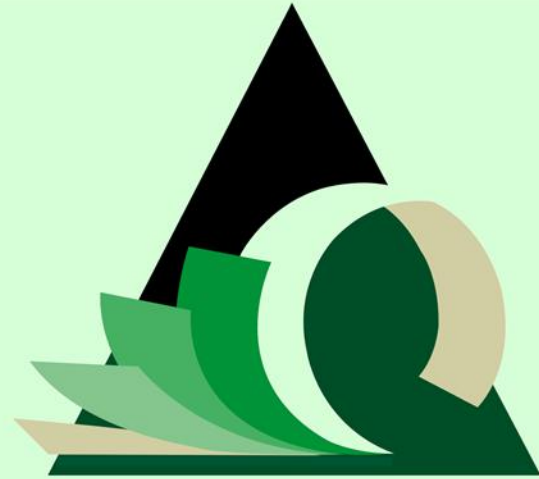


Curso básico sobre fabricação de papel tissue

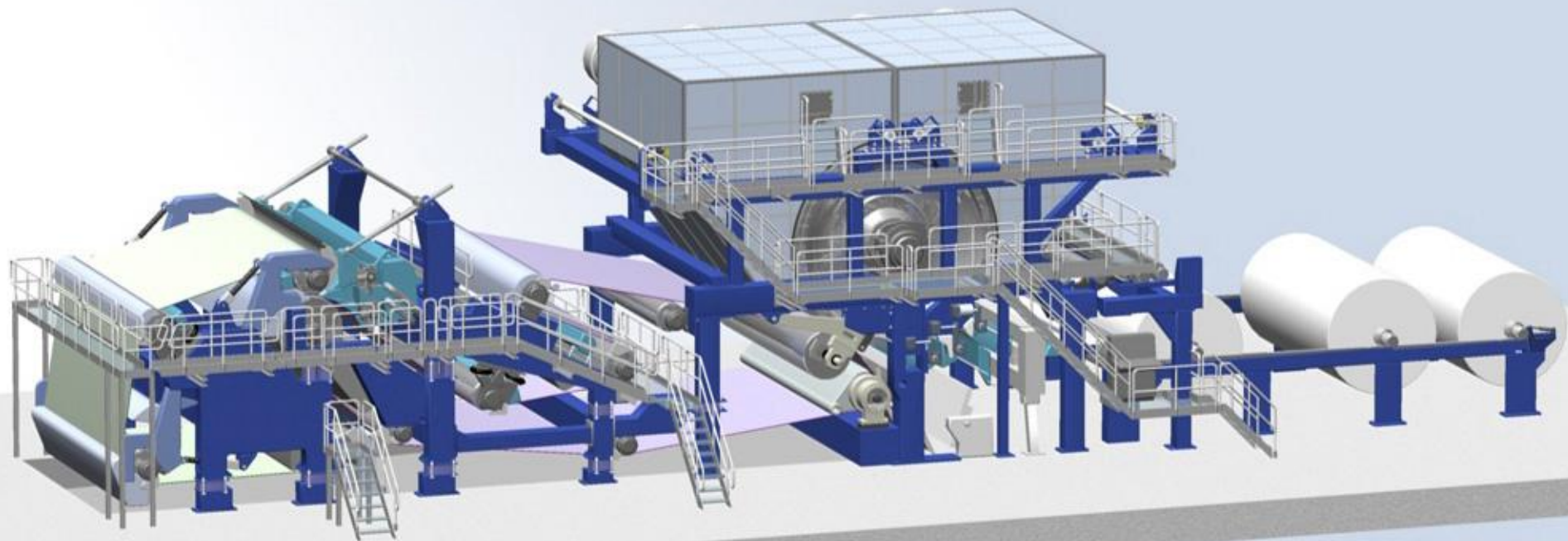


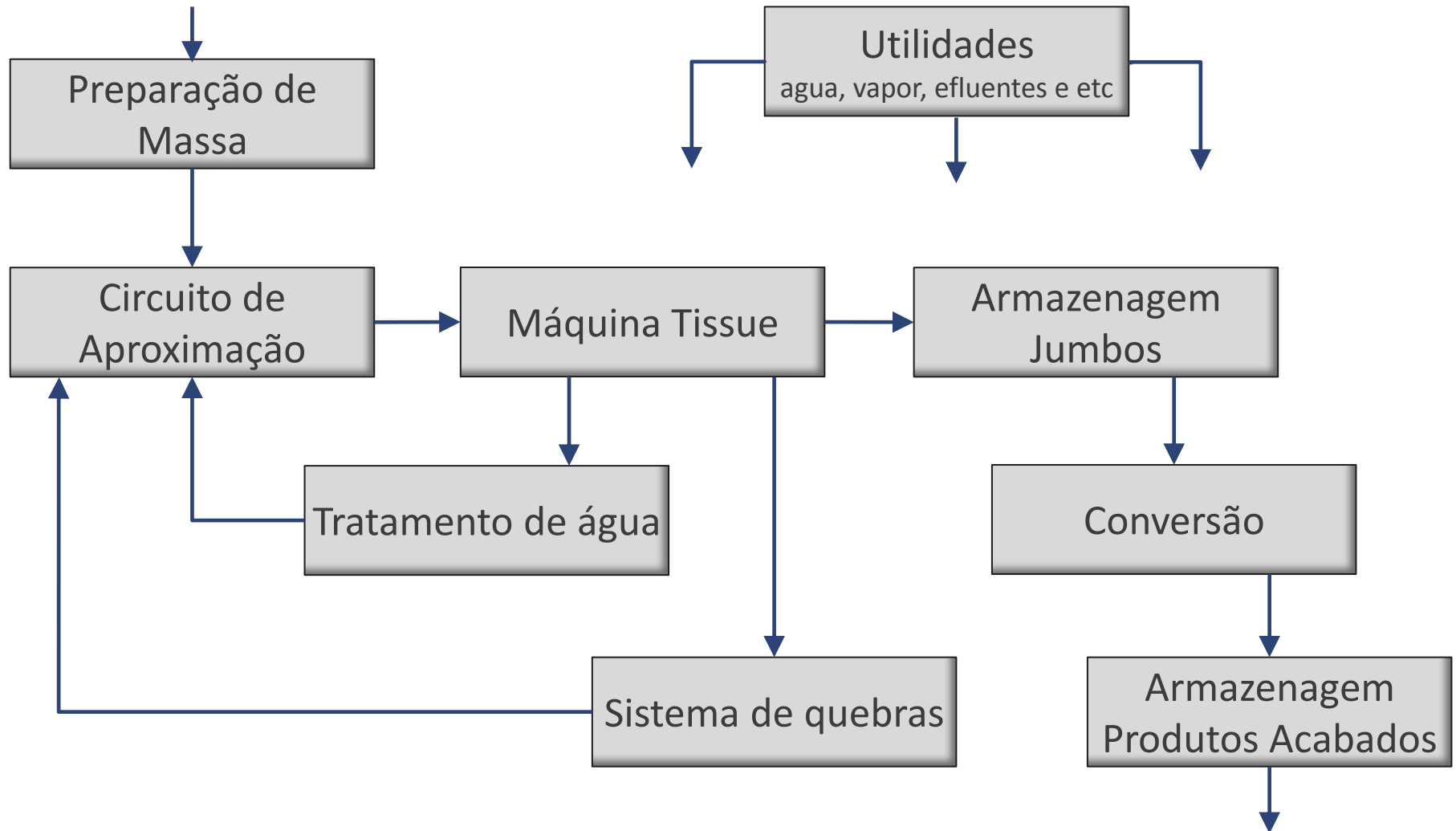
ABTCP

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

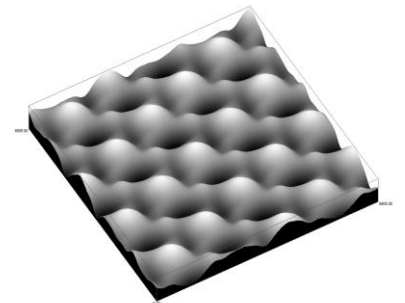
Carlos Gallo

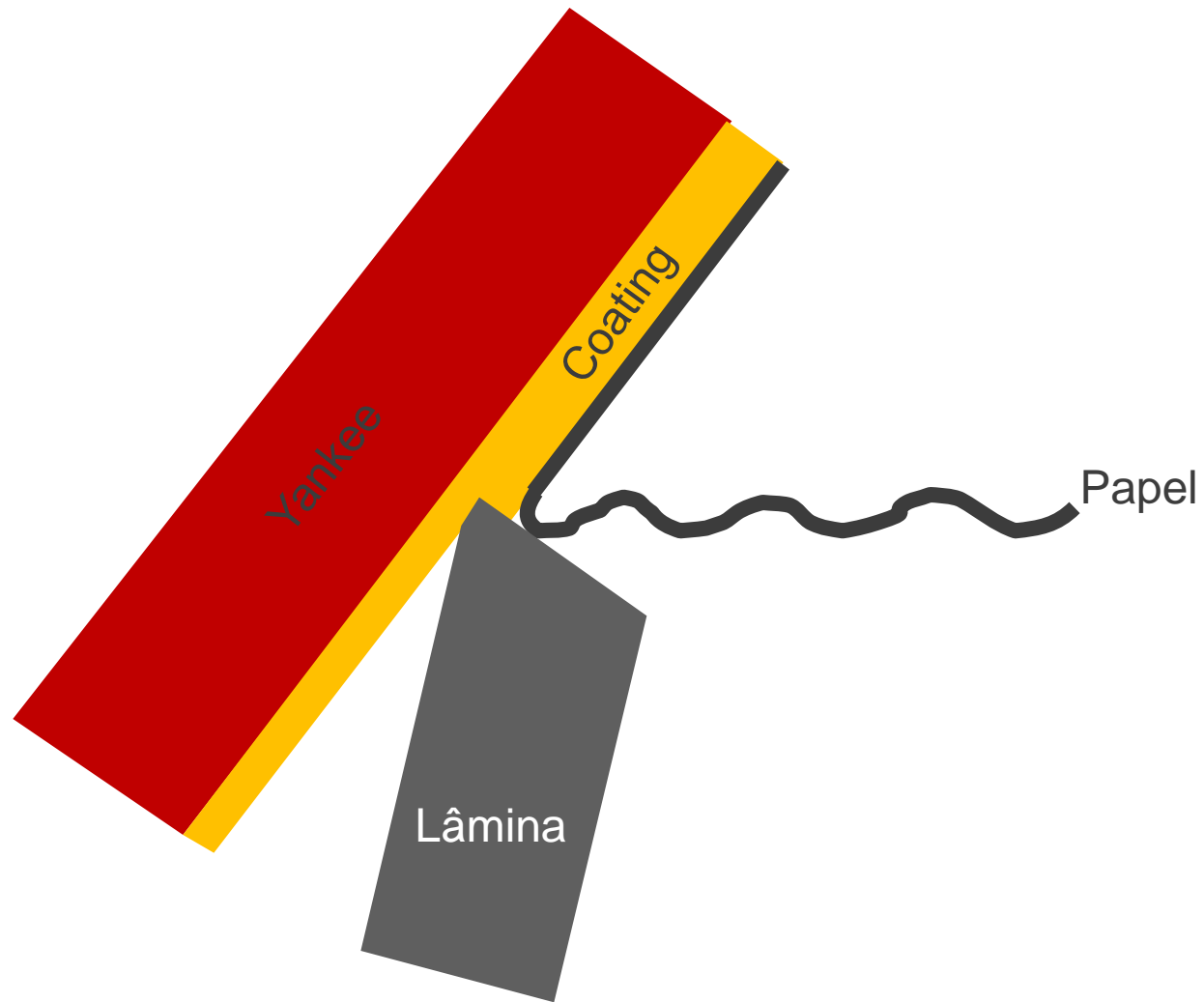
09-10 / 09 / 2014





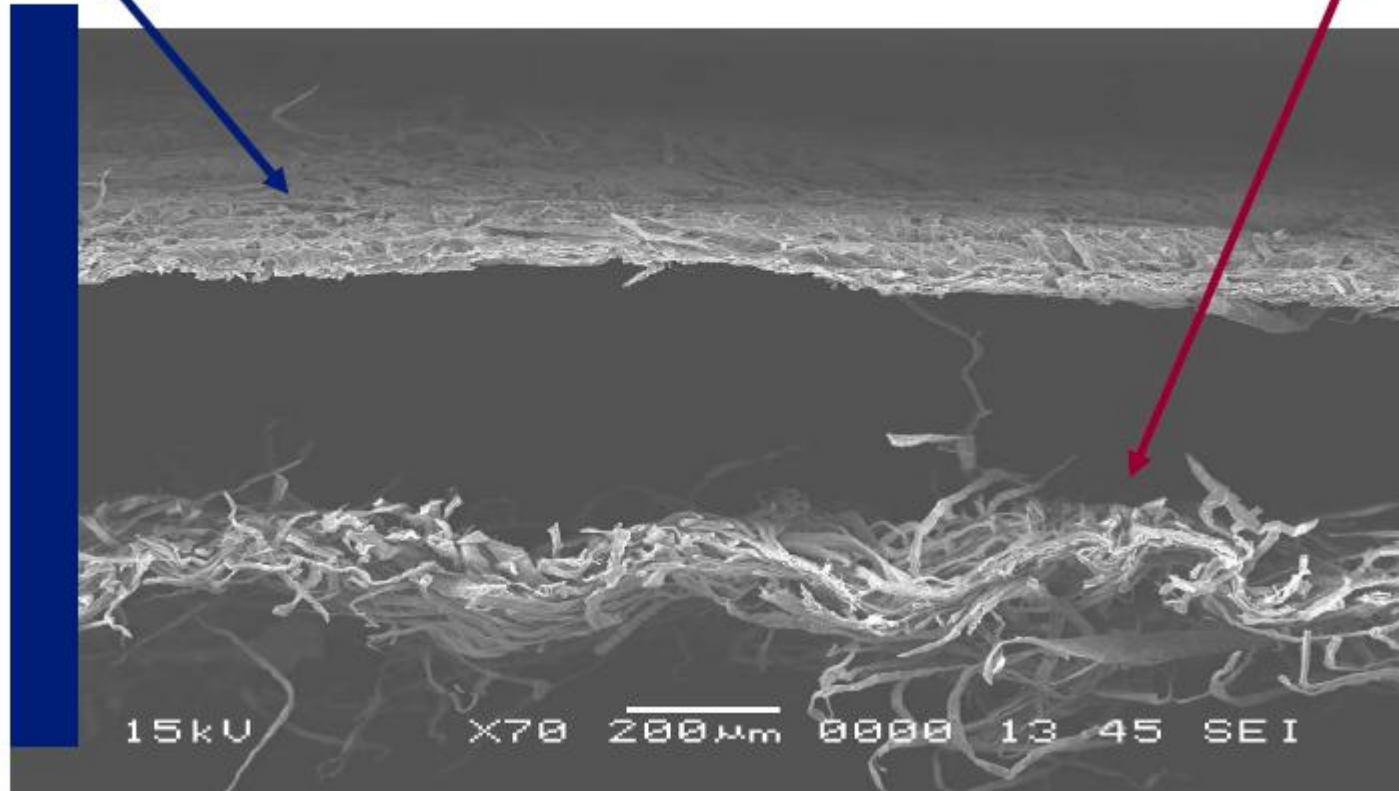
- Papéis de baixa gramatura.
 - Folhas entre 10 a 40 g/m².
 - Produto final formado de 1 até 5 folhas.
- Macios, Flexíveis, com capacidade de absorção
- 99% ou mais da produção/consumo tem uso direcionado para a higiene pessoal e limpeza.
- Tem característica de ser “crepado”
- Papéis premium podem ser “texturizados”
- Produto final pode passar por um processo de “gofragem”



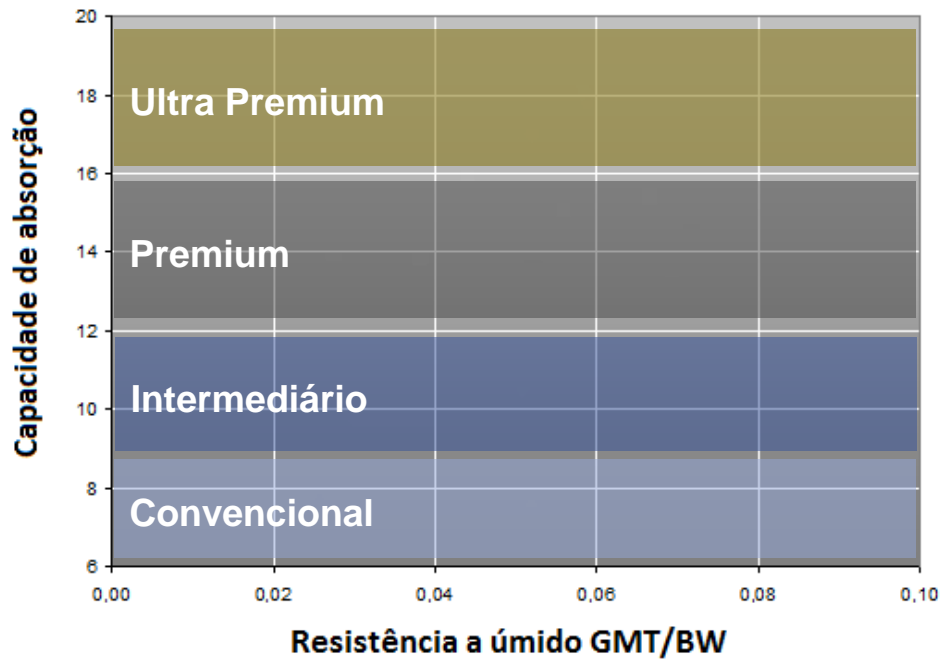


Dry Crepe

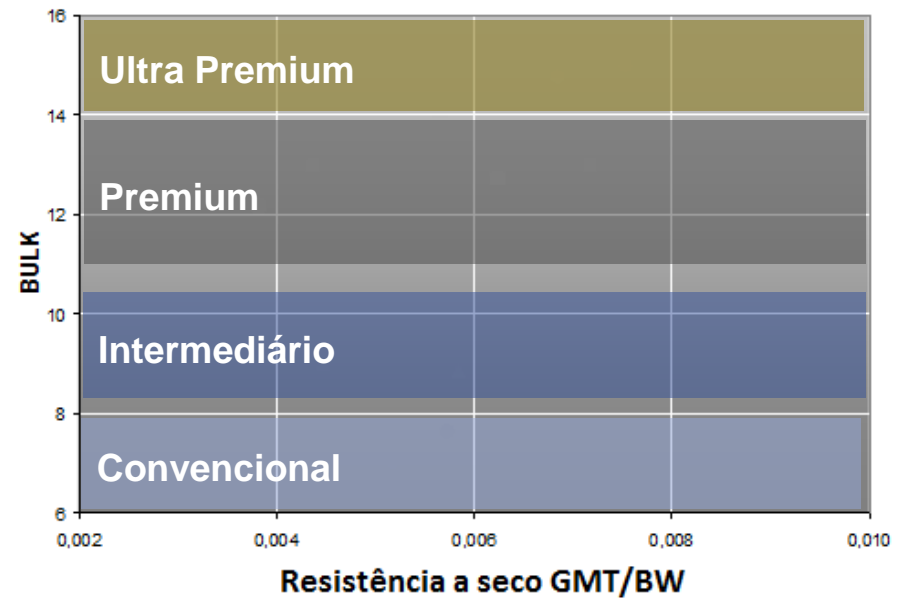
PREMIUM
Estruturado



Toalha



Higiênico



Os produtos em geral são divididos em categorias de negócios, sendo:

- Consumer Branded – esta categoria inclui os produtos com marcas conhecidas pelo consumidor, como: Neve, Personal, Sublime e tantas outras.
- Consumer Private Label – esta categoria inclui os produtos fornecidos por grandes distribuidores/supermercados, como Walmart, Extra e outros.
- Institucional (Away From Home) – papel utilizado em dispensers em restaurantes, bares, rodoviárias e outros locais públicos.

Algumas propriedades importantes do papel tissue:

- Gramatura
- Espessura
- Volume (Bulk)
- Suavidade estrutural (softness)
- Suavidade superficial (handfeel)
- Resistência MD/CD, a úmido, a seco
- Capacidade de absorção
- Velocidade de absorção
- Alvura

Papel	Propriedades
Higiênico	<ul style="list-style-type: none">• Espessura e bulk• Suavidade estrutural e superficial (handfeel)• Resistência a seco
Facial	<ul style="list-style-type: none">• Suavidade estrutural e superficial (handfeel)• Resistência a úmido e seco
Toalha	<ul style="list-style-type: none">• Espessura e bulk• Capacidade de absorção• Velocidade de absorção• Resistência a úmido
Guardanapo	<ul style="list-style-type: none">• Espessura e bulk• Capacidade de absorção• Resistência a úmido

As propriedades do papel são influenciadas pelo tipo de matéria-prima utilizada. A matéria-prima pode ser categorizada de diferentes formas, sendo as mais importantes para o Tissue:

- Tipo da madeira/fibra – pinus, eucalipto e etc, e conseqüentemente fibra longa ou curta.
- Processo utilizado na produção da matéria-prima – celulose sulfato ou sulfito, pasta mecânica, CTMP e etc.
- Ciclo de vida da fibra, ou seja se é fibra virgem ou trata-se de fibra reciclada.

Existem muitas propriedades das fibras a serem consideradas quando da escolha da matéria prima, mas são estas algumas das Propriedades Morfológicas mais importantes para a fabricação de papel Tissue:

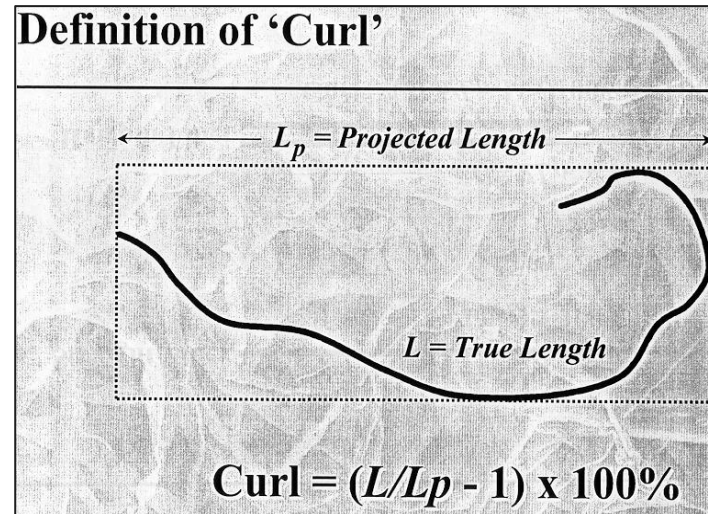
- Coarseness: é definido pelo índice PCI. Valores PCI baixos indicam fibras longas e delgadas e com paredes finas, com alto grau de flexibilidade, sendo as mais indicadas para papéis que requerem suavidade. Um valor baixo de PCI também indica um grande número de fibras para um dado peso de massa, resultando também em melhor formação e opacidade.

$$\text{PCI} = 100 \times \text{Peso da fibra (mg)} / \text{Comprimento da fibra (mm)}$$

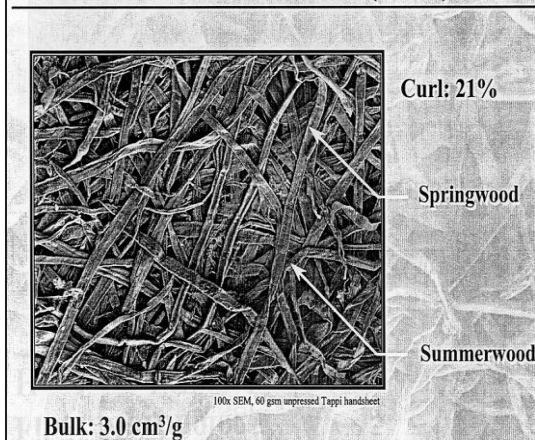
- Comprimento da fibra: a média quanto maior indica: maior resistência à tração, maior resistência ao rasgo, maior resistência a dobras, maior resistência a úmido, maior a densidade da folha
- Comprimento de ruptura: é definido como o comprimento de folha requerido para quebrar sob o seu próprio peso.
- Volume específico (bulk): impacta diretamente na espessura da folha e acaba tendo uma relação direta com o índice PCI
- Conteúdo de finos: alta quantidade reduz a resistência da folha, dificulta a drenagem e aumenta o consumo de químicos. Poucos finos também diminuem a resistência e prejudicam na aparência da folha.

Curl

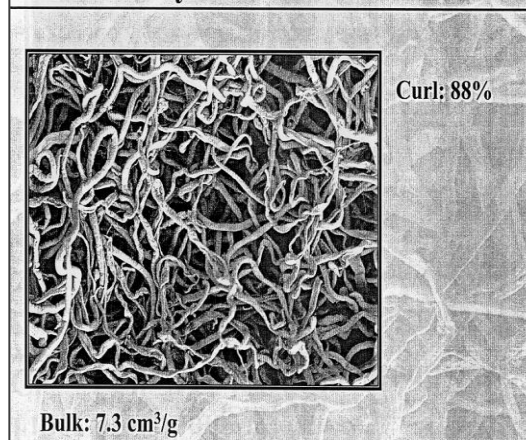
É o encanoamento da fibra. Este índice pode influenciar a resistência, maciez, bulk e absorção dos papéis Tissue.



Fiber Morphology - Northern Softwood Kraft (NSK)

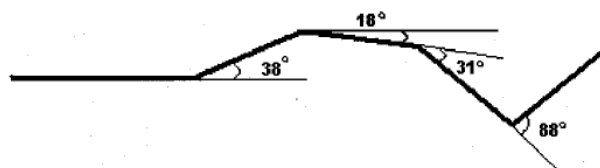


Fiber Morphology - Mechanically Treated Mercerized SSK



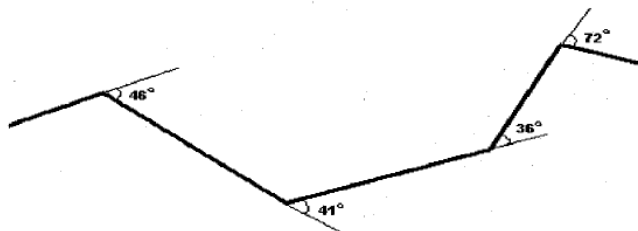
Kink

É a mudança abrupta da curvatura da fibra. Este índice também pode influenciar a resistência, maciez, bulk e absorção dos papéis Tissue.



Fiber 1:

Number of Fibers with \angle between 21 -45°, $N_{(21-45)}$ =
 Number of Fibers with \angle between 46 -90°, $N_{(46-90)}$ =
 Number of Fibers with \angle between 91 -180°, $N_{(91-180)}$ =
 L for fiber 1 = 3.2 mm



Fiber 2:

Number of Fibers with \angle between 21 -45°, $N_{(21-45)}$ =
 Number of Fibers with \angle between 46 -90°, $N_{(46-90)}$ =
 Number of Fibers with \angle between 91 -180°, $N_{(91-180)}$ =
 L for fiber 2 = 3.6 mm

$\text{Kink Index} = \frac{[2(4) + 3(3) + 4(0)]}{(3.2 + 3.6) \text{ mm}} = 2.50$ <p style="font-size: small; margin: 0;">(For the above fibers)</p>

A matéria prima influencia nas propriedades do papel. Tipos de fibras mais utilizadas:

- Fibras curtas: eucalipto, acácia, etc.
 - Boa formação
 - Suavidade e maciez estrutural e superficial (handfeel)
 - Volume (bulk)
- Fibras longas: pinus dos hemisférios Sul e Norte
 - Resistência
- CTMP
 - Absorção
- Papel Reciclado
 - depende de sua composição

Exemplos de receitas utilizadas em Papéis Tissue:

Papéis higiênicos

- 40% fibras longas / 60% fibras curtas
- 100% fibras curtas

Papéis faciais

- 50% fibras longas / 50% fibras curtas
- 30% fibras longas / 70% fibras curtas

Papéis toalha

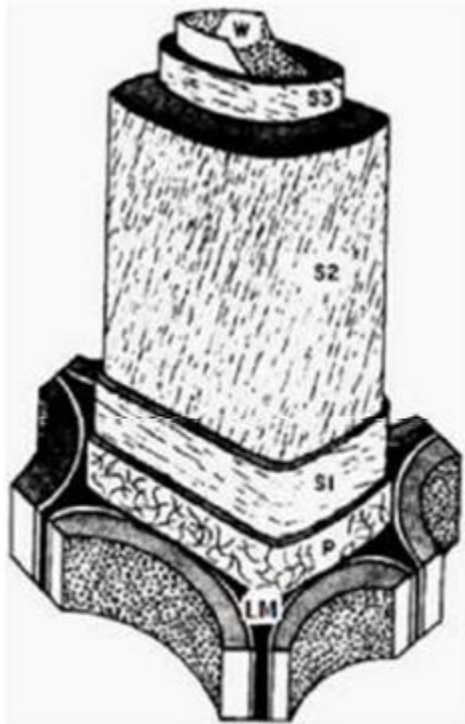
- 100% fibras longas
- 70% fibras longas / 30% CTMP
- 70% fibras longas / 30% fibras curtas

Guardanapos

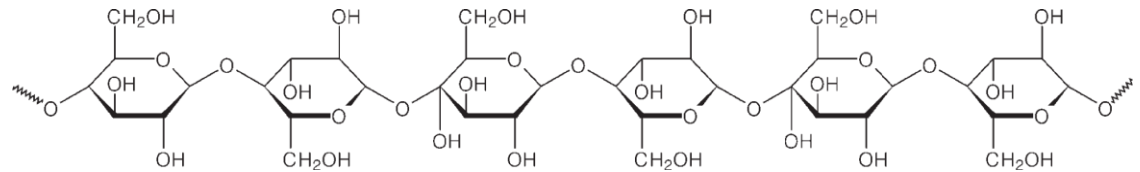
- 40% fibras longas / 60% fibras curtas
- 100% fibras longas

A massa celulósica proveniente dos sistemas de preparação de massa e circuito de aproximação deve estar controlada em relação aos diversos parâmetros que atendam as necessidades do produto:

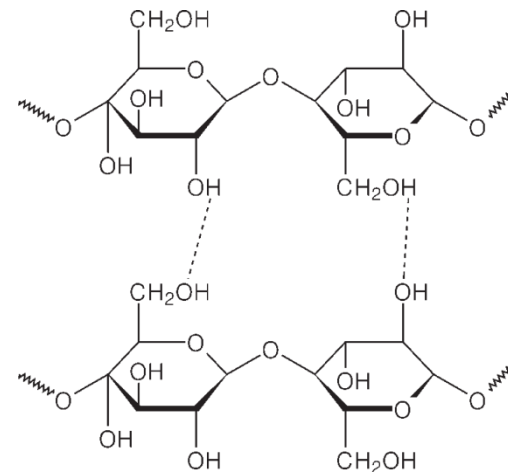
- Finos
- Cargas minerais
- Contaminantes
- Refinação
- Resistência
- Alvura
- PH
- Cargas
- Etc



exemplo de uma fibra e suas diversas camadas



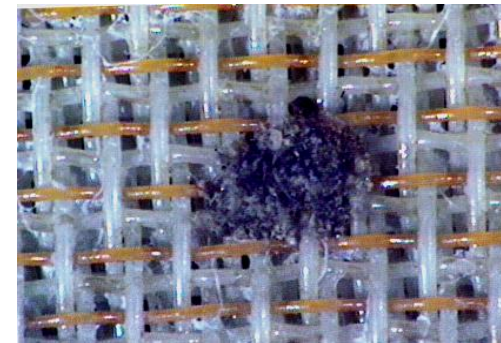
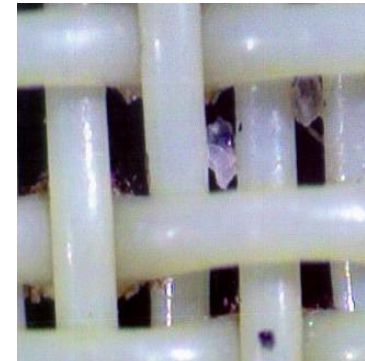
cadeia de celulose



ligações entre cadeias de celulose

Exemplos de contaminantes :

- Inorgânicos presentes na massa, como cargas minerais (cinzas)
- Adesivos “naturais” , Pitch, como resinas, breu, óleo
- Adesivos presentes principalmente em material reciclado, Stickies, como colas, Tintas, Corantes
- Outros, como metal, plástico, etc

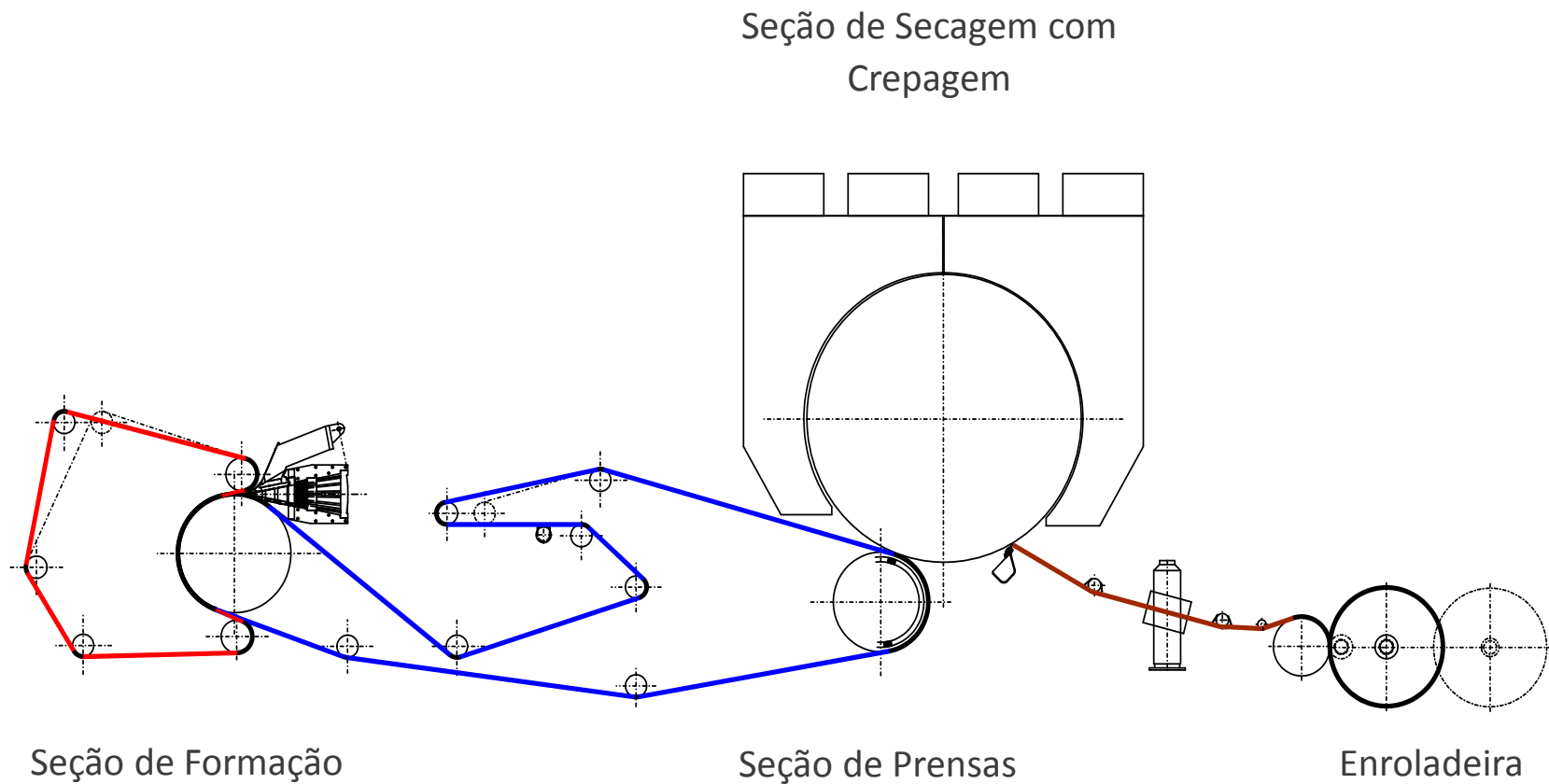


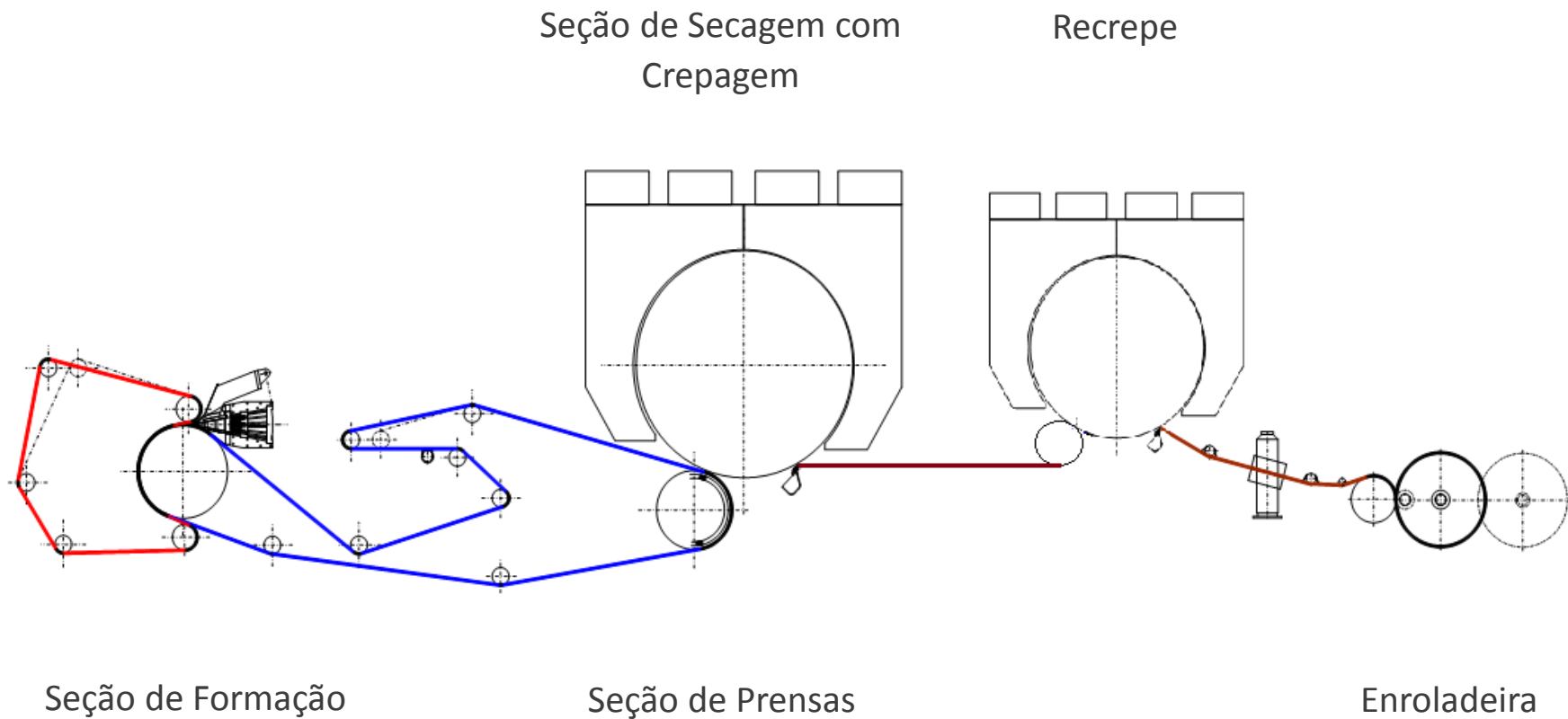
Químicos e Aditivos são adicionados à massa para ajustar os parâmetros de processo, exemplos:

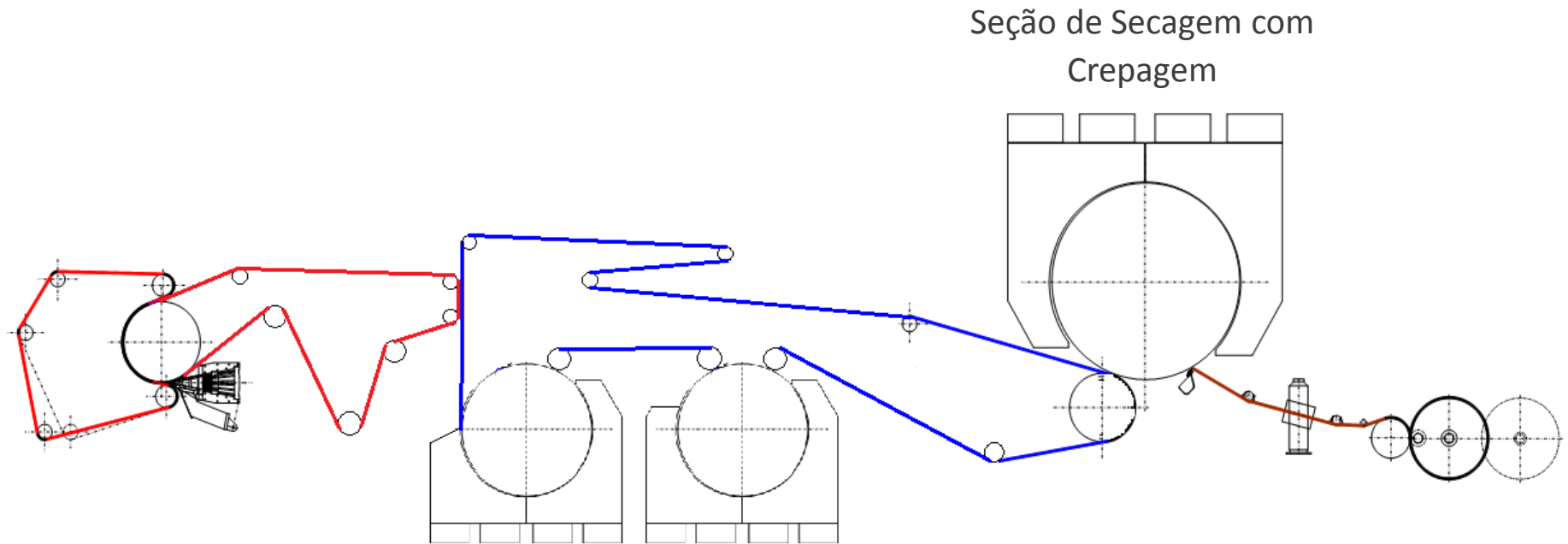
- Aditivos para resistência a seco e/ou úmido
- Debonders e Suavizantes
- Corantes
- Surfactantes
- Agentes de retenção
- Anti-espumantes
- Biocidas
- Controle de PH
- Etc

Processos de fabricação, como tipos de máquina, influenciam na qualidade do papel.

- Papel convencional:
 - Máquinas “Dry Crepe”
- Papel Premium:
 - Máquinas ATMOS (papel texturizado)
 - Máquinas TAD (papel texturizado)
 - Máquinas Wet Crepe
 - Máquinas ReCrepe
 - Outras







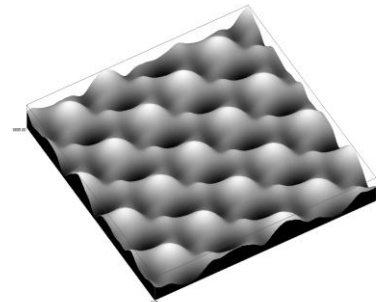
Seção de Formação

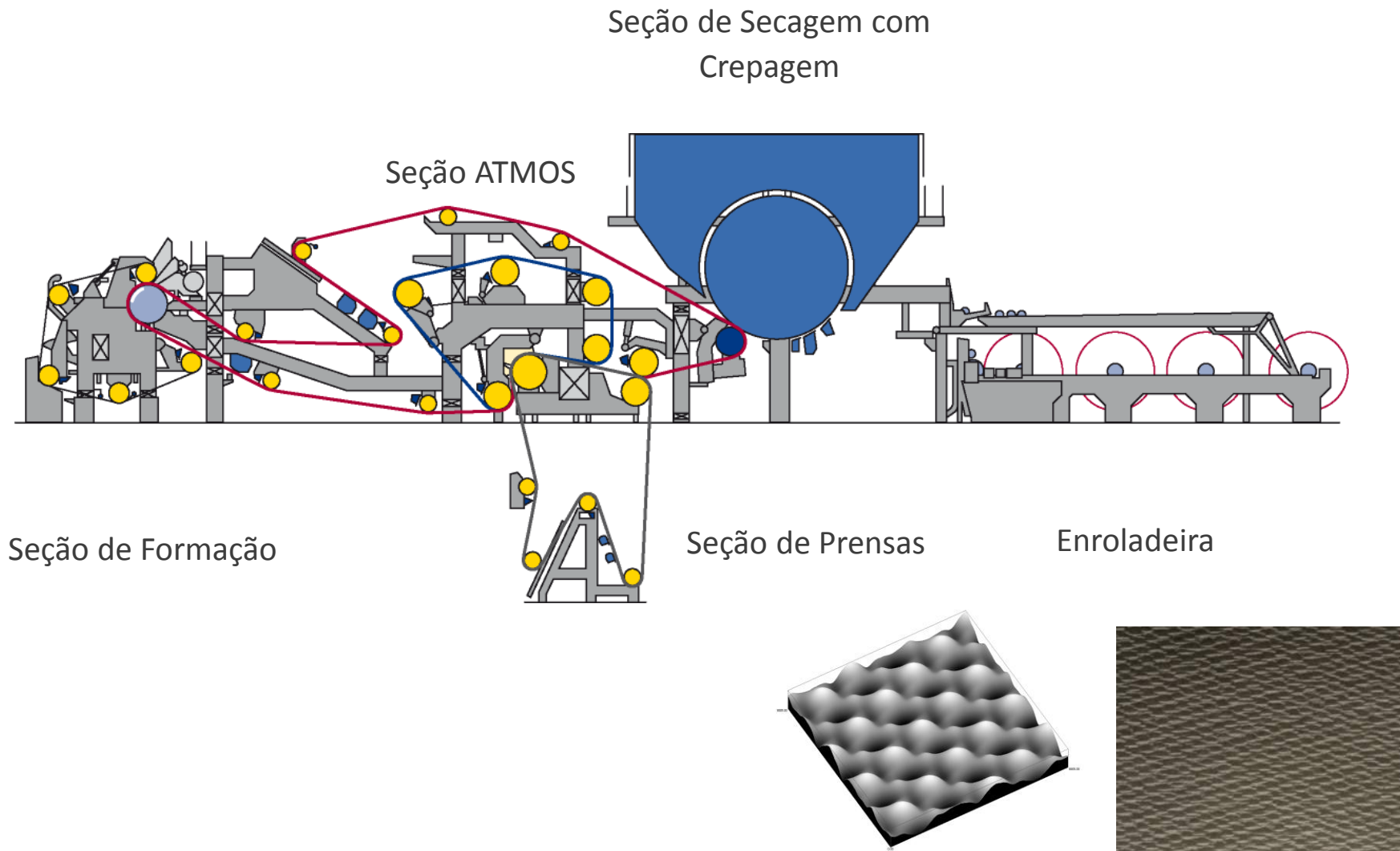
Seção TAD

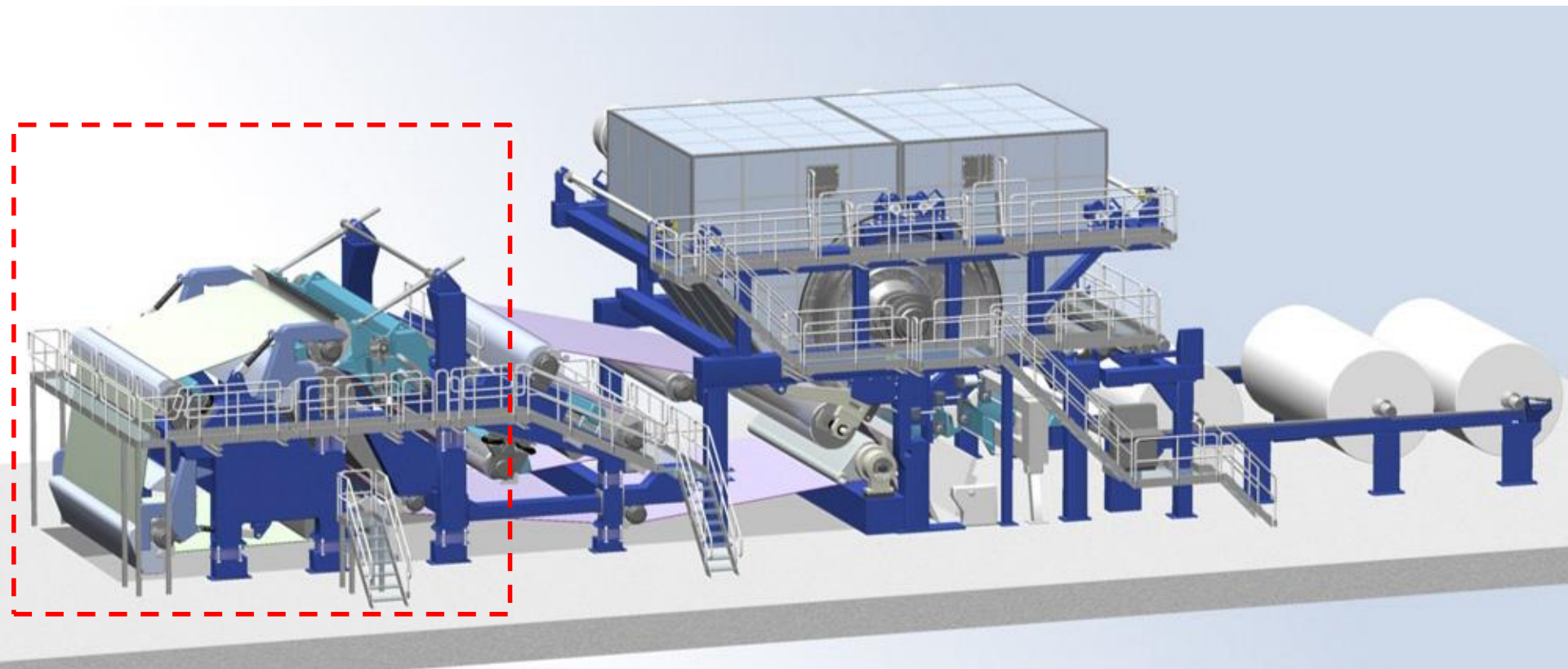
Seção de Prensas

Enroladeira

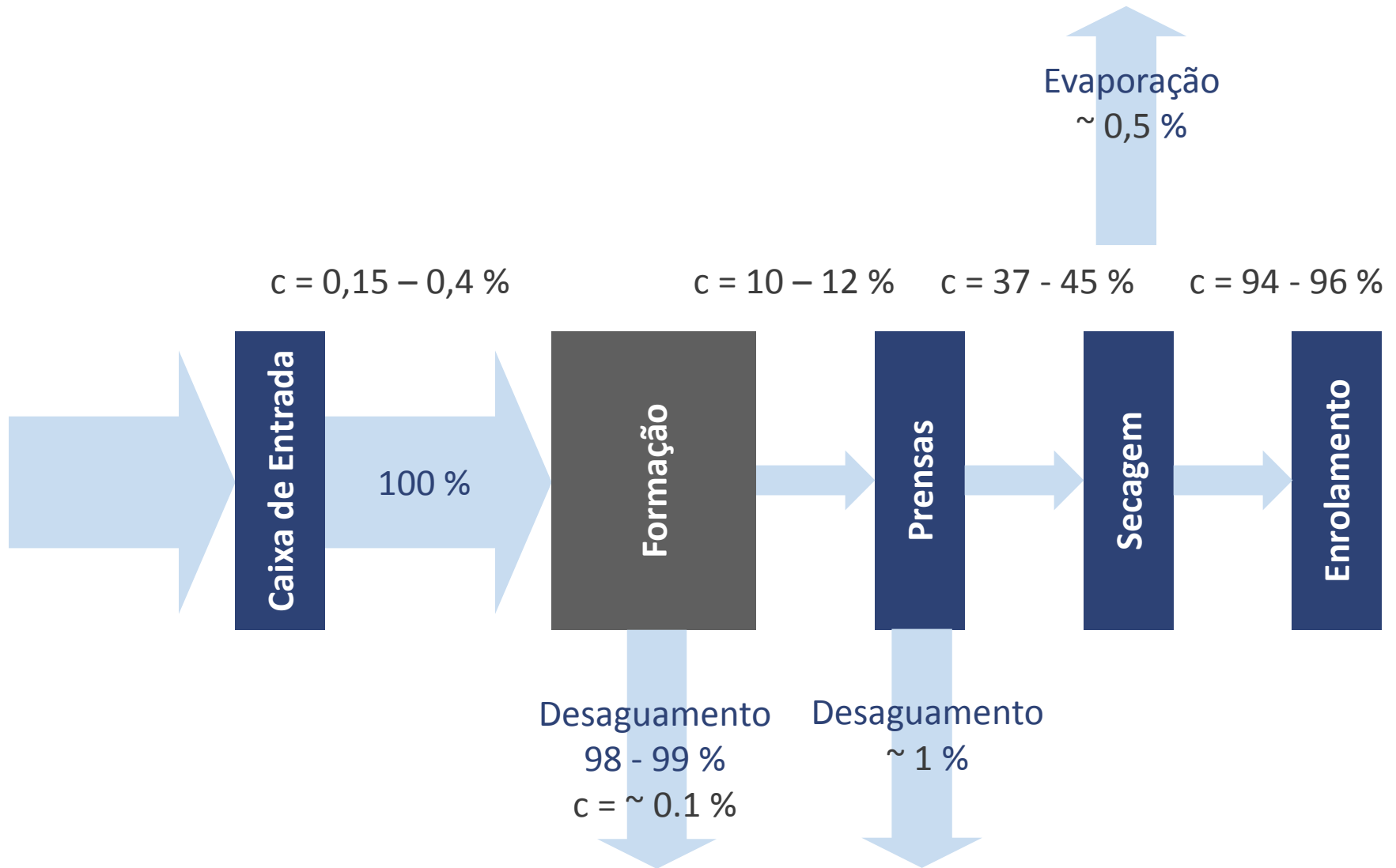
TAD = Through Air Drying





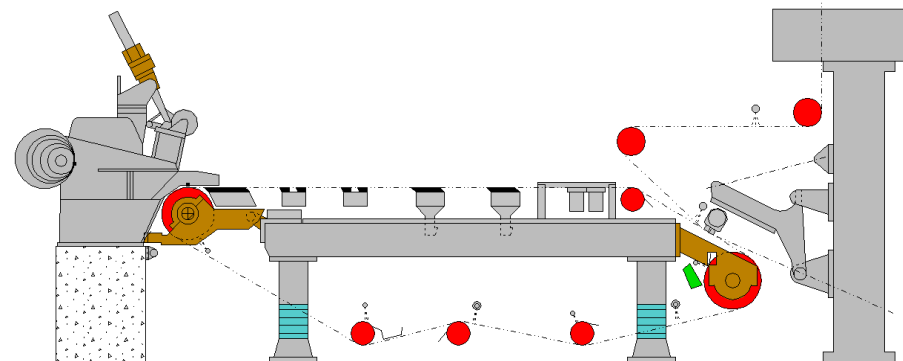


Desaguamento/Evaporação na Máquina Tissue

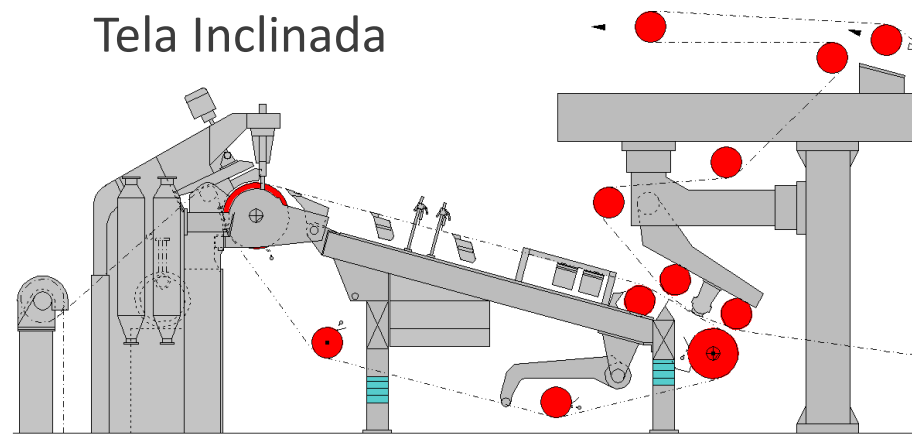


c = consistência ou teor de seco

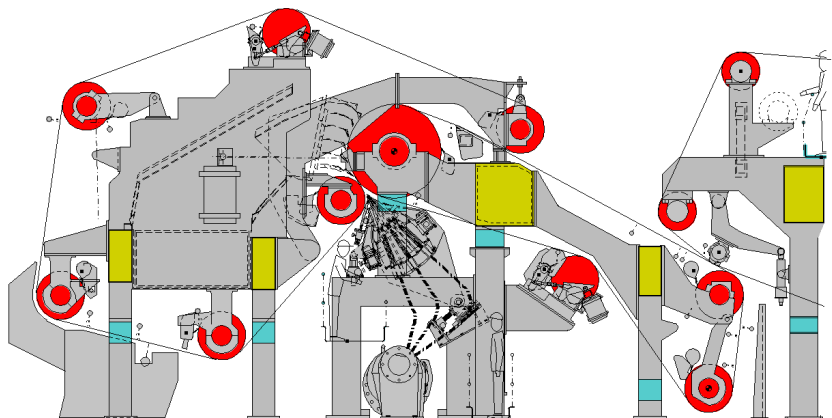
Mesa Plana



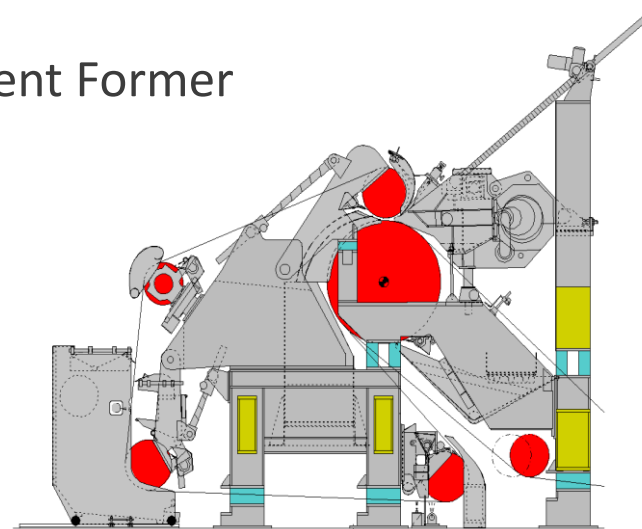
Tela Inclinada



Dupla Tela

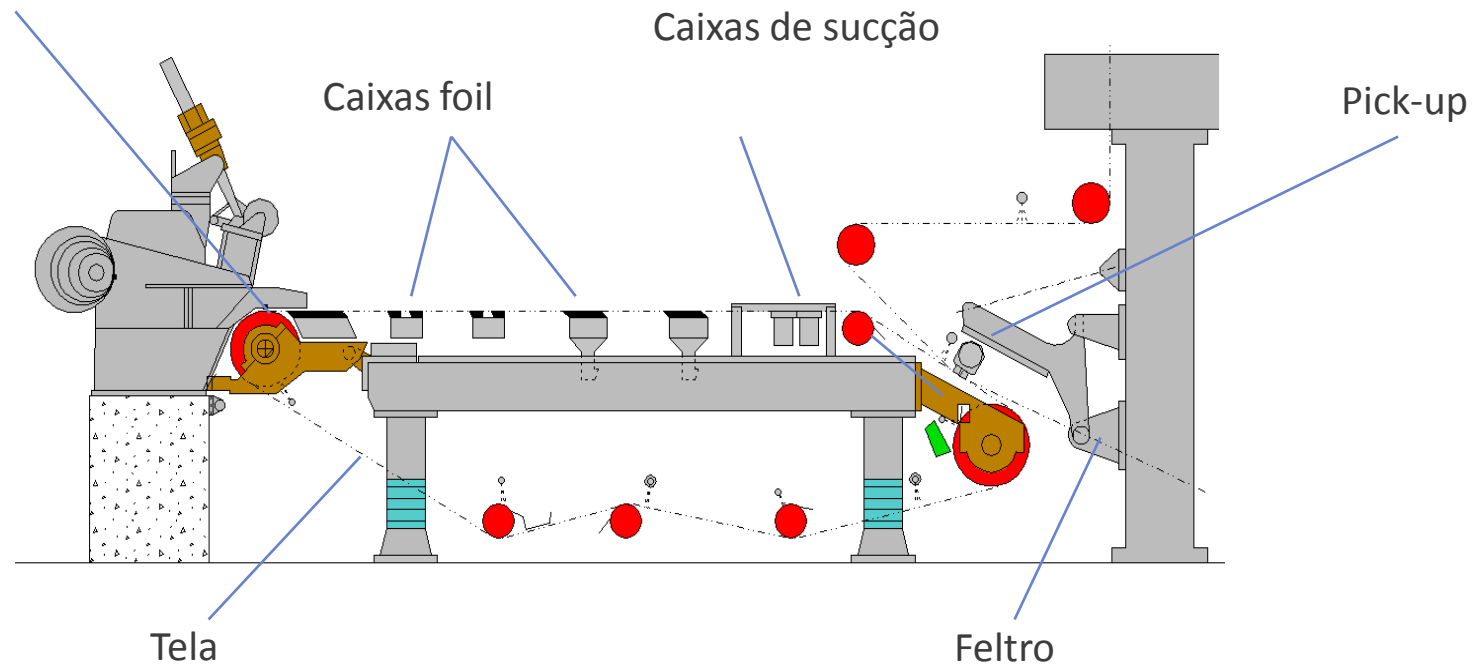


Crescent Former

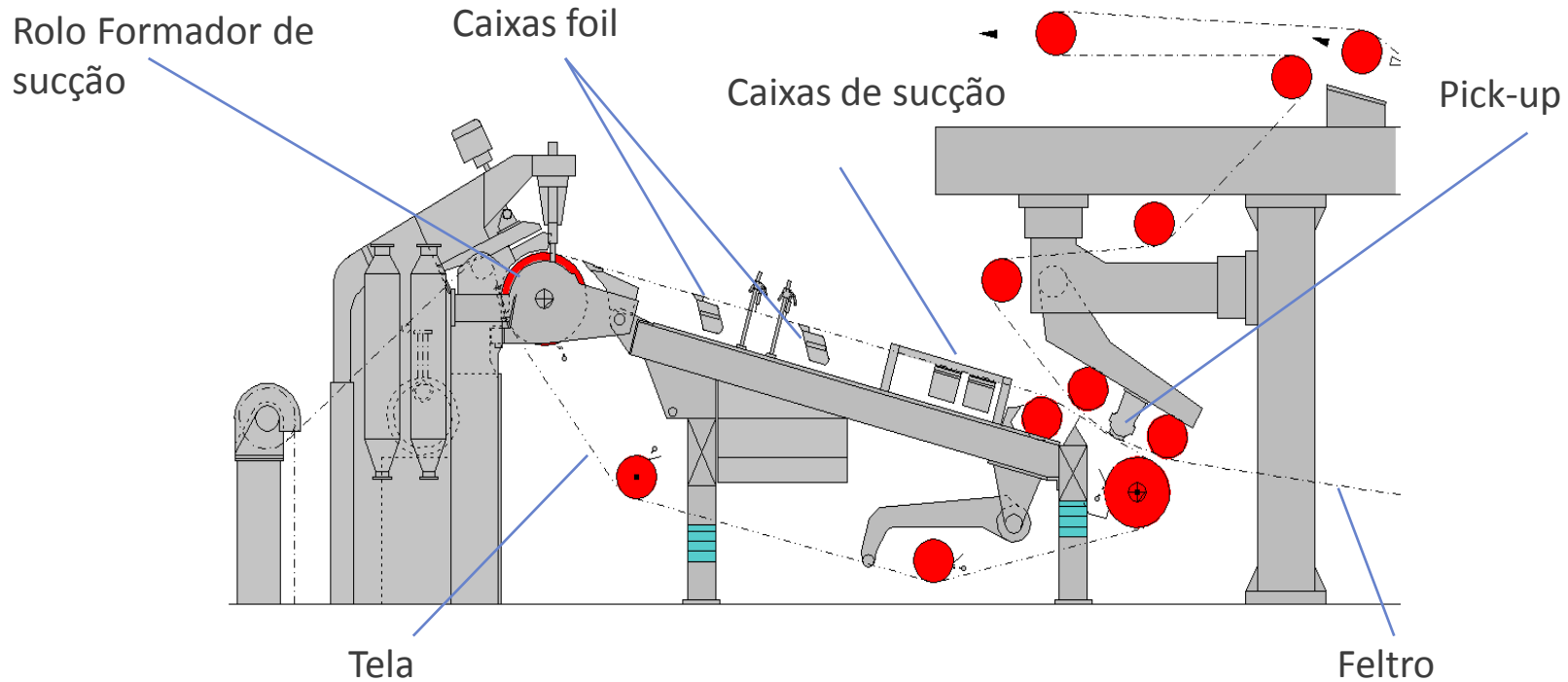


Formador Mesa Plana

Rolo Formador sólido ou vazado (Ego-teur)



