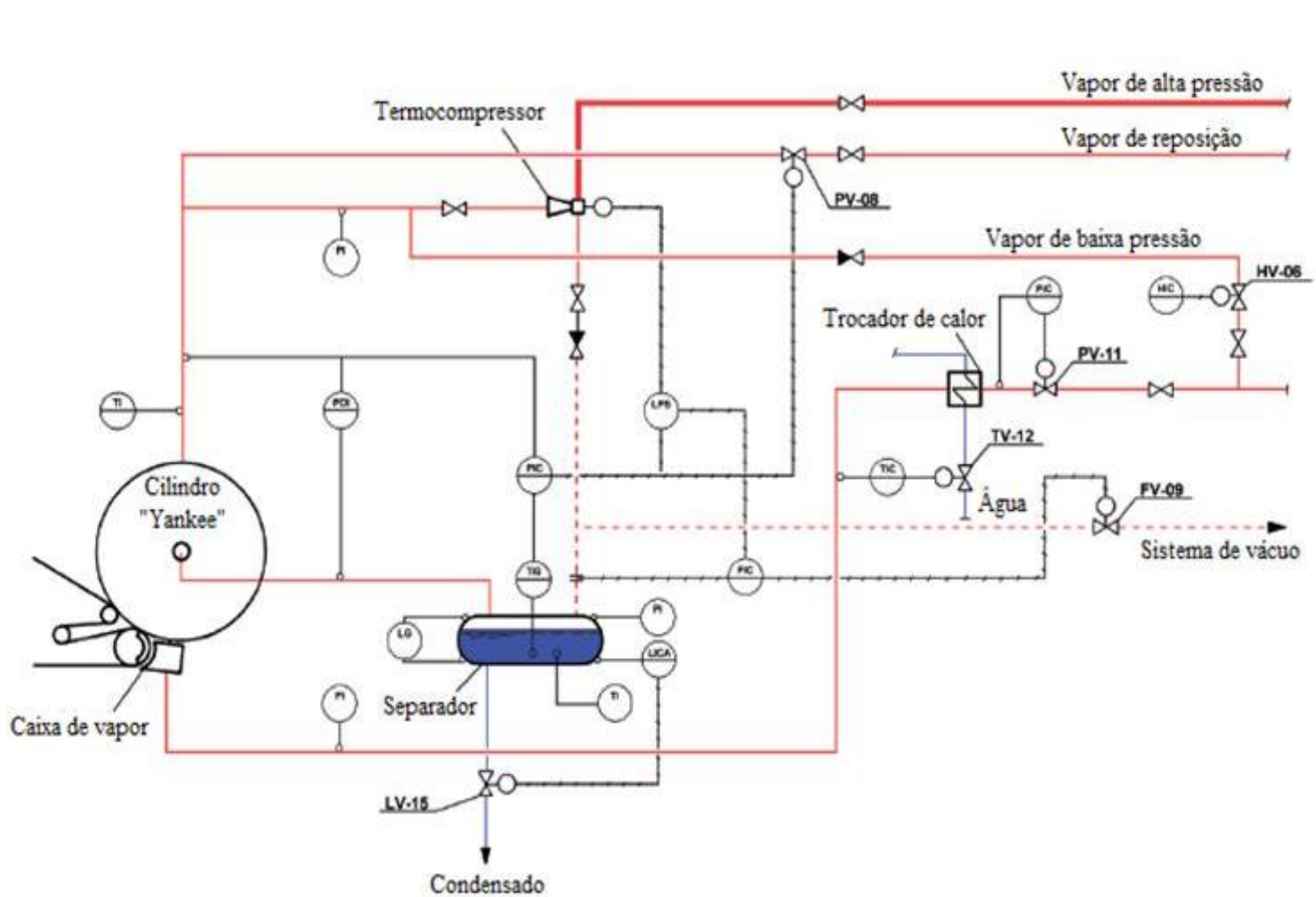


Figura 4.3.06 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Capota antiga

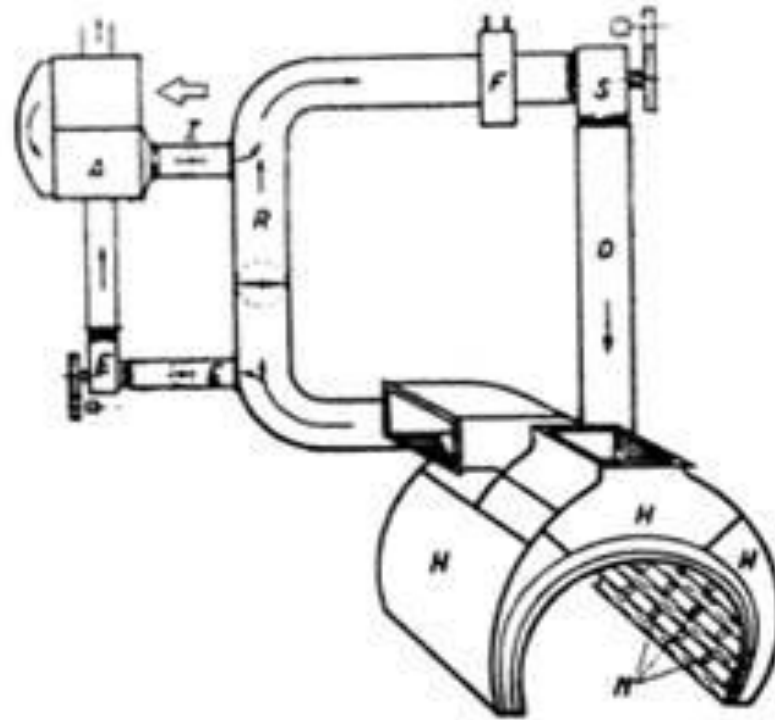


Figura 4.4.01 (FONTE: Apostilas ABTCP)

Capota de alto rendimento

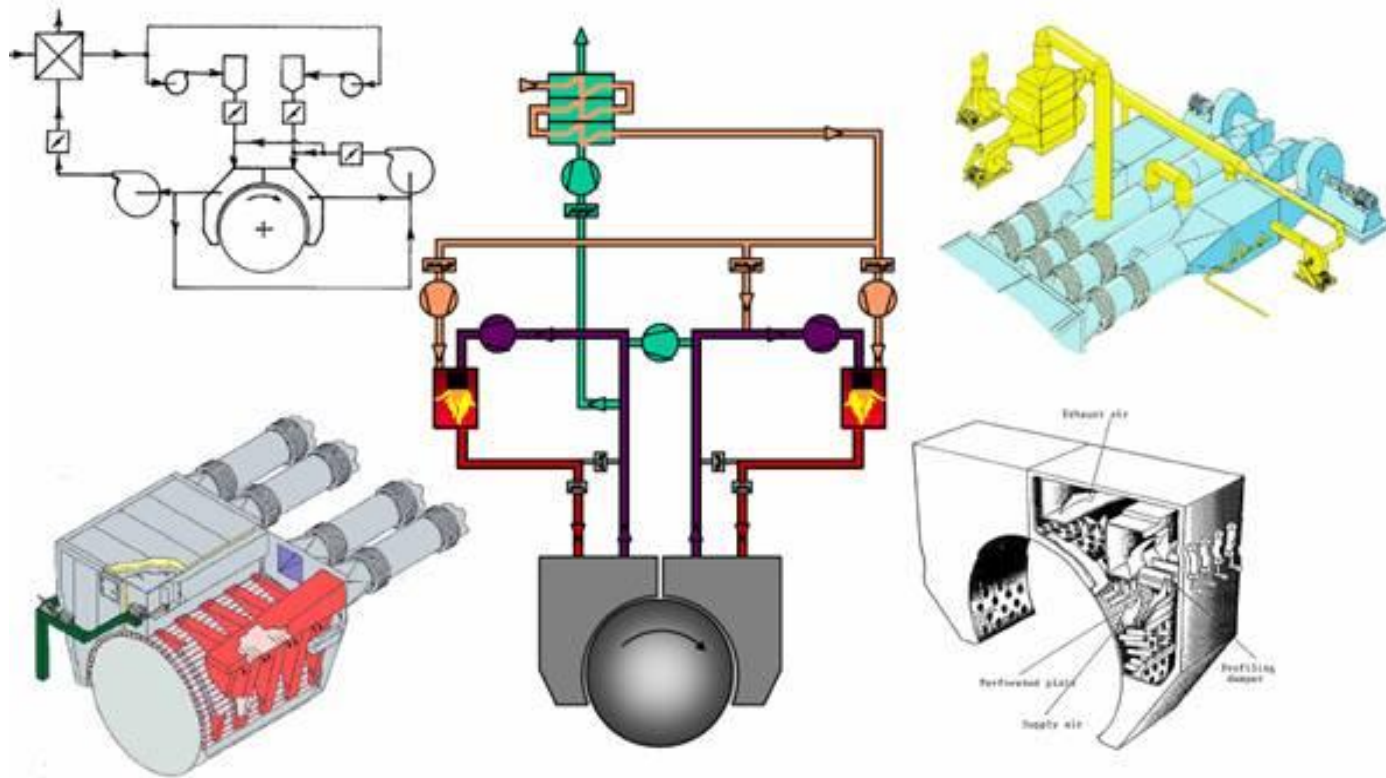
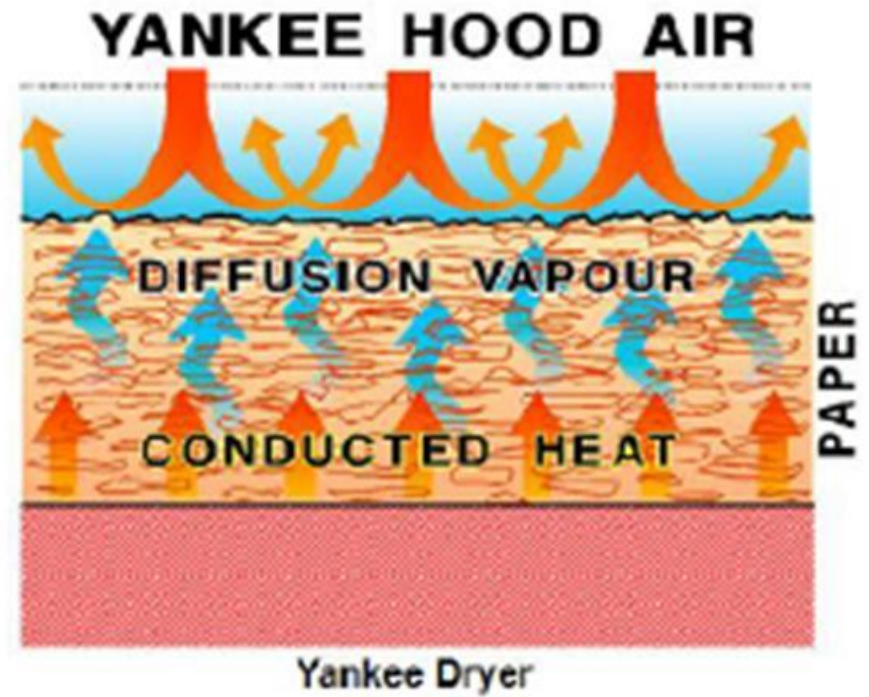
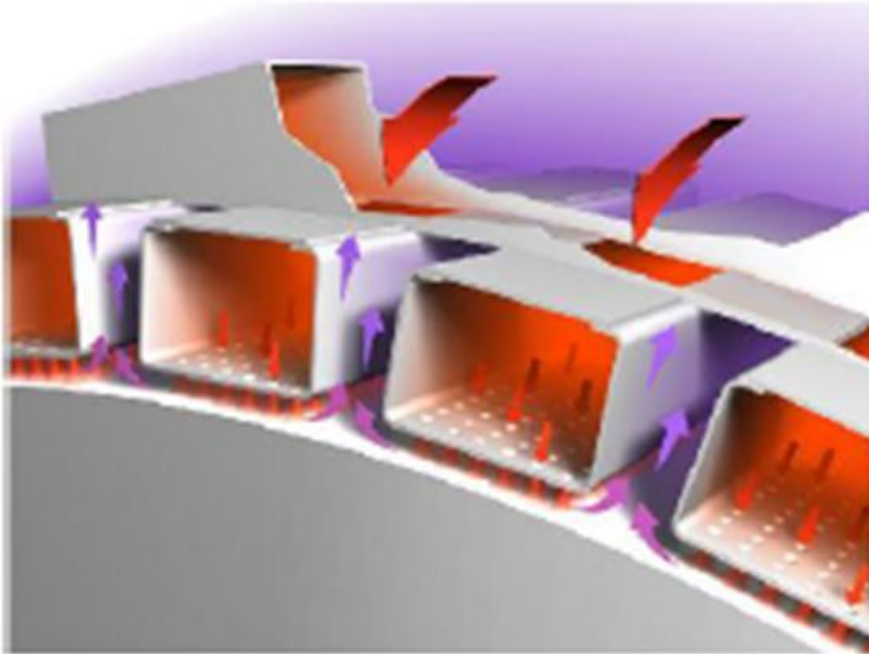


Figura 4.4.02 (FONTE: Papermaking Science and Technology)

Capota de alto rendimento



(FONTE: Karlstads Universitet)

Capota de alto rendimento

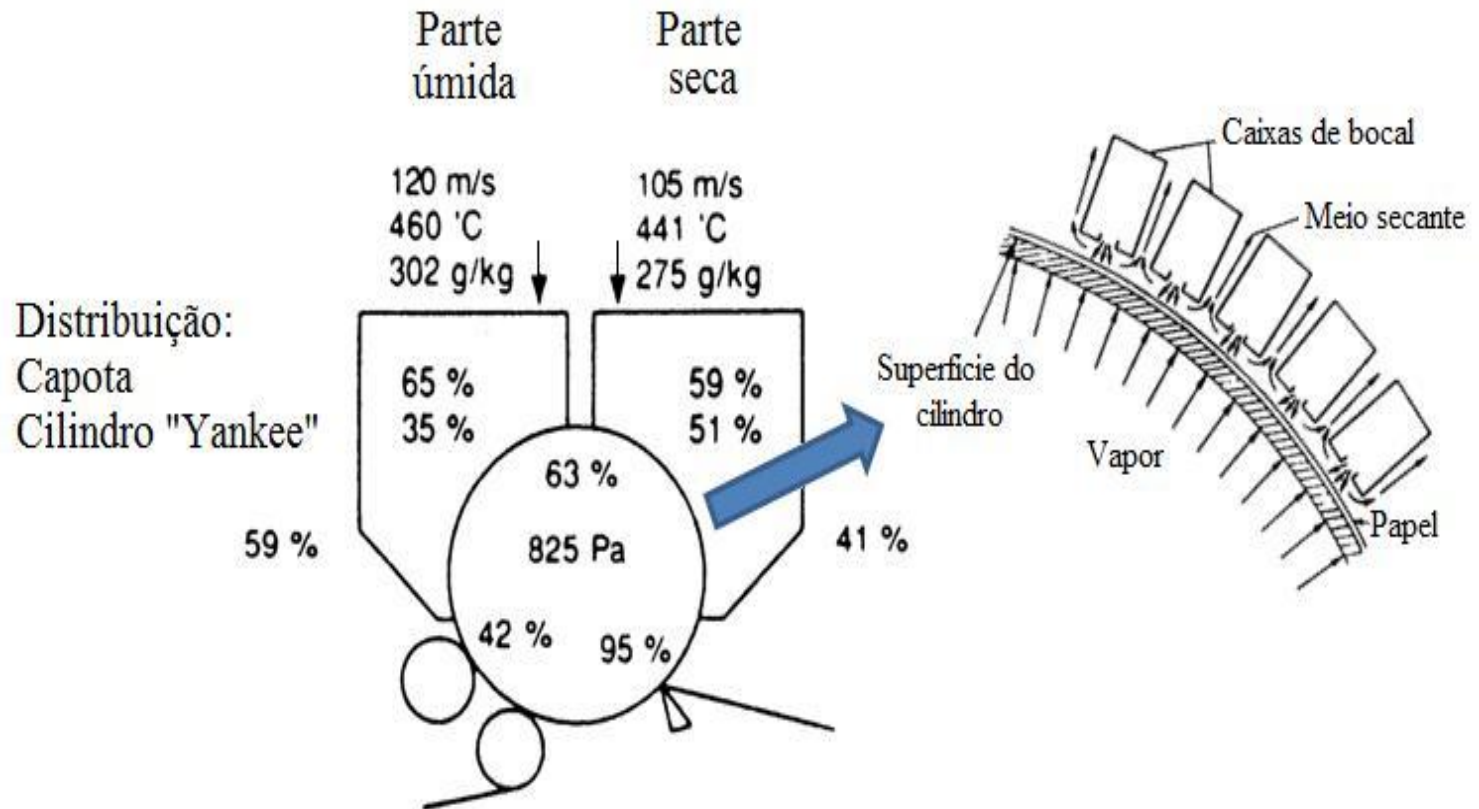


Figura 4.4.03 (FONTE: Tissue Runnability Seminar – 1.992)