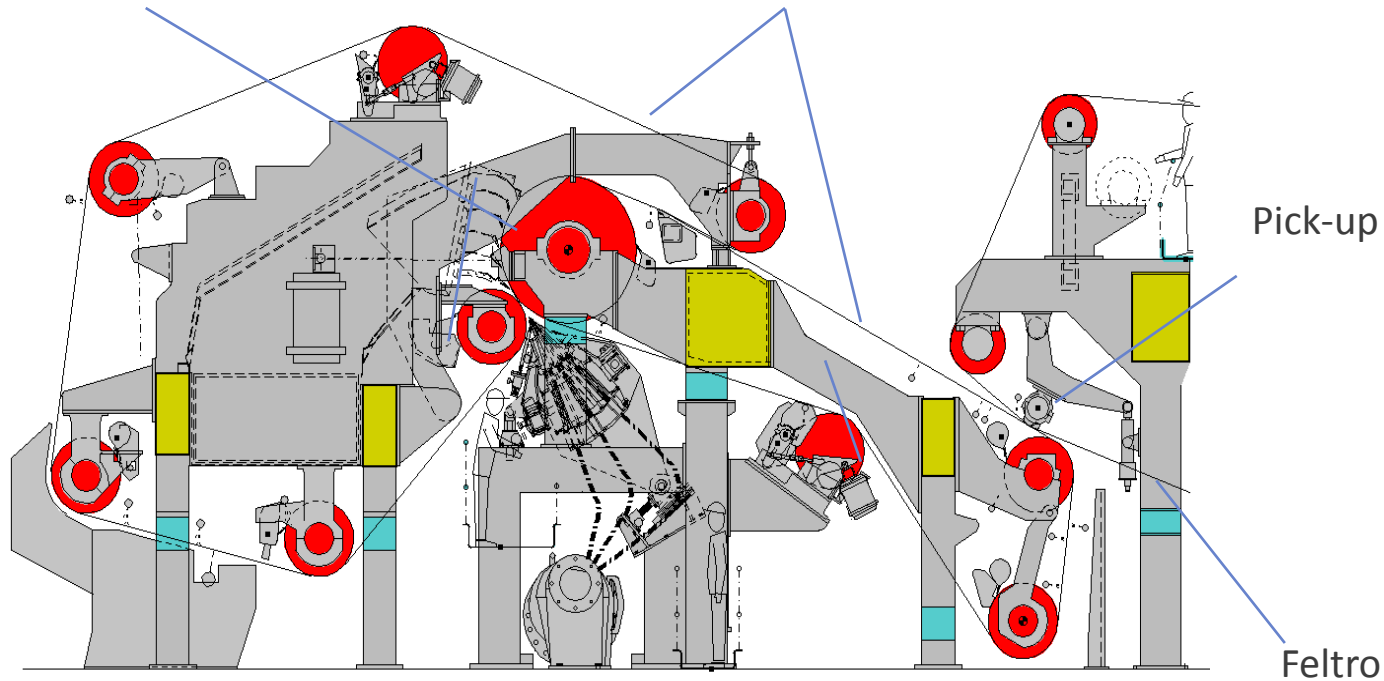
Formador Tela Inclinada

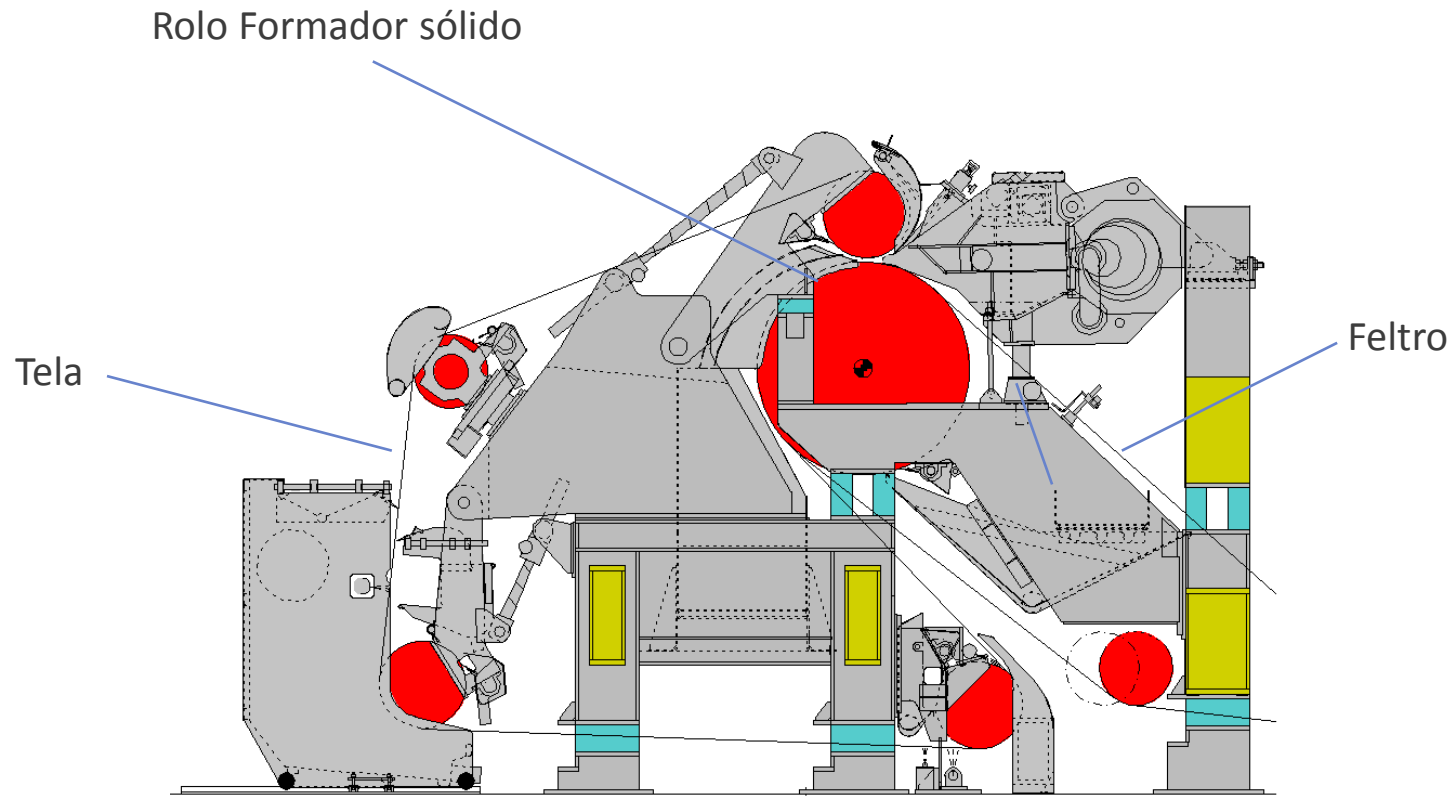


Formador Dupla Tela

Rolo Formador sólido ou
de sucção

Telas

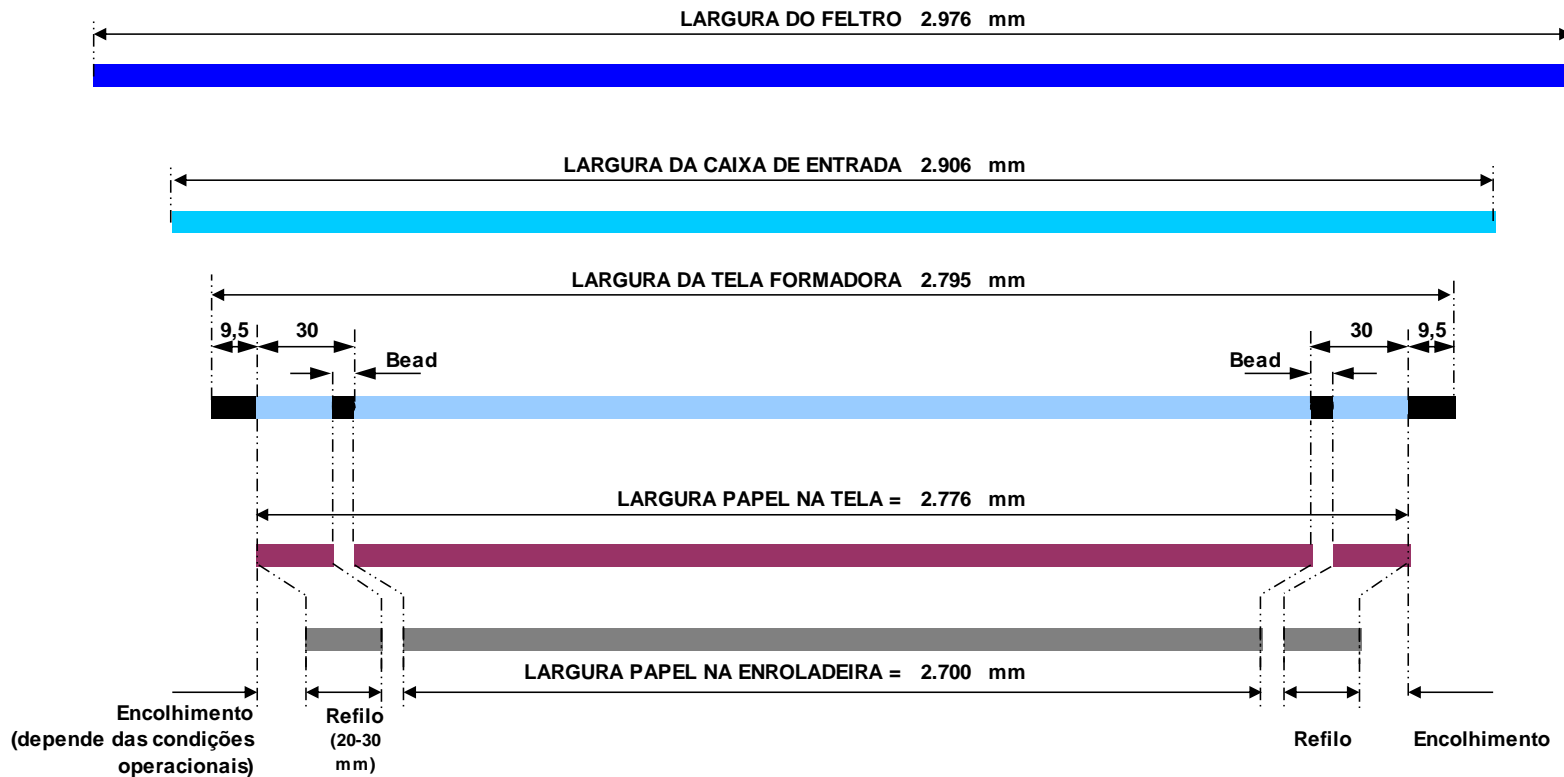




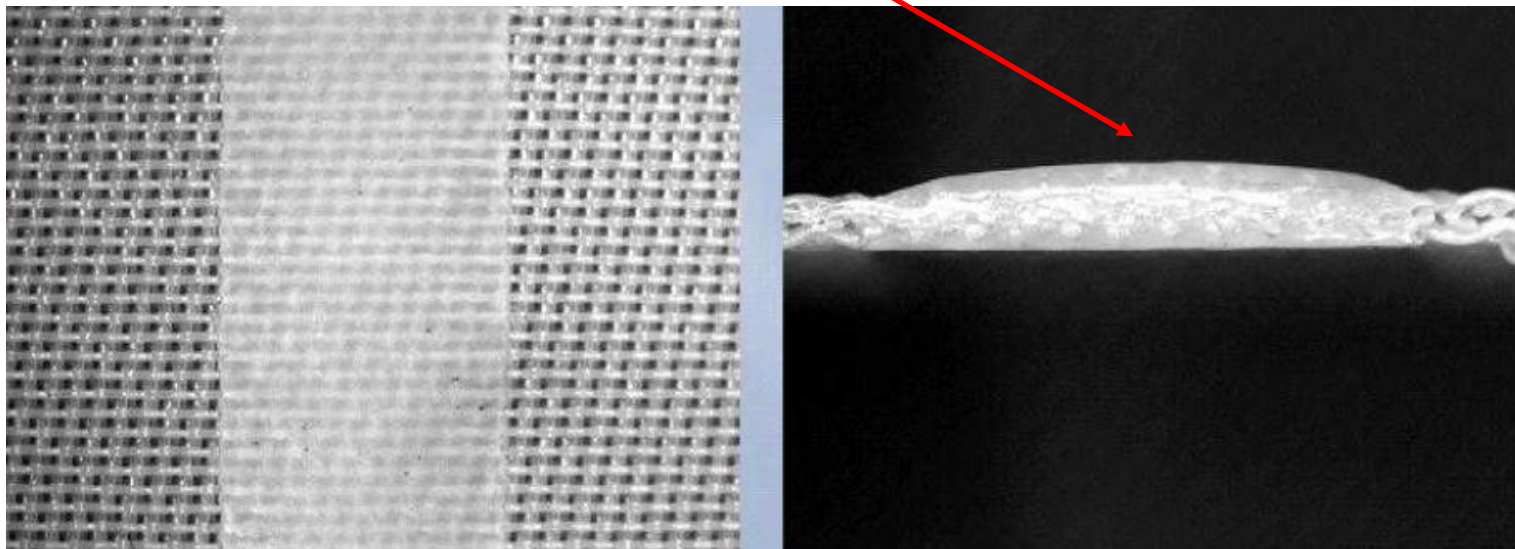
Comparação entre Formadores

	Mesa Plana	Tela Inclinada	Dupla Tela	Crescent Former
Formação	0	+	++	+++
Bulk (volume específico)	0	+	++	++
Faixa de gramatura	0	+	+++	++
Handfeel (suavidade superficial)	0	+++	+	++
Resistência MD/CD	0	++	+	++
Limite de velocidade	0	+	++	+++
Tempo de troca de tela	0	++	+	+++
Valor de investimento	0	0	0	++
Custo / Benefício	0	+	+	+++

Exemplo:

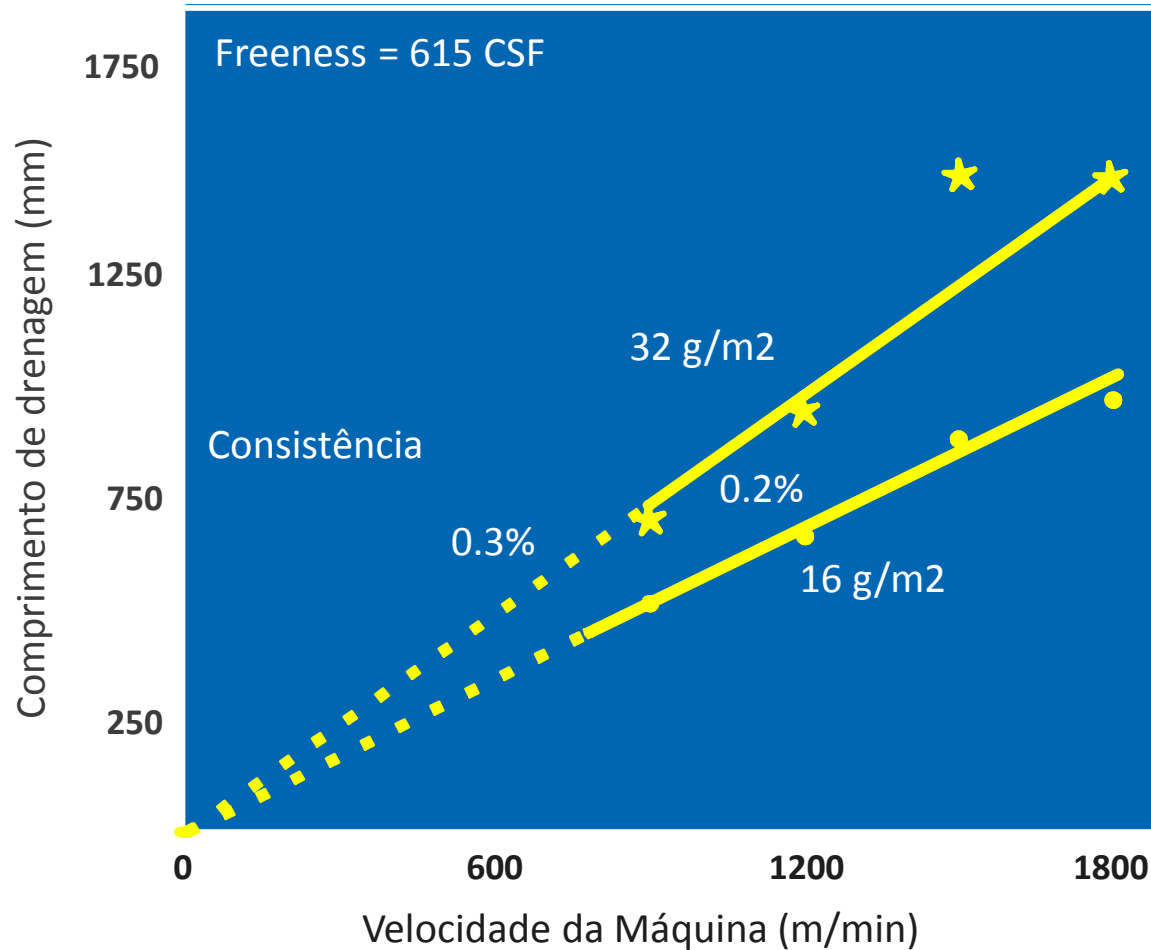


Selagem

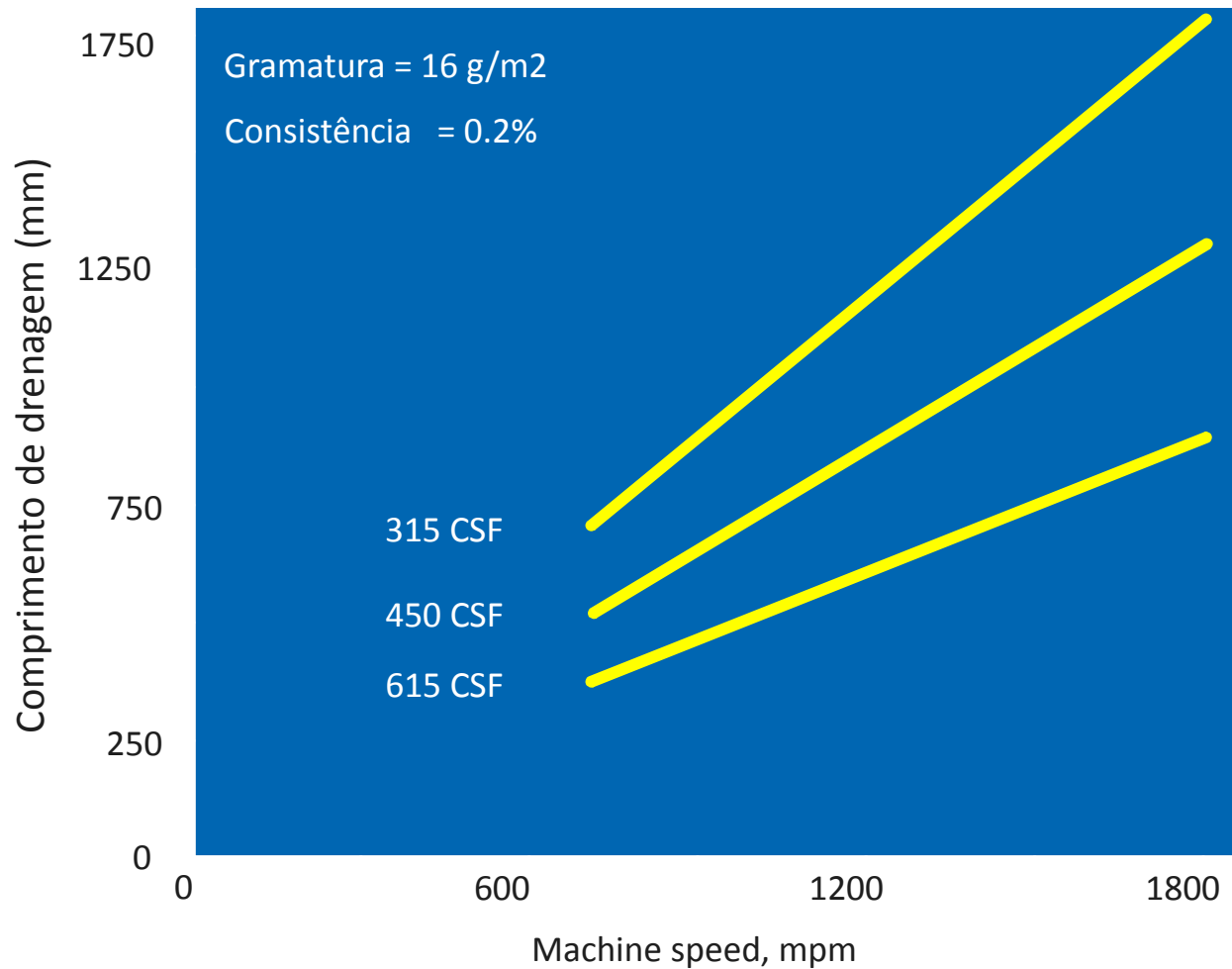


- Tensão da tela
- Comprimento de desaguamento
- Consistência da massa na caixa de entrada
- Relação velocidade jato/tela
- Incidência do jato sobre a tela/feltro
- Tipo da tela e sua limpeza
- Ângulo de saída entre tela e feltro (Crescent Former)
- Etc

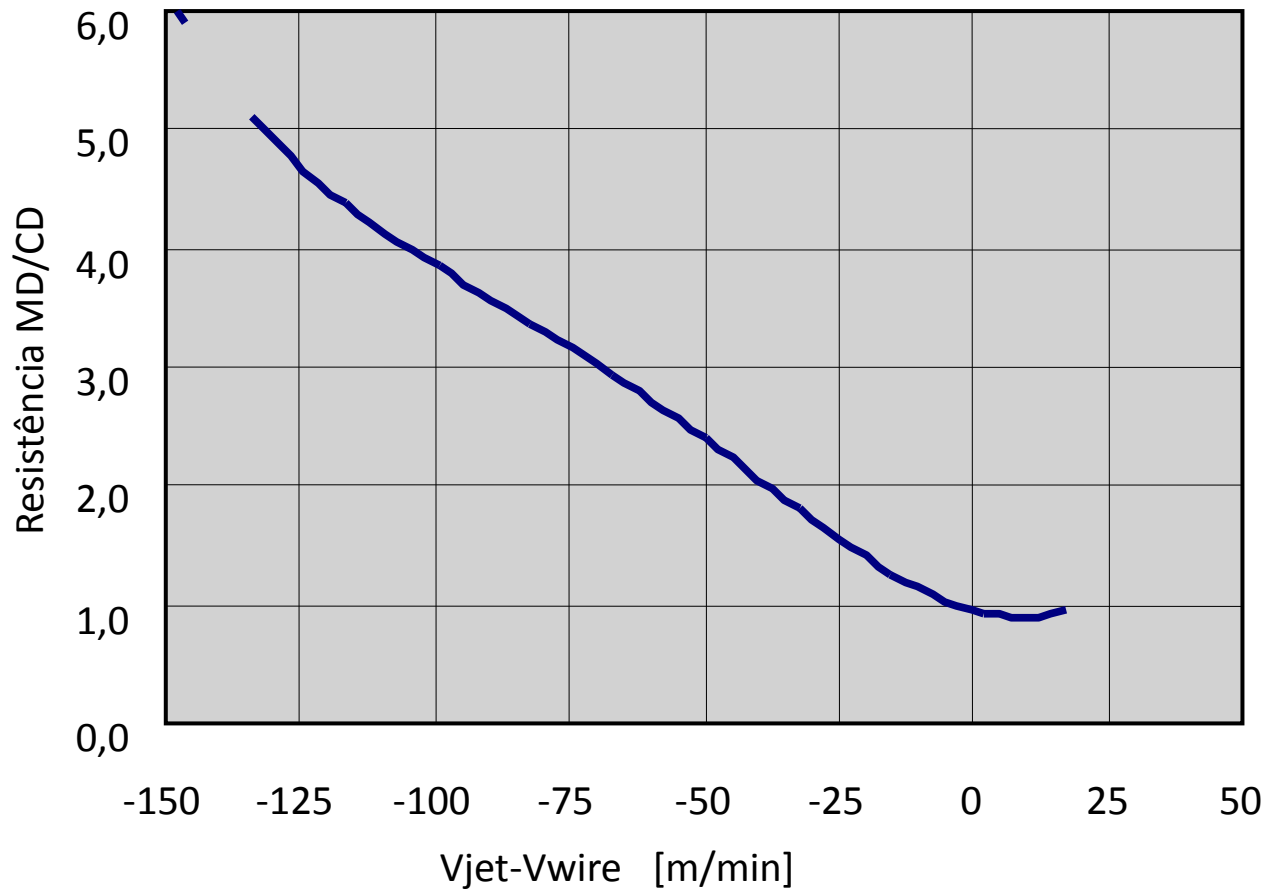
Avaliação comprimento de drenagem vs. velocidade (exemplo)



Avaliação comprimento de drenagem vs. refinação (exemplo)

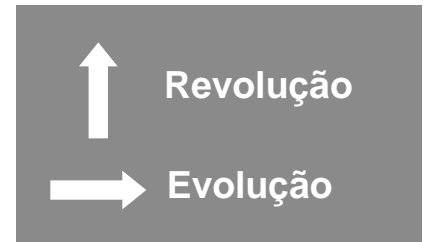
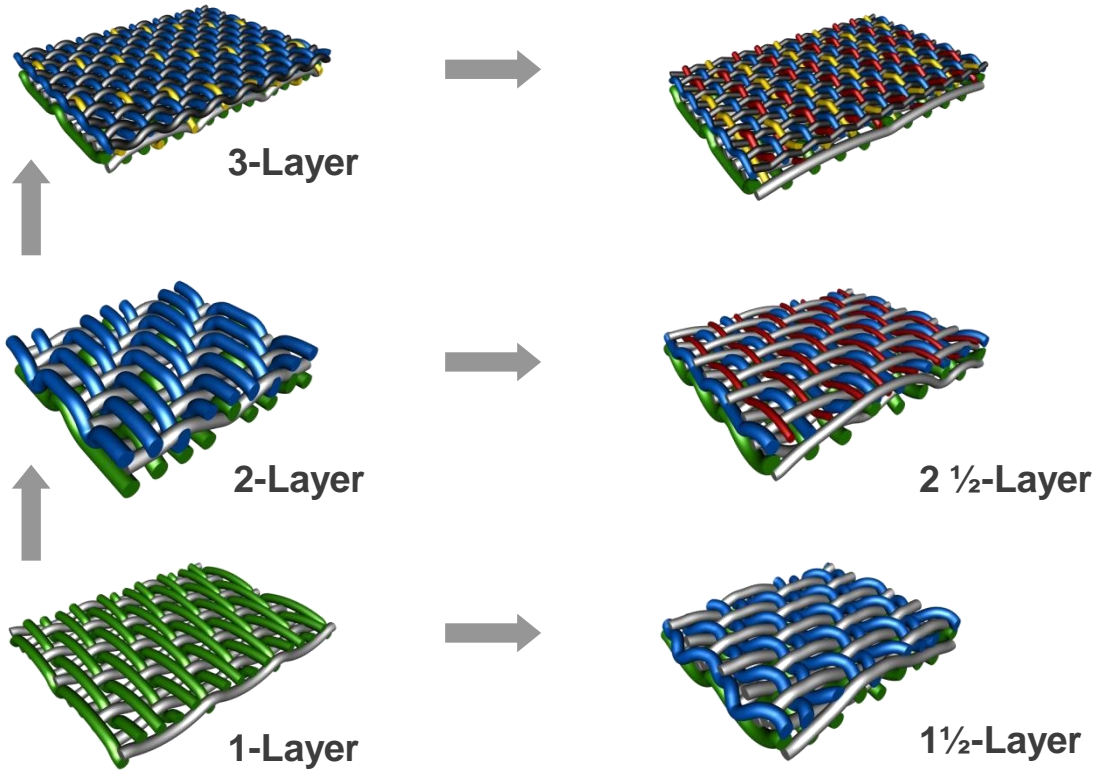


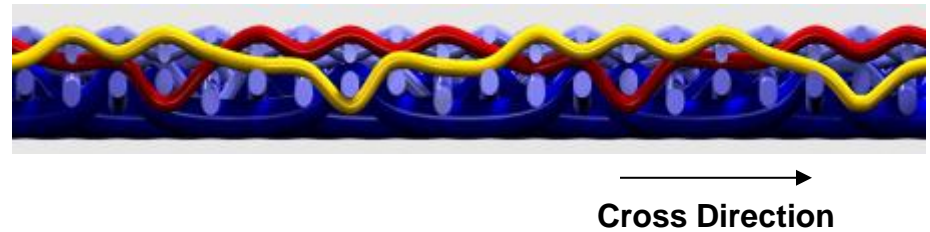
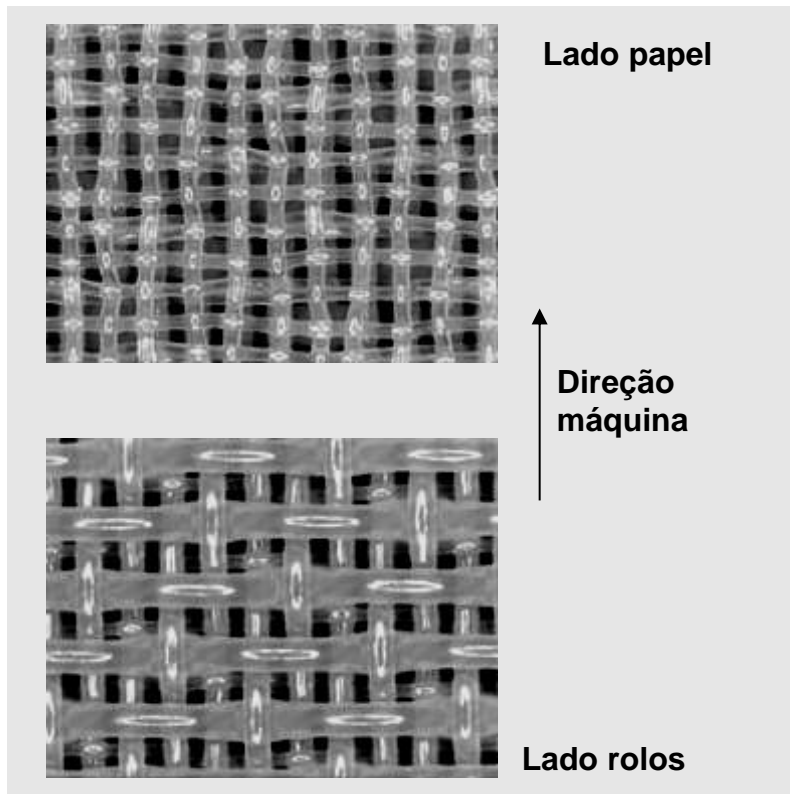
Avaliação relação velocidade jato/tela vs. resistência (exemplo)



Características desejadas:

- Mínimo alongamento
- Resistência a abrasão
- Estabilidade
- Resistência a altas temperaturas
- Resistência a contaminação
- Resistência a ataque químico



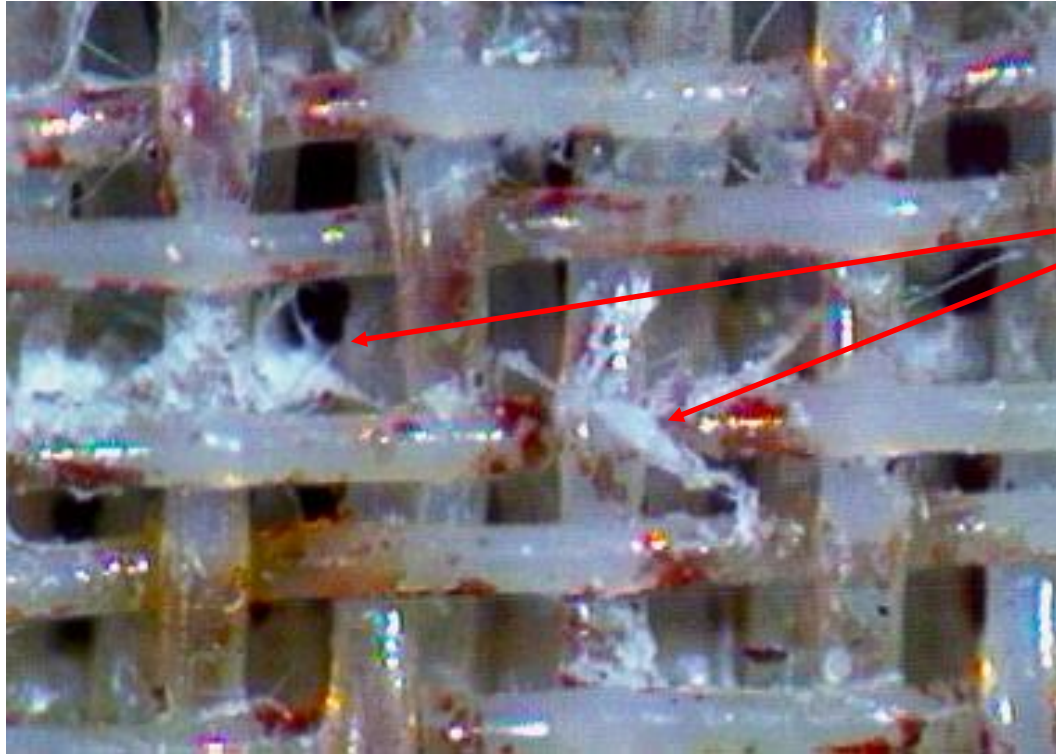


Objetivos:

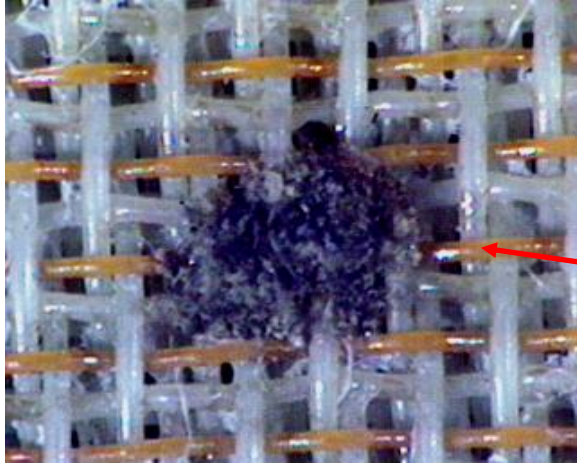
- Manter as propriedades originais da Tela
 - Permeabilidade
 - Propriedades superficiais
- Prevenir furos no papel devido a stickies/pitch na Tela
- Garantir propriedades uniformes no papel
 - Formação
 - Tensão

Contaminantes:

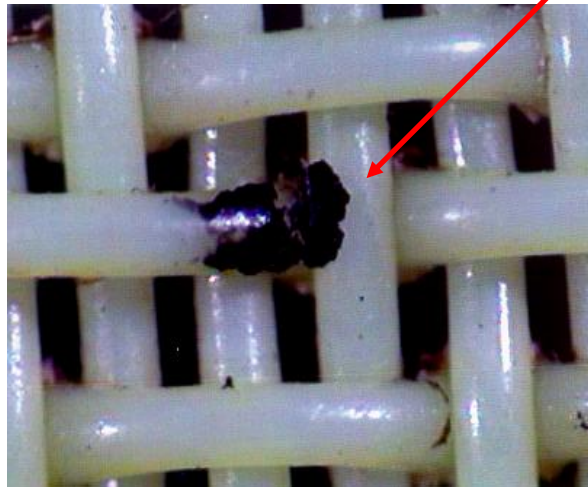
- Fibras do papel que são arrastadas com a tela (Fiber Carryback)
- Contaminantes inorgânicos presentes na massa (cargas minerais)
- Adesivos presentes na Pasta Mecânica (Pitch: resinas, breu, óleo)
- Adesivos presentes na massa de Papel Reciclado (Stickies: colas, Tintas, Corantes)



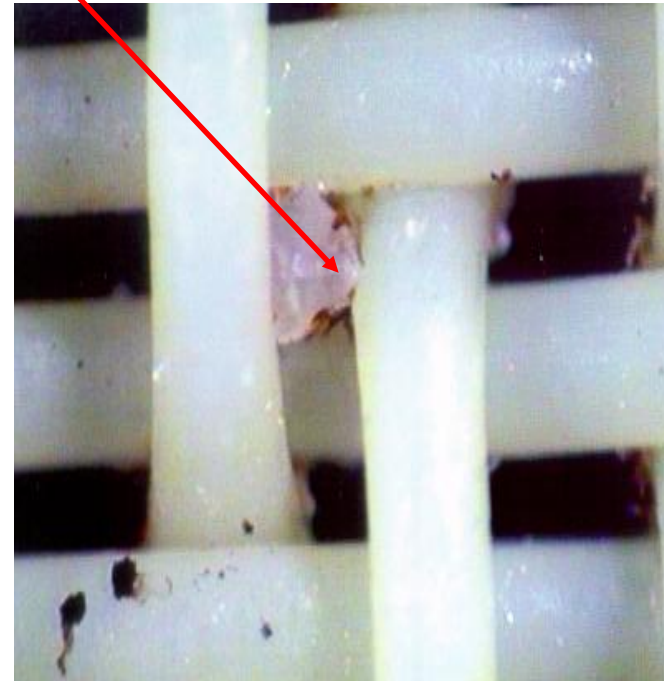
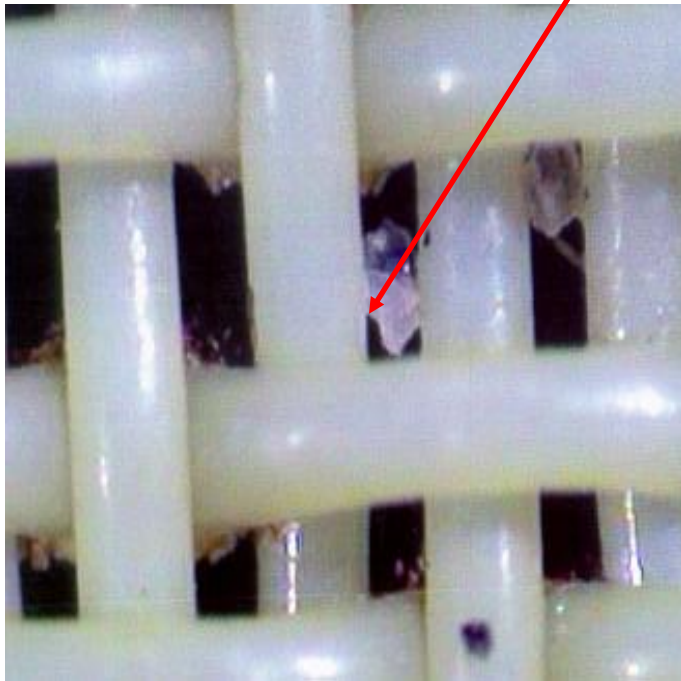
Fibras na face
papel



Stickies / Pitch
na face papel



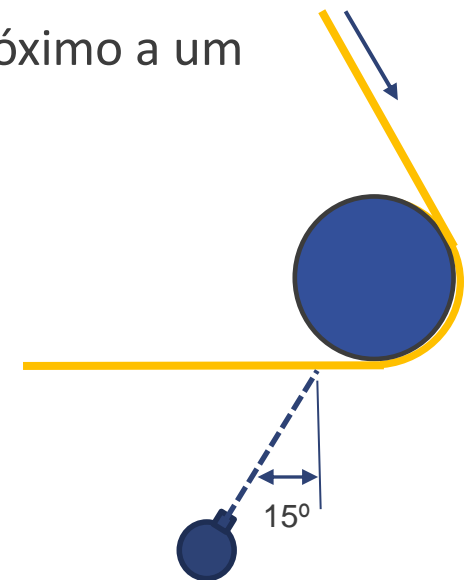
Cargas minerais



Chuveiro de Alta Pressão Agulha

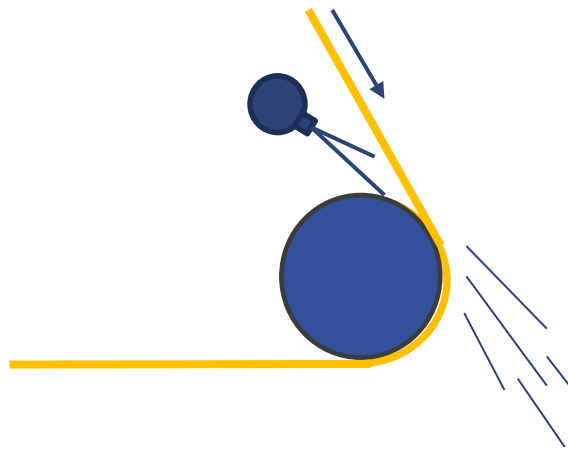
- Remove contaminantes através de alto impacto da água (pressão de 20 a 30 bar)
- Efetivo para limpeza de stickies / pitch
- Distância usual do bico até a tela de aprox. 100 mm
- Instalado na parte externa da tela e normalmente próximo a um rolo onde há maior rigidez da tela
- Com oscilação para garantir limpeza homogênea
- Instalado em ângulo contrário ao movimento da tela para criar efeito de raspagem e não enviando o contaminante através da tela

alterado



Chuveiro de Inundação (Flooding Nip shower)

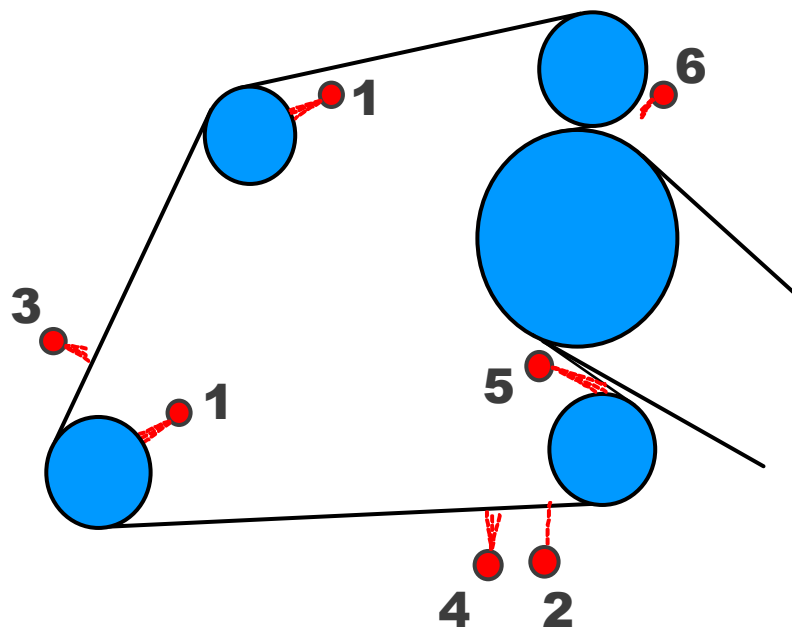
- Remove contaminantes através da passagem de alto fluxo de água através da tela
- Efetivo para limpeza de contaminantes inorgânicos, como cargas minerais
- Instalado na parte interna da tela, antes do chuveiro de alta pressão agulha, e na entrada do nip de um rolo



Chuveiros de Químicos

- Aplicar uma barreira / agente pacificador na tela para repelir contaminantes e mantê-la limpa.
- Aplicar após a limpeza da tela com os demais chuveiros
- Alguns químicos de forma contínua e outros periodicamente, algumas vezes alternando entre aplicação ácida e alcalina
- Excessiva aplicação de químicos pode provocar entupimento da tela

Exemplo de chuveiros para Formador Crescent Former



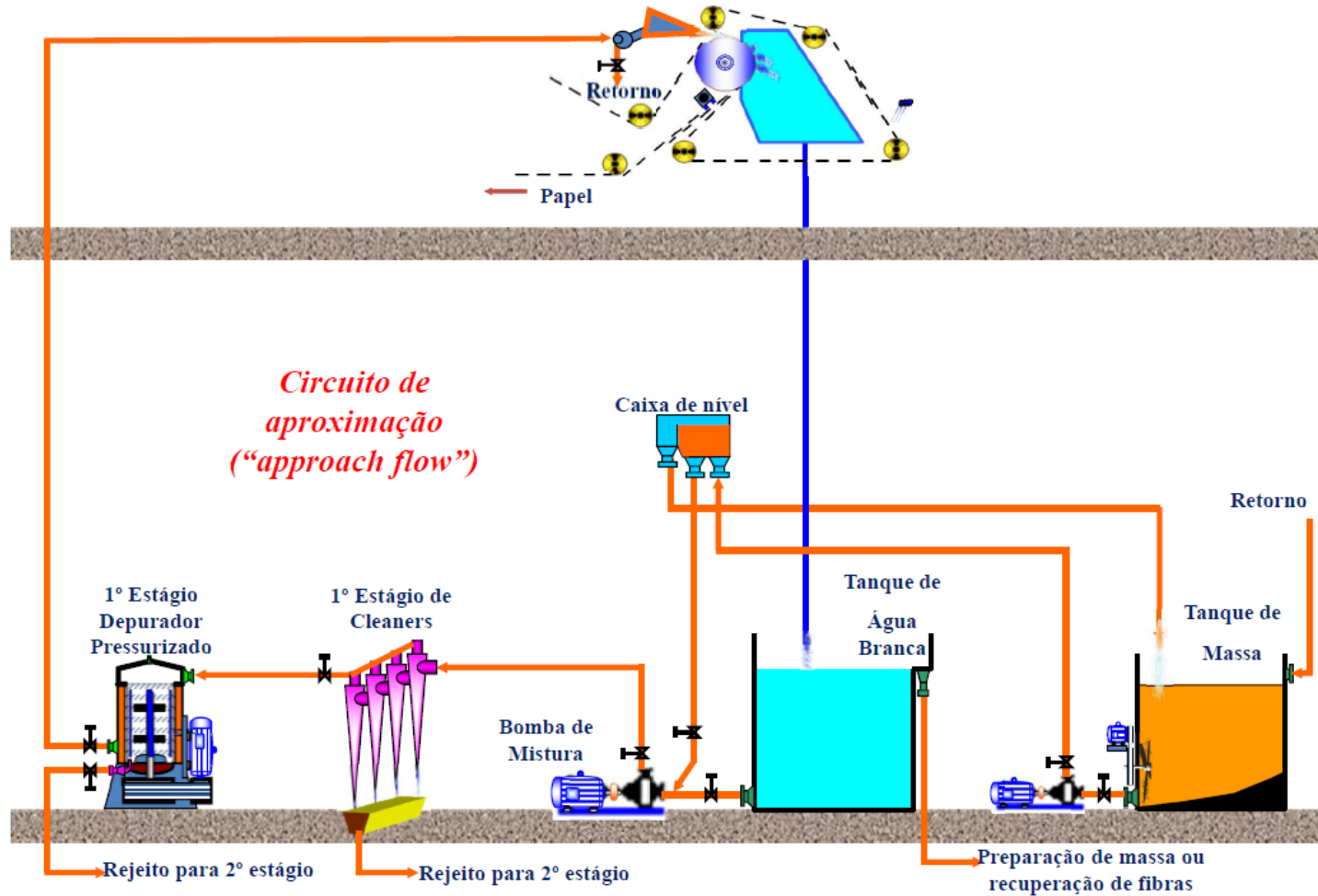
Item	Quant.	Posição	Água	
			Pressão (bar)	Tipo
1	2	Rolos guia tela	2	C
2	1	Alta Pressão	25	F
3	1	Químicos	3	F
4	2	Bordas	25	SC
5	1	Inundação	2	C
6	1	Limpeza caixa de entrada	2	C

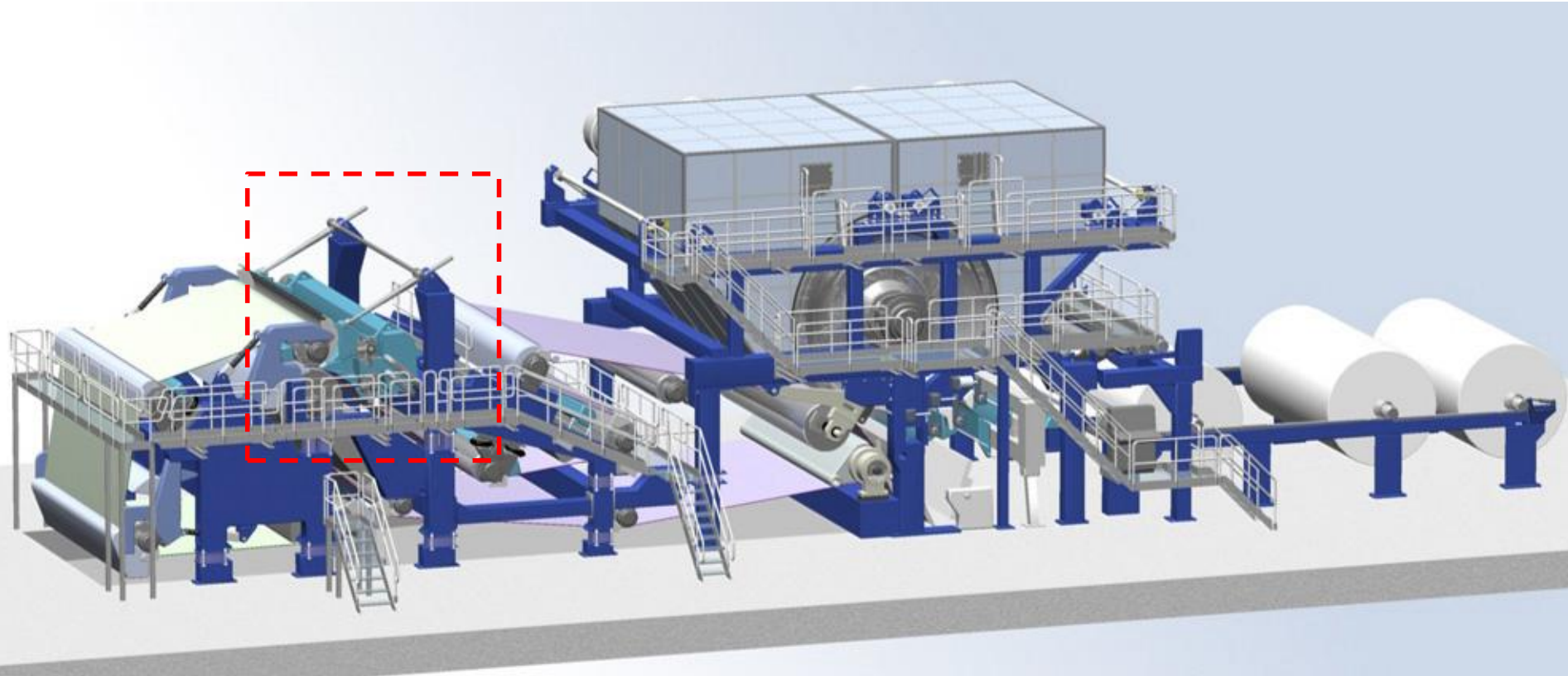
F = água fresca

C = água clarificada (< 50 ppm; < 100 µm)

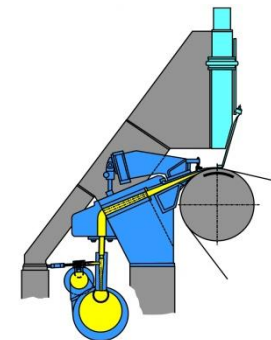
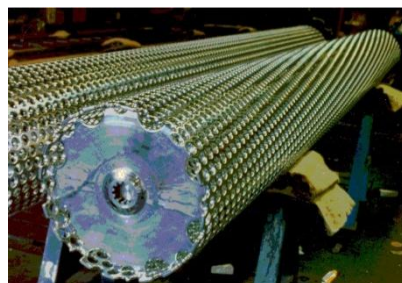
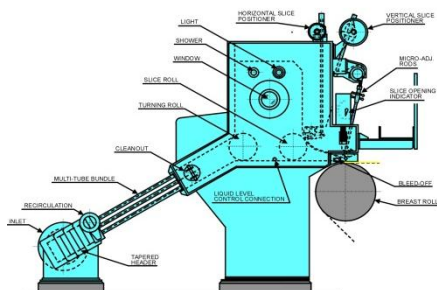
SC = água superclarificada (< 20 ppm; < 50 µm)

Circuito de Aproximação



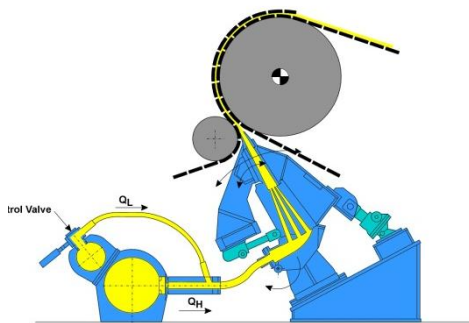


Exemplos de caixas de entrada, adaptados ao tipo de formador:

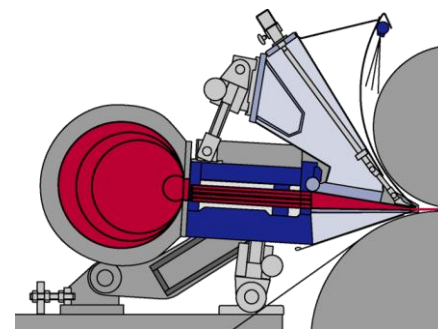


Não pressurizadas, com rolos agitadores, utilizadas em formadores mesa plana

Pressurizadas, com lábio abraçando o rolo formador, para formadores tela inclinada

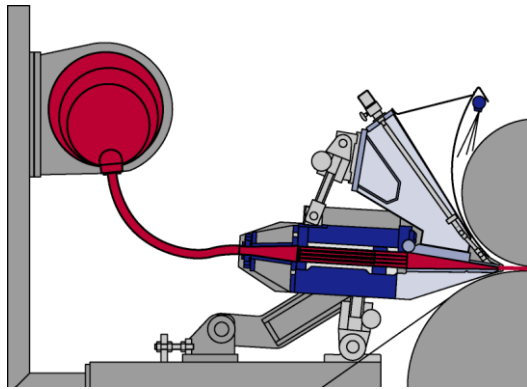


Pressurizadas para formadores dupla tela

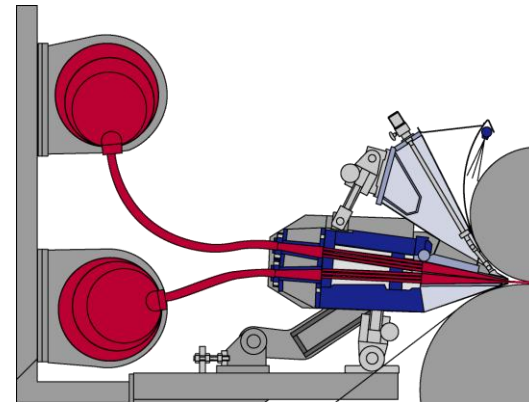


Pressurizadas para formadores Crescent Former

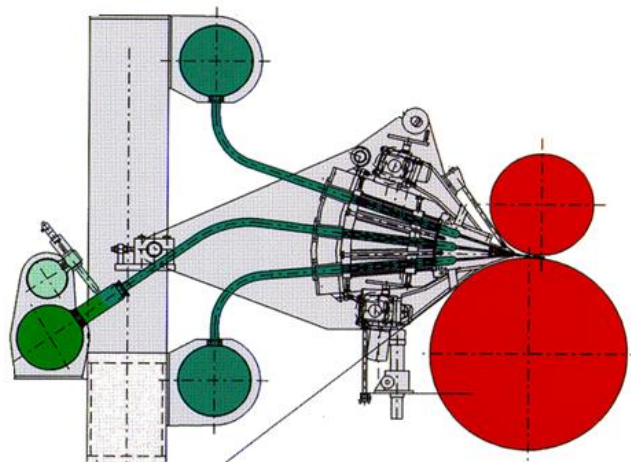
Caixas de Entrada - Multicamadas



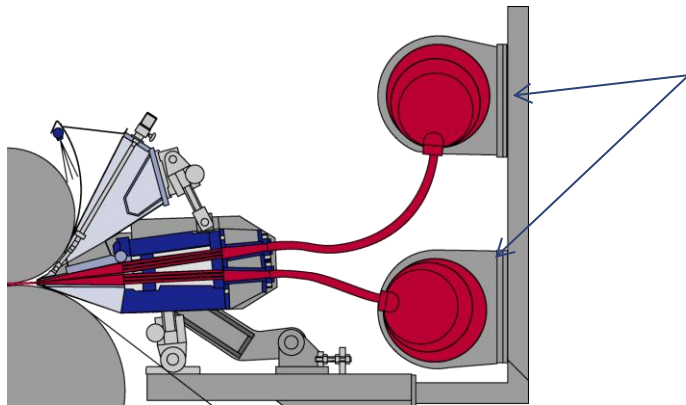
1-fluxo
(1camada)



2-fluxos
(2 camadas)

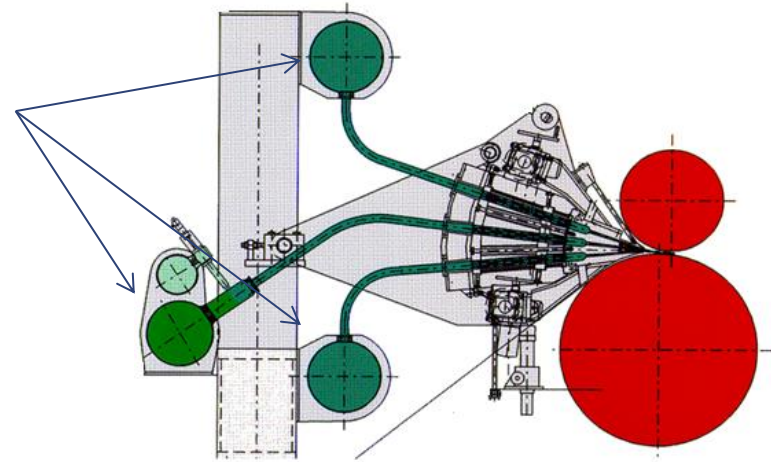


3-fluxos
(3 camadas)



2-fluxos
(2 camadas)

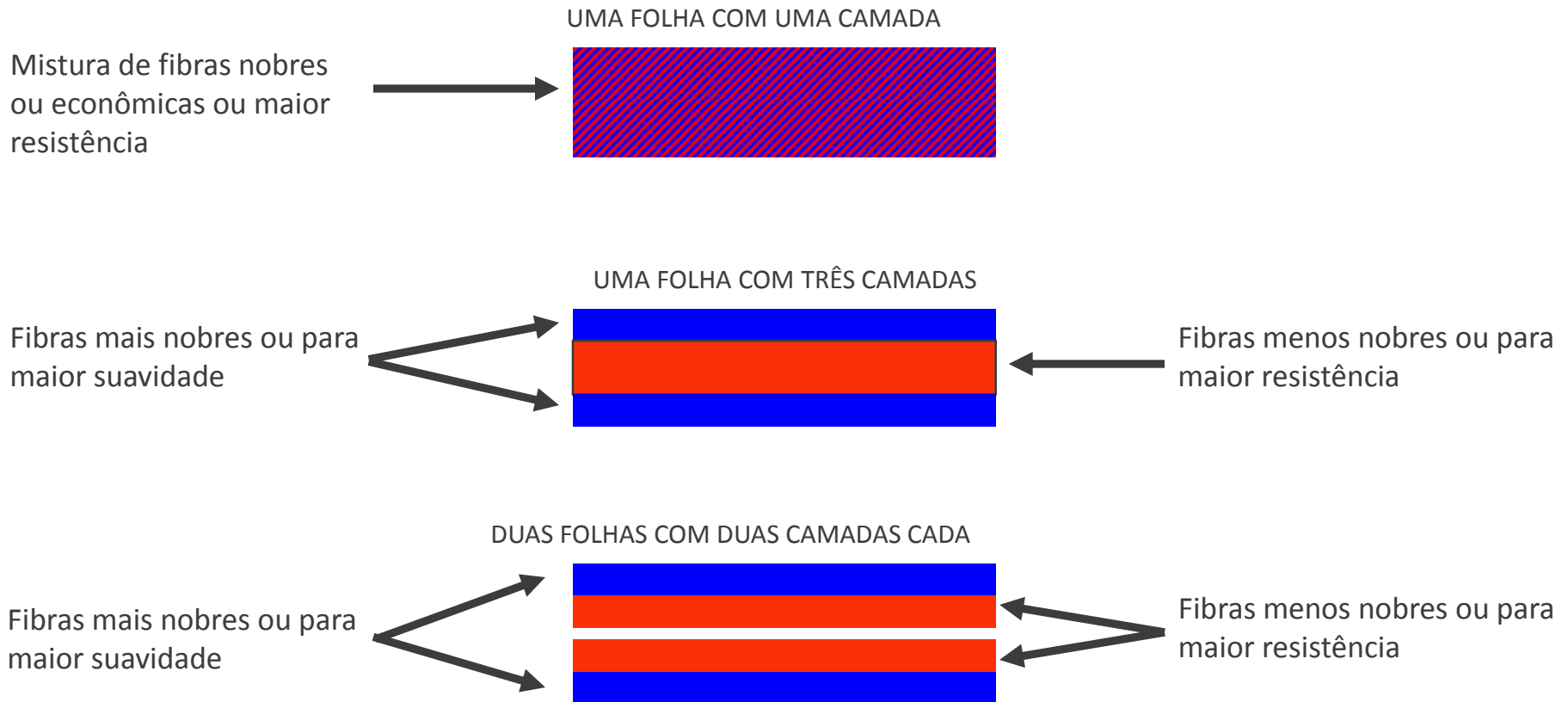
fibras
distintas

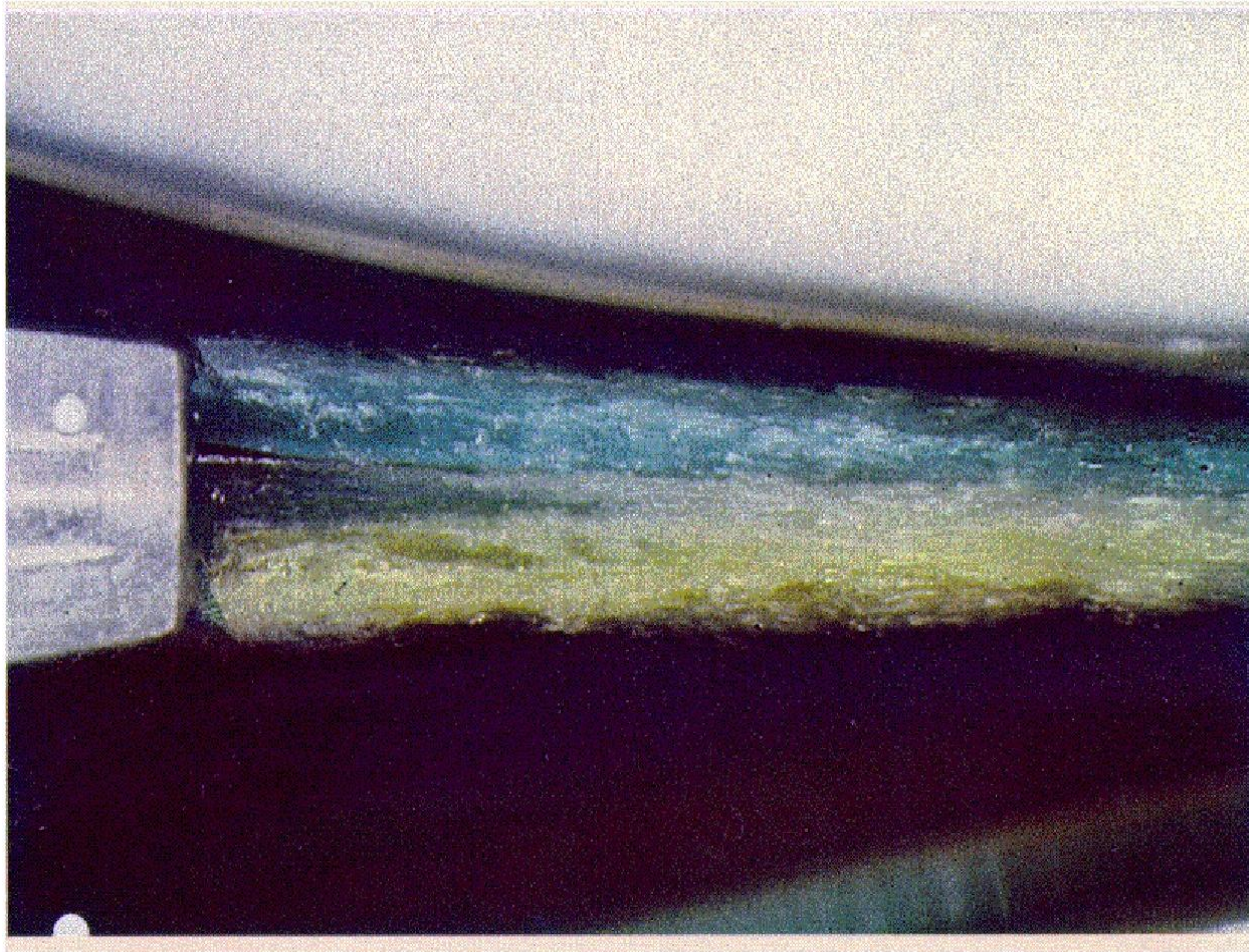


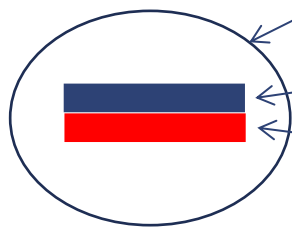
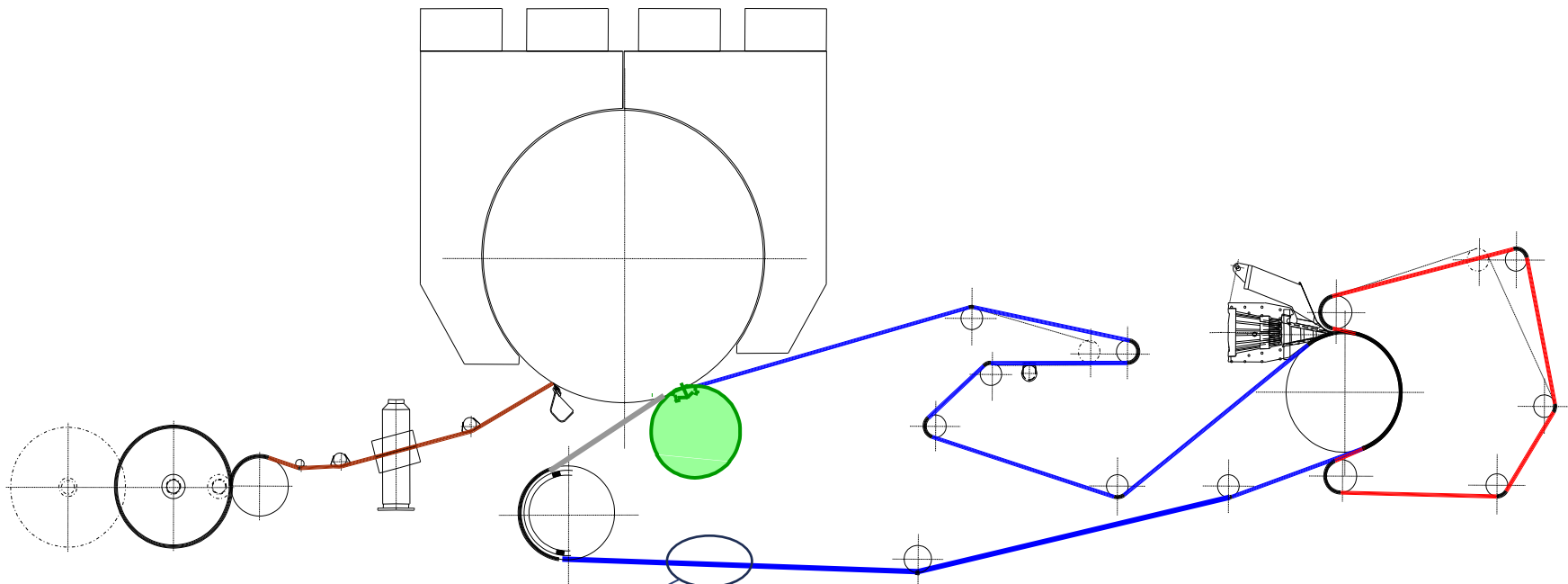
3-fluxos
(3 camadas)

“otimização de fibras visando custo e qualidade”

Caixa de Entrada Multicamadas Racionalização do Uso de Matéria Prima



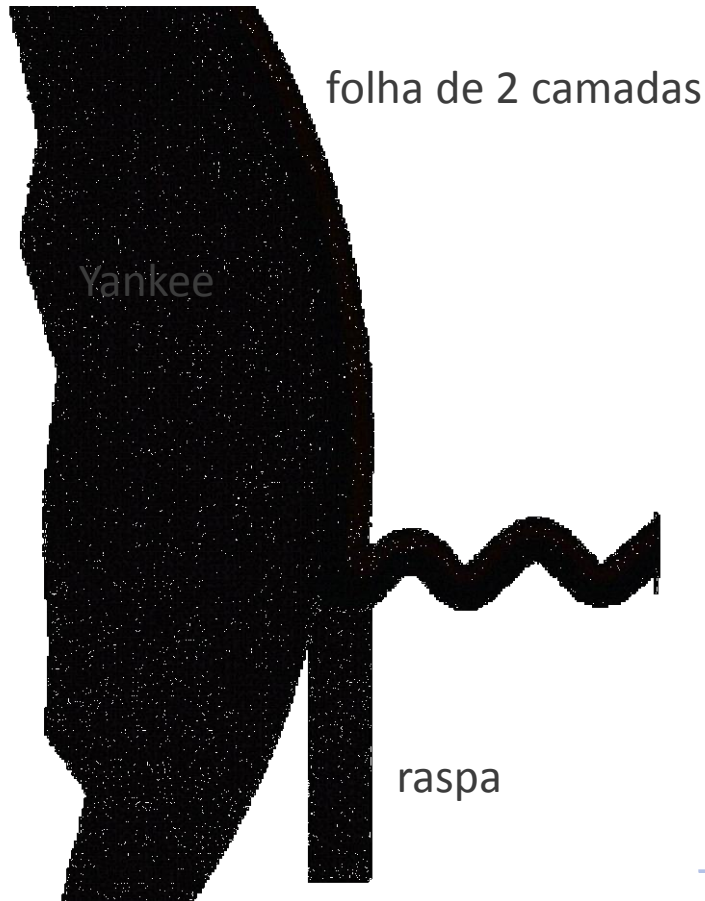




Exemplo:

Fibra longa ou CTMP no lado da Capota

Fibra curta eucalipto no lado do Yankee



Fibra curta – Lado do Yankee:

- Maior suavidade incrementada pelo efeito Yankee.

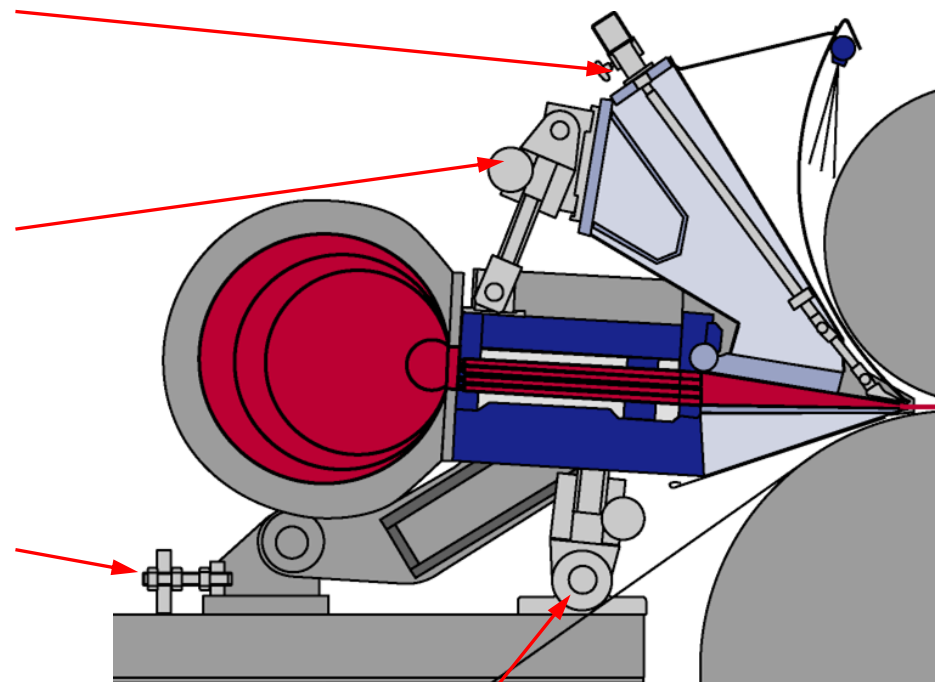
Fibra longa – Lado da Capota:

- Resistência
- Fibras longas no lado da capota, encobertas pela camada de fibras curtas
- Menor geração de pó

Ajuste do perfil transversal

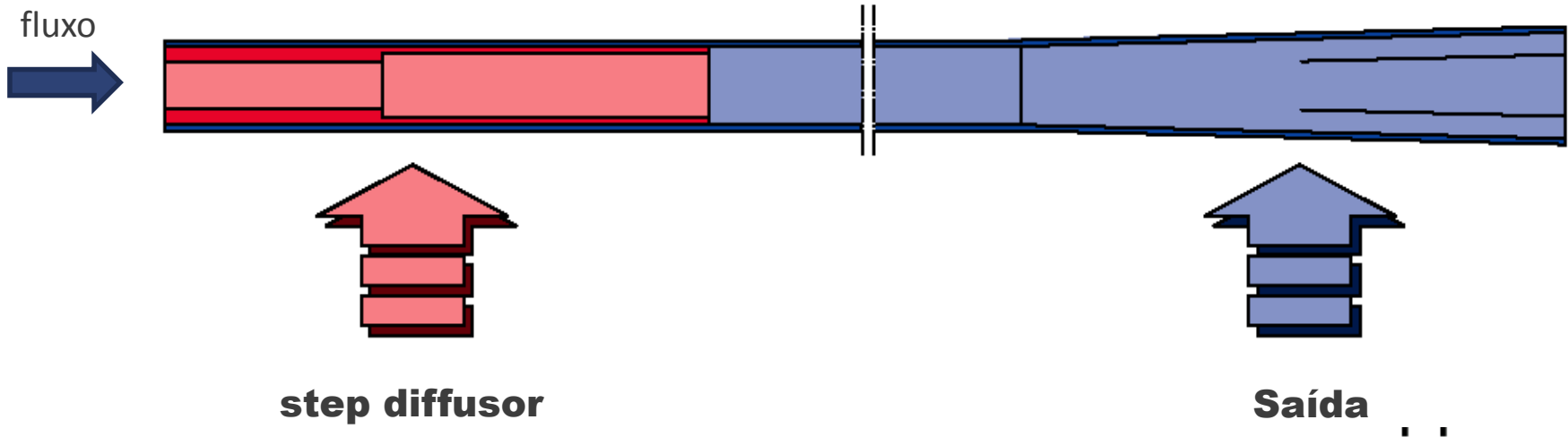
Ajuste da abertura do lábio

Ajuste do comprimento do jato



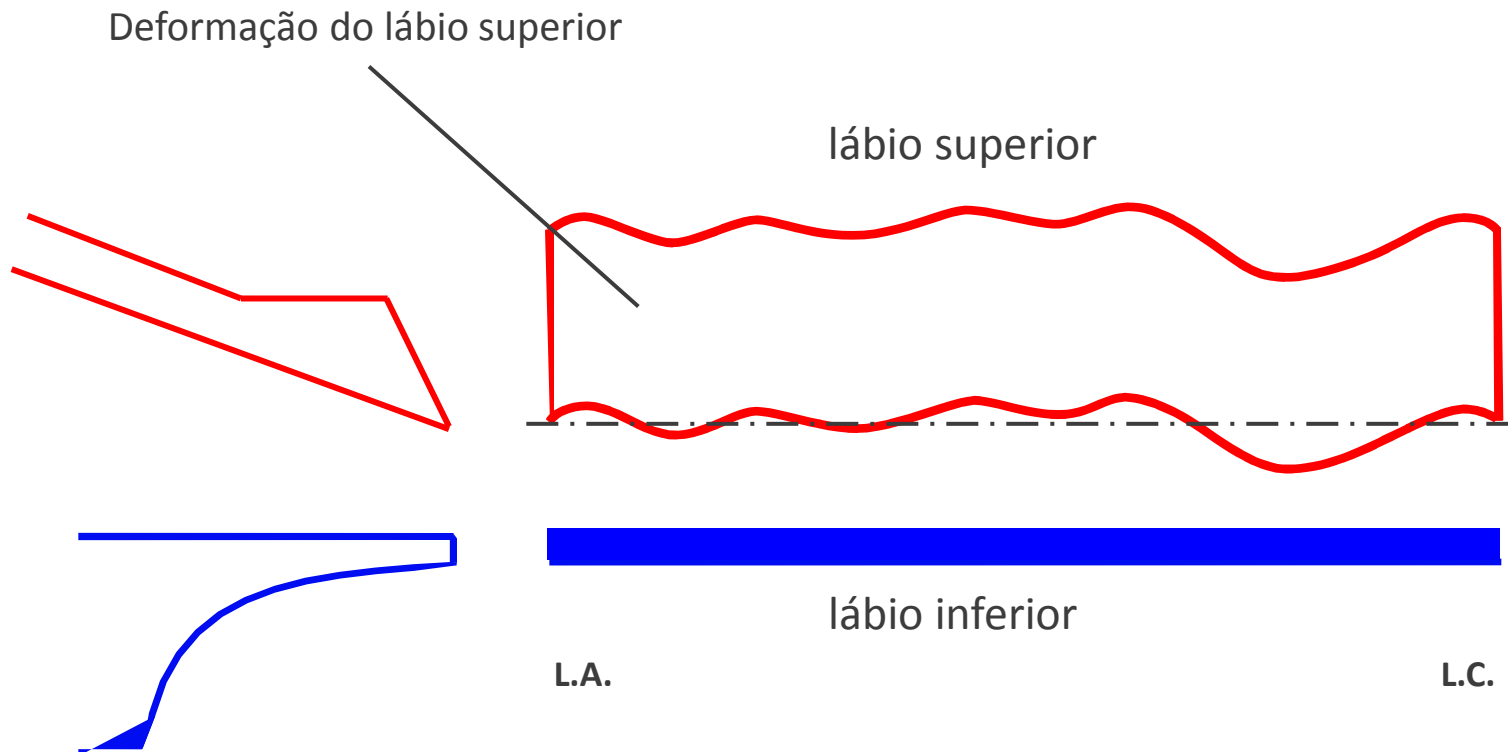
Ajuste do ângulo de incidência do jato

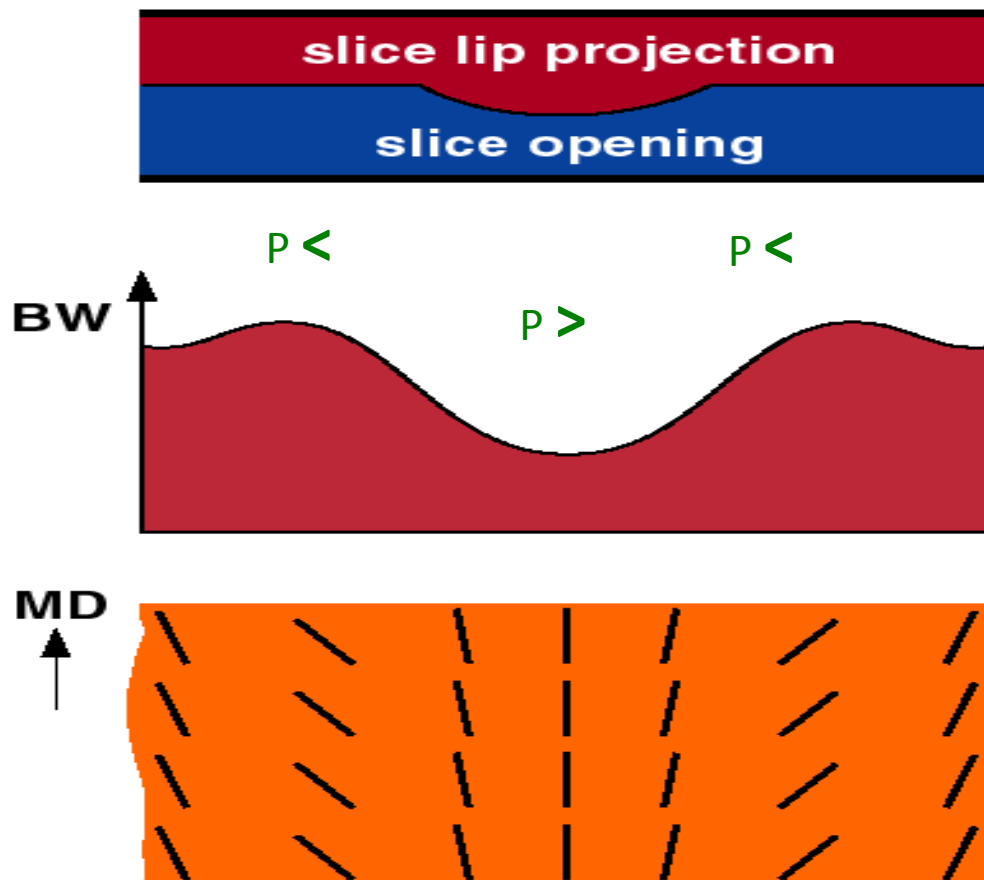
O desenho e construção do turbilhão e tubos de turbulência é muito importante para a adequada performance da caixa de entrada