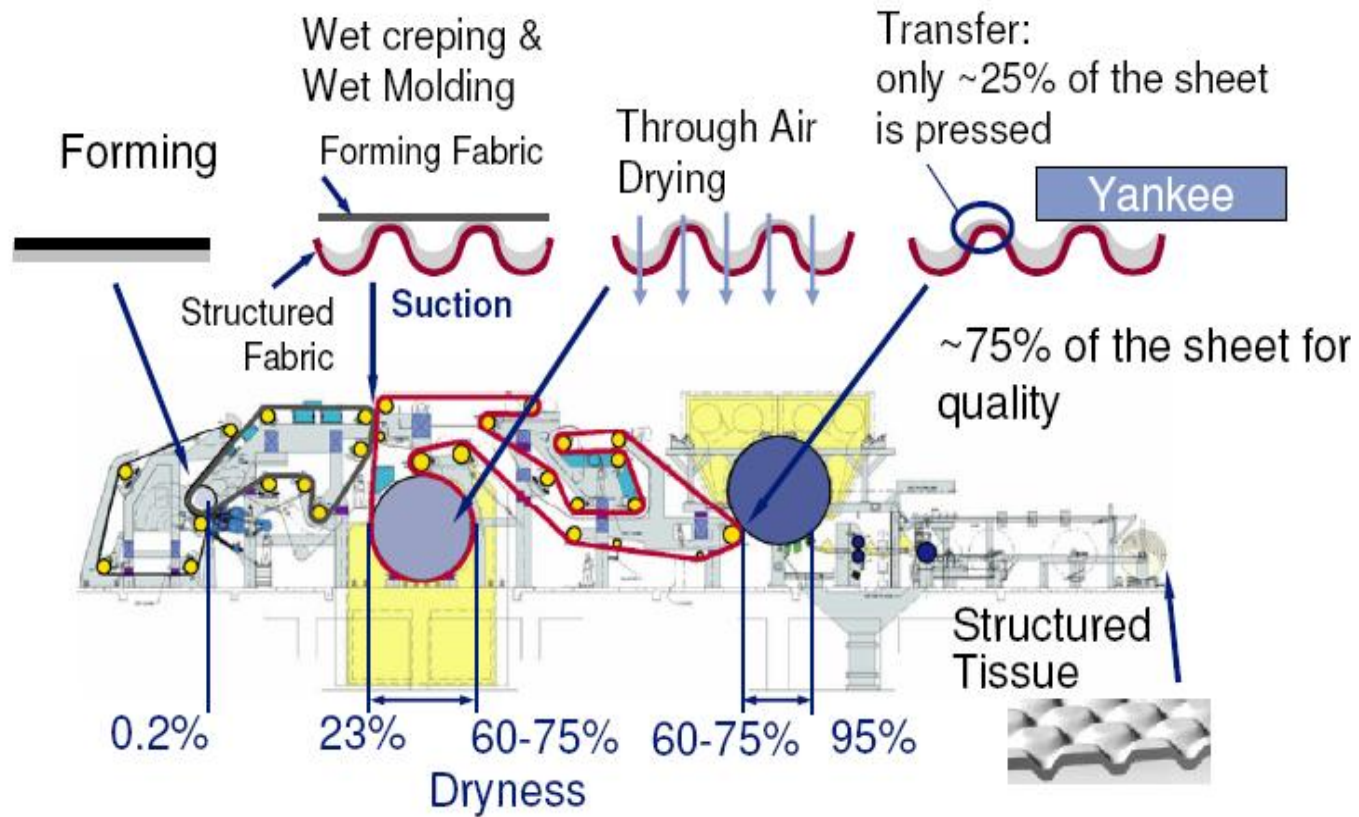


Figura 4.4.04 (FONTE: Voith)

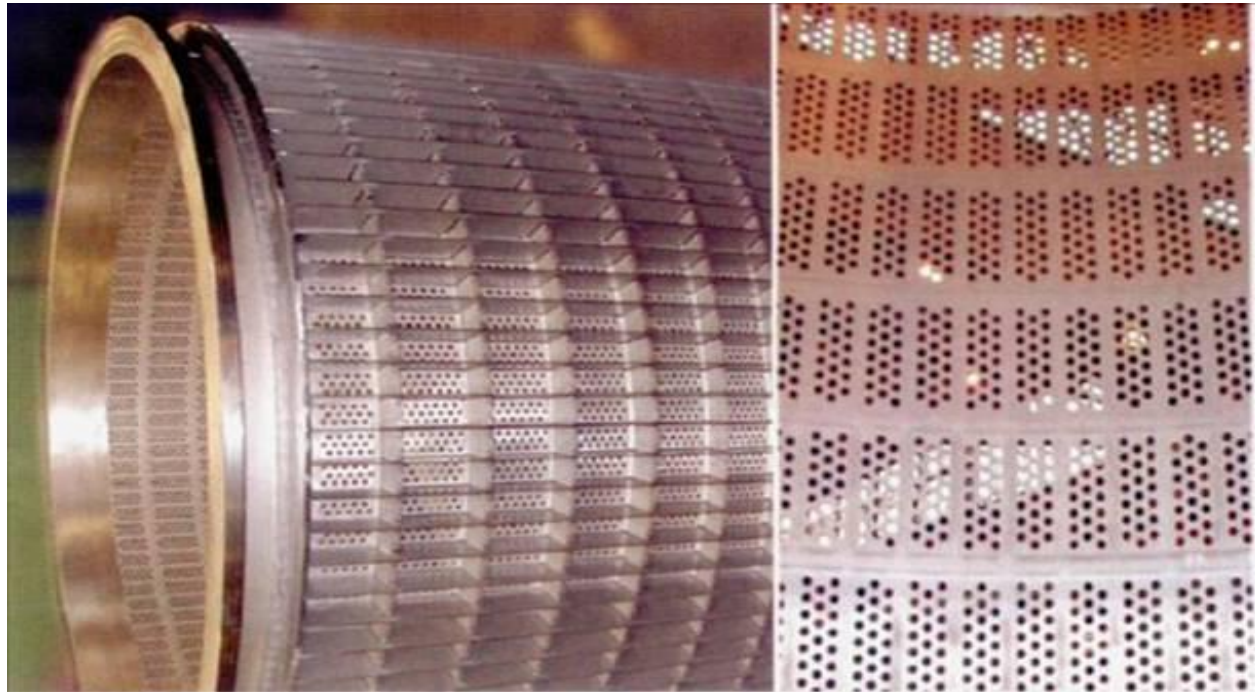


Figura 4.4.05 (FONTE: Tissue World)

Tela para TAD

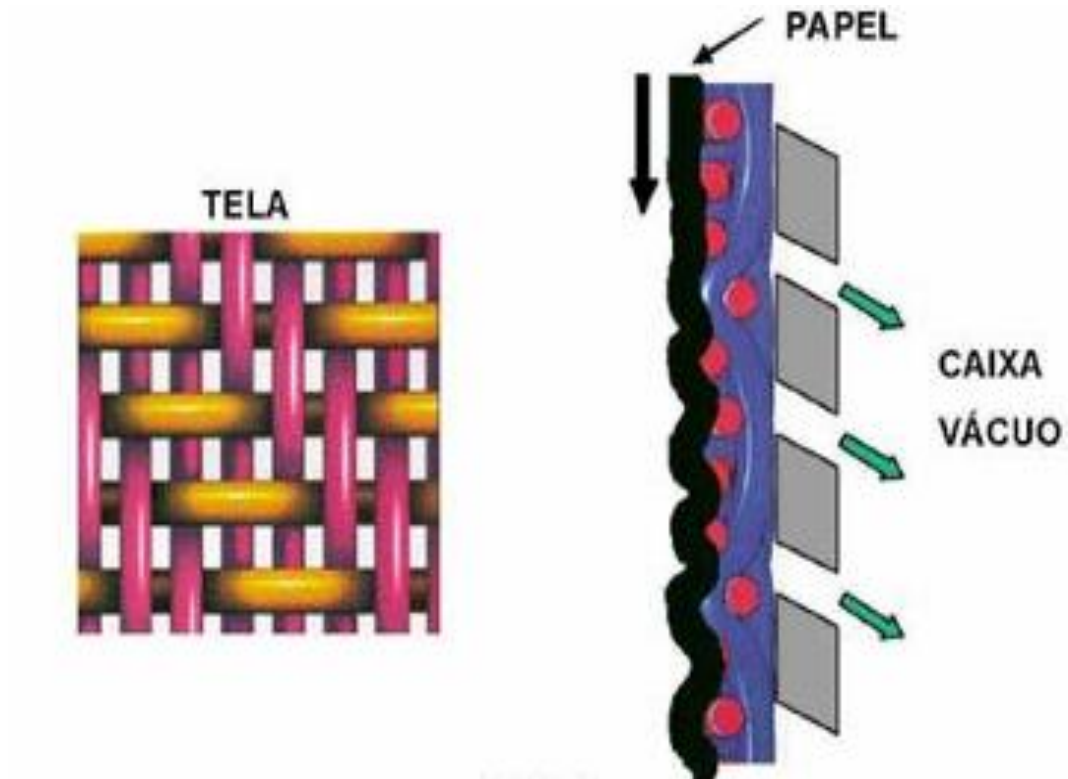


Figura 4.4.06 (FONTE: Voith)

ATMOS

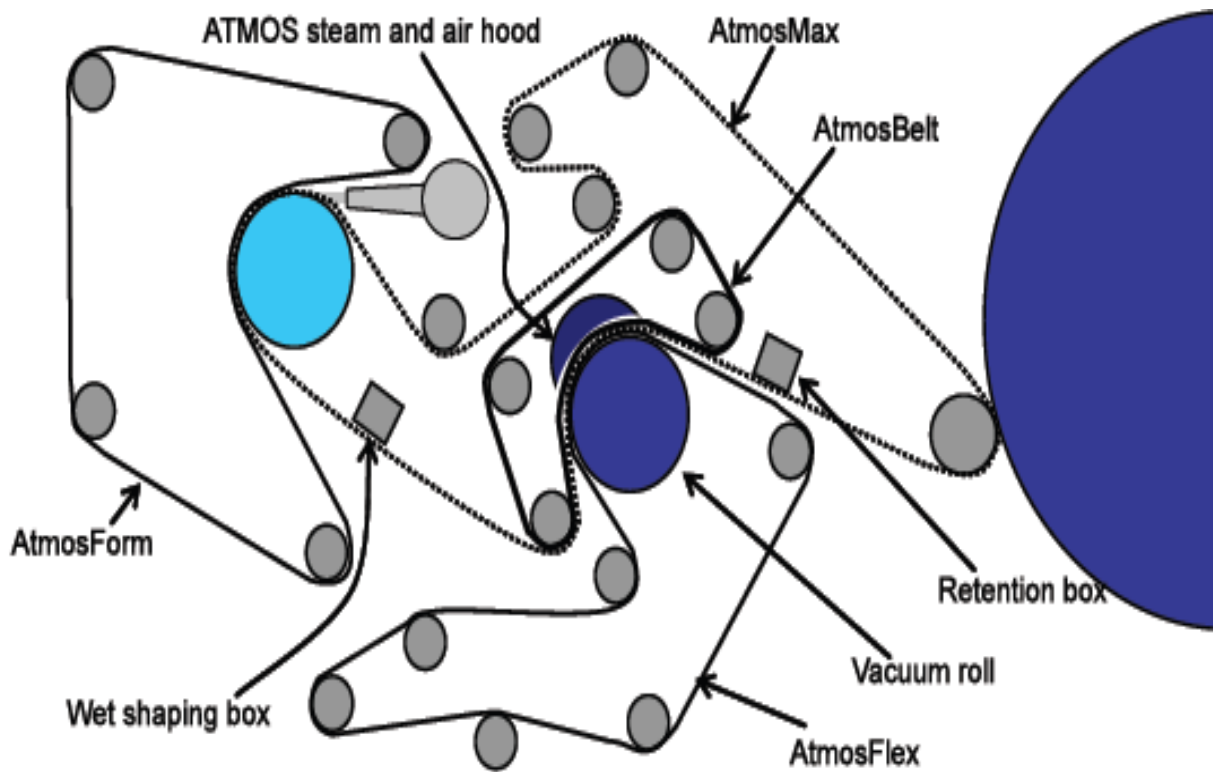
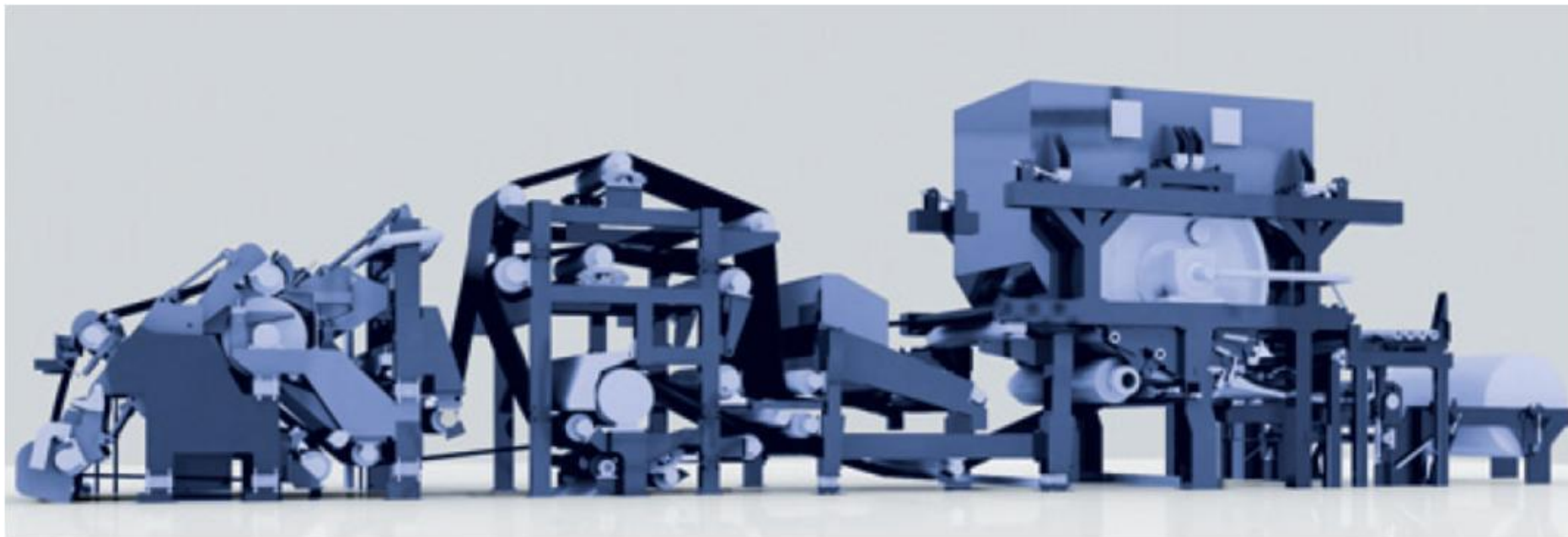


Figura 4.4.07 (FONTE: Voith)



(FONTE: Voith)

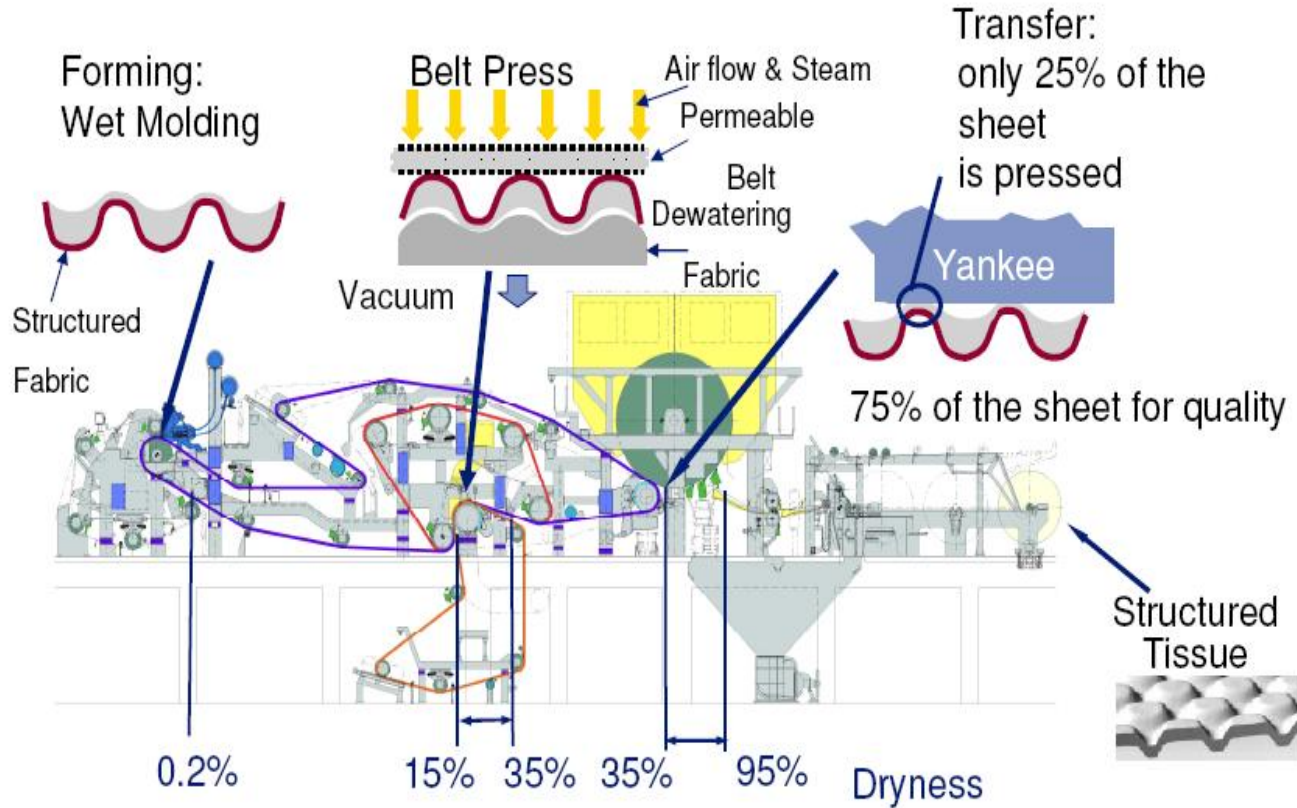
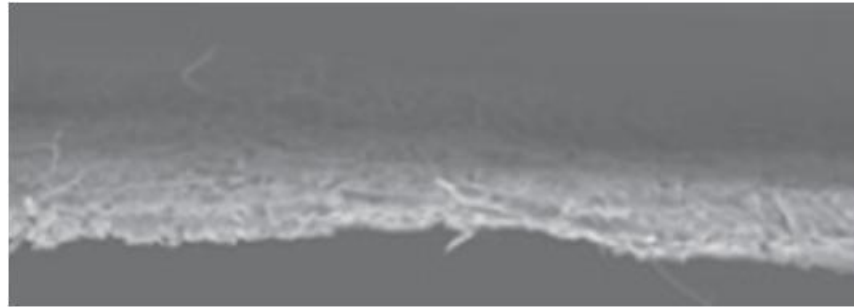