- Seção com diferentes diâmetros para variar e controlar a velocidade e criar turbulência
- Dissolução de flocos

- Sem zonas “mortas”
- Evitar indesejáveis fluxos secundários
- Ótima distribuição e uniformidade do fluxo

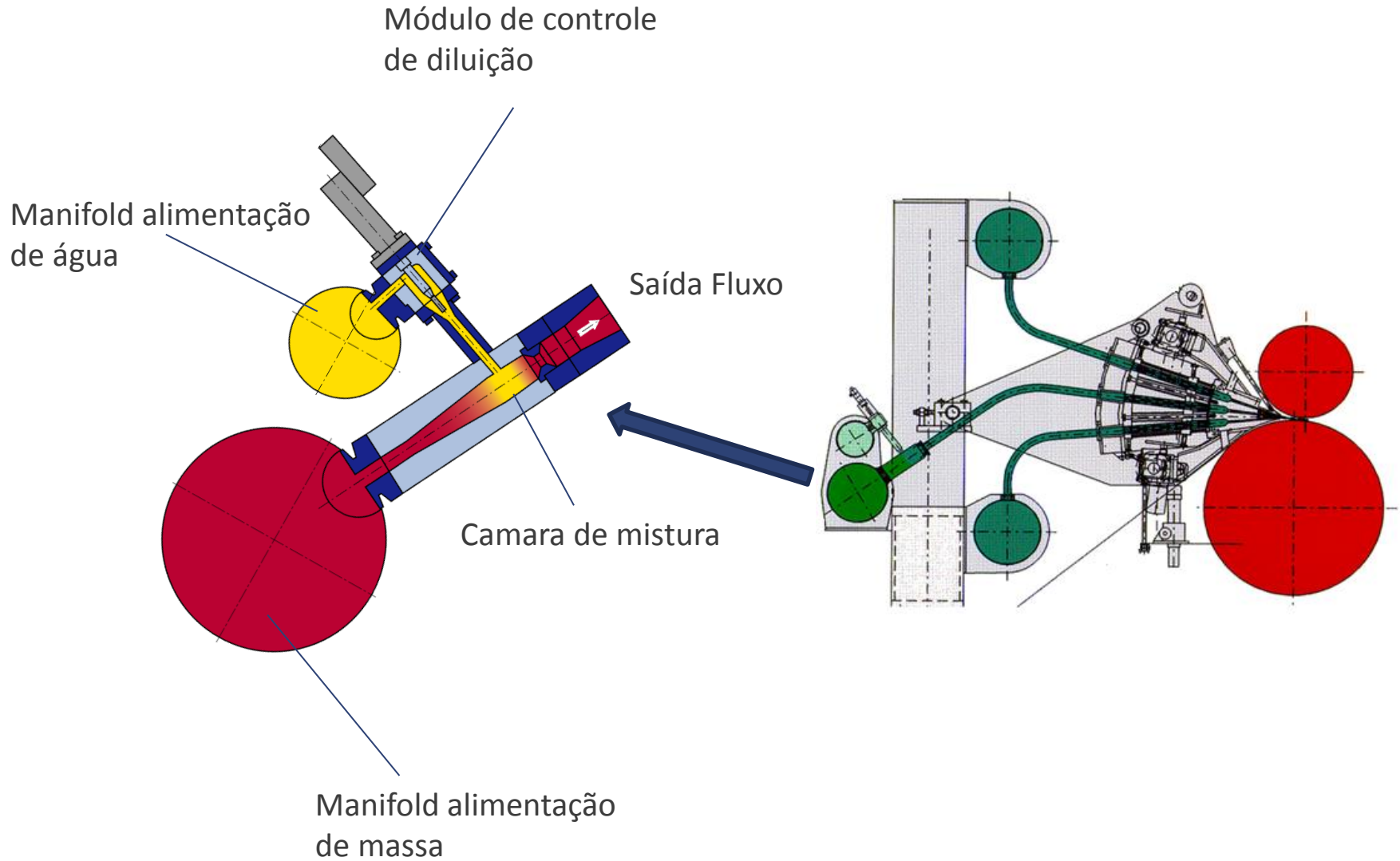




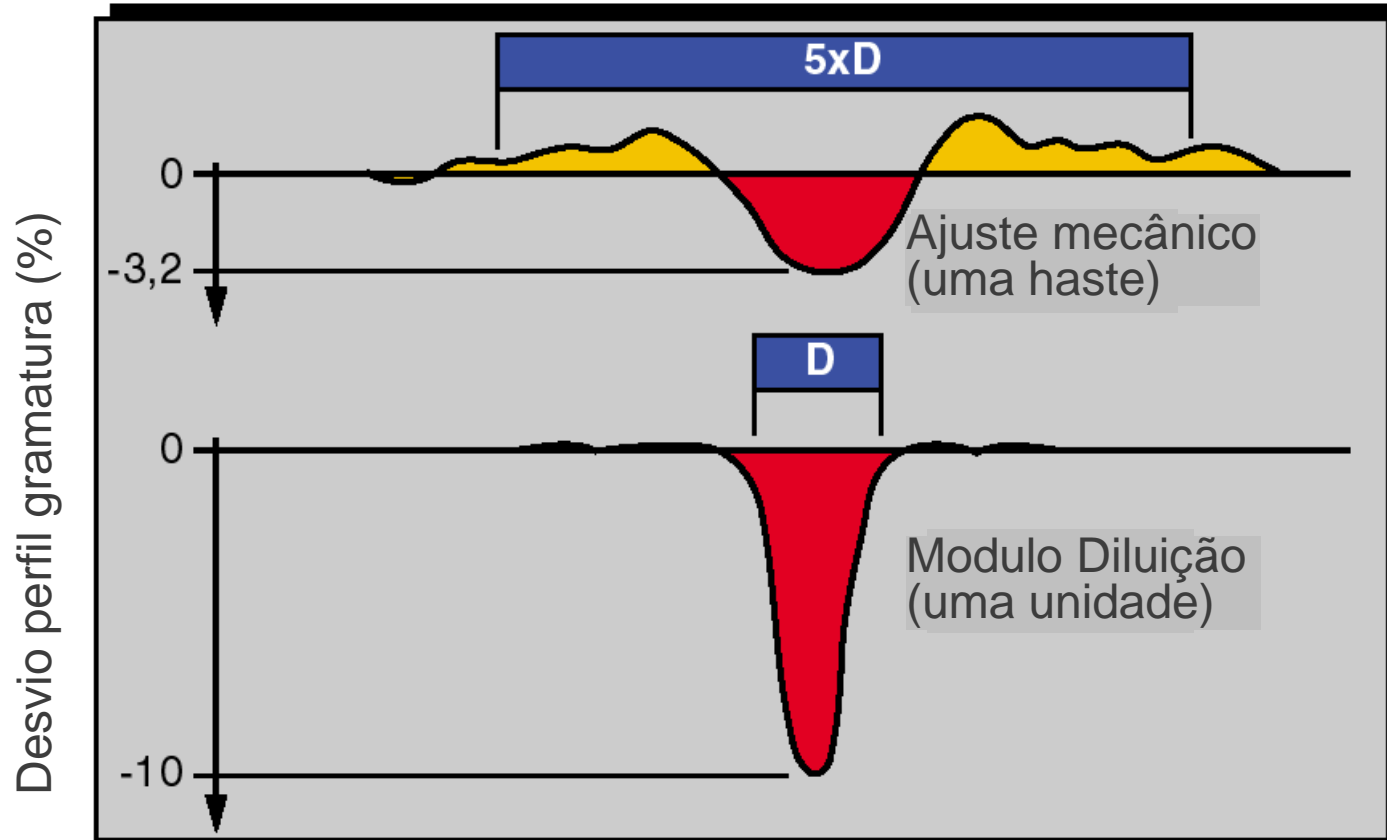
- Influencia áreas adjacentes

- Prejudica o alinhamento das fibras

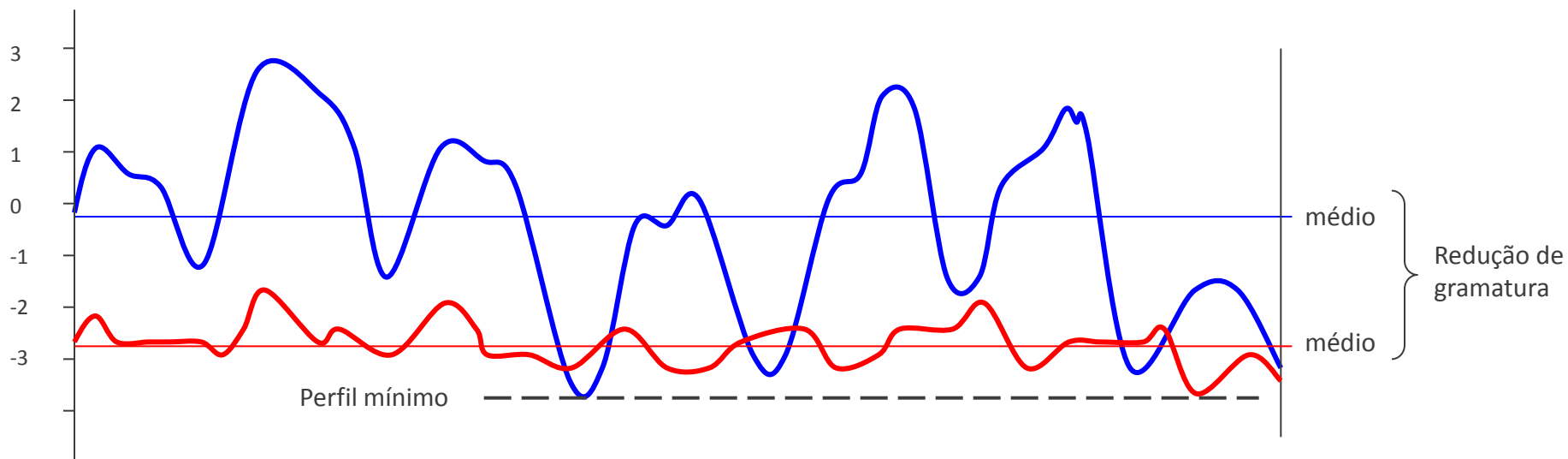
Controle do Perfil Transversal por Diluição



Precisão de ajuste do perfil de gramatura



Diluição – melhor perfil transversal e economia de fibras

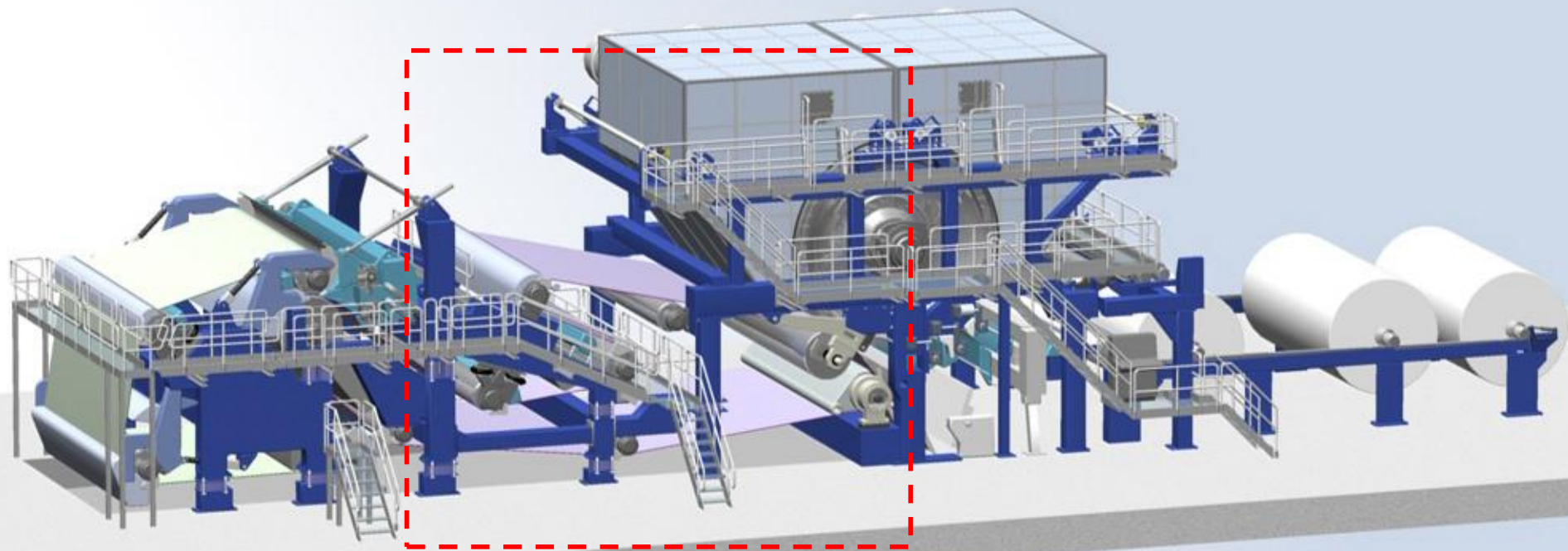


- Perfil de gramatura por ajuste mecânico
- Perfil de gramatura com ajuste por Diluição

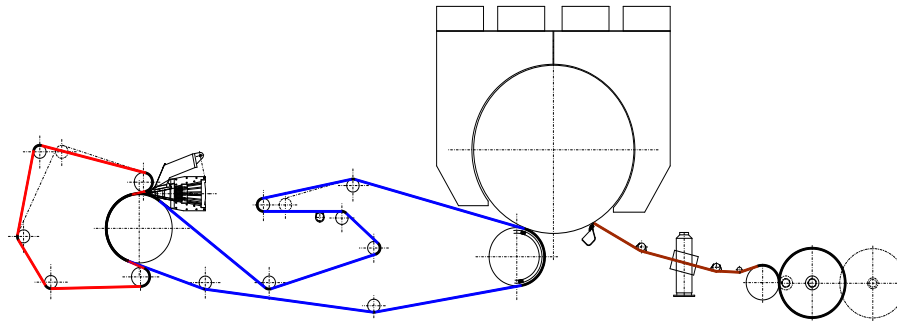
	Lábio sem ajuste	Ajuste com regulagem simplificada	Ajuste com medição fina	Ajuste motorizado	Diluição
2 sigma	4 %	3%	2 %	1,5 %	1 %

Valores estimativos

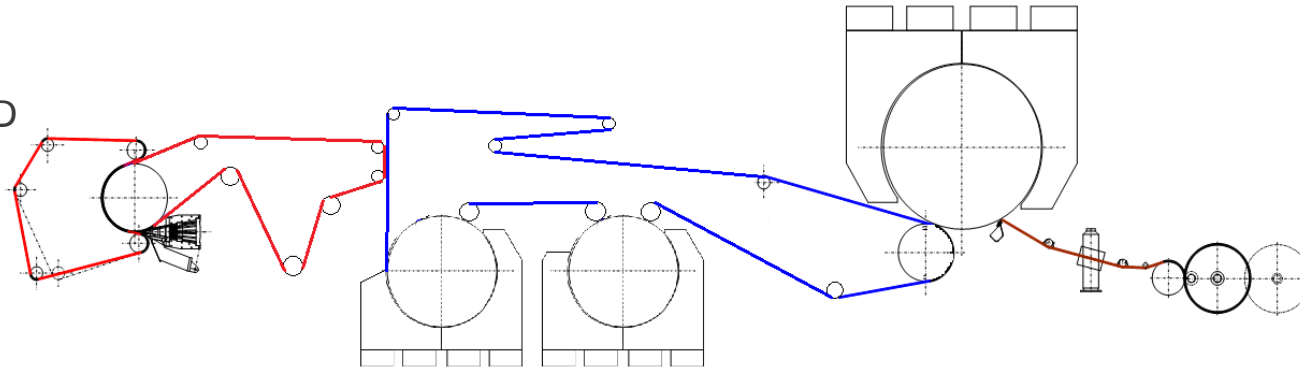
- Redução do consumo de fibras
- Qualidade do produto mais uniforme
- Maior facilidade para um controle do perfil de umidade transversal
- Melhor crepagem
- Melhor desempenho na área de conversão
- Melhor cobertura (pureza) entre as camadas nas caixas de entrada de 2 e 3 camadas



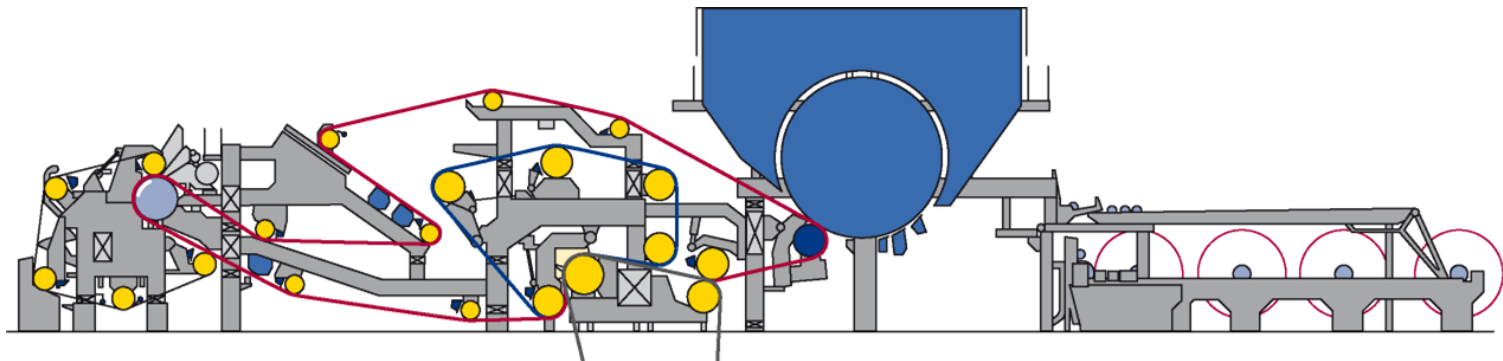
Dry Crepe

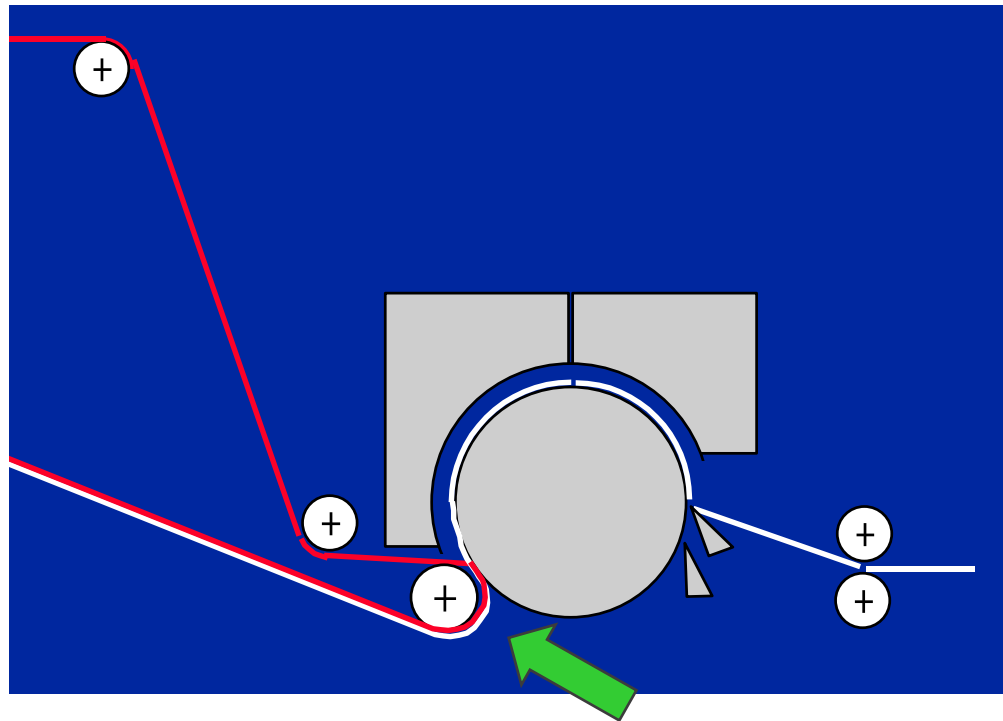


TAD



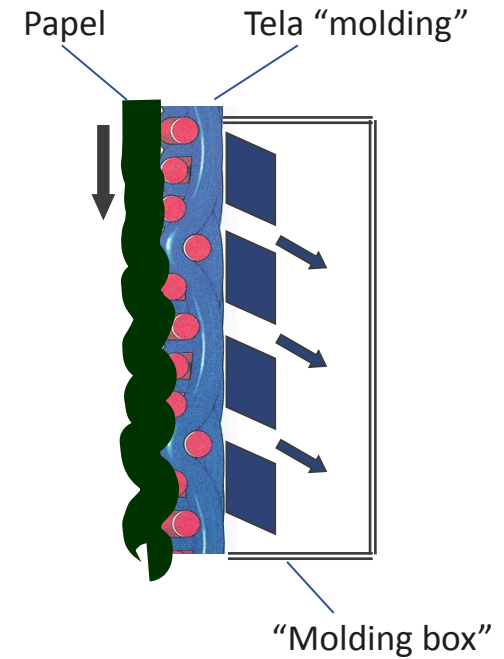
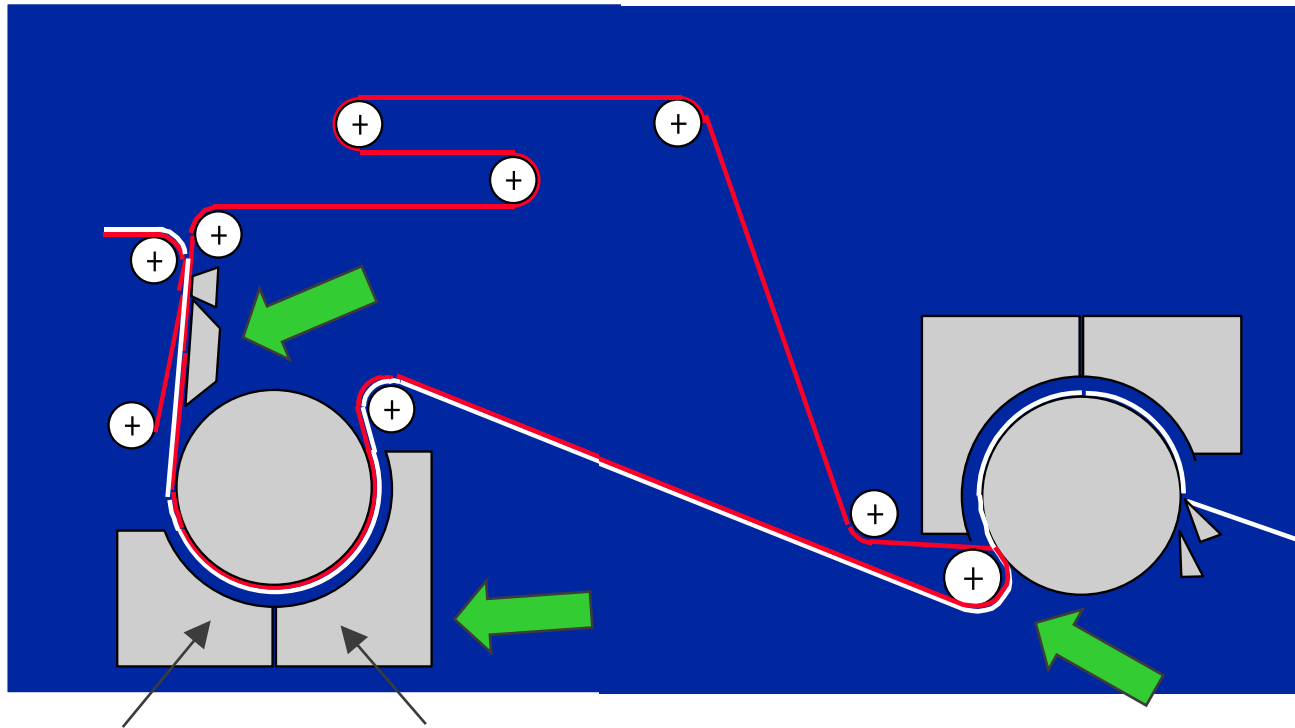
ATMOS



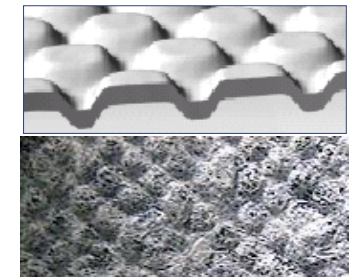


Papel vem da formação “plano” e portanto é prensado em 100% da superfície, perdendo “bulk”

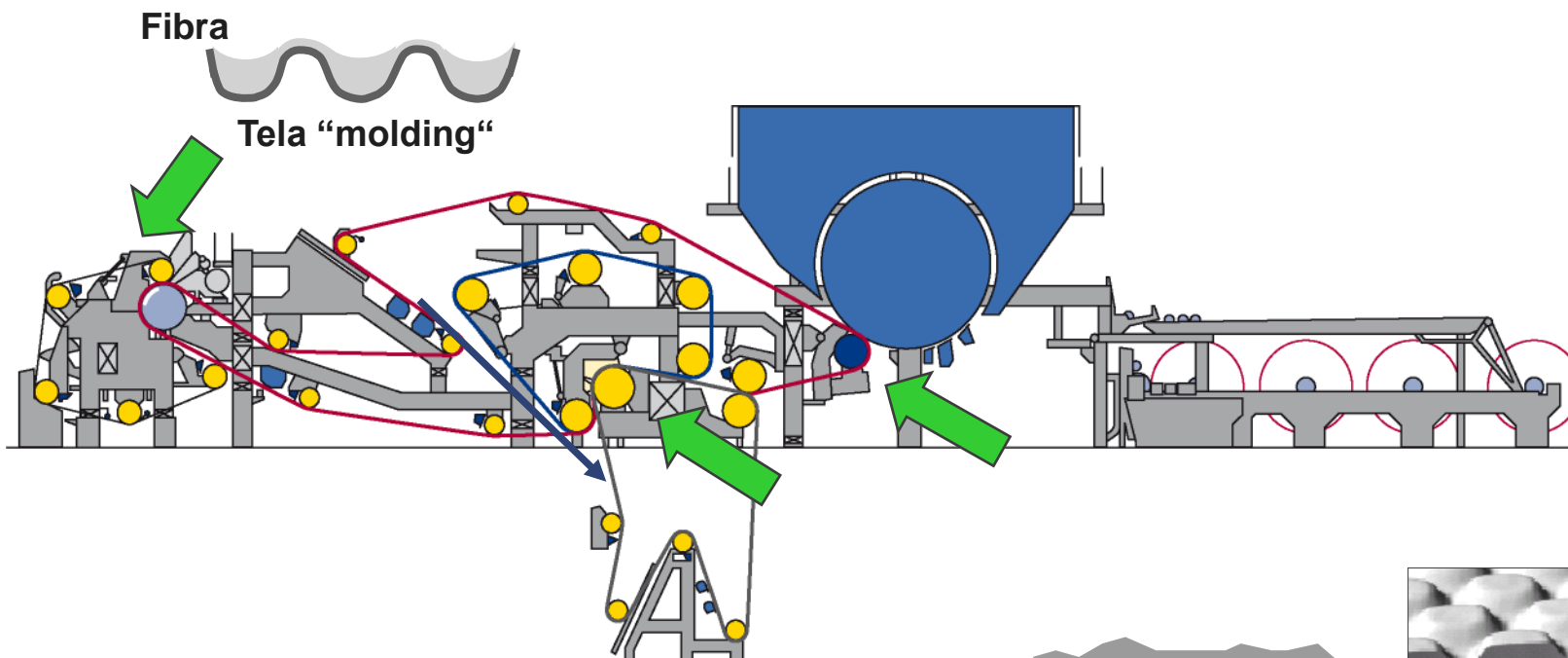
- Papel vem da formação com 10 a 15% de teor seco
- Após seção de prensas papel com ~ 35 a 42% seco
- Após Yankee / capota papel ~ 94-96% seco



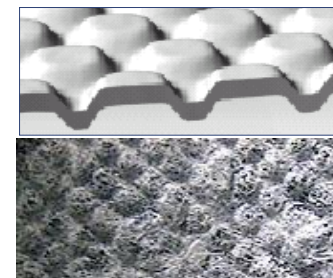
Papel vem da formação "texturizado" e portanto é prensado em somente aprox. 25% da superfície, preservando "bulk"



- Papel vem da formação com ~ 25% seco
- Papel após seção TAD com ~ 50 a 75% seco (secagem através de passagem de ar quente)
- Não há ganho de teor de seco na prensa. Função é de transferência do papel
- Papel após Yankee / capota com ~ 95-96% seco



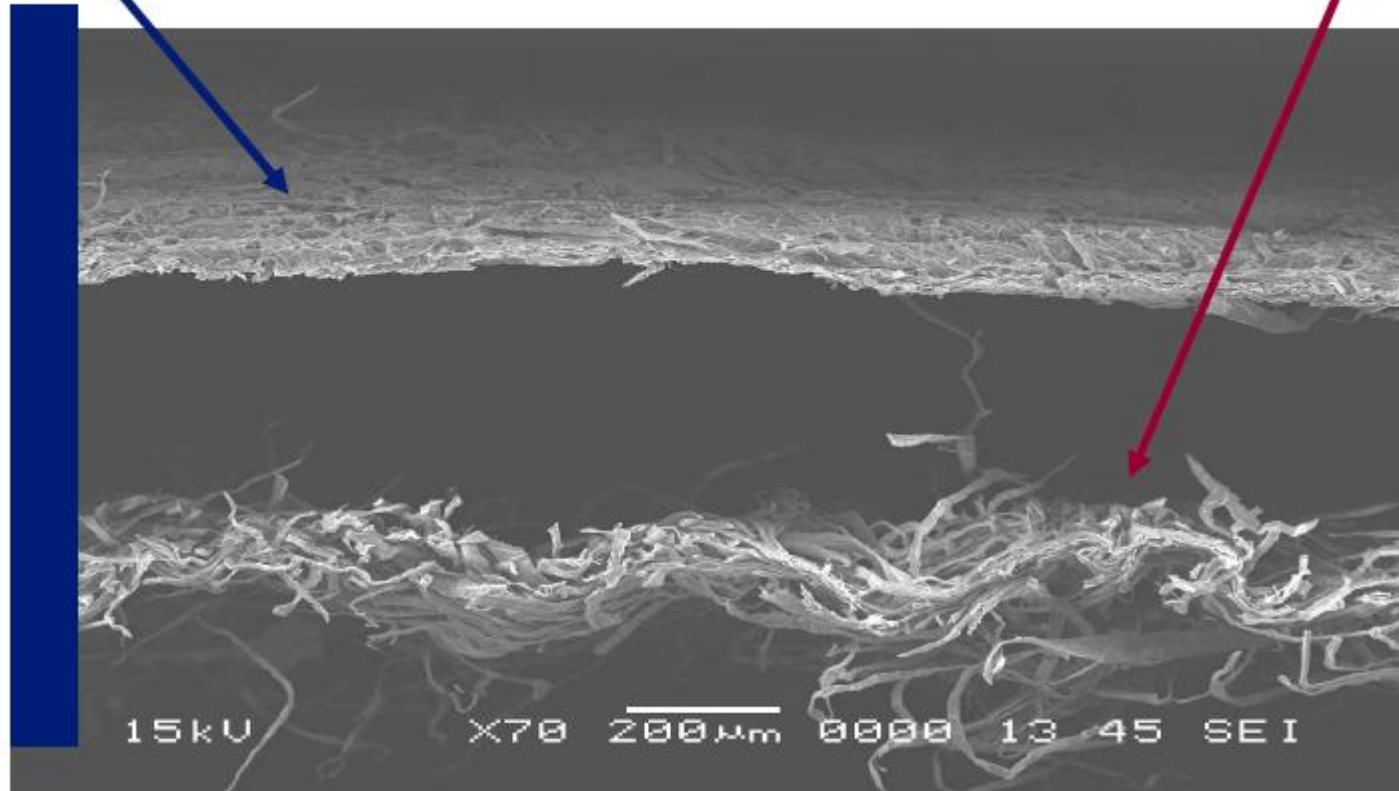
Papel vem da formação “texturizado” e portanto é prensado em somente aprox. 25% da superfície, preservando “bulk”



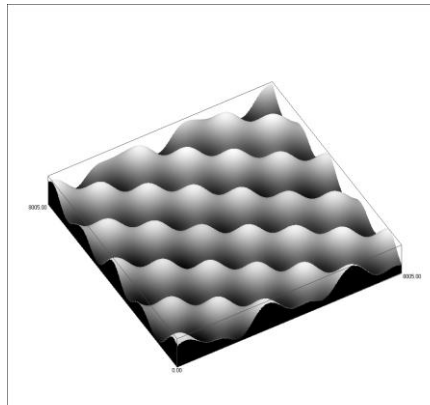
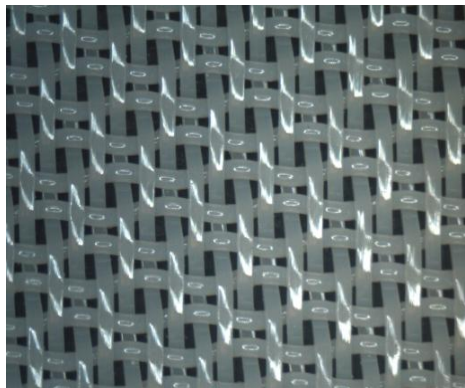
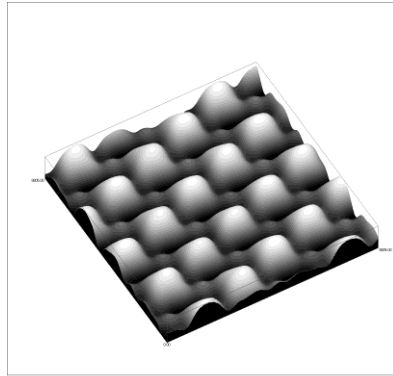
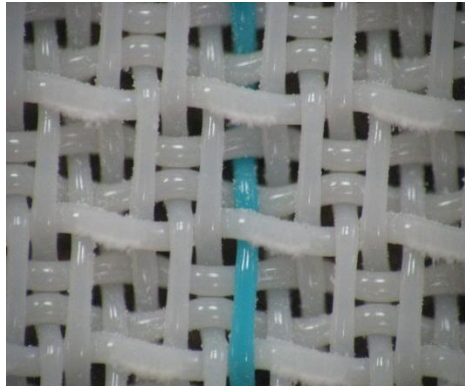
- Papel vem da formação com ~ 10-12% seco
- Papel após seção ATMOS com ~ 35 a 40% seco (secagem através de passagem de ar quente e vácuo)
- Não há ganho de teor de seco na prensa. Função é de transferência do papel
- Papel após Yankee / capota com ~ 95-96% seco