Figura 4.4.08 (FONTE: Voith)

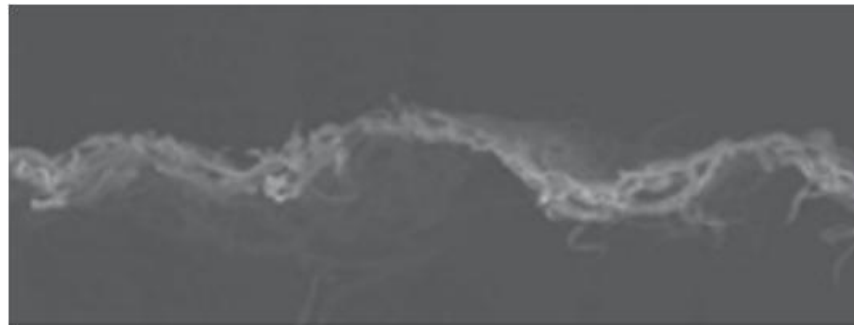
Comparação de papéis (aumento 70x)



Convencional



TAD



ATMOS

(FONTE: Voith)

ADT (Air Dried Tissue)

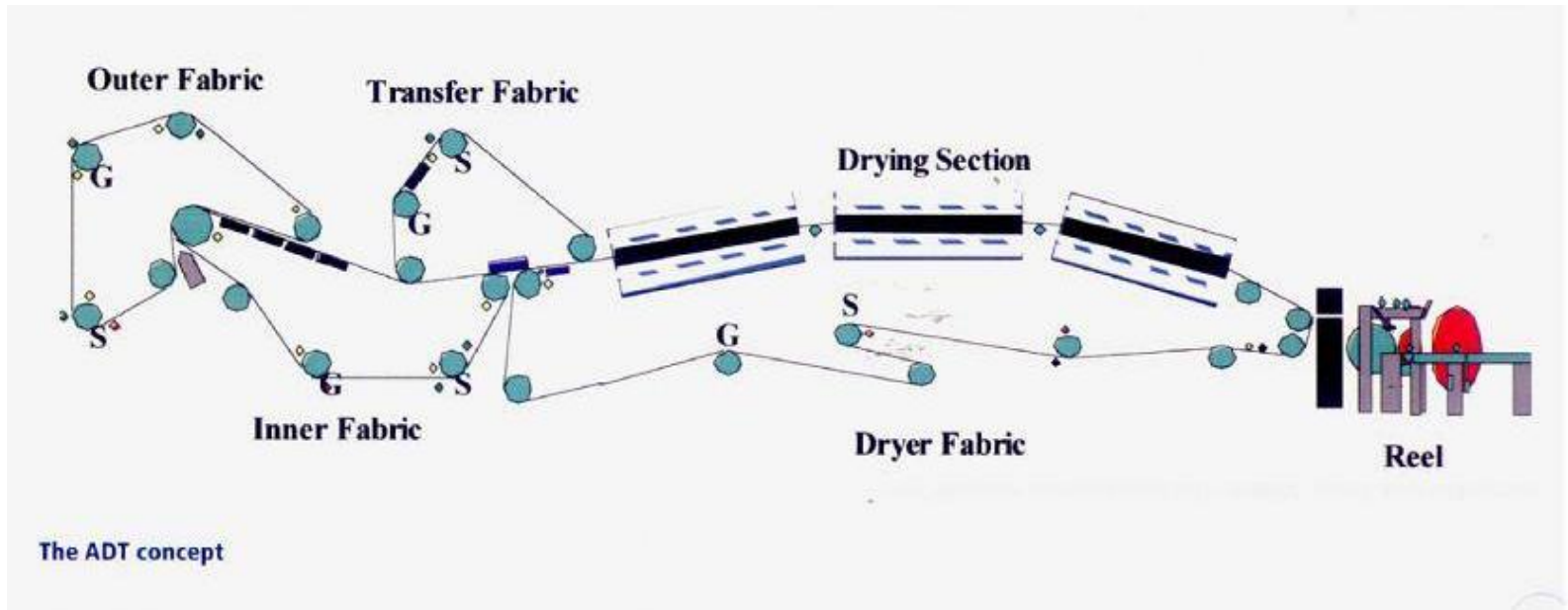


Figura 4.4.09 (FONTE: Tissue World)

“Coating”

Reações químicas no cilindro “Yankee”

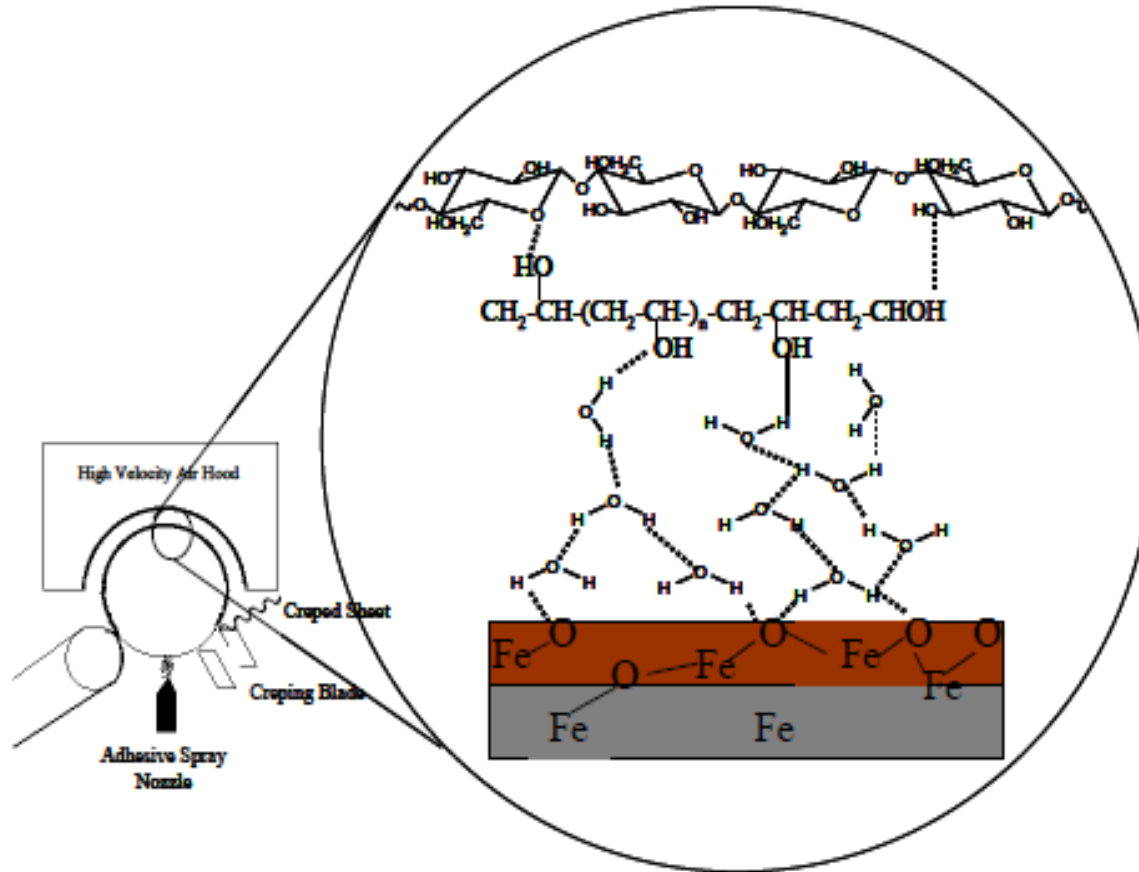


Figura 4.5.01 (FONTE: Tissue World)

Etapas do "Coating"

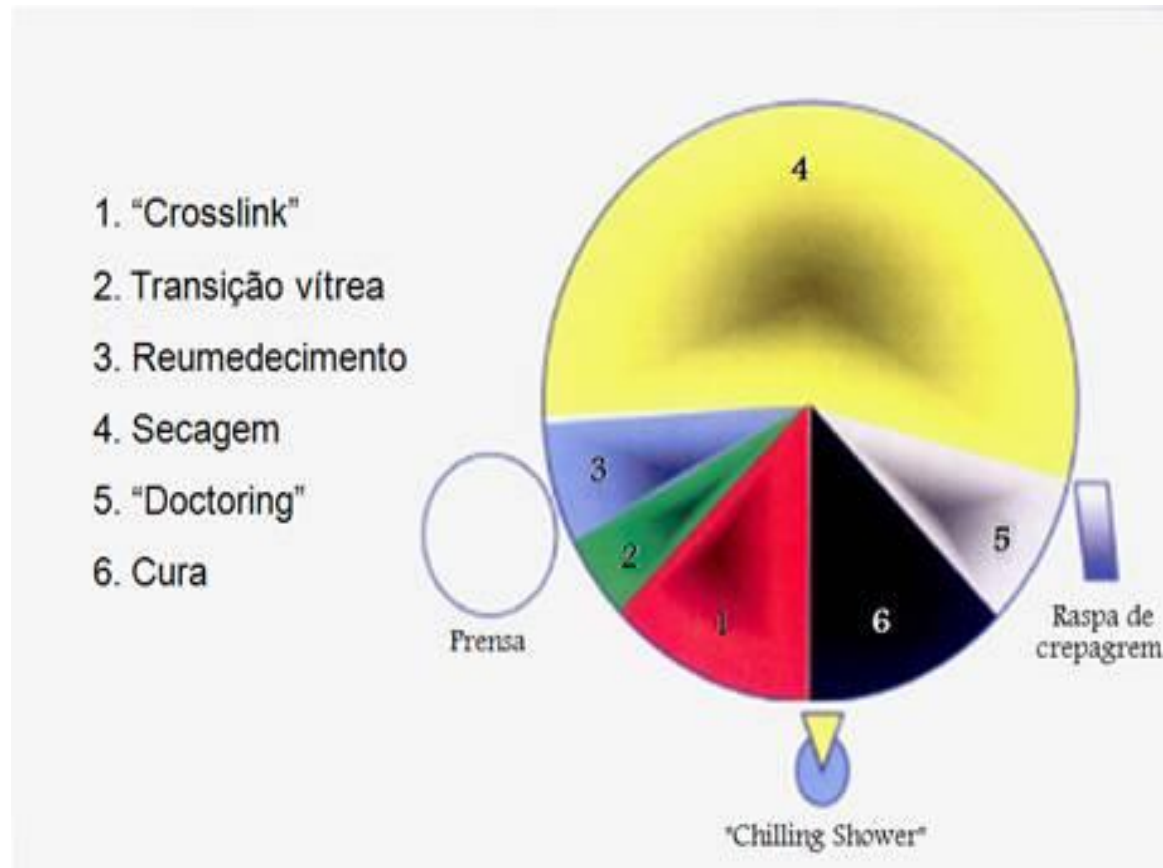
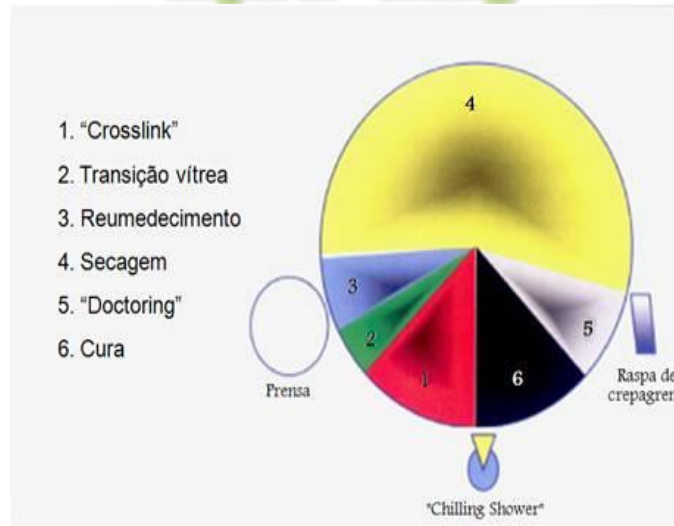


Figura 4.5.02 (FONTE: Tissue World)

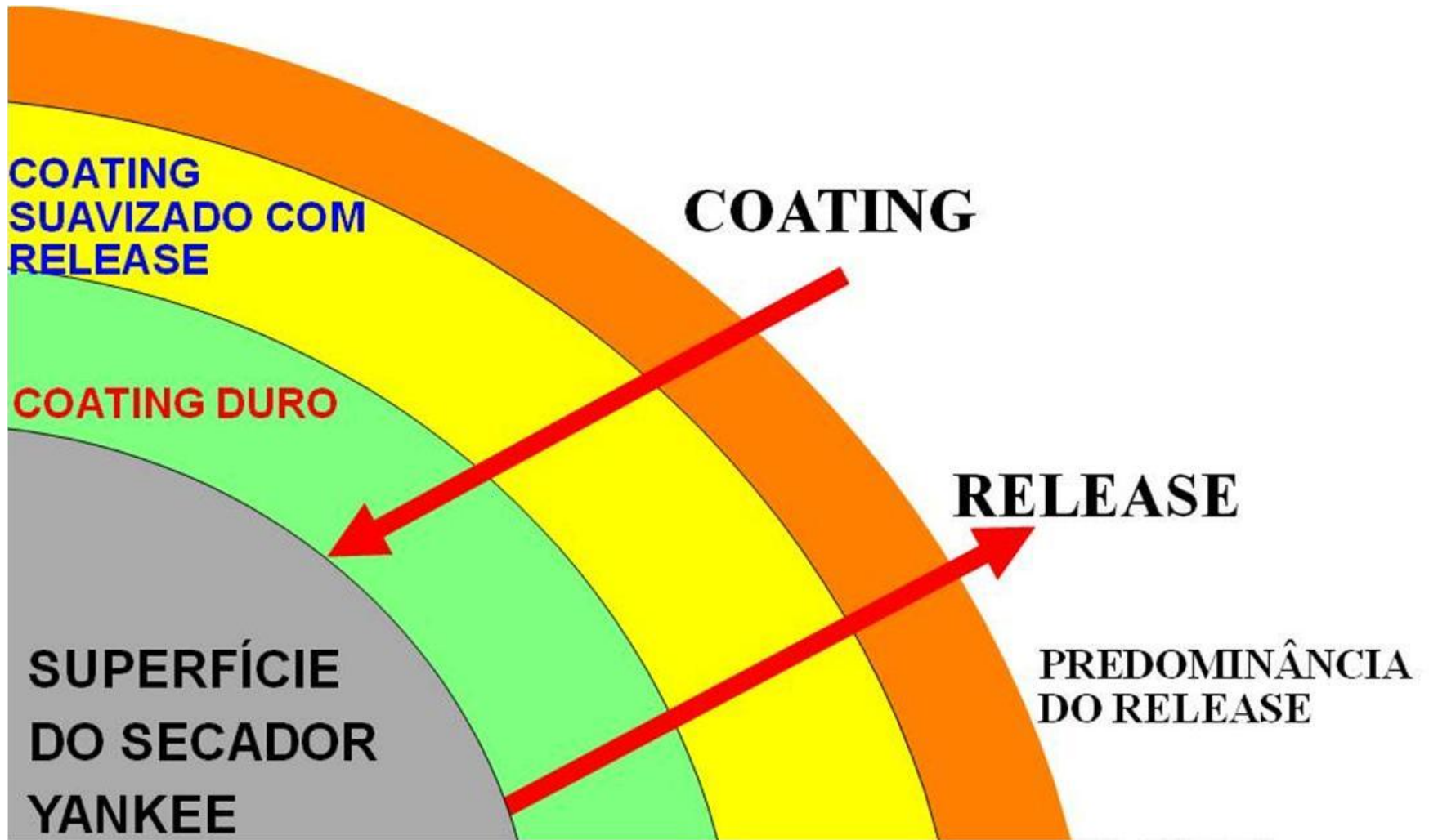
Etapas do "Coating"



- *“Crosslinking”*: o polímero forma uniões entre si e com a celulose presente;
- *Transição vítrea*: o polímero muda de estado (aderente);
- *Reumectação*: ponto onde o revestimento é reumectado pela folha no nip;
- *Assentamento*: desidratação do polímero na capota;
- *“Doctoring”*: a lâmina controla a espessura do coating;
- *Cura*: o polímero forma a capa protetora.

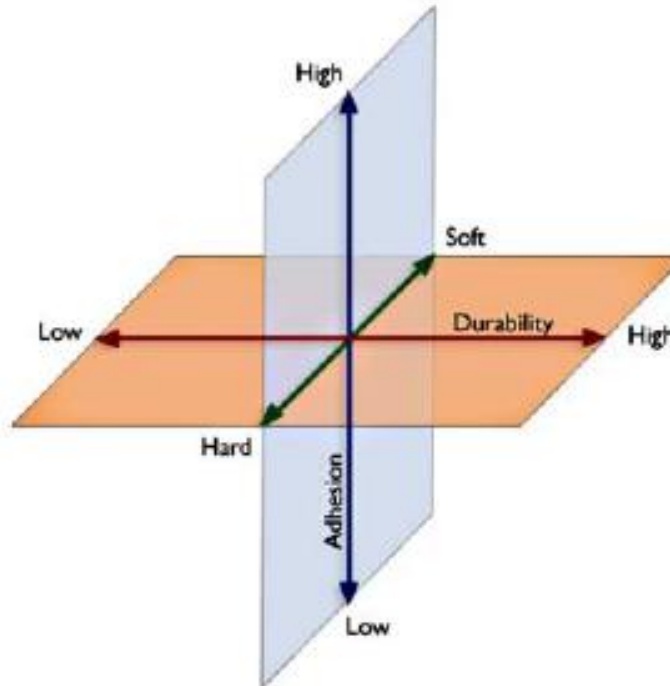
(FONTE: Nalco)

Partes do "Coating"



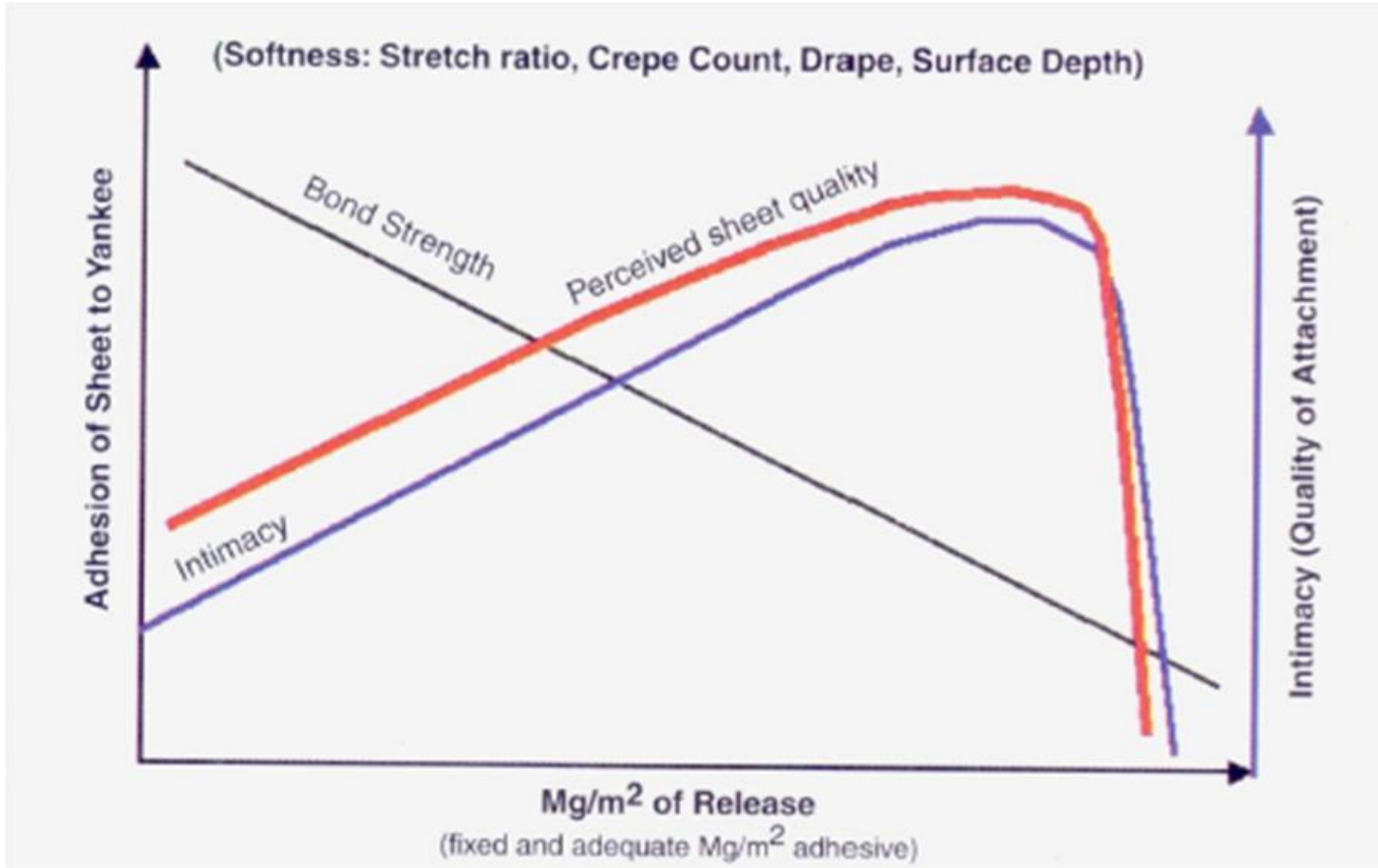
(FONTE: Hercules)

COATING SPACE™



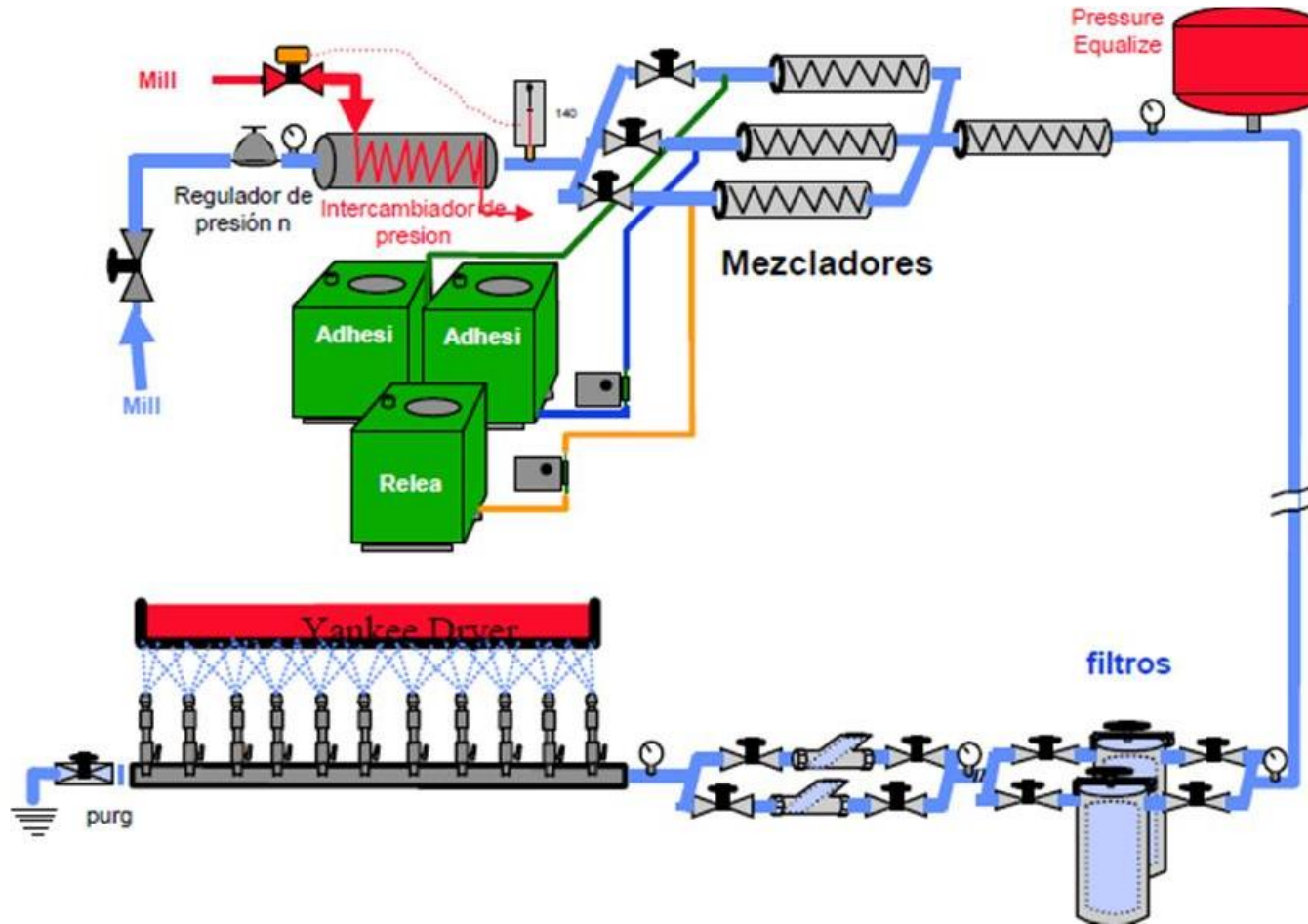
Coating Space is the proper balancing of additives on the Yankee surface to achieve the desired sheet characteristics of the tissue or towel, and to maximize machine runnability.

(FONTE: Nalco)



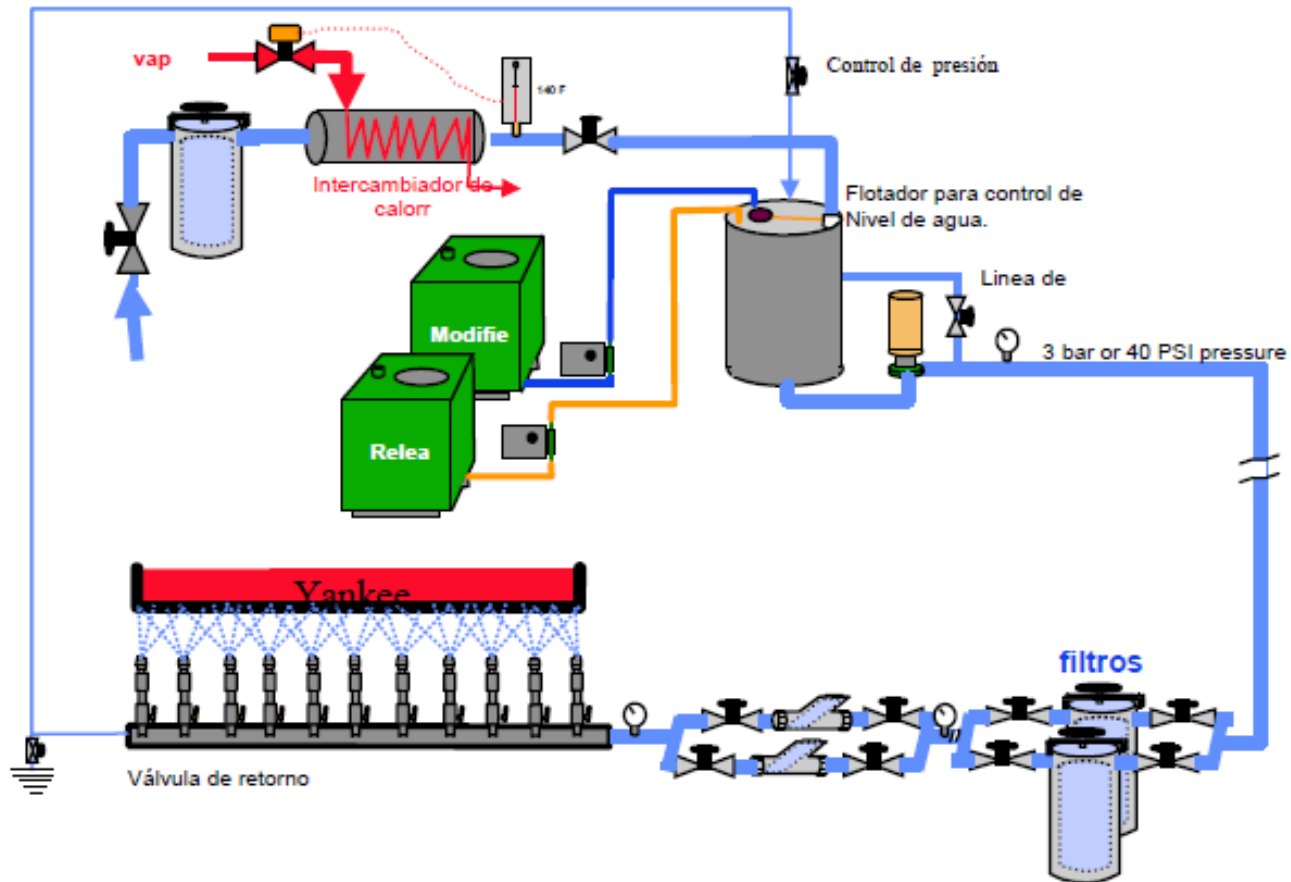
(FONTE: Nalco)

Sistema de alimentação em linha



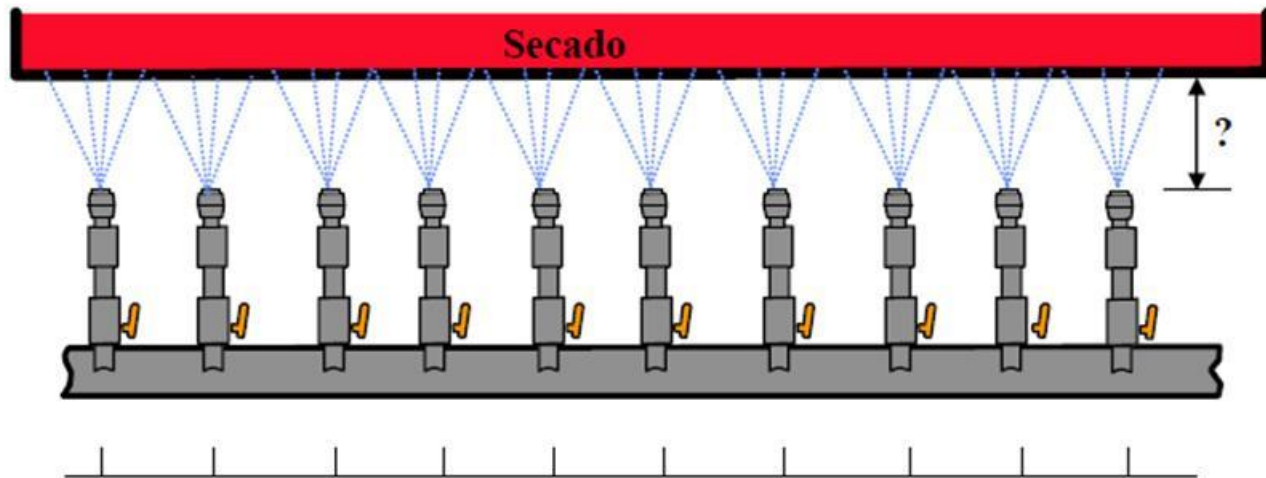
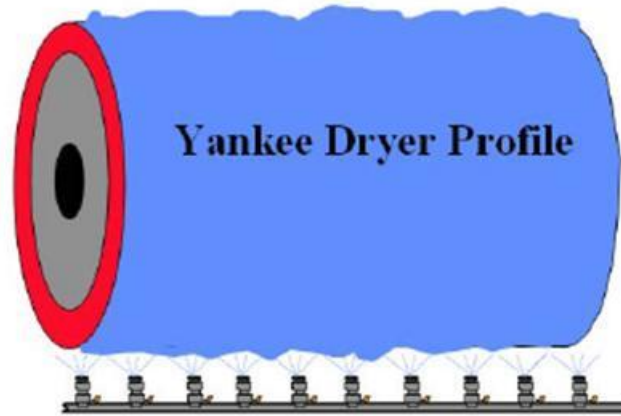
(FONTE: Instituto Politécnico Nacional – México)

Sistema de preparação com tanque



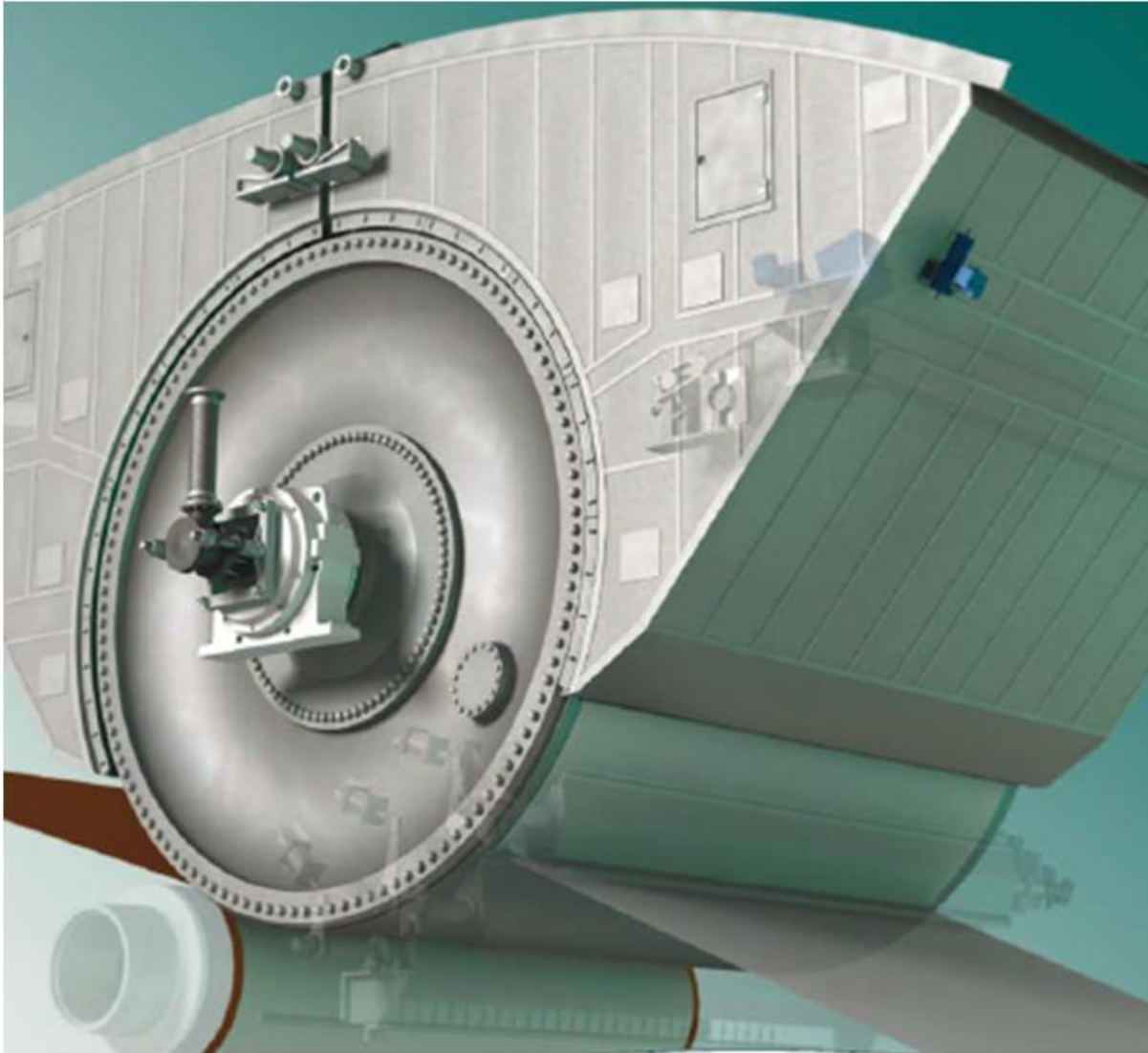
(FONTE: Instituto Politécnico Nacional – México)

“Coating Shower”