Dry Crepe

PREMIUM
Estruturado

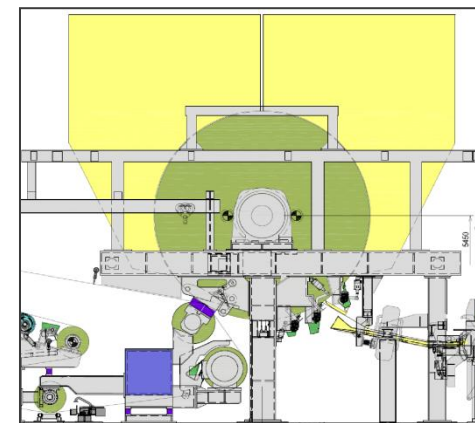
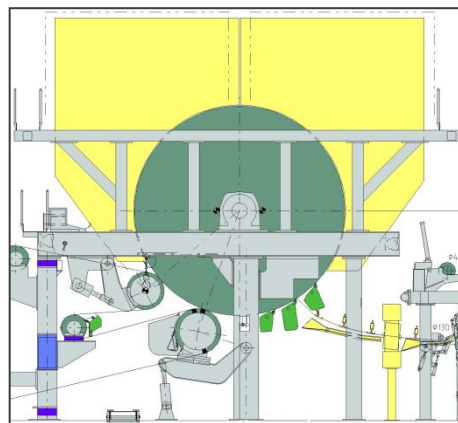
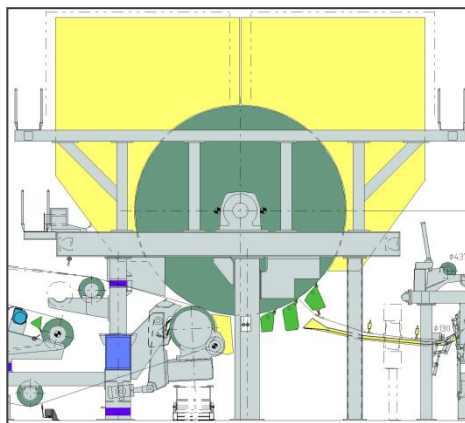


Telas com diferentes desenhos para distintos resultados



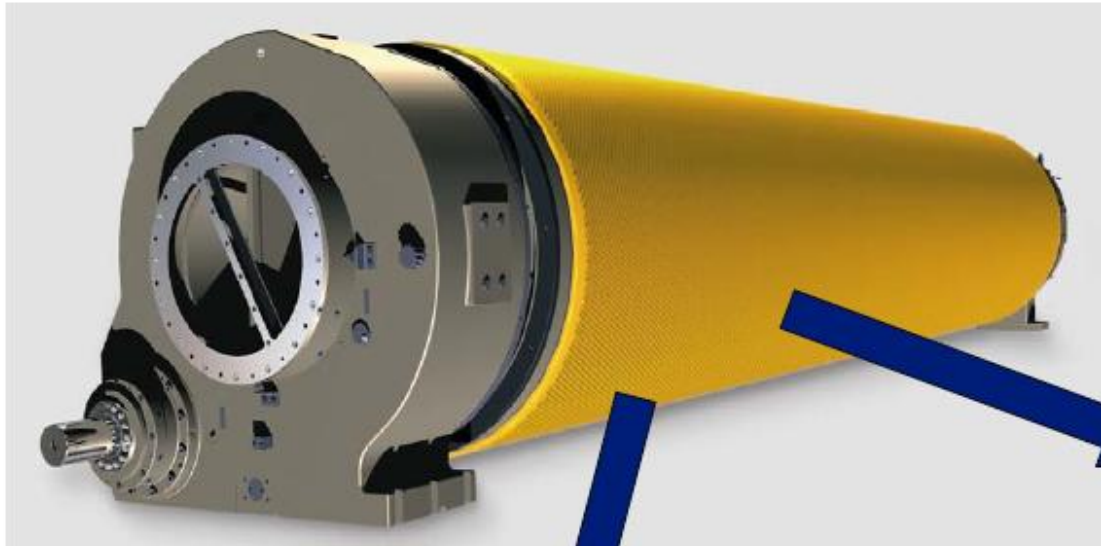
O tipo da tela “molding” é definido em função da aplicação:

- Tipo do papel: toalha ou higiênico
- Bulk
- Absorção
- Secagem
- Handfeel
- Suavidade
- “Desenho”
- Vida



	1-Prensa	2-Prensas	Prensa sapata
Bulk	0	-	+
Energia	0	+	++
Flexibilidade	0	0	++
Vida feltro	0	-	0
Abraçamento capota	0	--	-
Manutenção	0	-	-

Prensa de sucção contra o Yankee



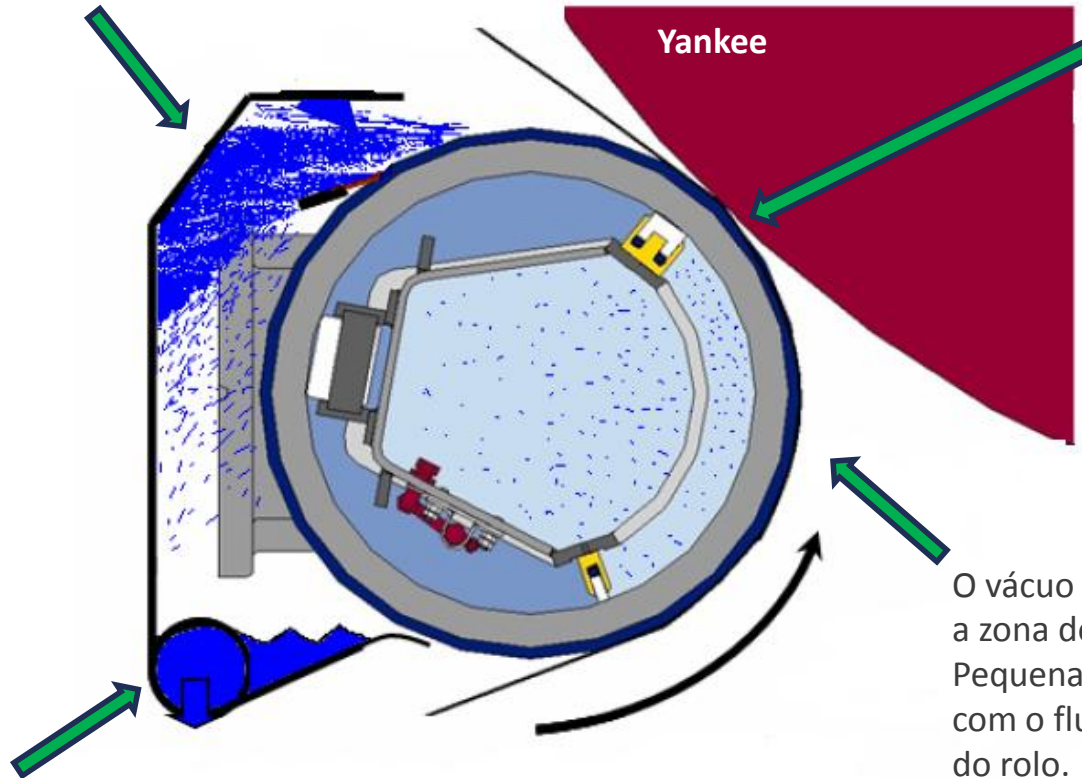
corpo e caixa de váxuo



camisa

Prensa de sucção contra o Yankee

Parte da água é expelida do rolo e outra parte é retirada da superfície pelo raspador



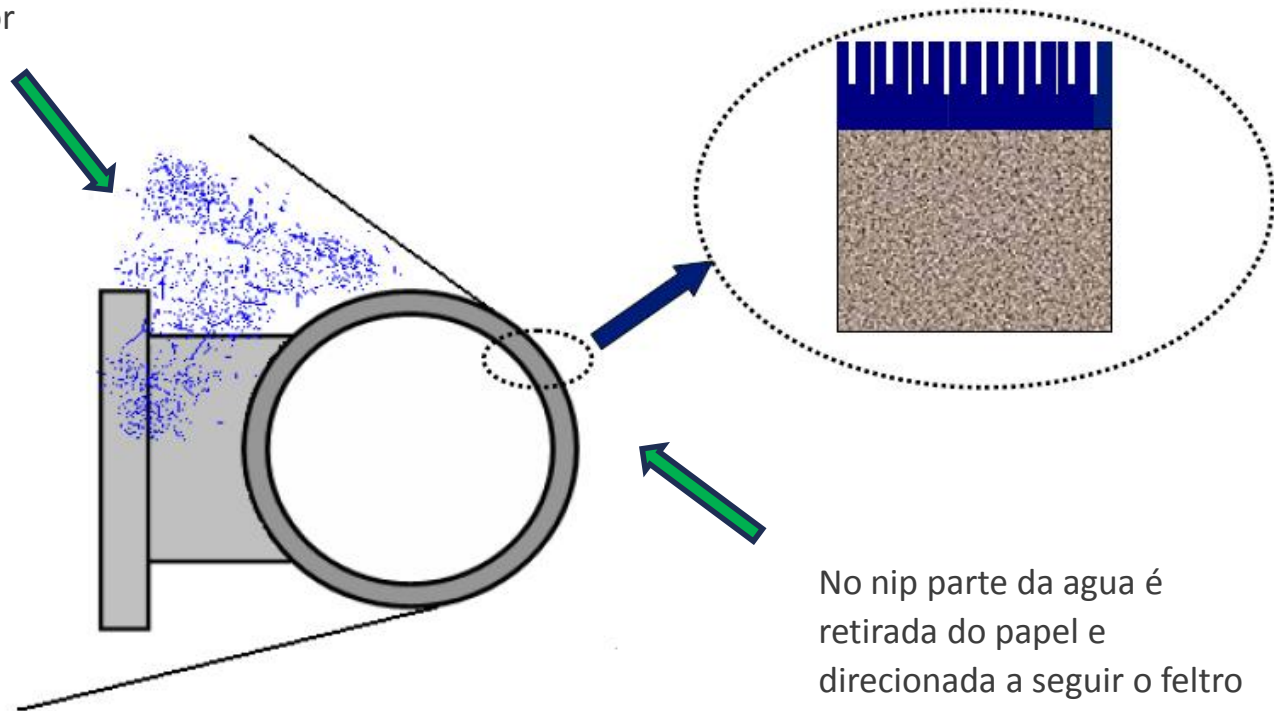
No nip parte da água é retirada do papel e direcionada a seguir o feltro

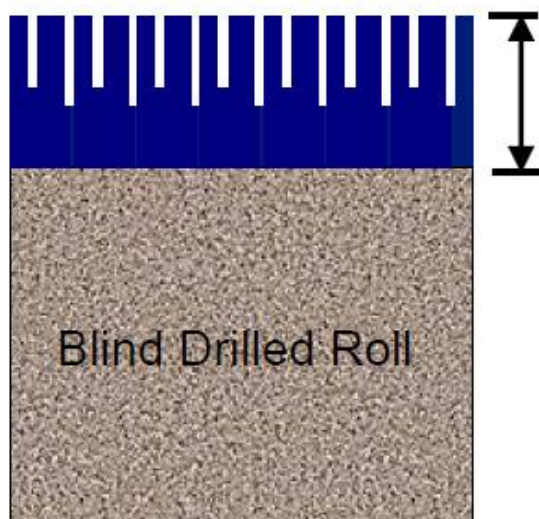
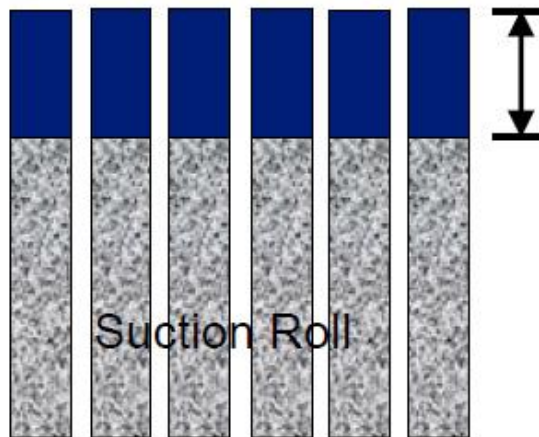
O vácuo succiona a água para a zona dos furos da camisa. Pequena parte da água segue com o fluxo de ar para dentro do rolo. Área aberta entre 20 a 25%.

A água é coletada pela calha e eliminada pelo dreno

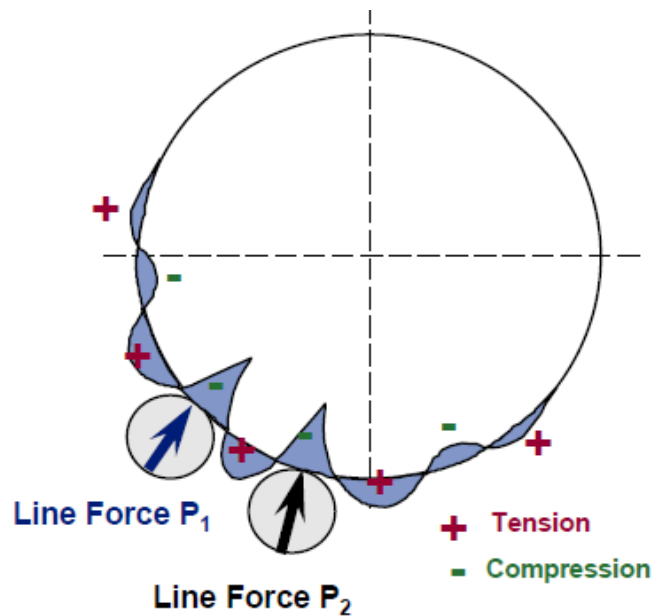
Usualmente utilizado na posição de segunda prensa

Parte da água é expelida do rolo e outra parte é retirada da superfície pelo raspador

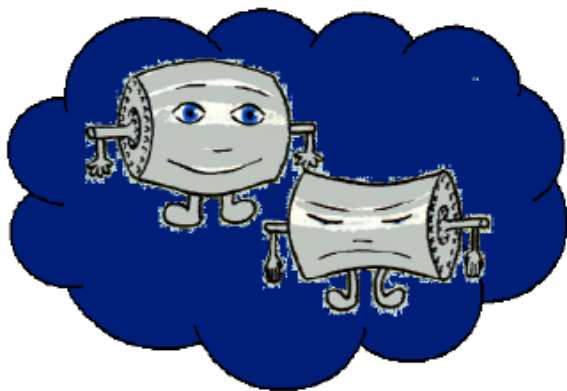


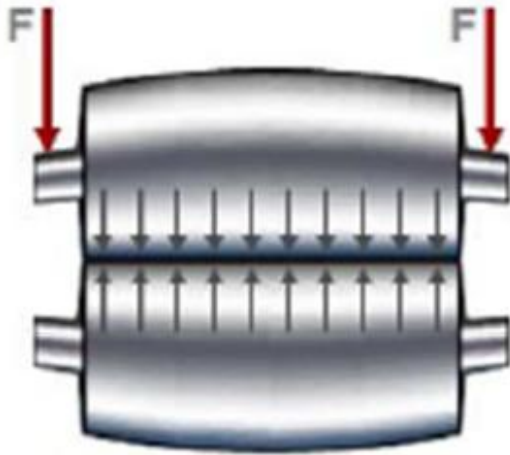


- Historicamente borracha tem sido a escolha para o revestimento, mas atualmente já existem alternativas em poliuretano
- Usualmente revestimento com espessura de 20 a 25 mm
- Dureza de 30 a 40 P&J
- Revestimento é retificado a cada 6 a 12 meses
- Revestimento é geralmente trocado após 6 retíficas

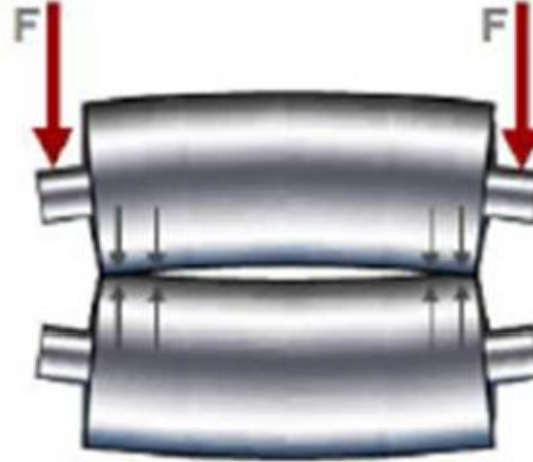


- Yankees e Rolos Prensa são “abaulados” para conseguir uma carga homogênea no nip.
- Muitos itens são considerados para definir a abaulamento:
 - Deflexão do Yankee e prensa sob carga
 - Pressão do Yankee
 - Temperatura na superfície do Yankee e ao longo da camisa
 - Etc
- Isto é importante para:
 - Ter um perfil uniforme de umidade transversal do papel
 - Ter boa transferência do papel para a superfície do Yankee
 - Ter um crepe homogêneo
 - Maximizar a qualidade
 - Etc

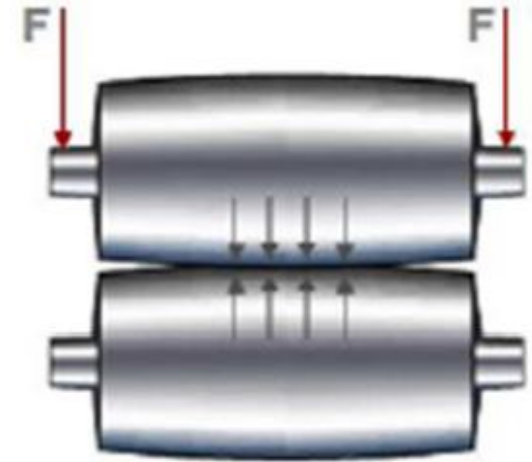




Abaulamento
correto

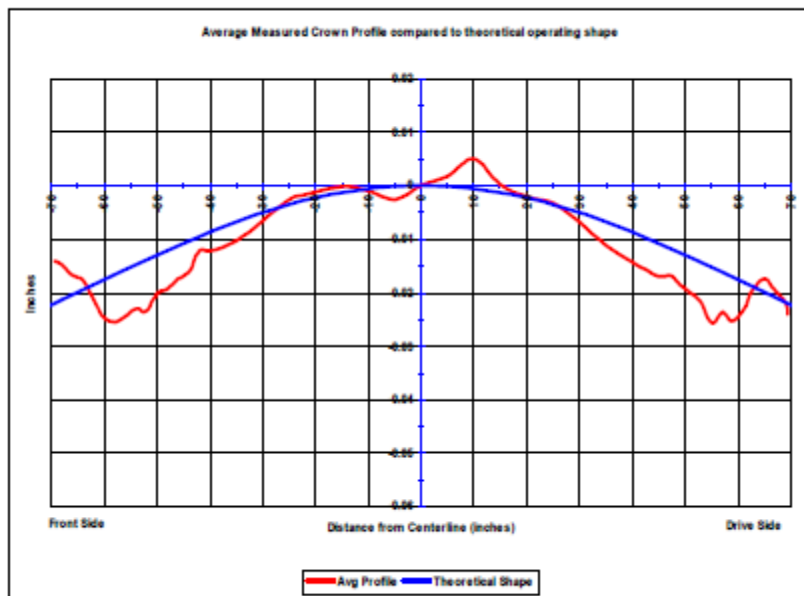


Abaulamento
insuficiente

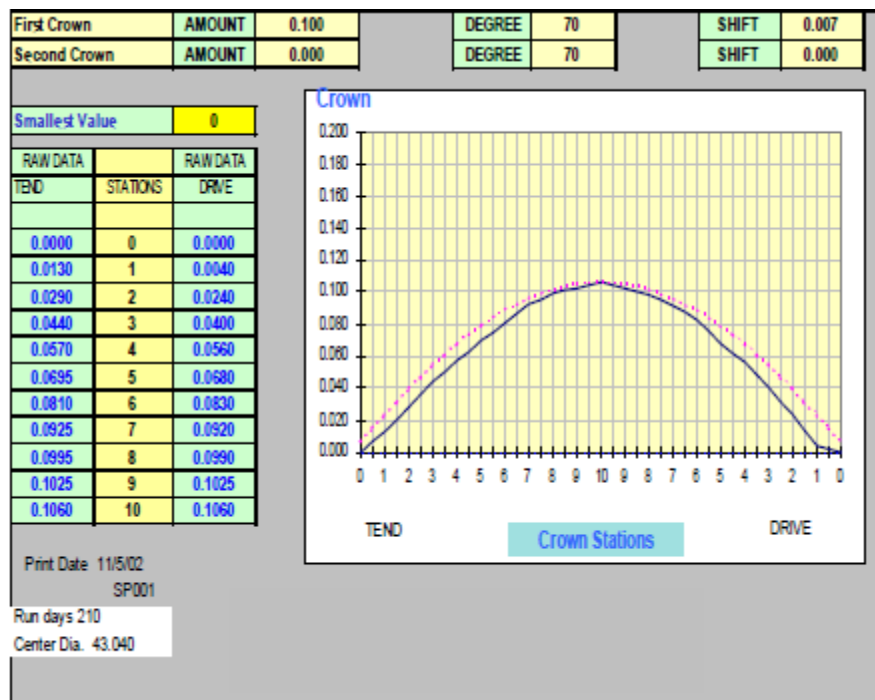


Abaulamento
excessivo

Avaliação de rolos retirados de operação



Perfil ruim, com bordas não uniformes

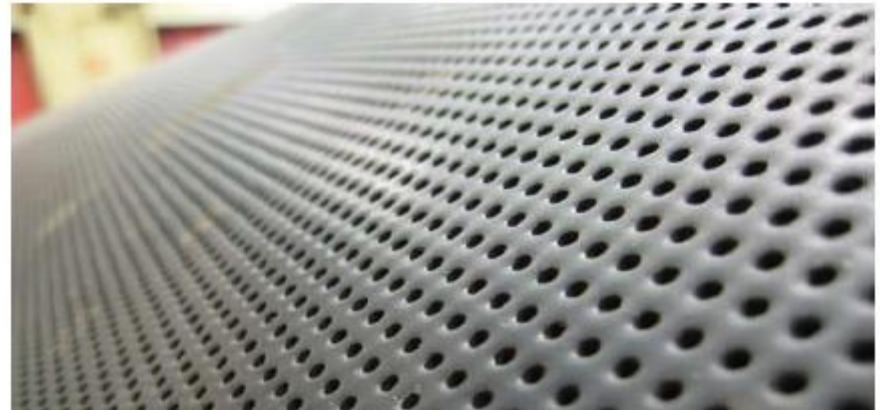


Perfil bom, com desgaste uniforme

Benefícios de um melhor perfil de gramatura

Desgaste do revestimento:

- Localizado nos furos ou não uniforme ao longo da camisa
- Problemas com marcas no papel ou perfil de umidade não uniforme



Entupimento dos furos:

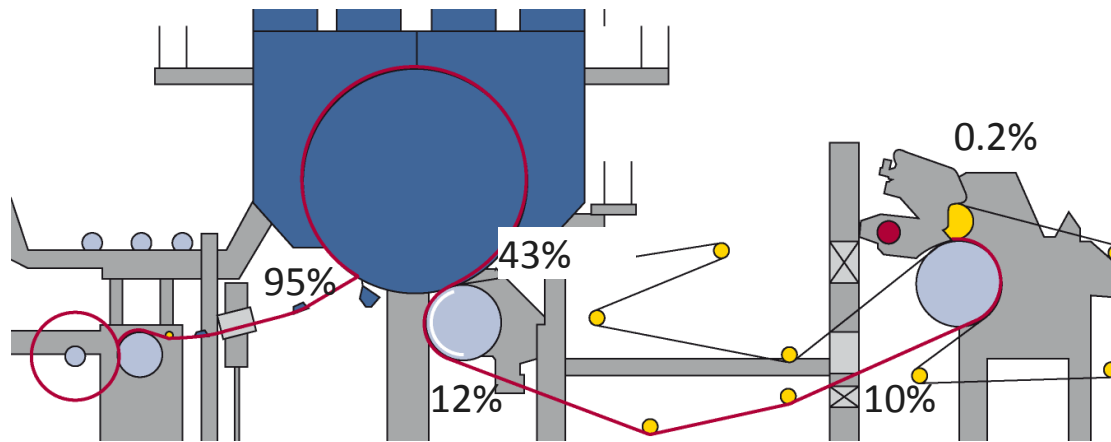
- Reduz área aberta com consequente redução da capacidade de desaguamento e perfil de umidade do papel não uniforme



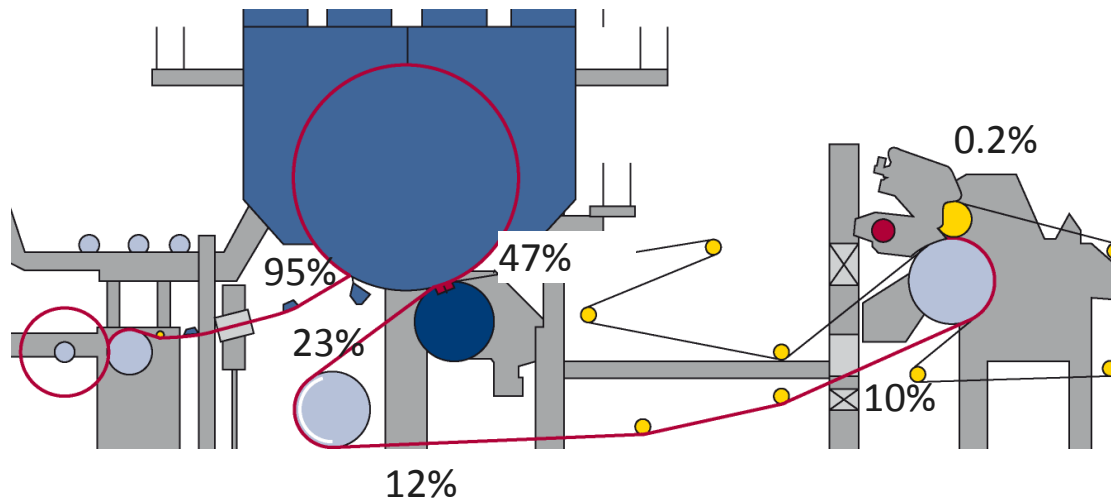
Danos no revestimento:

- Causado por acidente ou por abaulamento inadequado com o Yankee

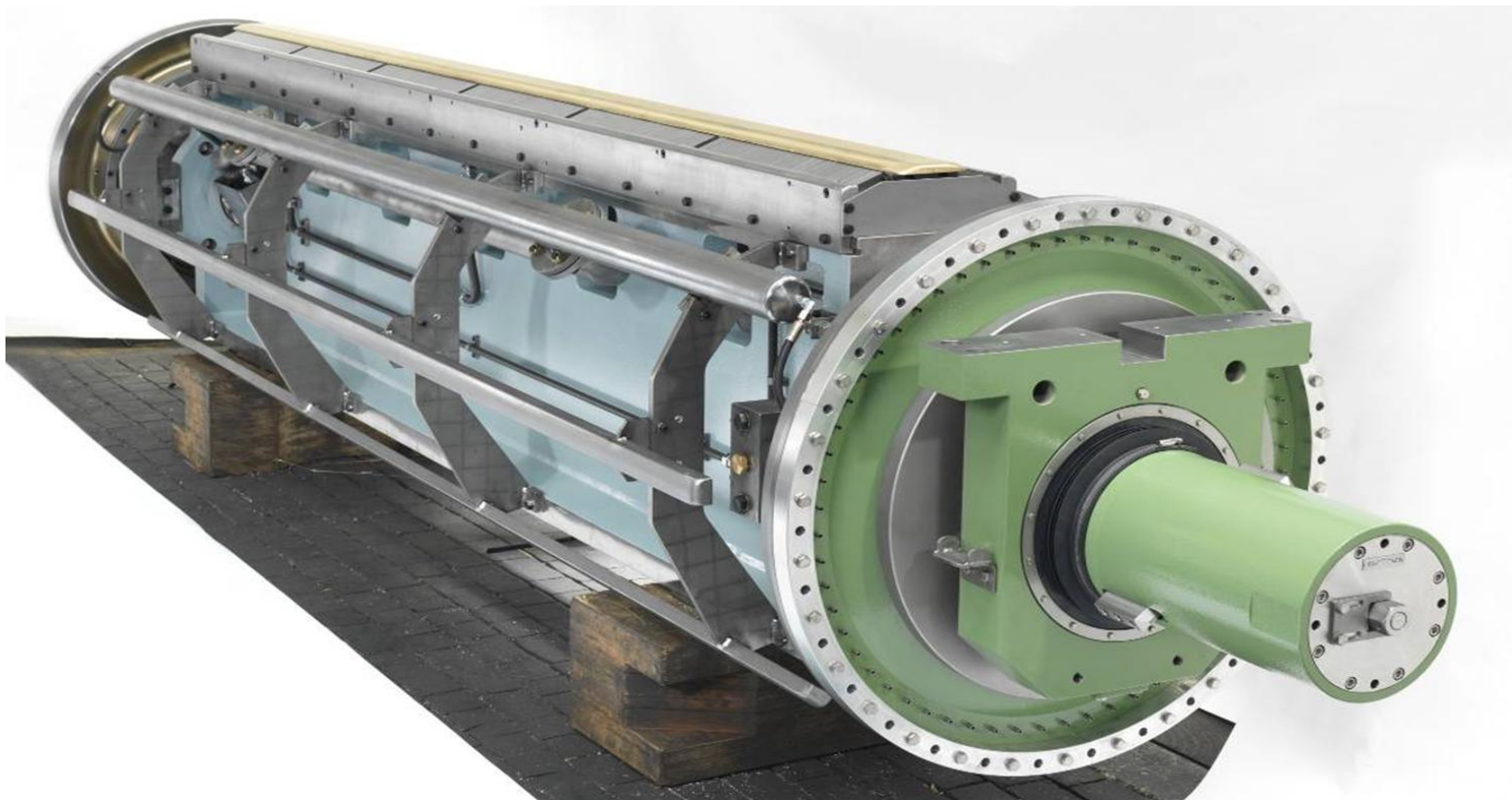
Exemplo de Resultados:

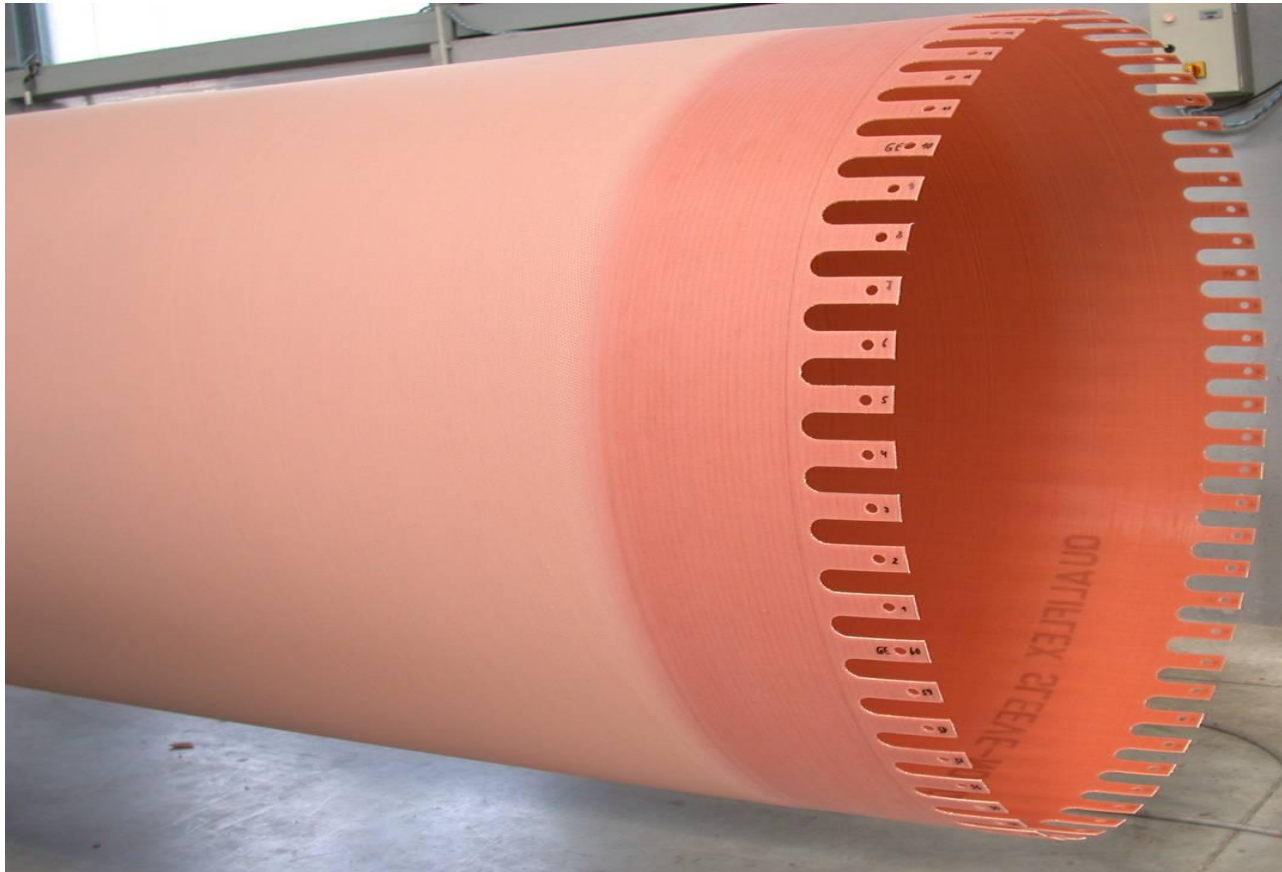


Rolo de Sucção e Pressão

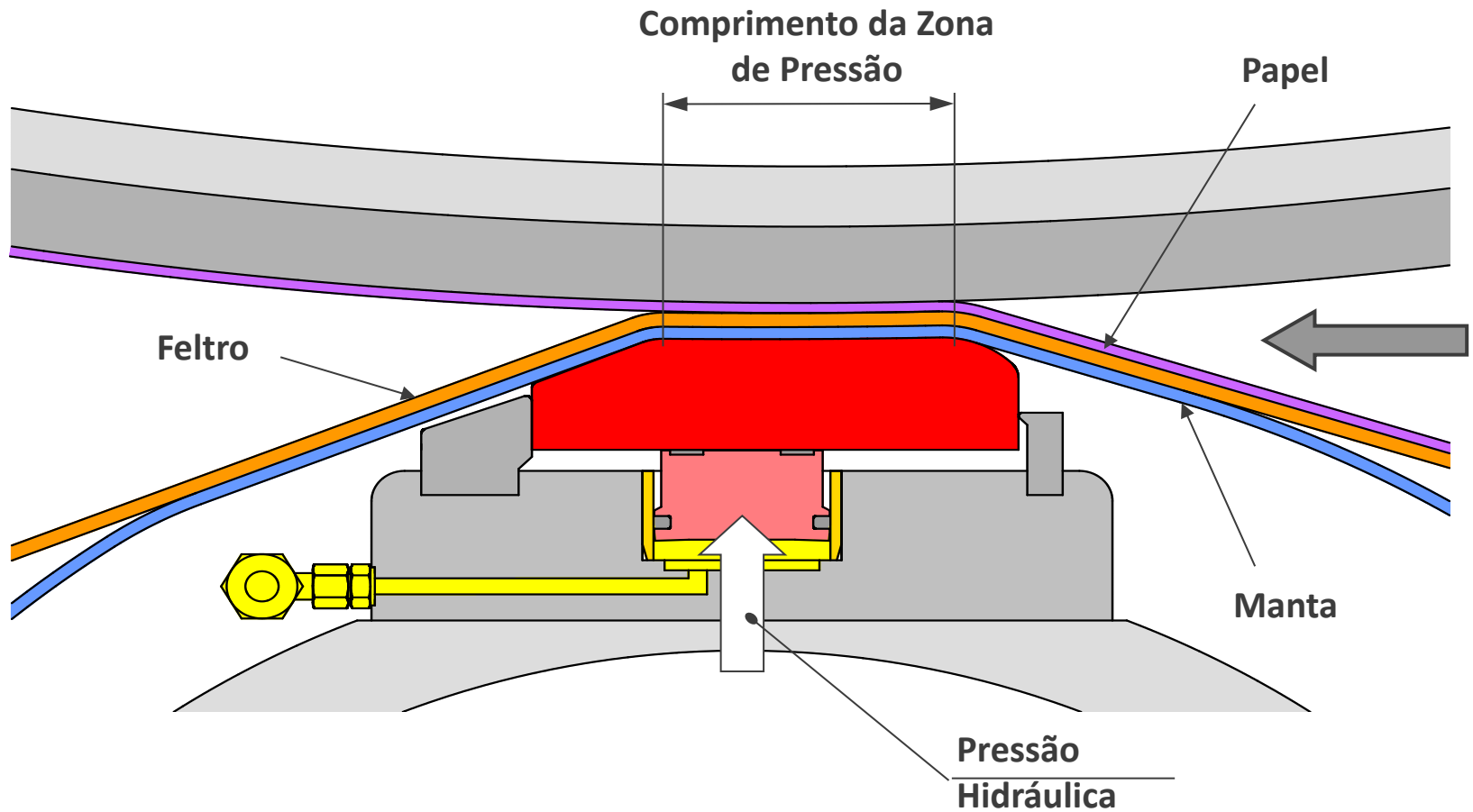


Prensa Sapata

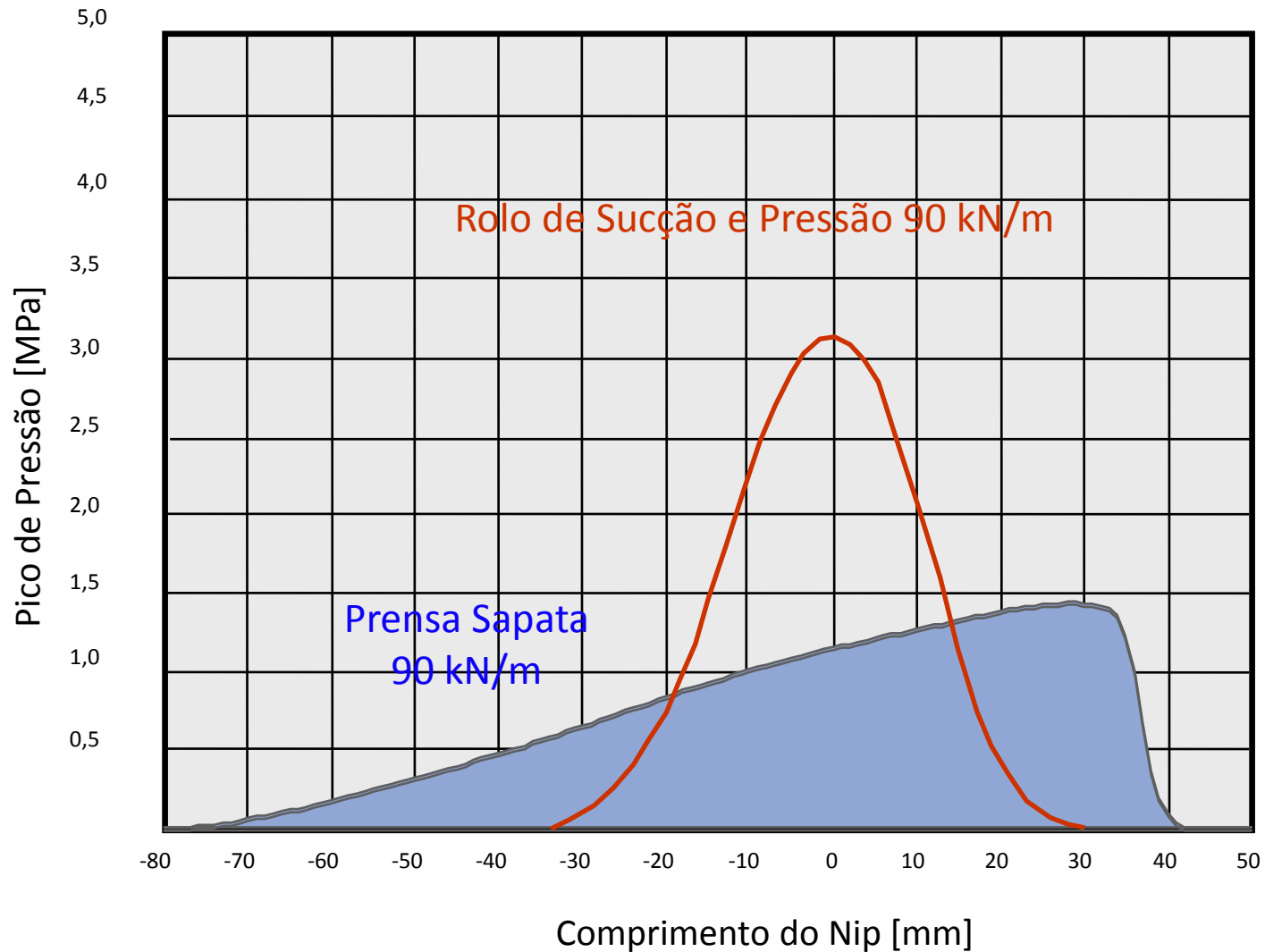




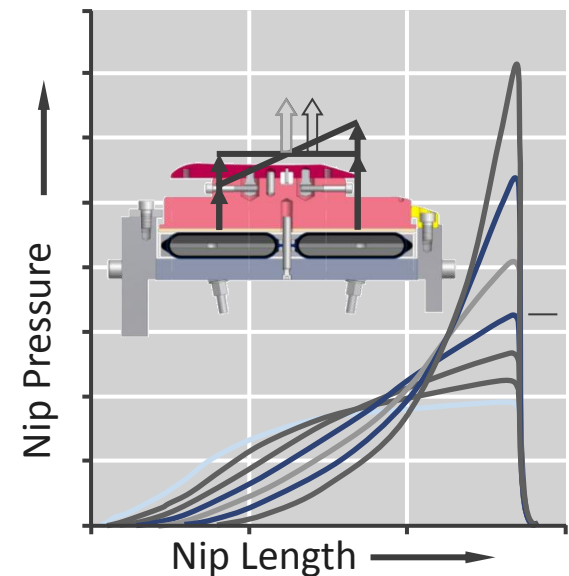
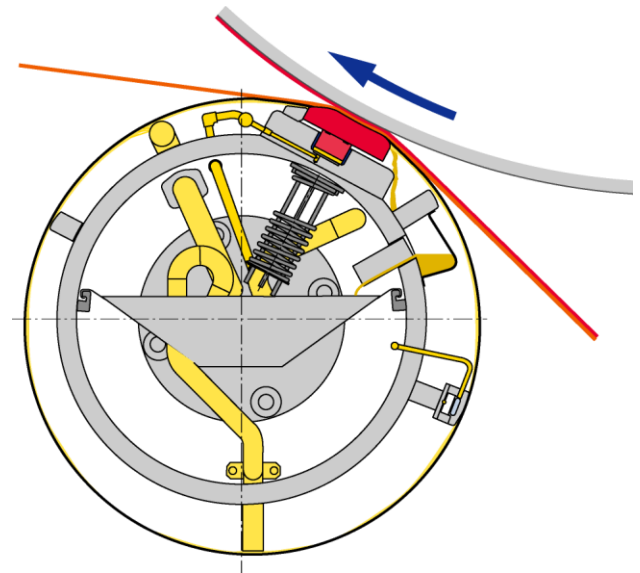
Princípio funcionamento da Prensa Sapata

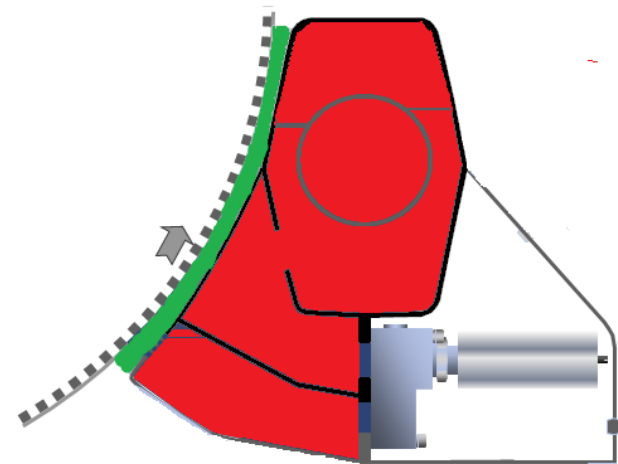
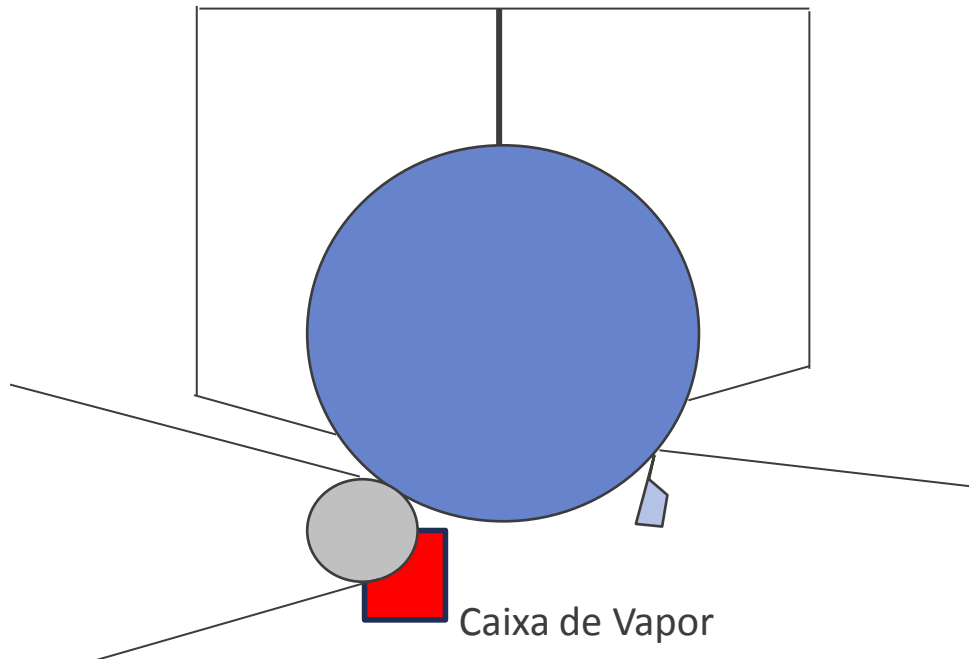


Princípio funcionamento da Prensa Sapata



- Conceito de prensagem que permite maior flexibilidade
- Possibilidade de utilizar sapatas de diferentes comprimentos e/ou diferentes ajustes resultando em:
 - Redução de energia
 - Aumento de bulk
- Melhor transferência da folha ao Yankee
- Sapata flexível: acompanha deflexões do Yankee





Benefícios:

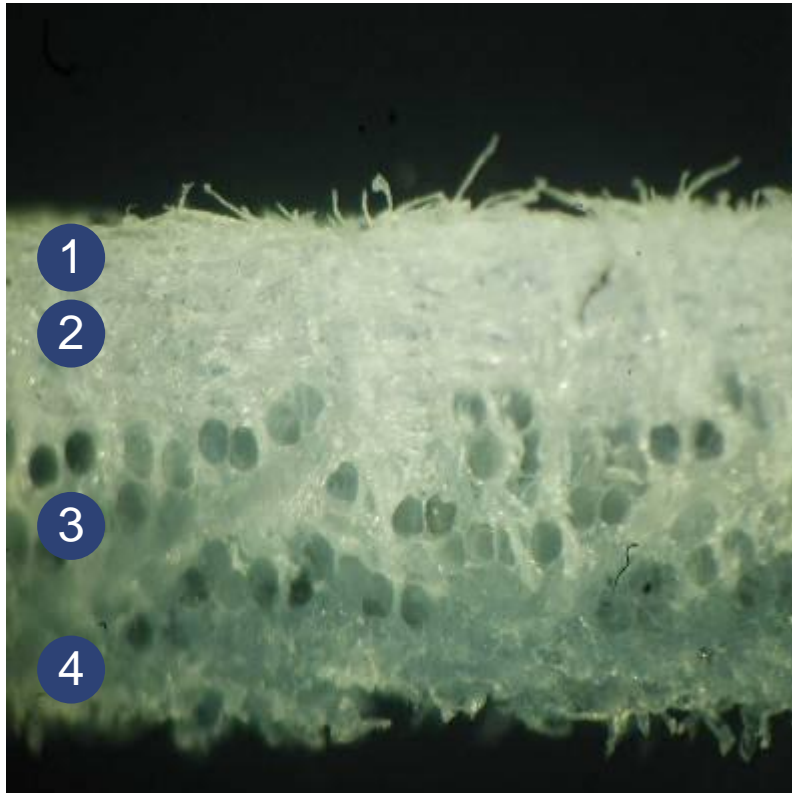
- Incremento do teor de seco da folha após a prensa em aprox. 1,5 – 2%
- Ajuste do perfil transversal de umidade da folha



Exemplos de requerimentos e características:

- Auxiliar no desaguamento do papel
- Reter e transportar água até as caixas de sucção
- Distribuição uniforme (perfil transversal, superfície do papel e etc)
- Facilitar transferência da folha para o Yankee
- Grande volume
- Reduzida compactação
- Resistente a temperaturas
- Fácil limpeza

sentido drenagem
↓



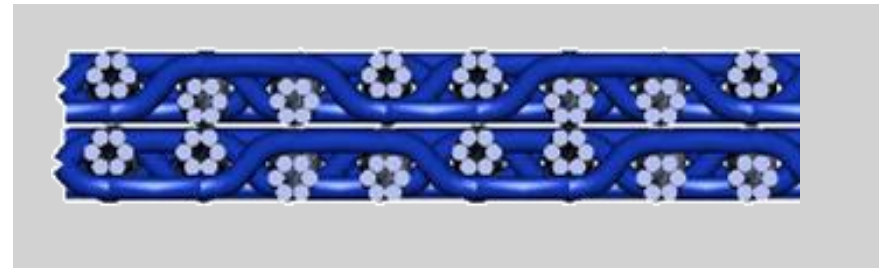
1. Capa superficial com fios finos, em contato com o papel
2. Capa estrutural
3. Estrutura base
4. Capa inferior, lado rolos

Exemplos de tipos de Estrutura Base

1 Laje



1+1 Laminada



2 Lajes

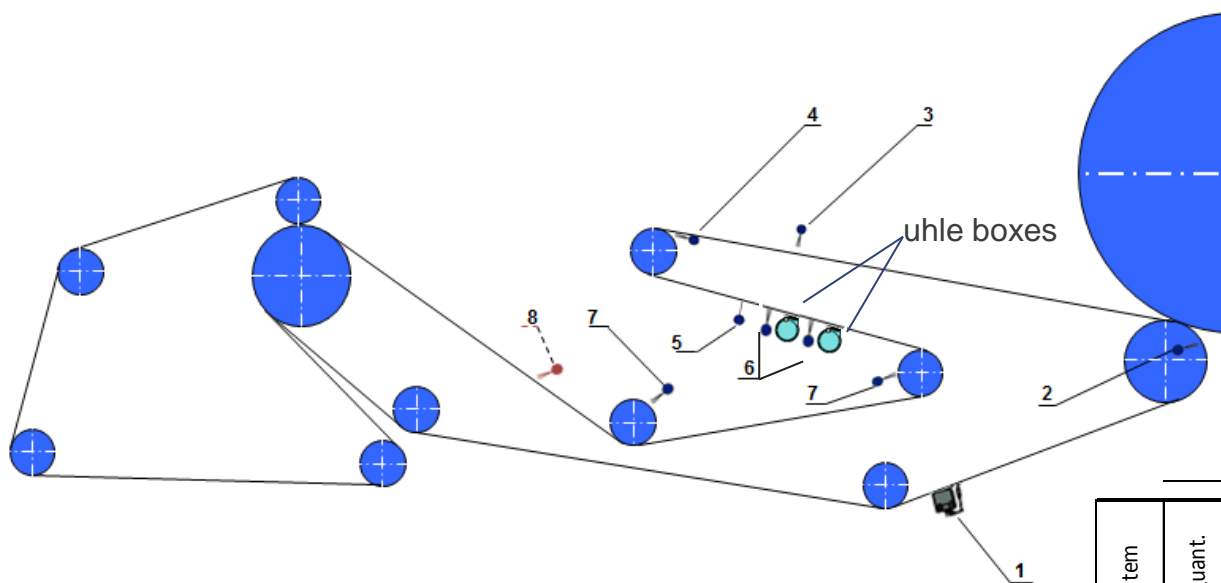


2+1 Laminada



Volume do feltro, resistência a compactação e capacidade de retenção de água são definidas pelo tipo da estrutura base

Exemplo de chuveiros / uhle boxes para seção Feltro/Prensa



F = água fresca

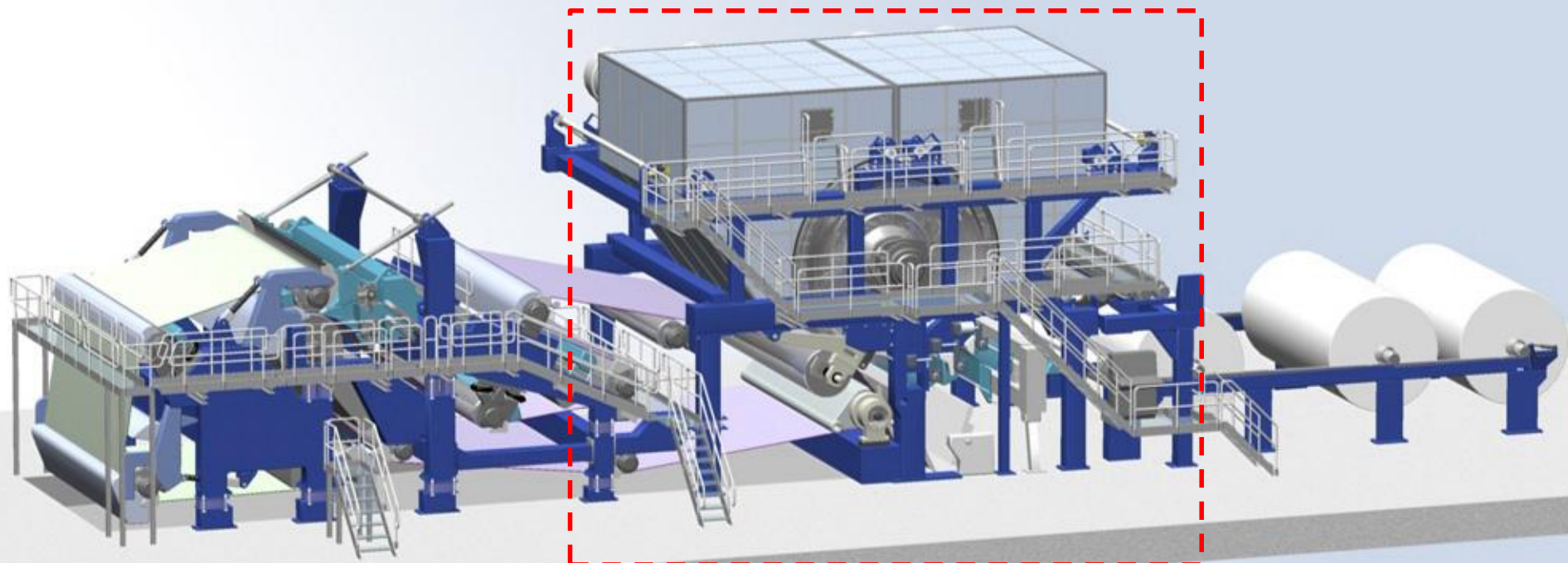
C = água clarificada (< 50 ppm; < 100 µm)

SC = água superclarificada (< 20 ppm; < 50 µm)

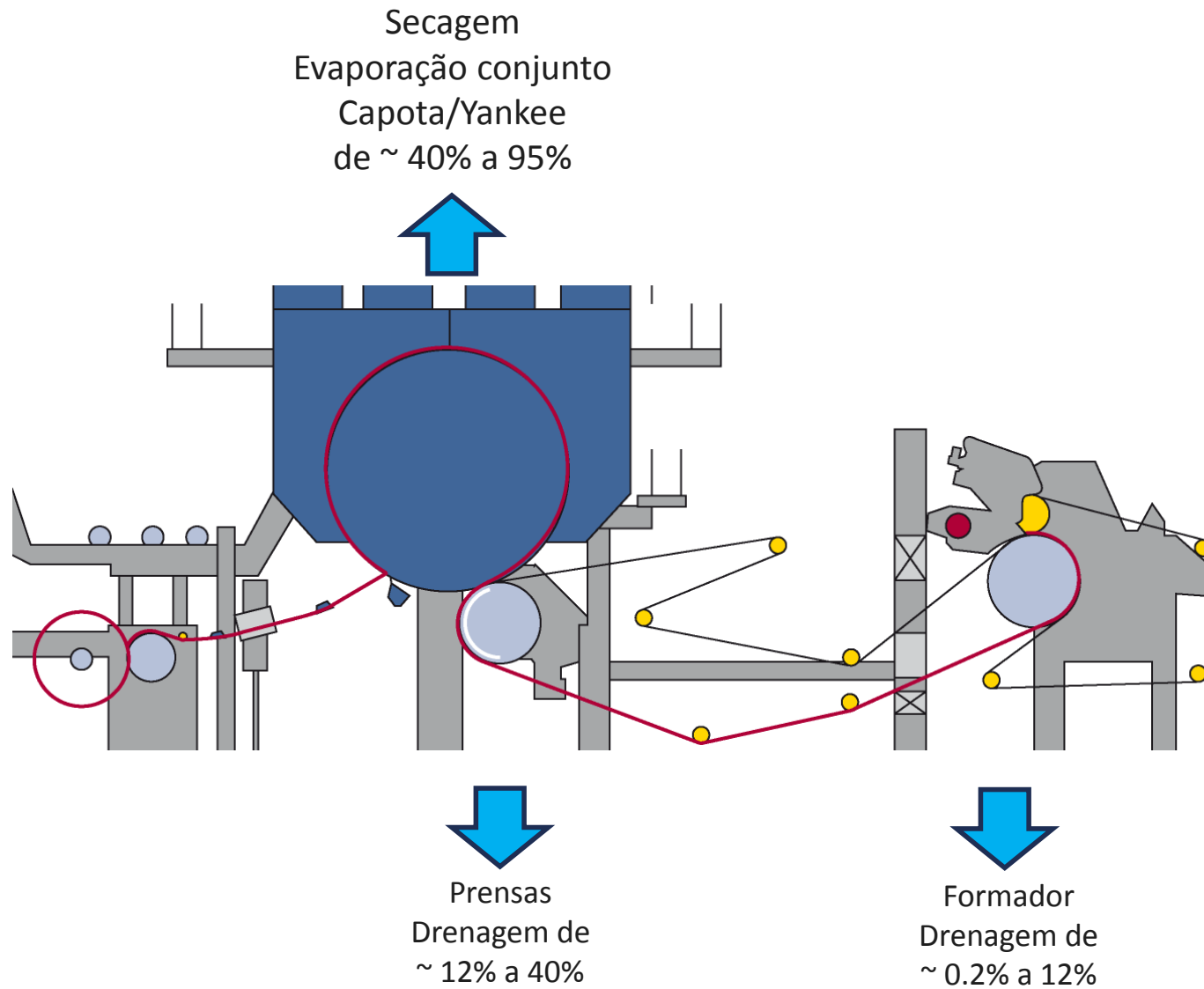
Uhle Boxes:

- Quantidade de tubos e de fendas em função da velocidade da máquina
- Base para dimensionamento com tempo total de retenção sobre as fendas (dwell time) de 1,8 a 2,2 msec.

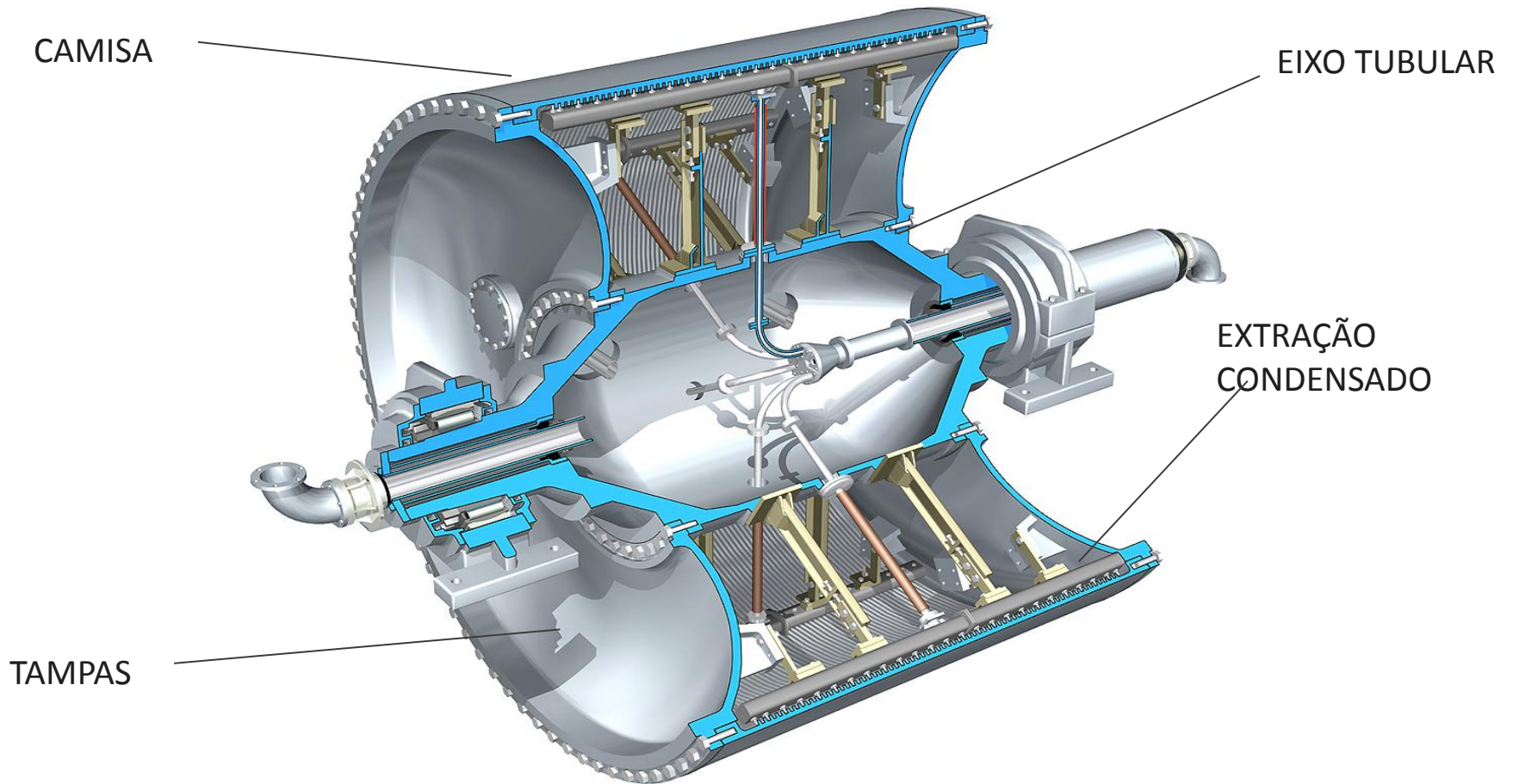
Item	Quant.	Posição	Água	
			Pressão (bar)	Tipo
1	1	Pichasso	10	F
2	1	Lubrificação rolo prensa	3	F
3	1	Químicos	3	F
4	1	Inundação	2	C
5	1	Alta Pressão	25	F
6	2	Lubrificação uhle boxes	2	C
7	2	Rolos guia tela	2	C
8	1	Inundação	2	C

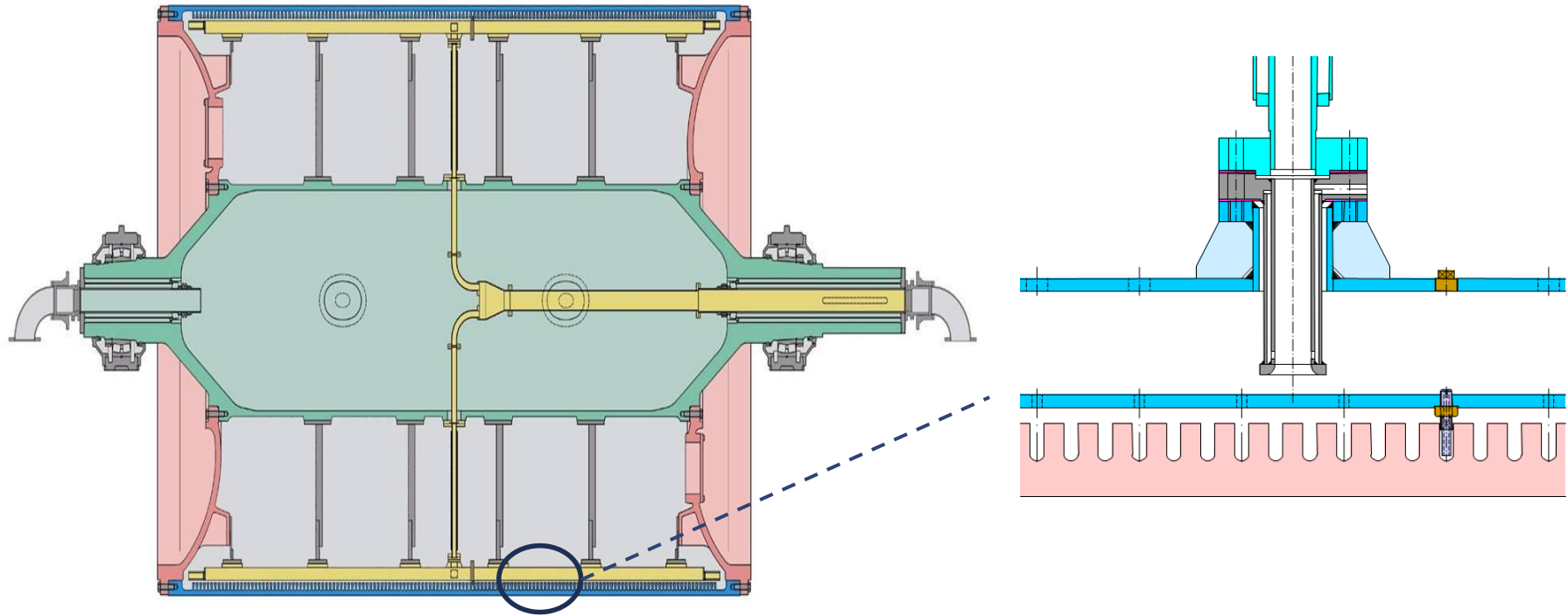


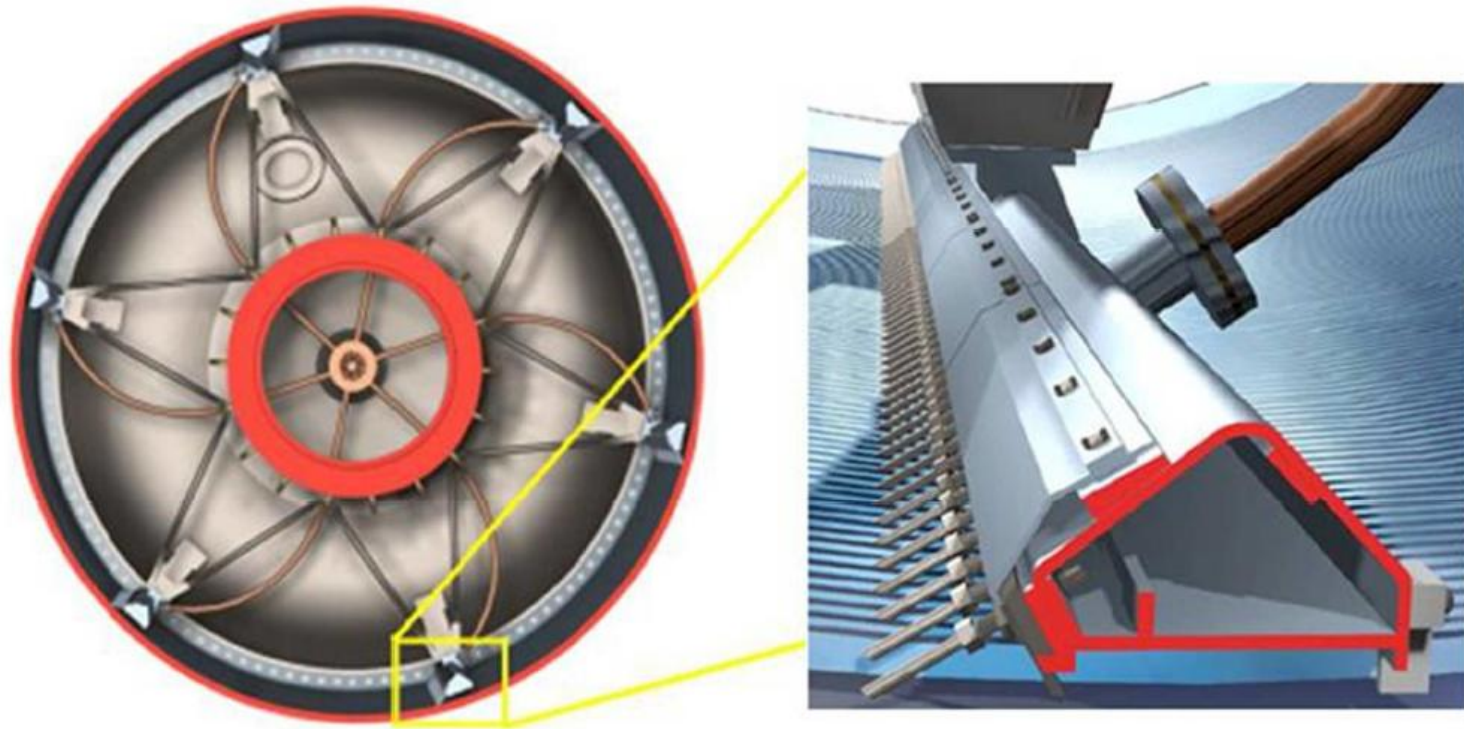
Secagem da folha ao longo da Máquina



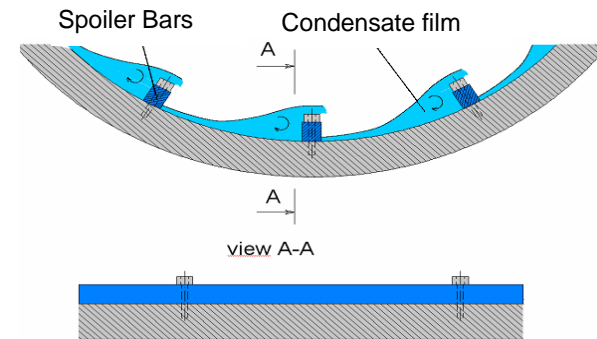
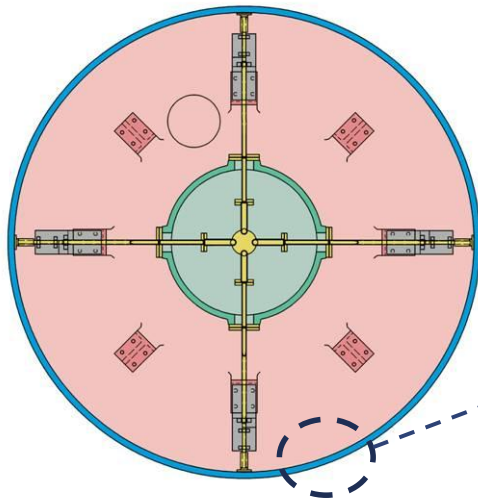
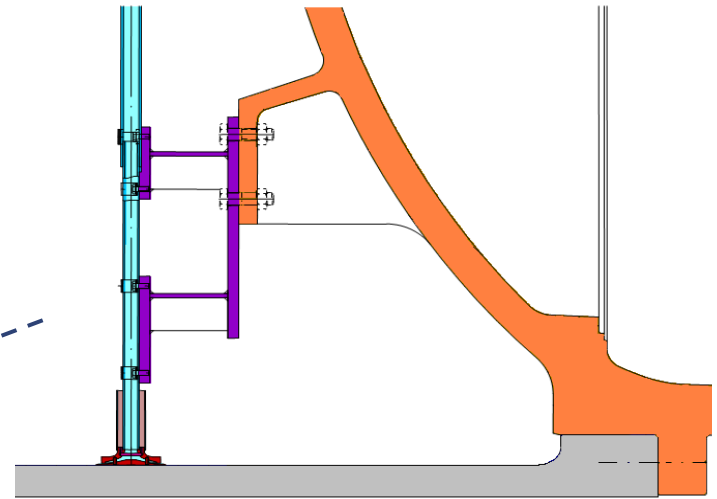
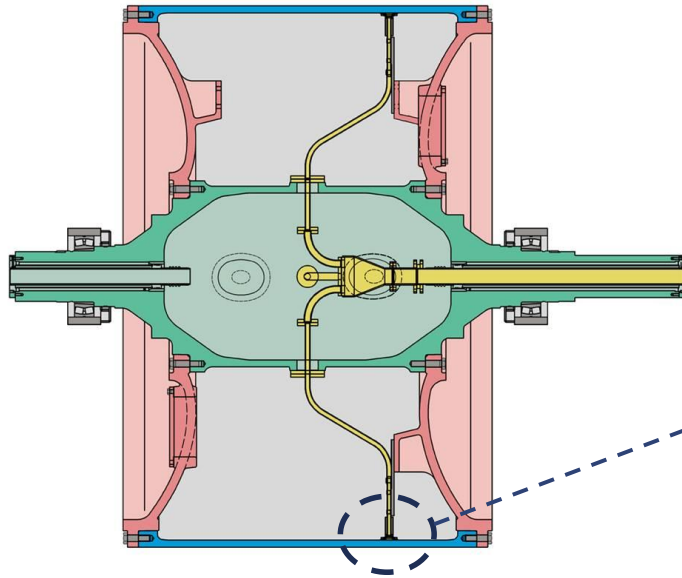
Cilindro Secador - Yankee