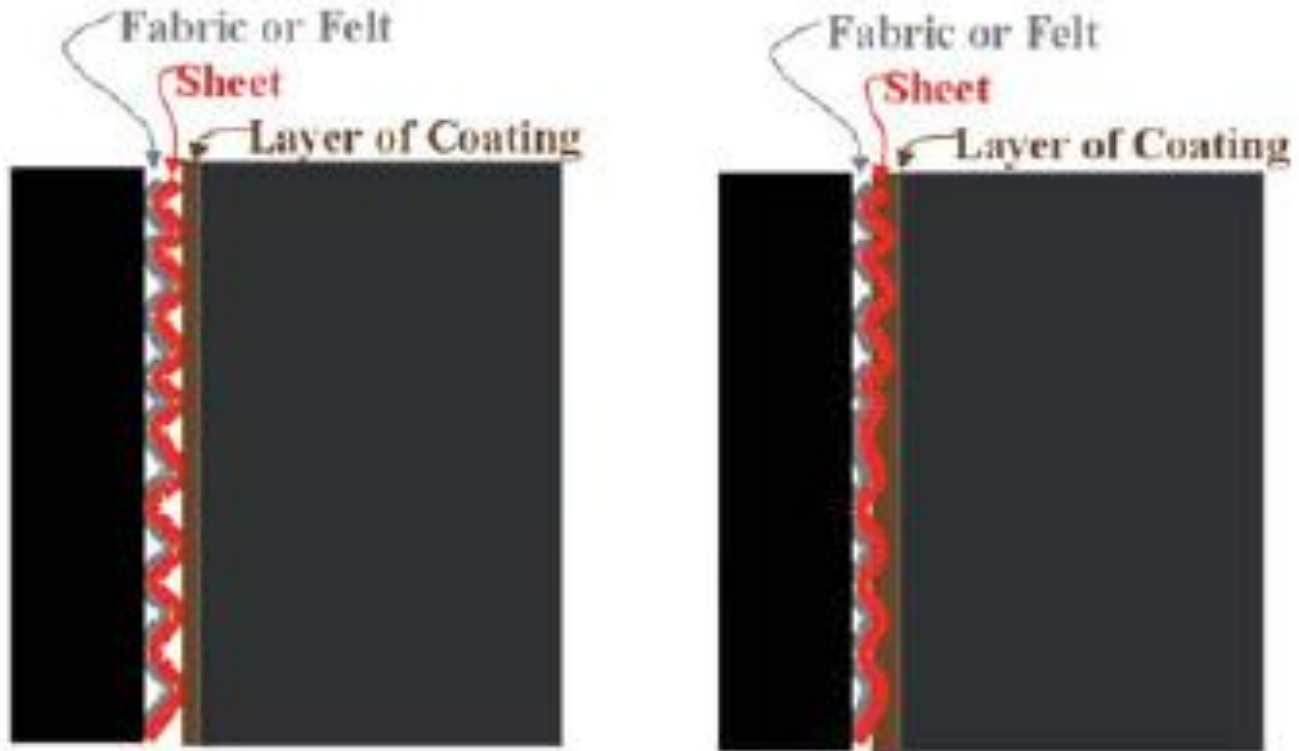
(FONTE: Instituto Politécnico Nacional – México)

“Coating Shower”



(FONTE: METSO)

“Attachment Zone”



(FONTE: BUCKMAN)

Superfície do cilindro “Yankee” mostrando o “coating”

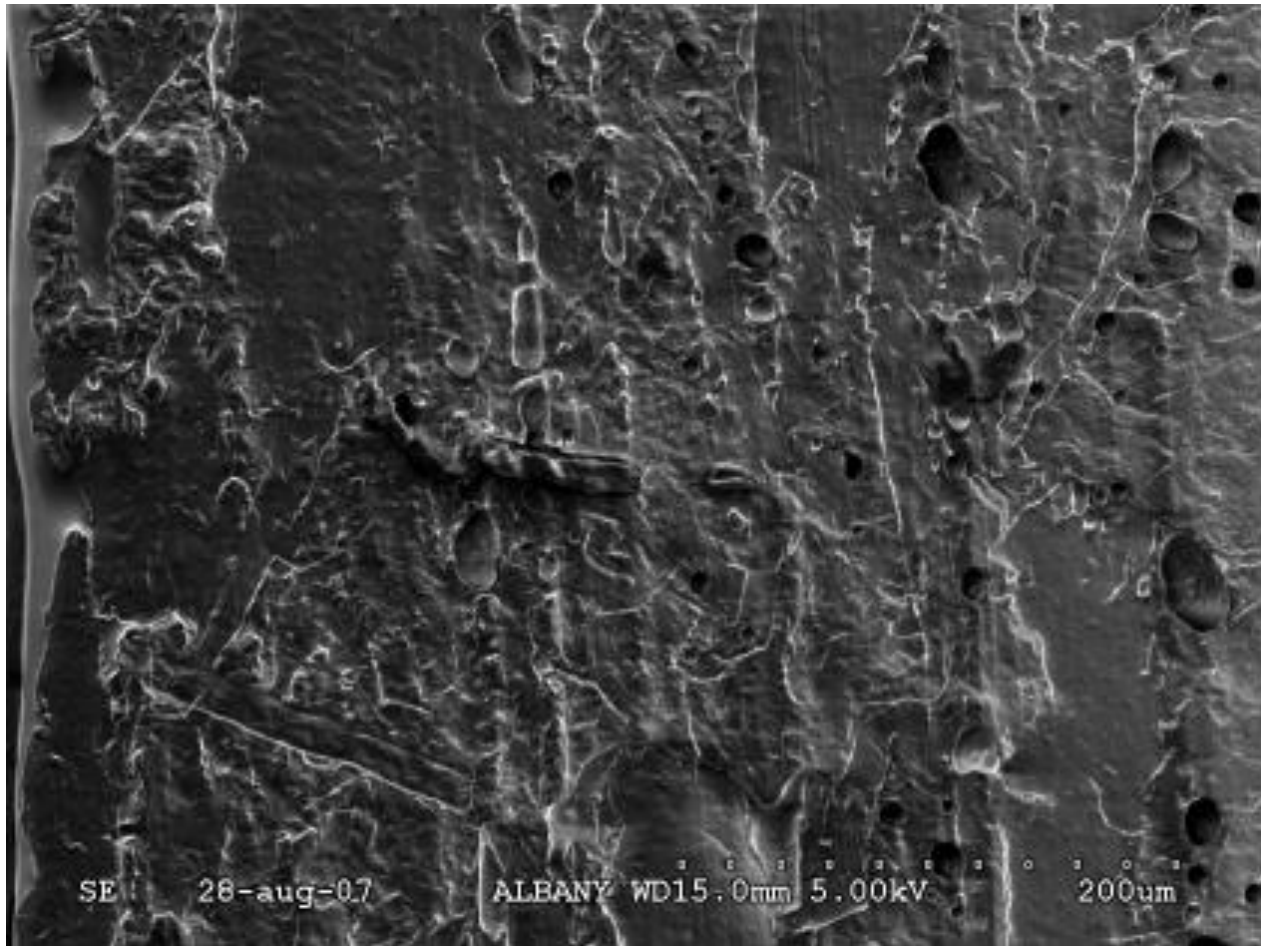
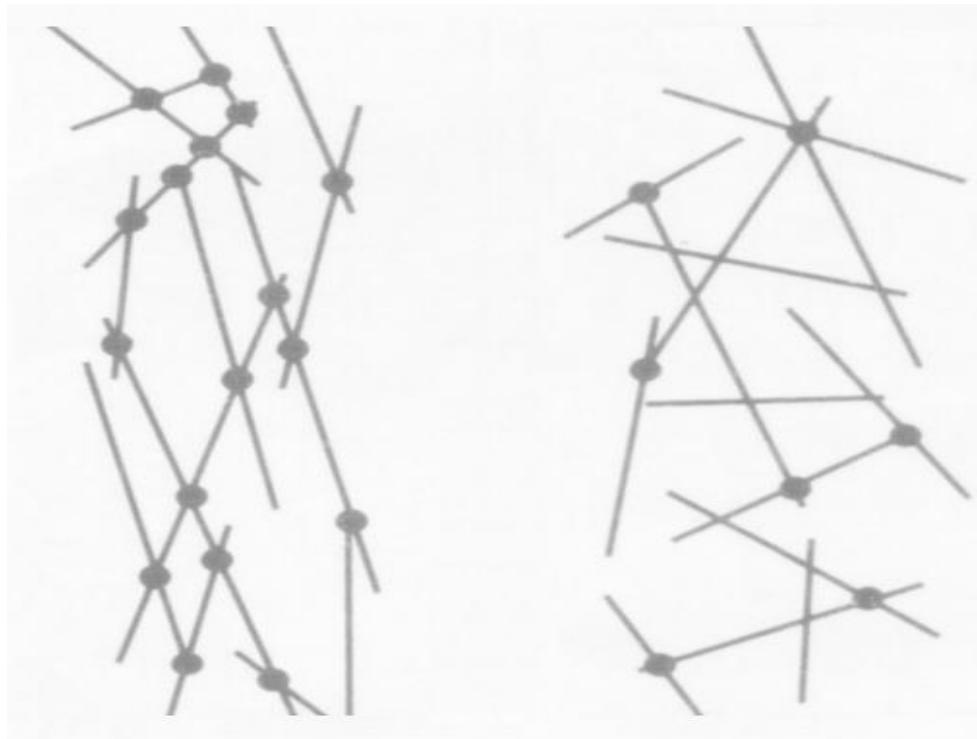


Figura 4.6.10 (FONTE: BTG)

“Creping”

Ação da crepagem sobre as ligações entre fibras



Antes da crepagem

Após a crepagem

Figura 4.6.01 (FONTE: “La hoja de papel tissue” - NALCO Colômbia)

Teoria do “creping”

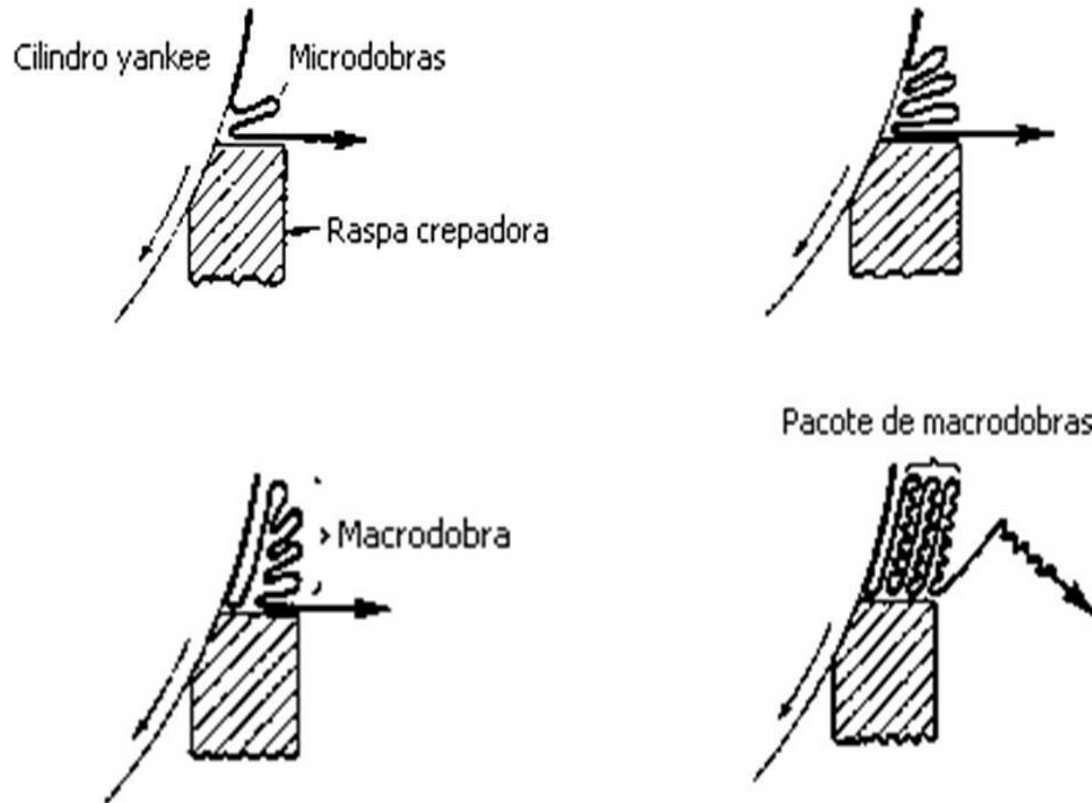
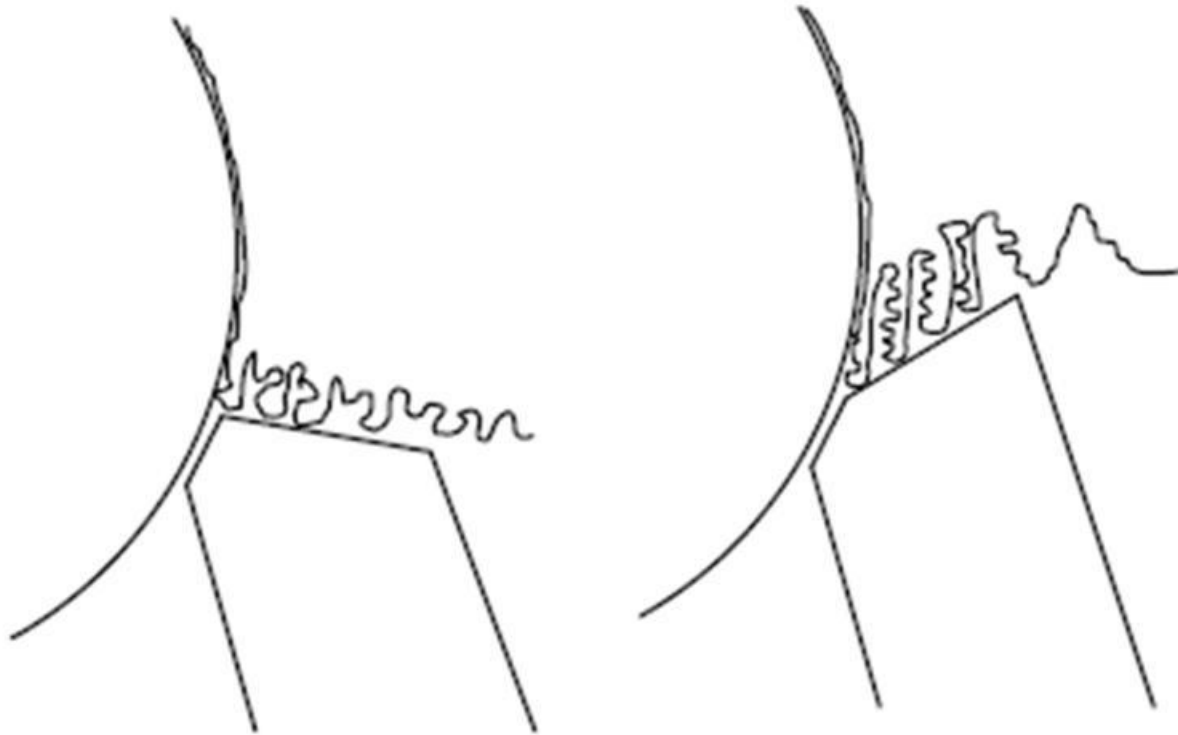


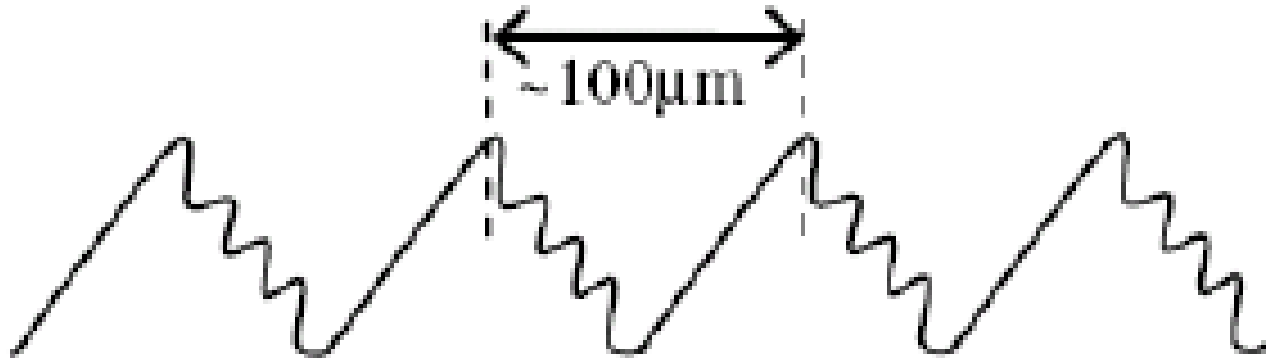
Figura 4.6.02 a 4.6.05 (FONTE: “La hoja de papel tissue” - NALCO Colômbia)

Ângulo do bolsão x “creping”



(FONTE: Karlstads Universitet)

Comprimento de onda do “creping”



(FONTE: Karlstads Universitet)

Ângulo do bolsão x “creping”

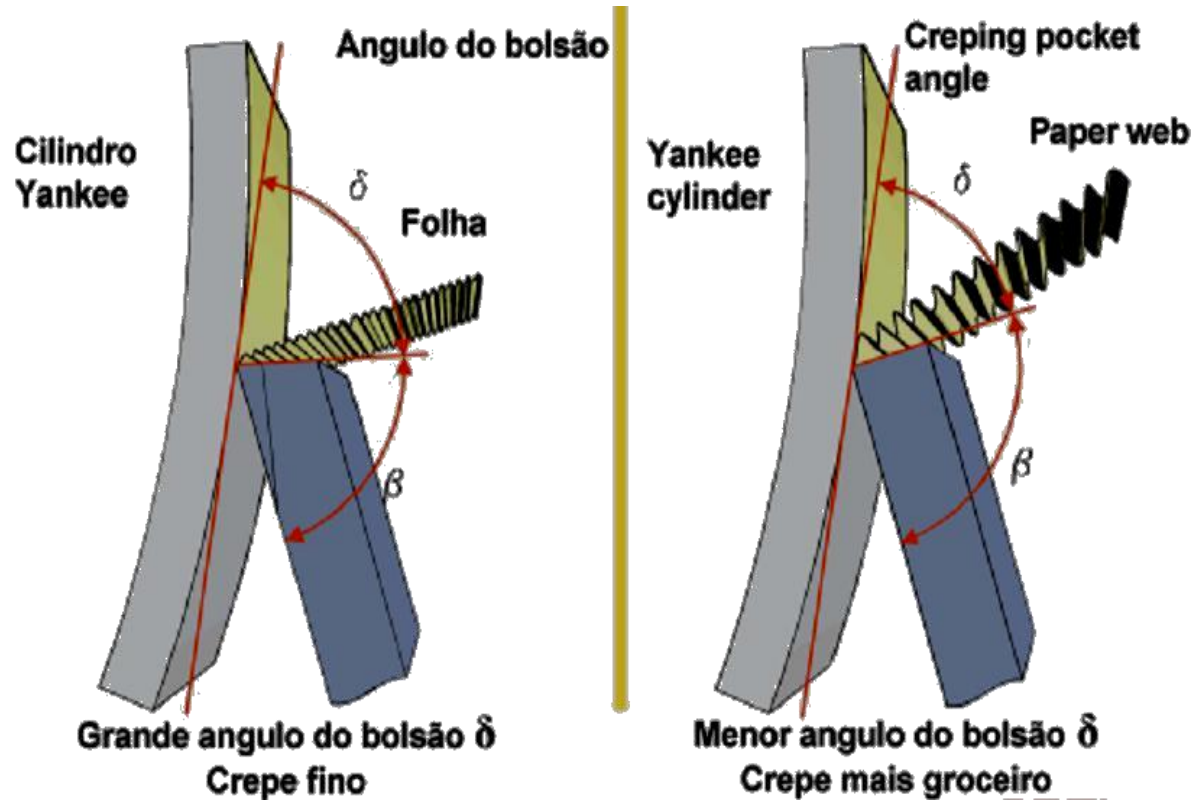
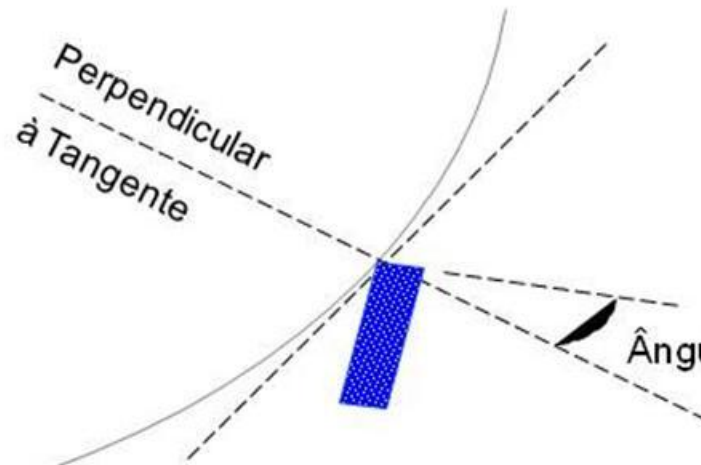
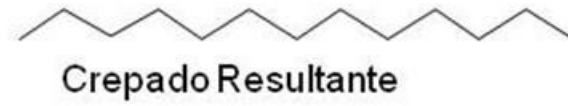
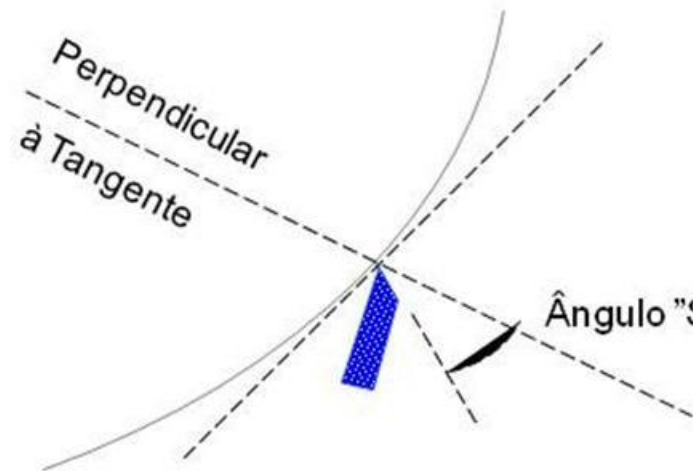


Figura 4.6.06 (FONTE: indeterminada)

Efeito do ângulo "Shelf"



(FONTE: Hercules)

Formação das micro e macrodobras

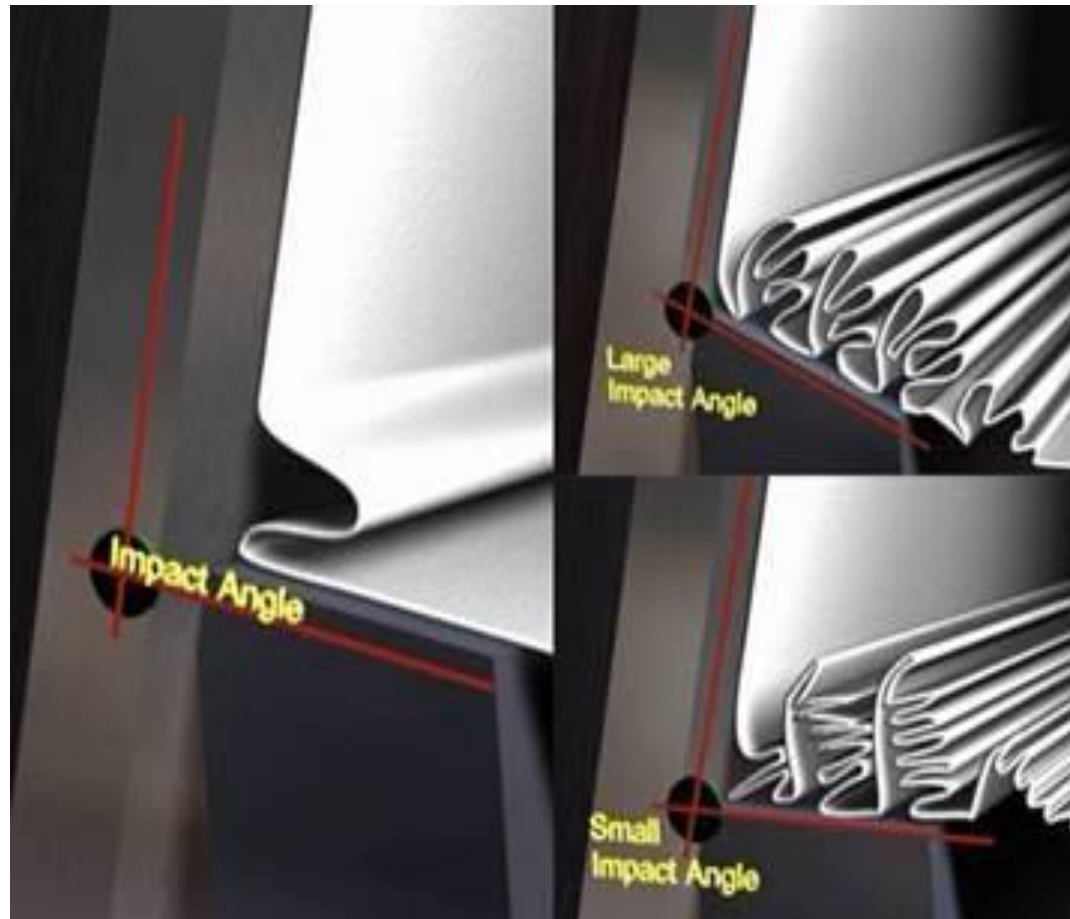


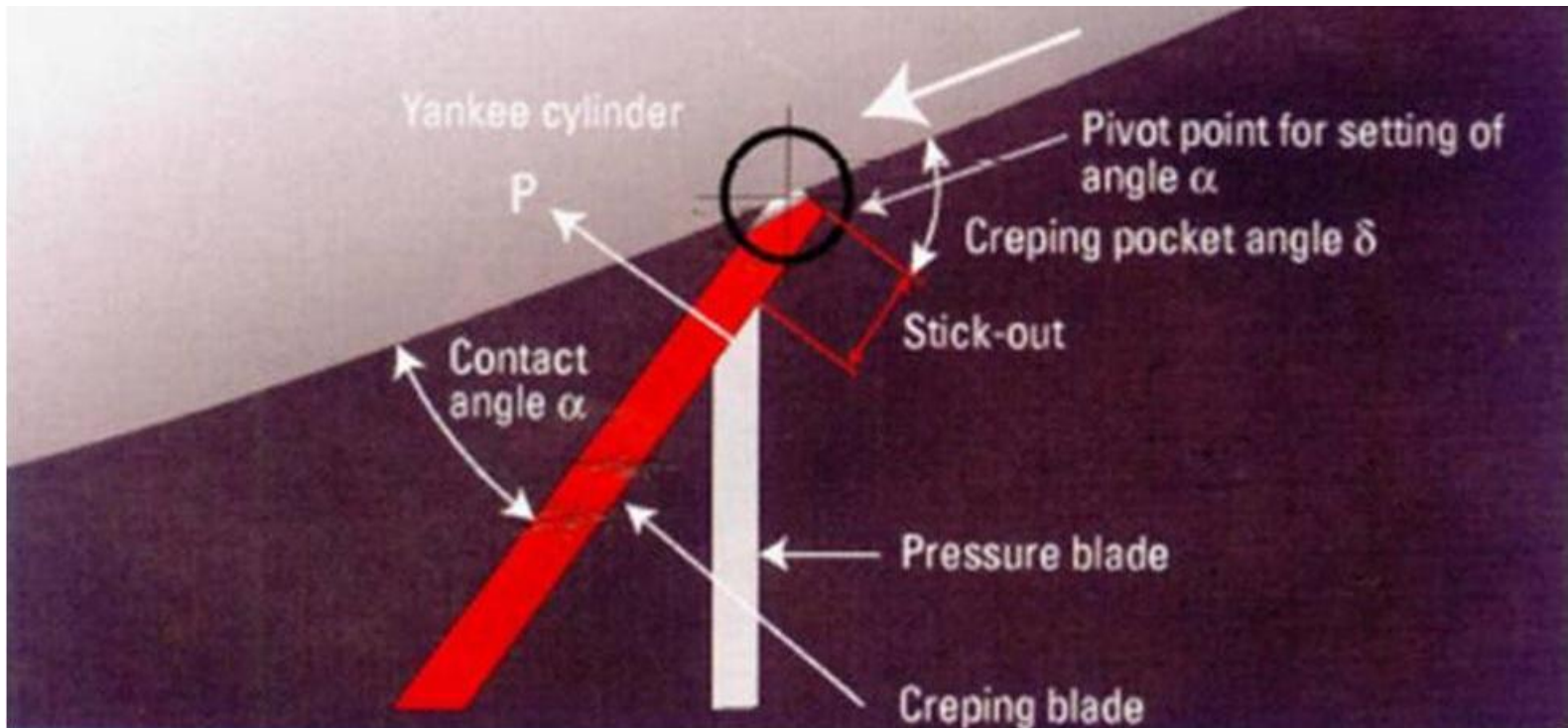
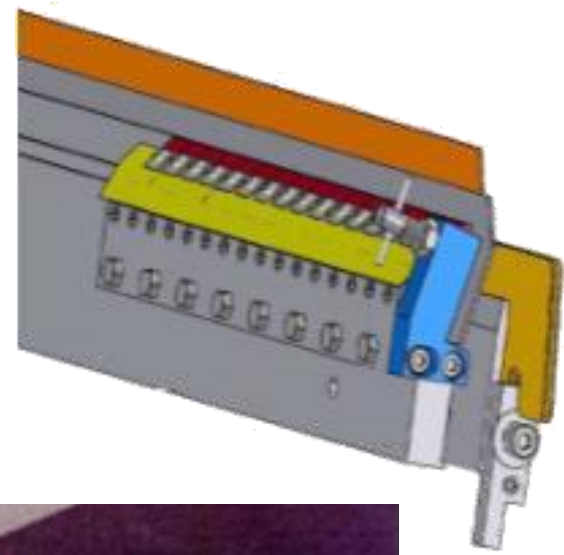
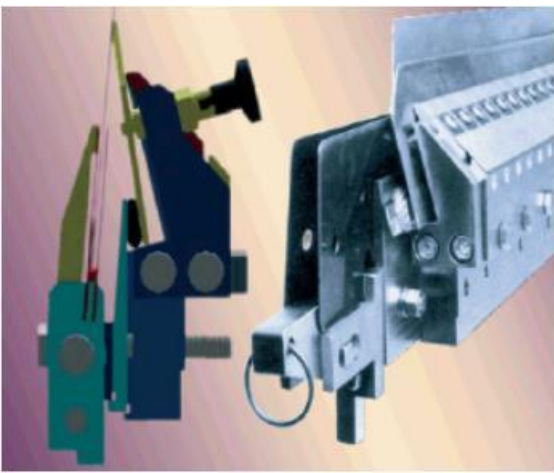
Figura 4.6.07 (FONTE: Hércules)

Foto do sistema de crepagem



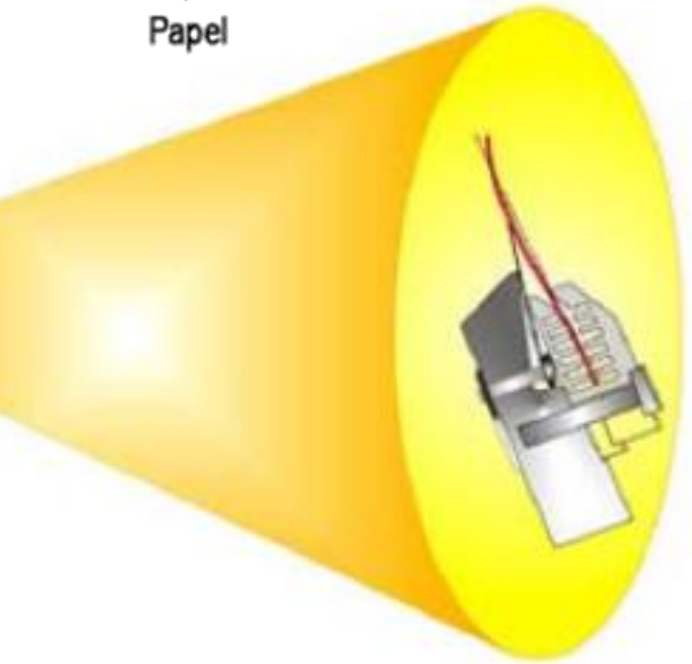
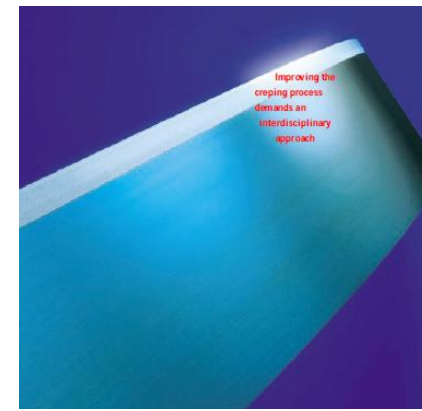
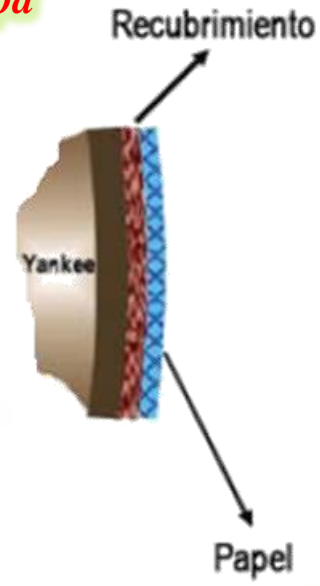
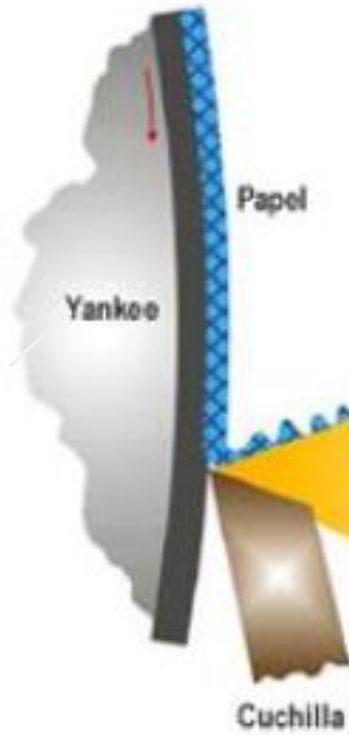
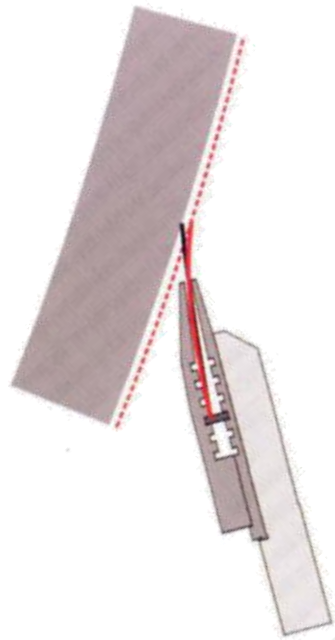
(FONTE: BTG)

Geometria da raspa



(FONTE: Tissue World / CBTI)

Deflexão da raspa



(FONTE: Instituto Politécnico Nacional – México)

Ação da adesão do cilindro

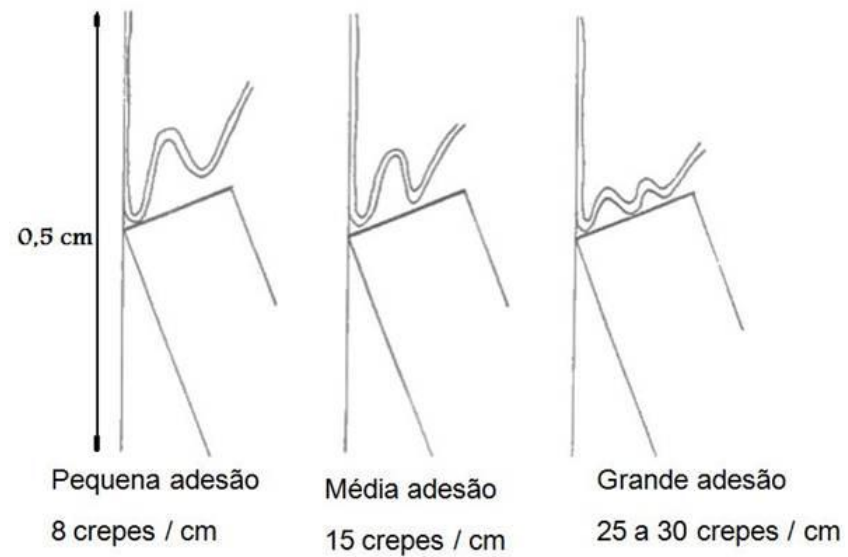


Figura 4.6.08 (FONTE: indeterminada)

Medição do crepe

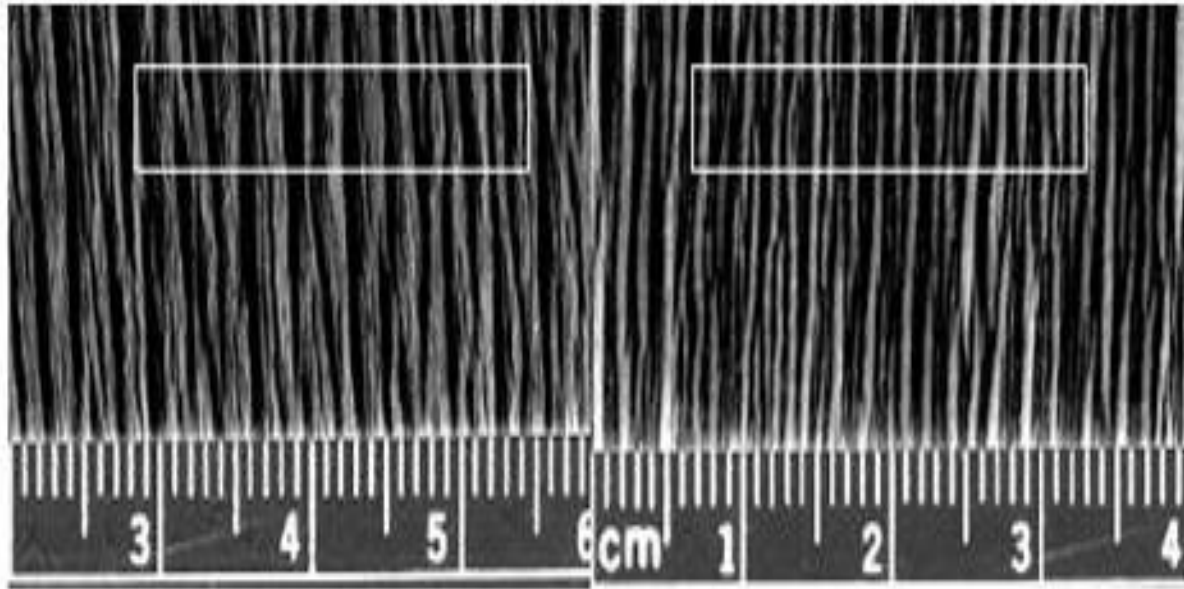


Figura 4.6.09 (FONTE: indeterminada)

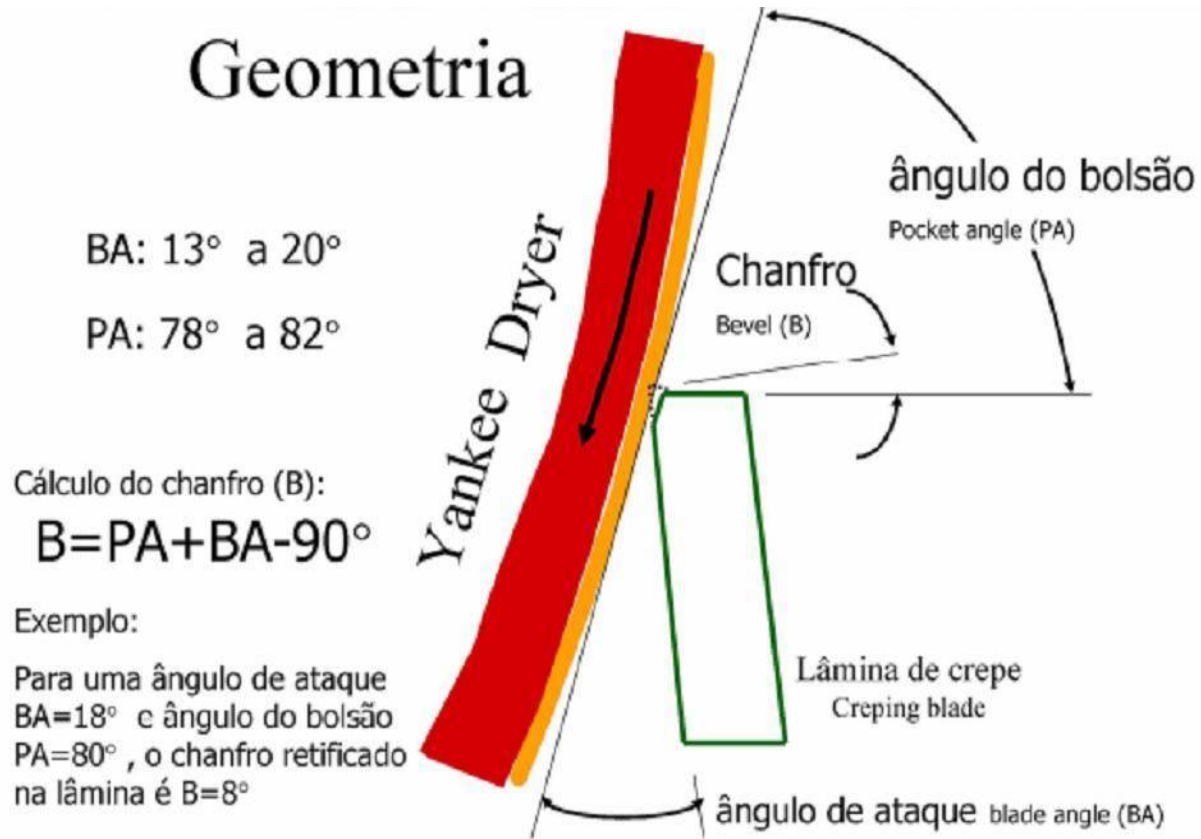


Figura 4.6.10 (FONTE: indeterminada)

Maciez x espessura x comprimento de onda

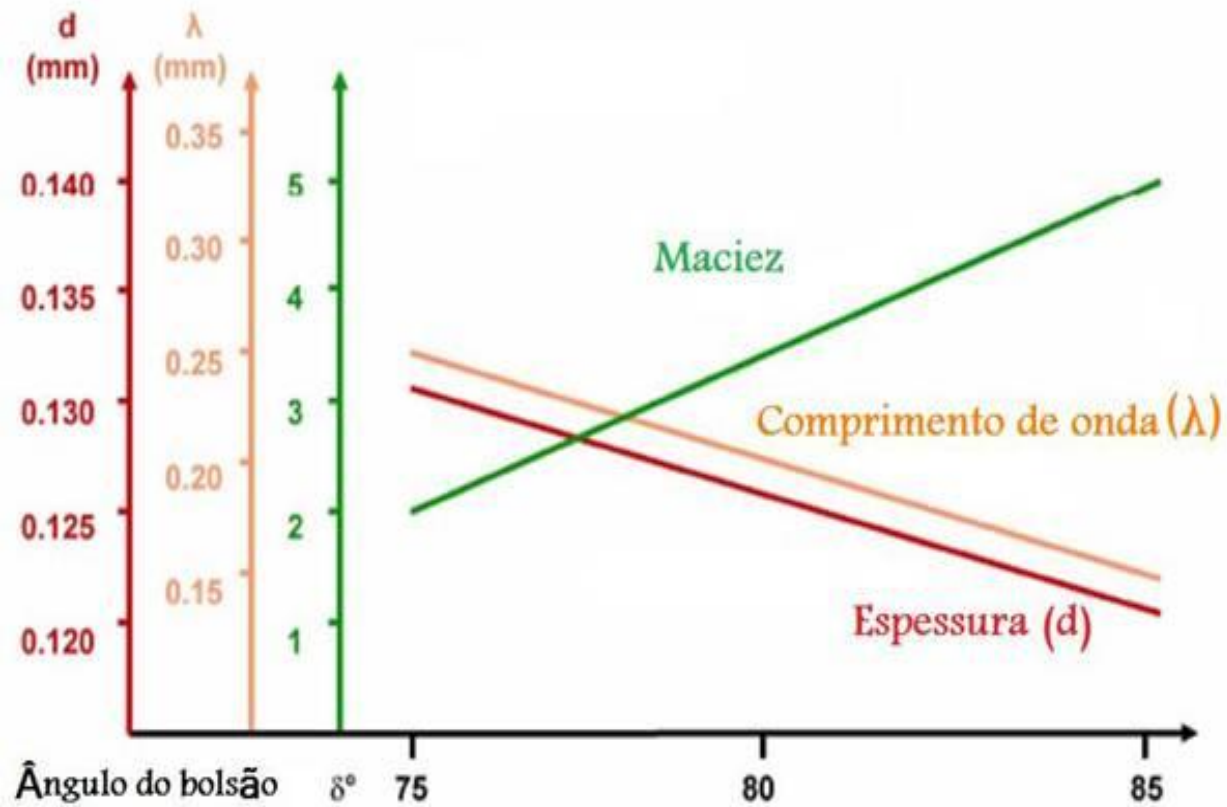
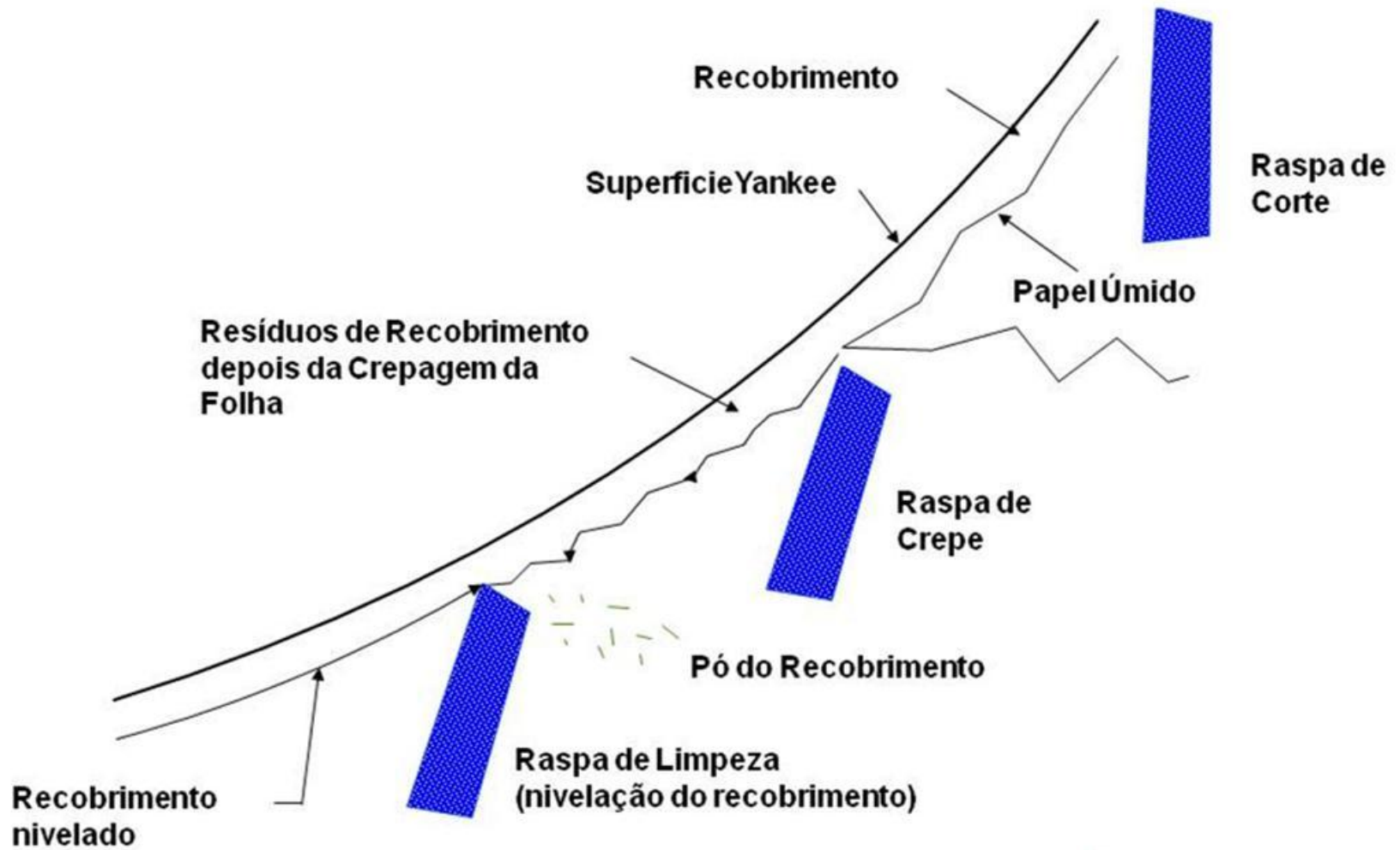


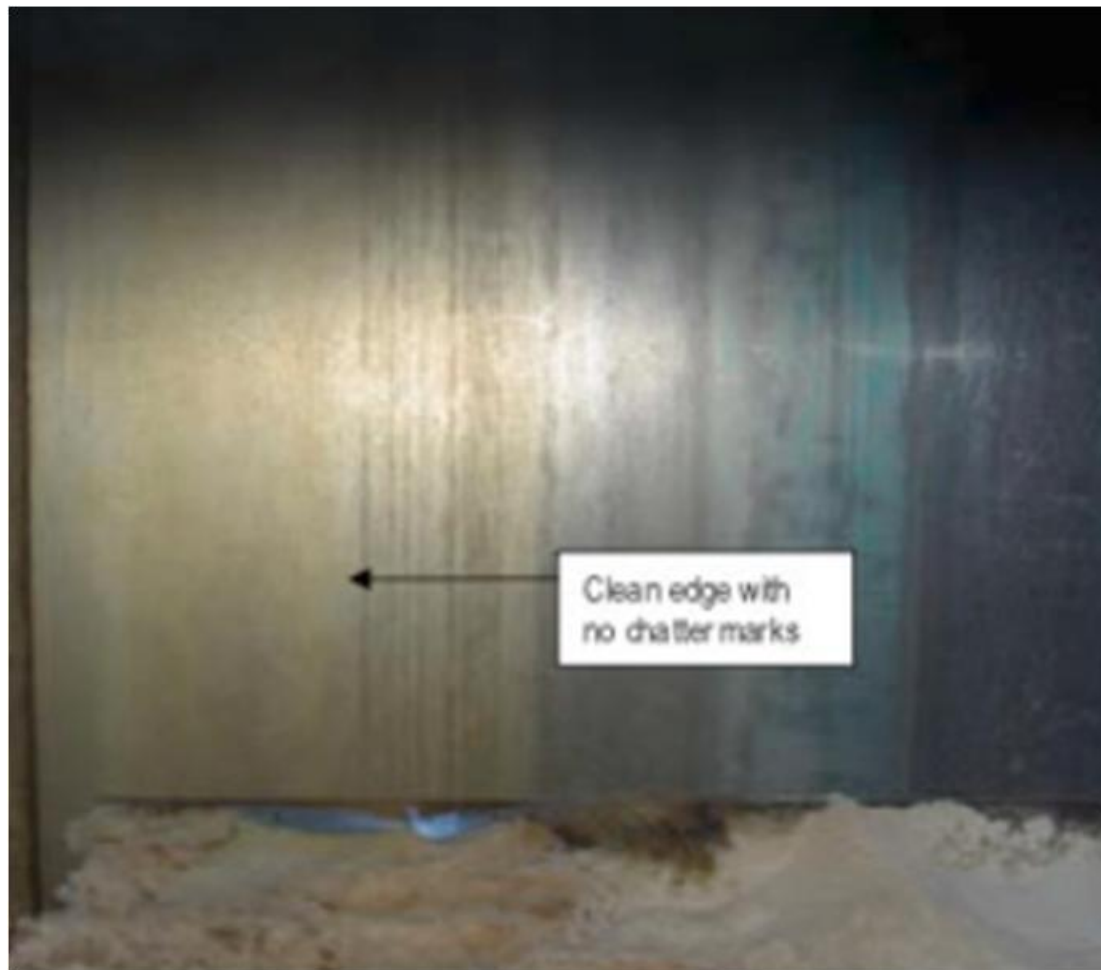
Figura 4.6.10 (FONTE: indeterminada)

Utilização da raspa de limpeza



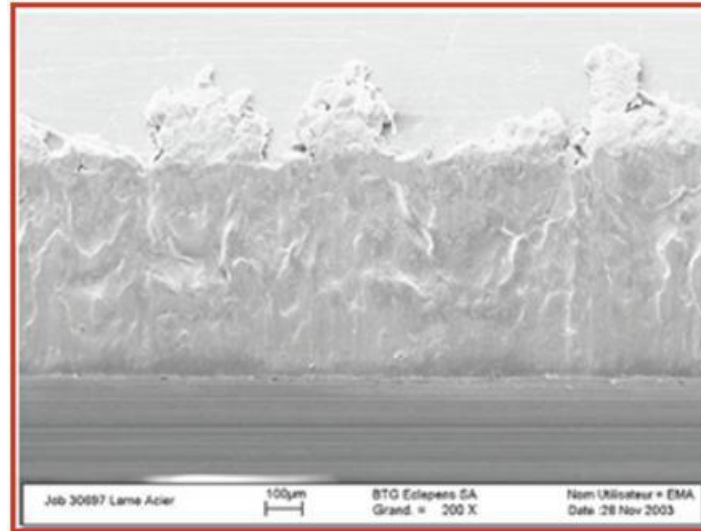
(FONTE: Hercules)

“Chatter marks”

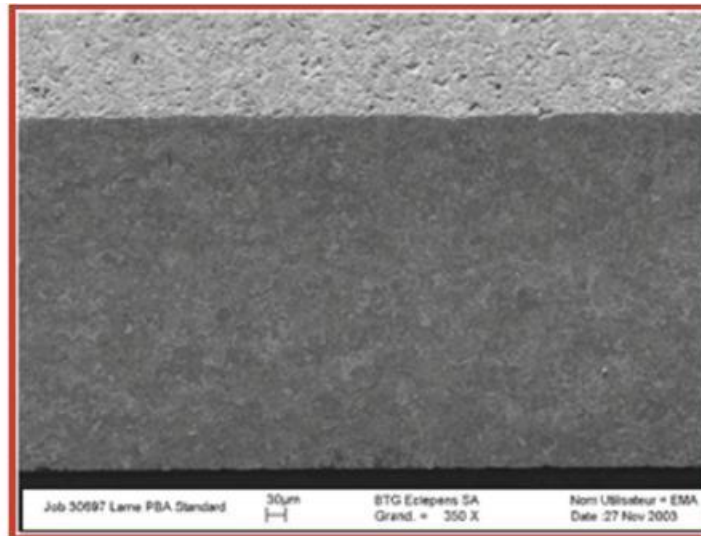


(FONTE: BTG)

Desgaste de raspas



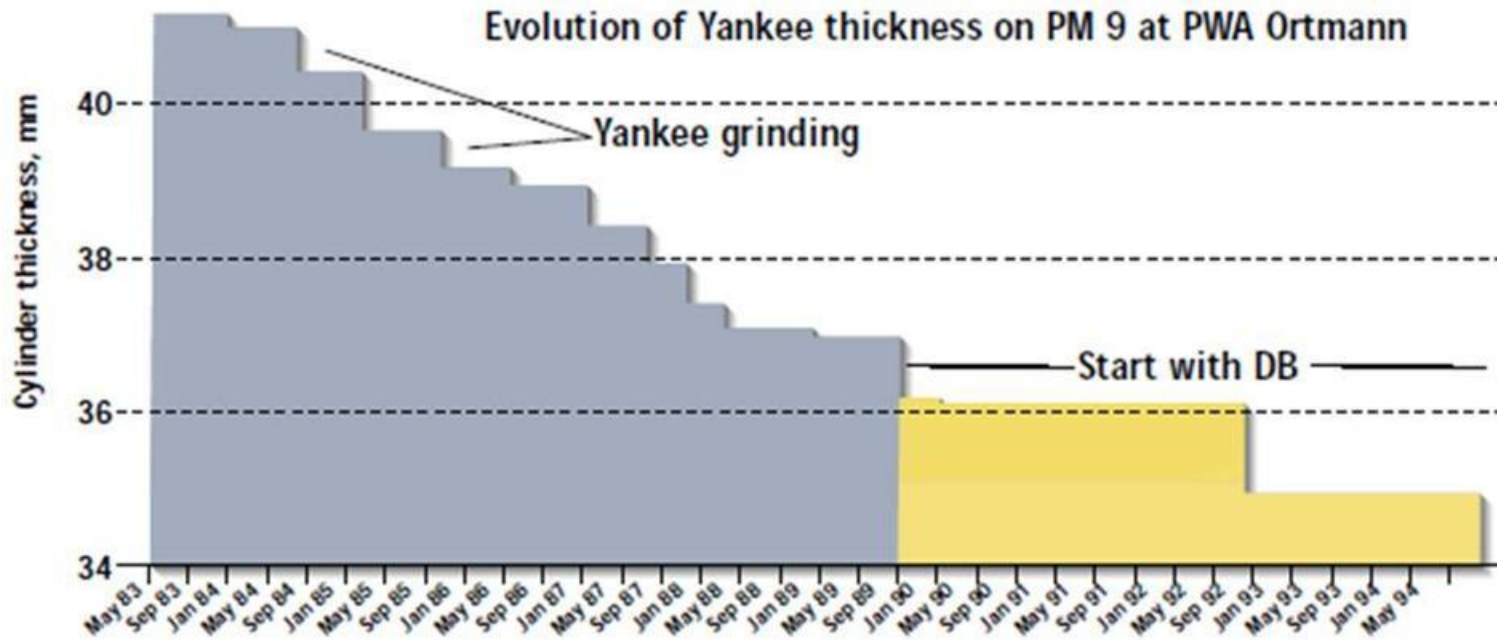
Raspa de aço



Raspa de cerâmica

(FONTE: BTG)

Exemplo de desgaste do cilindro "Yankee"



(FONTE: Papermaking Science and Technology)

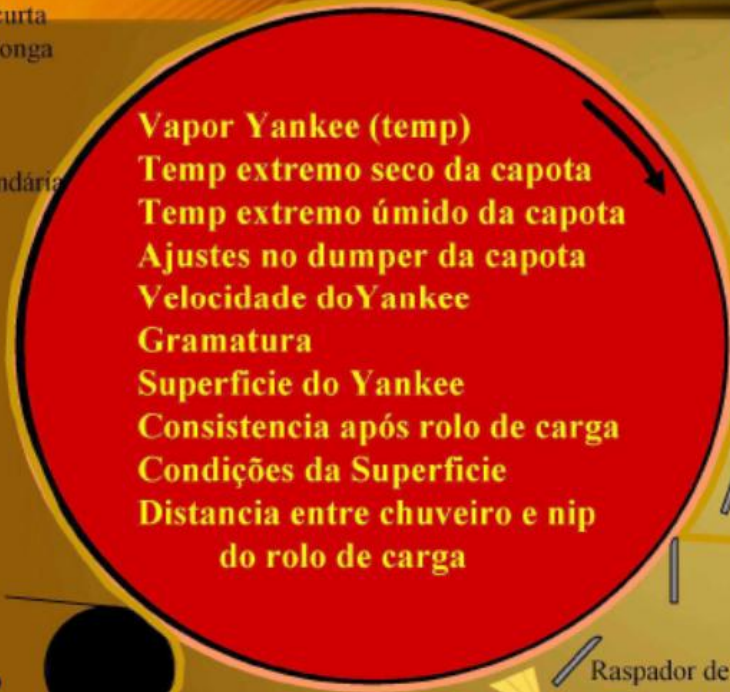
Variáveis do Crepe

Fiber Furnish:

- Fibra Virgem curta
- Fibra Virgem longa
- Eucalyptus
- Reciclado
- Destintado
- Boa fibra secundária
- Cinzas %
- Freeness
- Aditivos

Propriedade da folha:

- Gramatura na enroladeira
- Fator de crepe
- Umidade da folha. %



- Vapor Yankee (temp)
- Temp extremo seco da capota
- Temp extremo úmido da capota
- Ajustes no dumper da capota
- Velocidade do Yankee
- Gramatura
- Superfície do Yankee
- Consistência após rolo de carga
- Condições da Superfície
- Distancia entre chuveiro e nip do rolo de carga

Geometria do Crepe

- Porta lâminas <
- Chanfro lâmina <
- Angulo
- Stick out
- Espessura da lâmina
- Pressão Linear
- Lâmina de contra pressão
- Uniformidade da carga

Rolo de Pressão

- Uniformidade do nip carga
- Steam shower?
- Dureza do revestimento
- Condic. do feltro
- Nível de vácuo
- Desenho da furação

Raspador de Limpeza atuando ou não

Coating Shower

- Temperatura água
- Pressão água
- Fluxo do bico
- pH
- Dureza da água
- Condições do bico

- Uniformidade de cobertura
- Fluxo de adesivo
- Fluxo de release
- Coating Tg
- Tipo de Coating
- Mg/m² add on

CBTI

Final da máquina de papel:

captação de pó

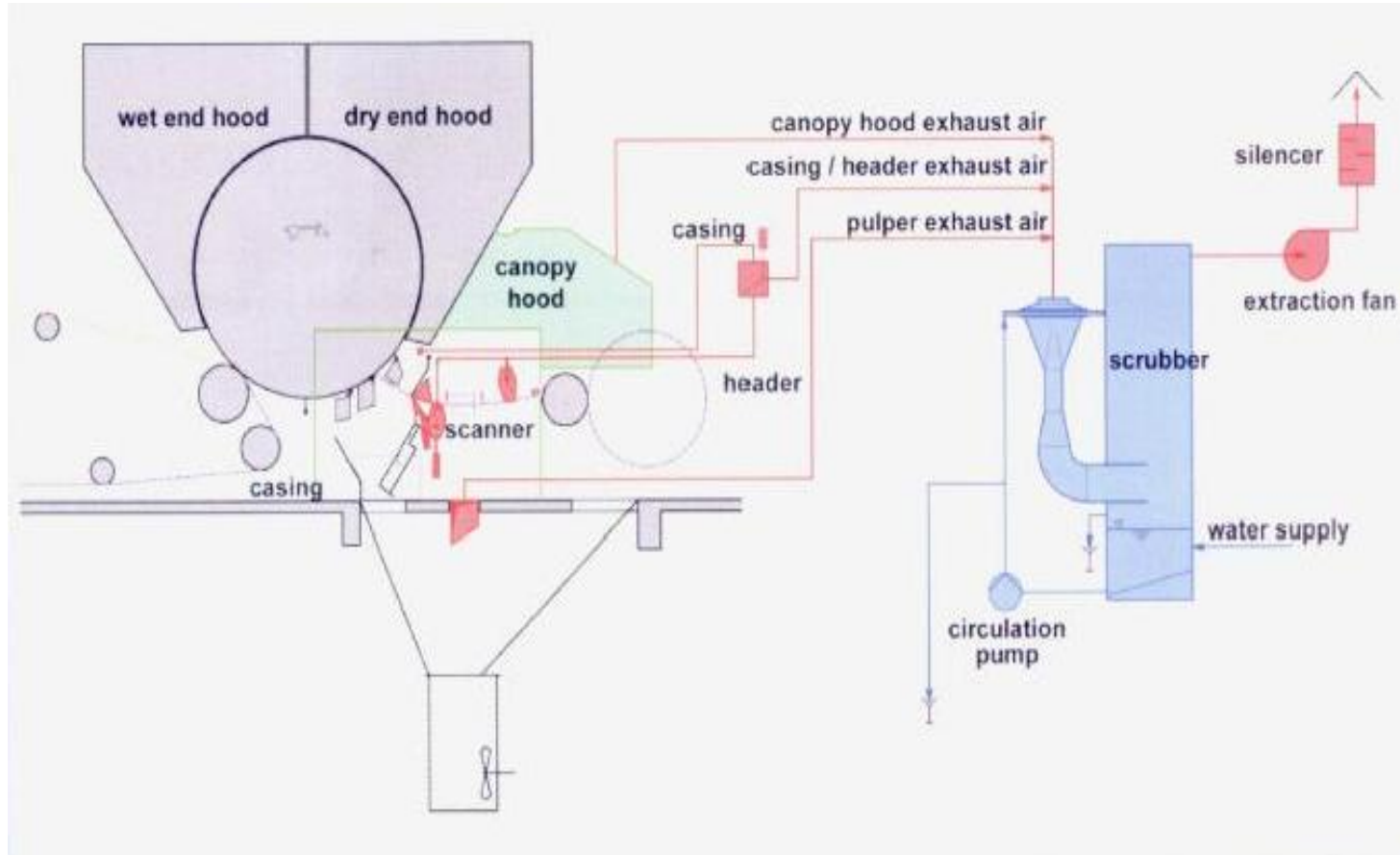


Figura 5.1.01 (FONTE: Tissue World)

*Final da máquina de papel:
captação de pó*

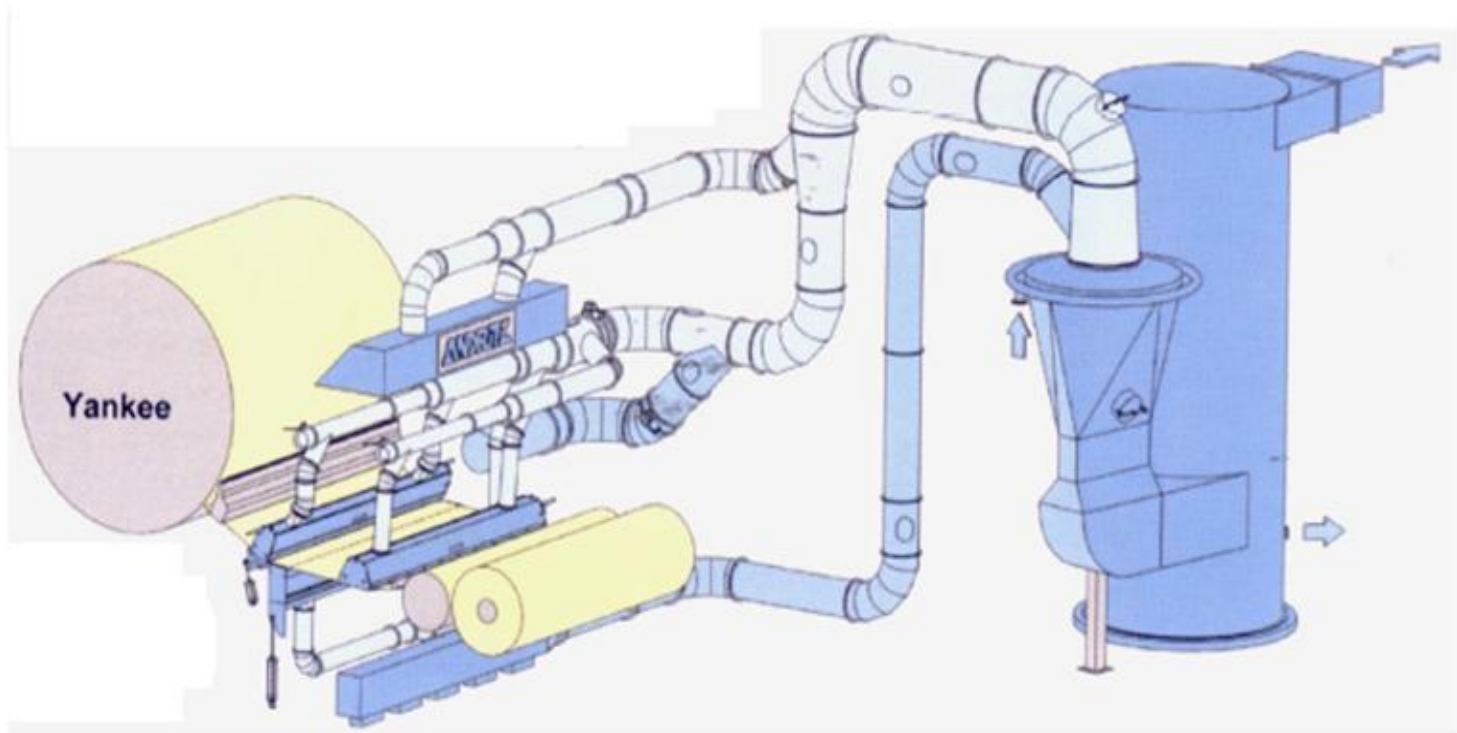


Figura 5.1.02 (FONTE: Tissue World)

Final da máquina de papel: enroladeira

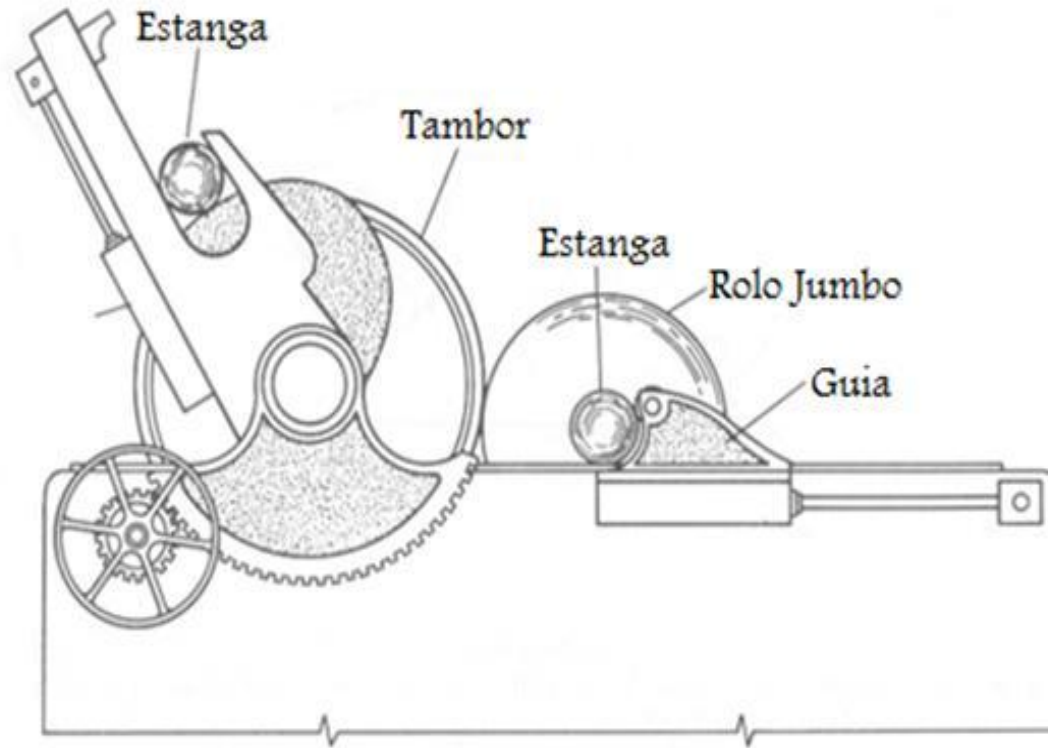


Figura 5.3.01 (FONTE: Curso básico de fabricação de papel – ABTCP)