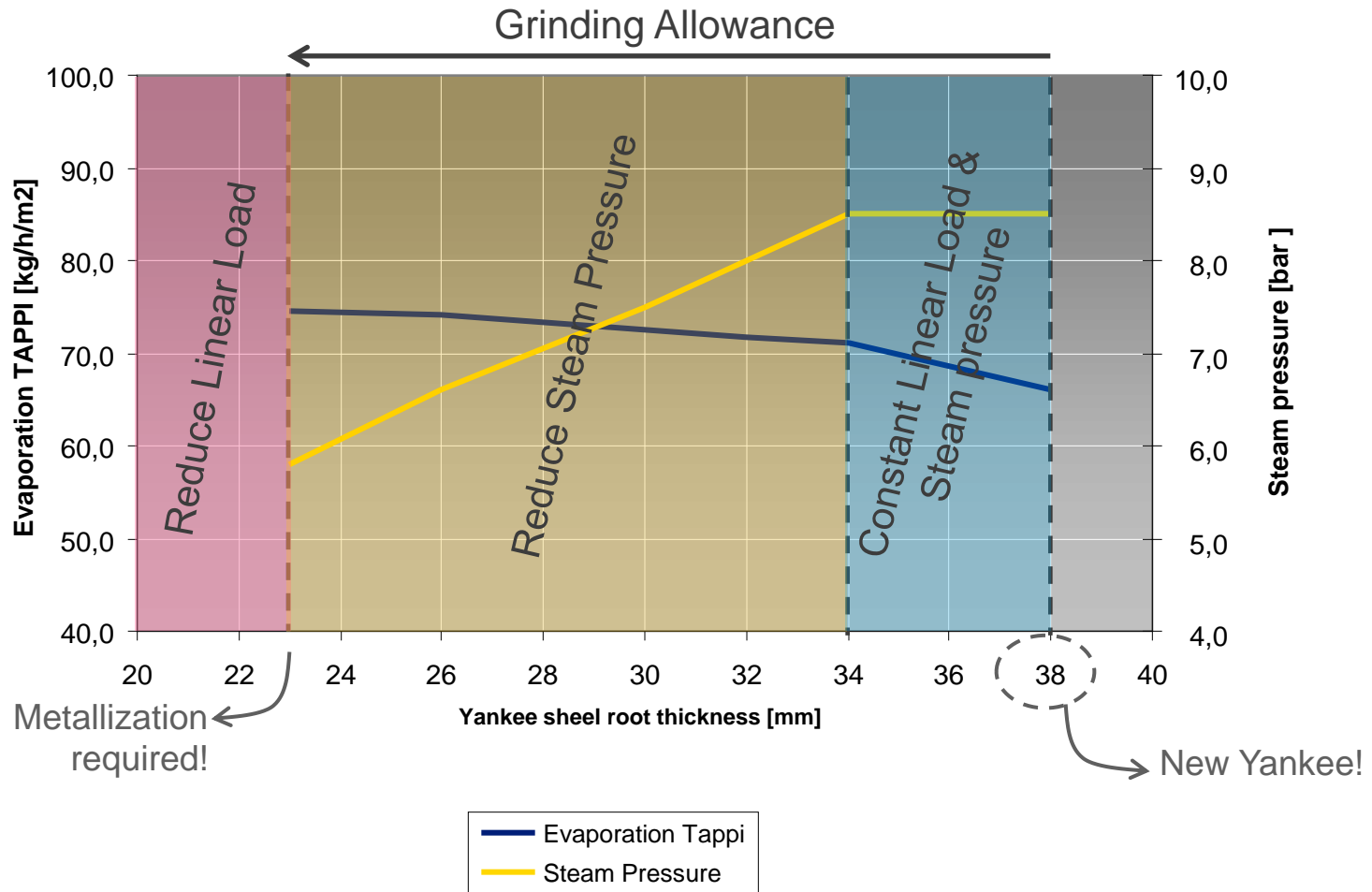


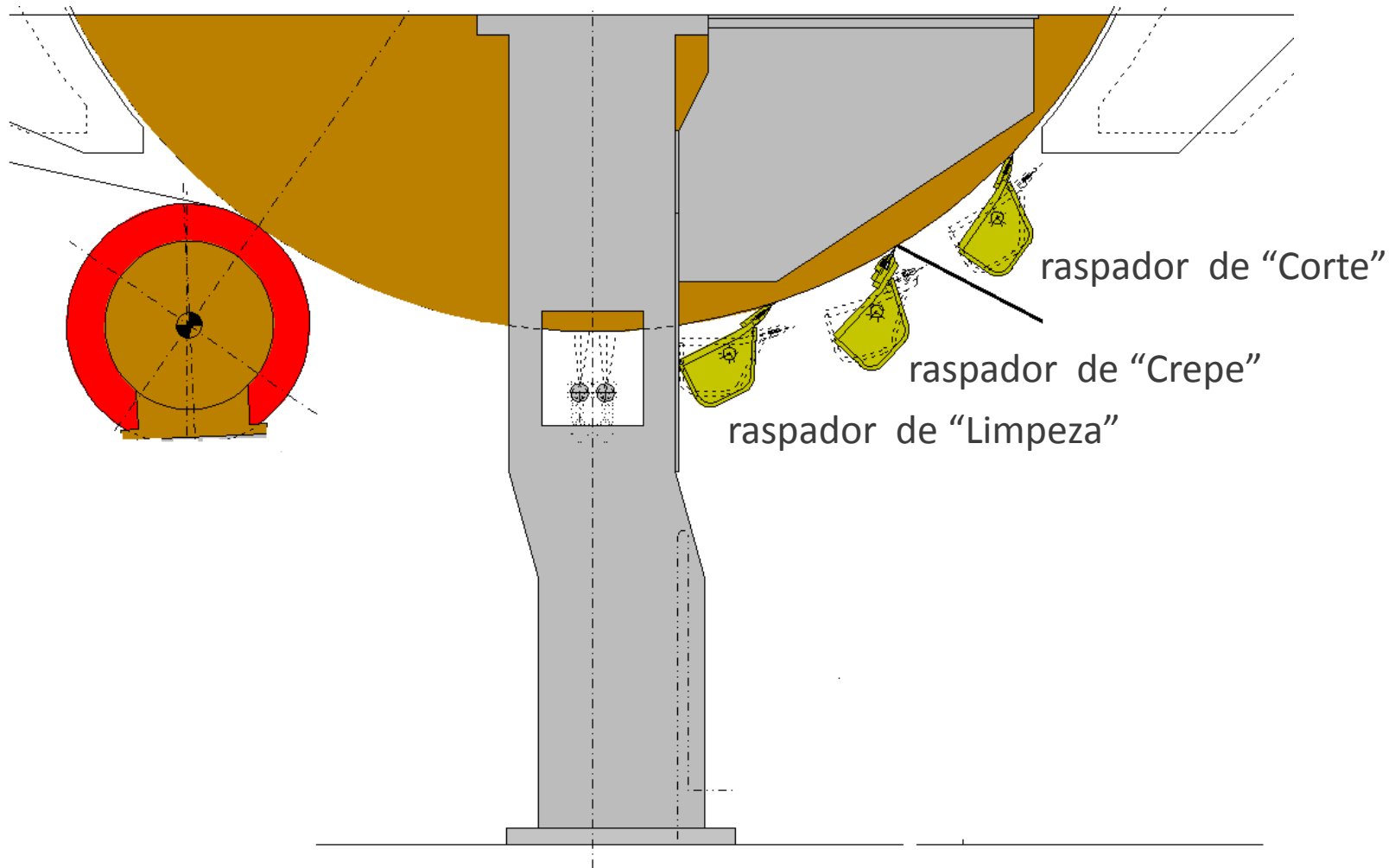


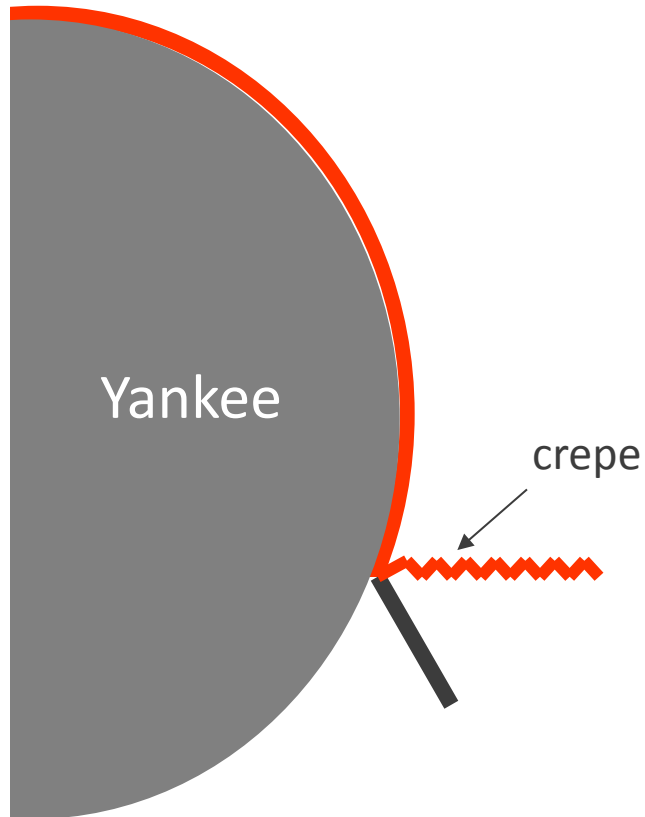
Yankee Liso – Sistema Extrator de Condensado



Yankee – Definição dos Limites de Operação







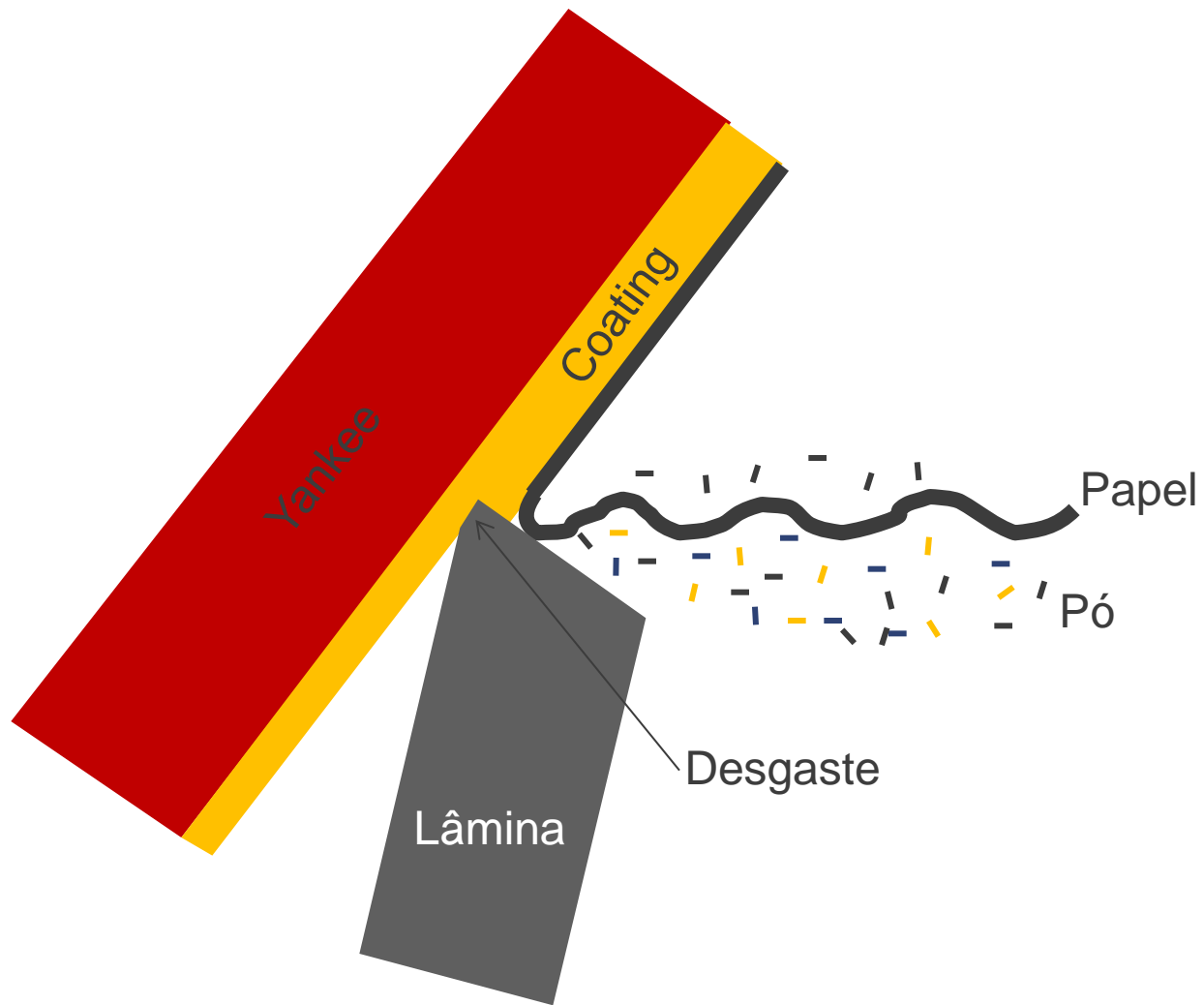
Crepagem:

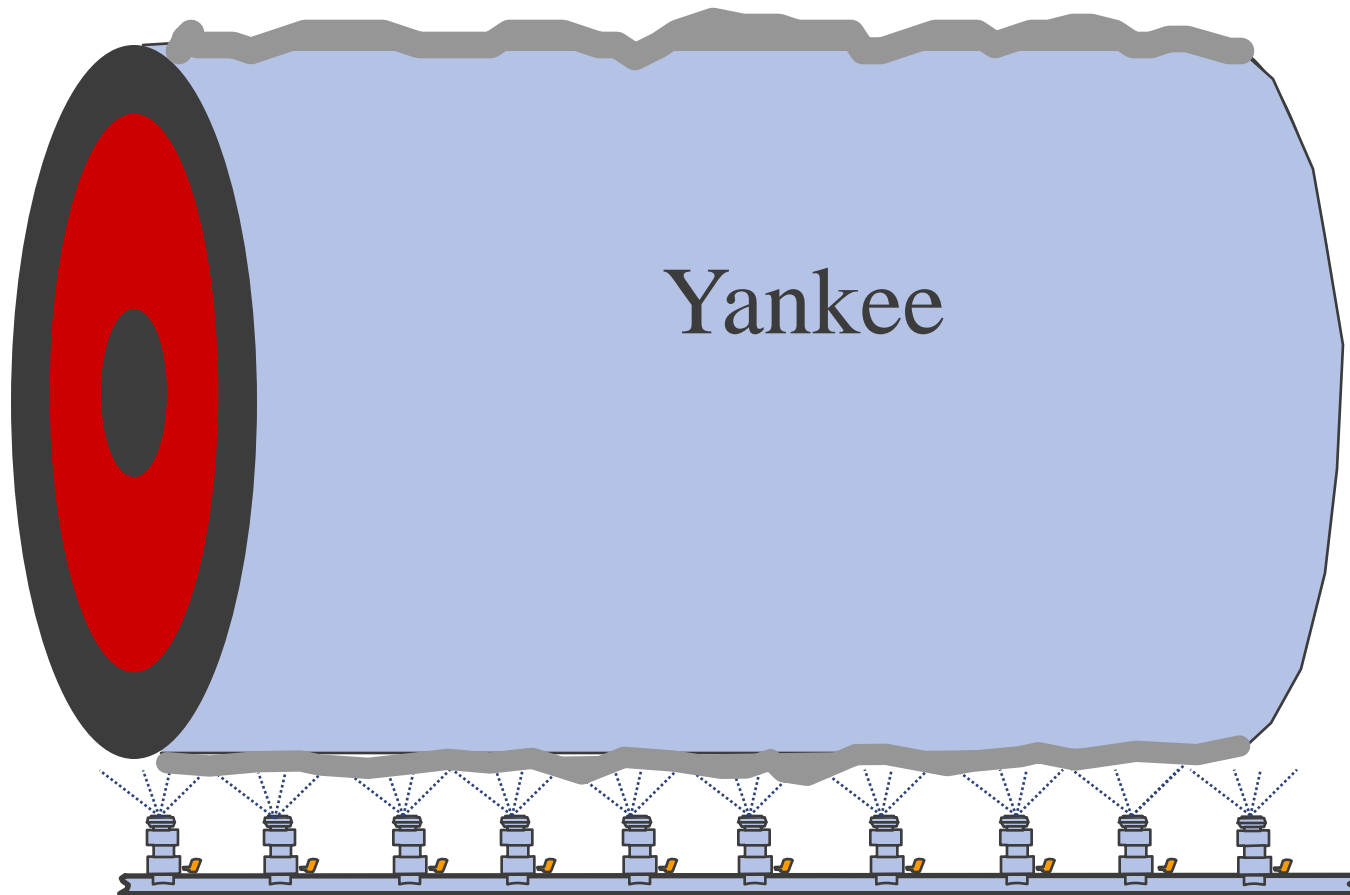
- > Alongamento
- > Volume (Bulk) e Maciez
- > Absorção
- < Resistência

Cálculo do fator de Crepe:

$$\text{CREPE} = \frac{V_{\text{yankee}} - V_{\text{enrol.}}}{V_{\text{yankee}}} \times 100$$

$$\text{CREPE (USA)} = \frac{V_{\text{yankee}} - V_{\text{enrol.}}}{V_{\text{enrol.}}} \times 100$$





Funções / Requerimentos:

- Promover a adequada adesão da folha de papel sobre a superfície do Yankee
 - Forte o suficiente para garantir o necessário valor de crepe
 - Ao mesmo tempo permitindo retirar a folha sem danificar a superfície do Yankee
 - Promover uma superfície controlada e homogênea para a crepagem
 - Assegurar uniformidade de secagem no sentido transversal
- Promover a necessária proteção do Yankee
 - Suave o suficiente para permitir a penetração da ponta da lâmina na camada de coating durante sua vida
 - Forte o suficiente para manter a ponta da lâmina longe da superfície do Yankee
 - Promover lubrificação entre a lâmina e o Yankee

Principais fatores de influência

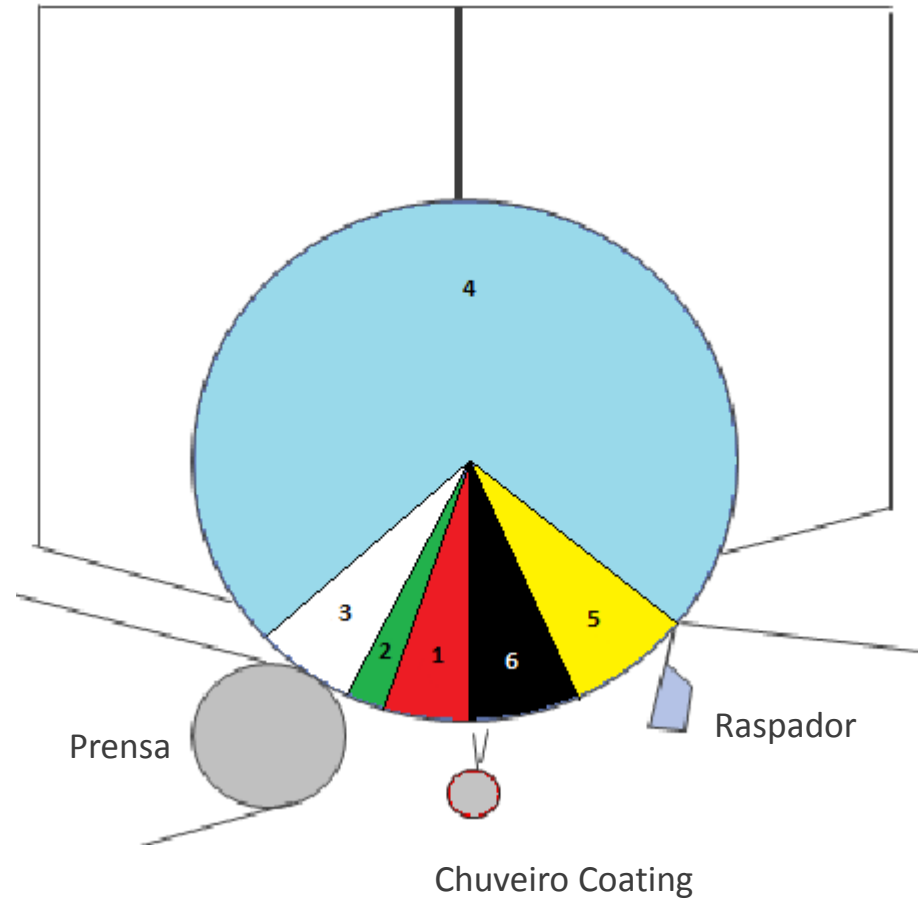
PROCESSO	PRENSA	SECAGEM
<ul style="list-style-type: none">• Caráter iônico• Tipo da fibra (matéria-prima)• Cinzas (cargas minerais)• Refinação• Químicos• pH	<ul style="list-style-type: none">• Teor seco após nip• Carga linear• Dureza do revestimento• Uniformidade do nip• Condicionamento do feltro	<ul style="list-style-type: none">• Velocidade da máquina• Temperatura do Yankee• Temperatura da capota• Rugosidade e estado de superfície do cilindro

Principais fatores de influência

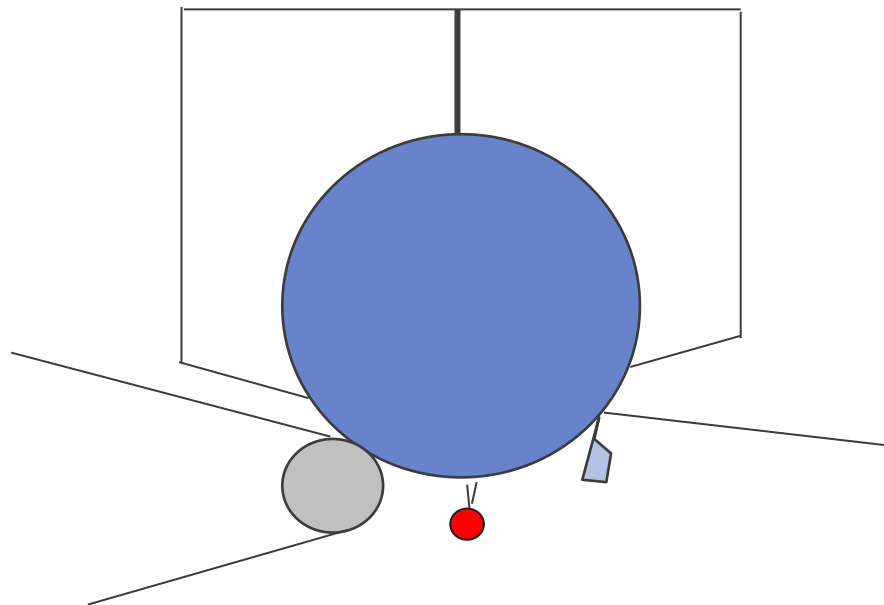
CREPE	PAPEL	CHUVEIRO
<ul style="list-style-type: none">• Ângulo da lâmina• Ângulo de afiação• Stick out (comprimento em balanço)• Espessura da lâmina• Carga linear do raspador	<ul style="list-style-type: none">• Gramatura• Espessura• Resistências• Alongamento• Umidade	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de químicos• Vazão de resina• Vazão de release• Temperatura da água• Pressão e vazão no bico• pH e dureza da água• Uniformidade de cobertura• Posição do chuveiro

Etapas do Coating

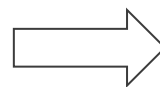
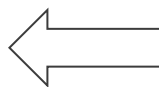
1. “Crosslinking”: o polímero forma uniões entre si e com a celulose presente;
2. Transição vítrea: o polímero muda de estado (aderente);
3. Reumedecimento: ponto onde o revestimento é reumedecido pela folha no nip;
4. Assentamento: desidratação do polímero na capota;
5. “Doctoring”: a lâmina controla a espessura do coating;
6. Cura: o polímero forma a capa protetora.



Posicionando o Chuveiro



Aproximando do nip



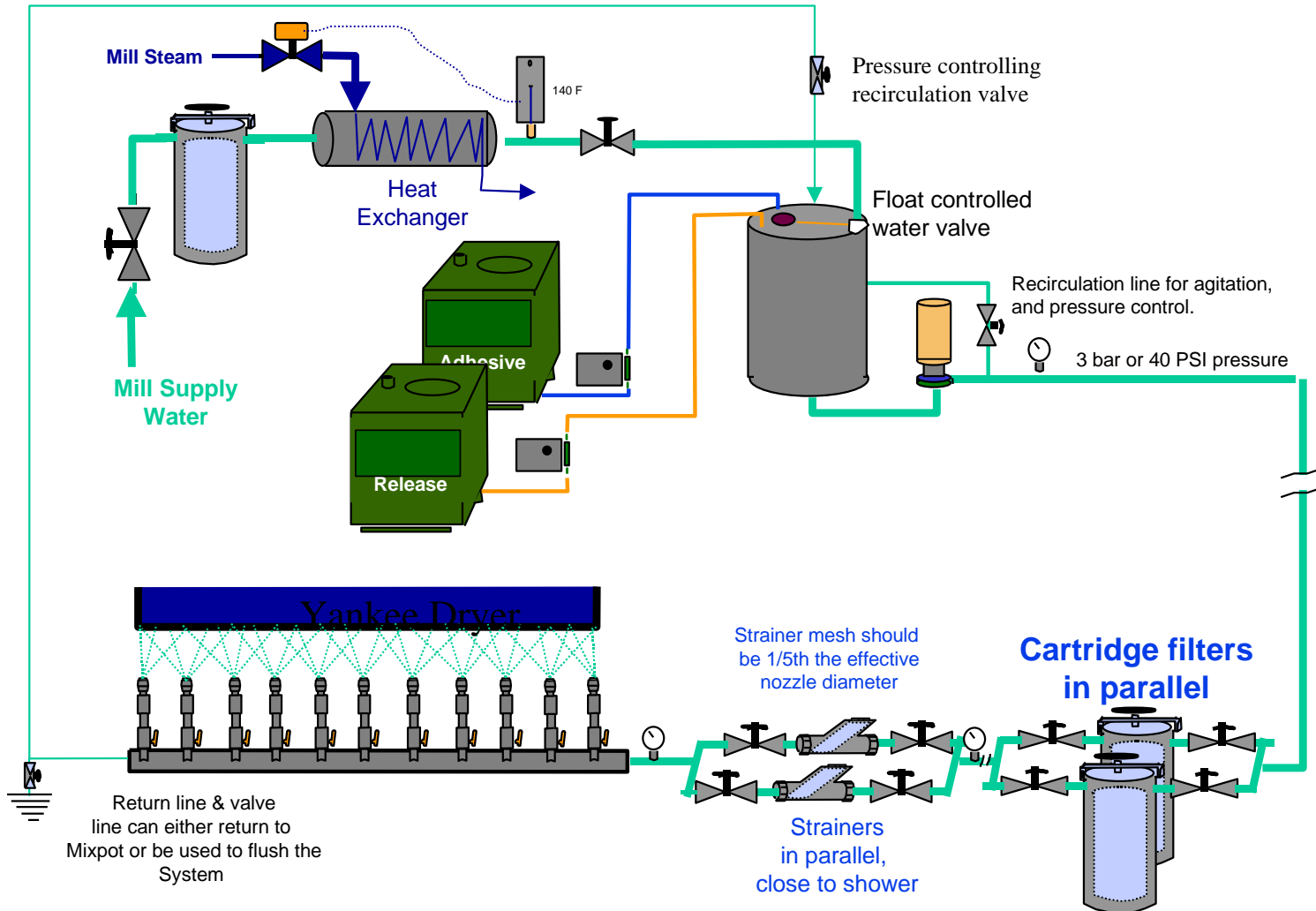
Afastando do nip

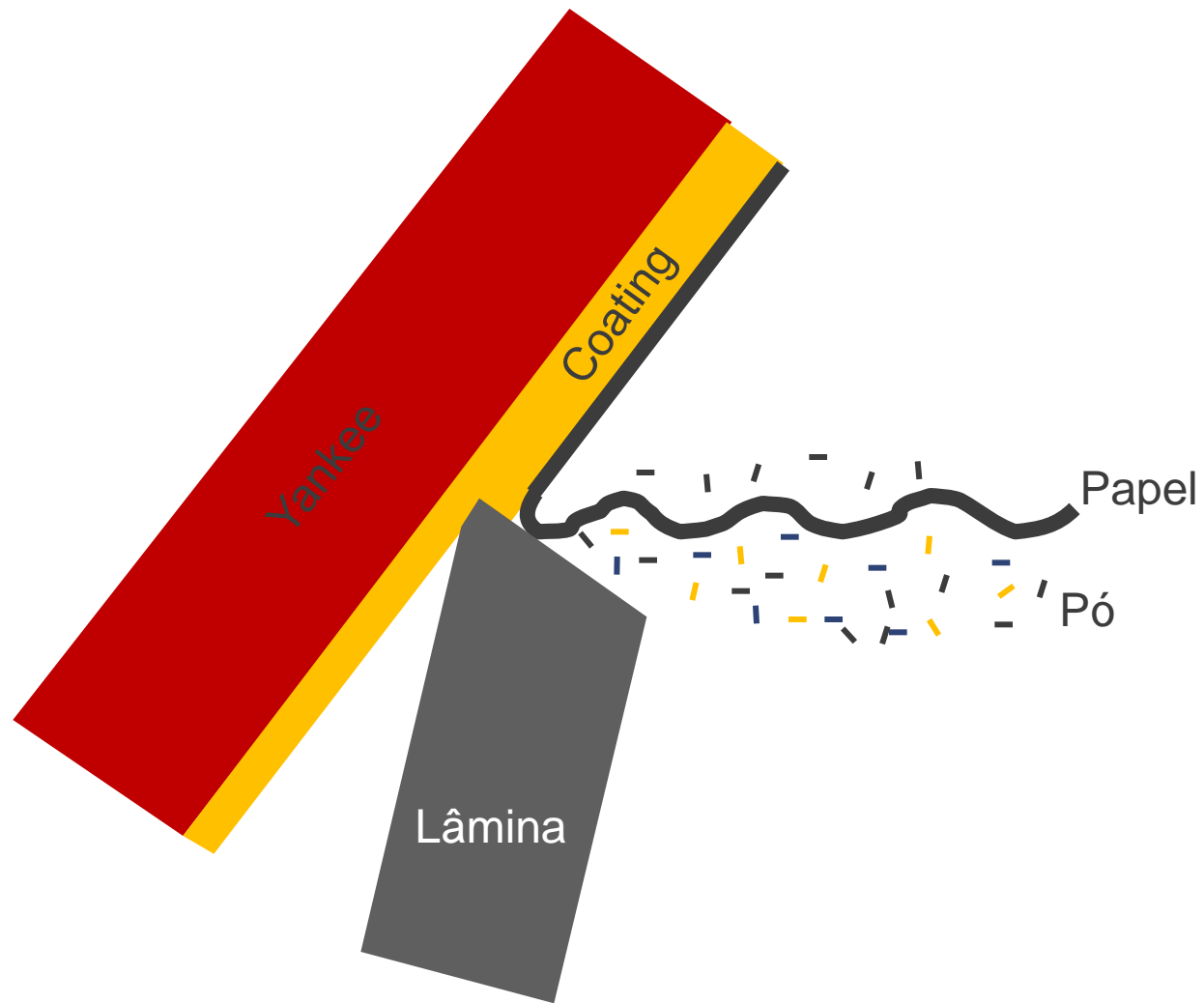
- Diminui Tack da resina
- Adesão menos uniforme
- Mais resina
- Mais release
- Força menor na raspa
- pH mais alto

- Aumenta Tack da resina
- Adesão mais uniforme
- Menos resina
- Menos release
- Força maior na raspa
- pH mais baixo

Yankee – Coating

Exemplo de sistema de preparação e dosagem de químicos para Coating

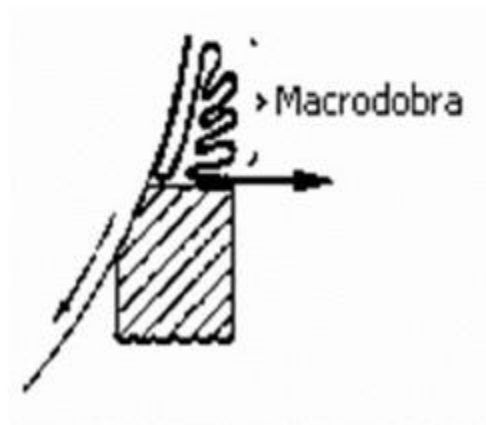
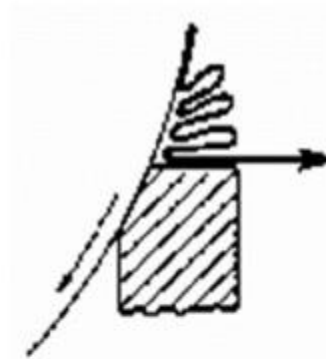
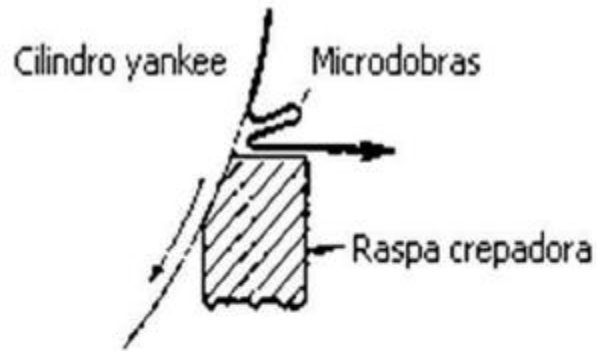




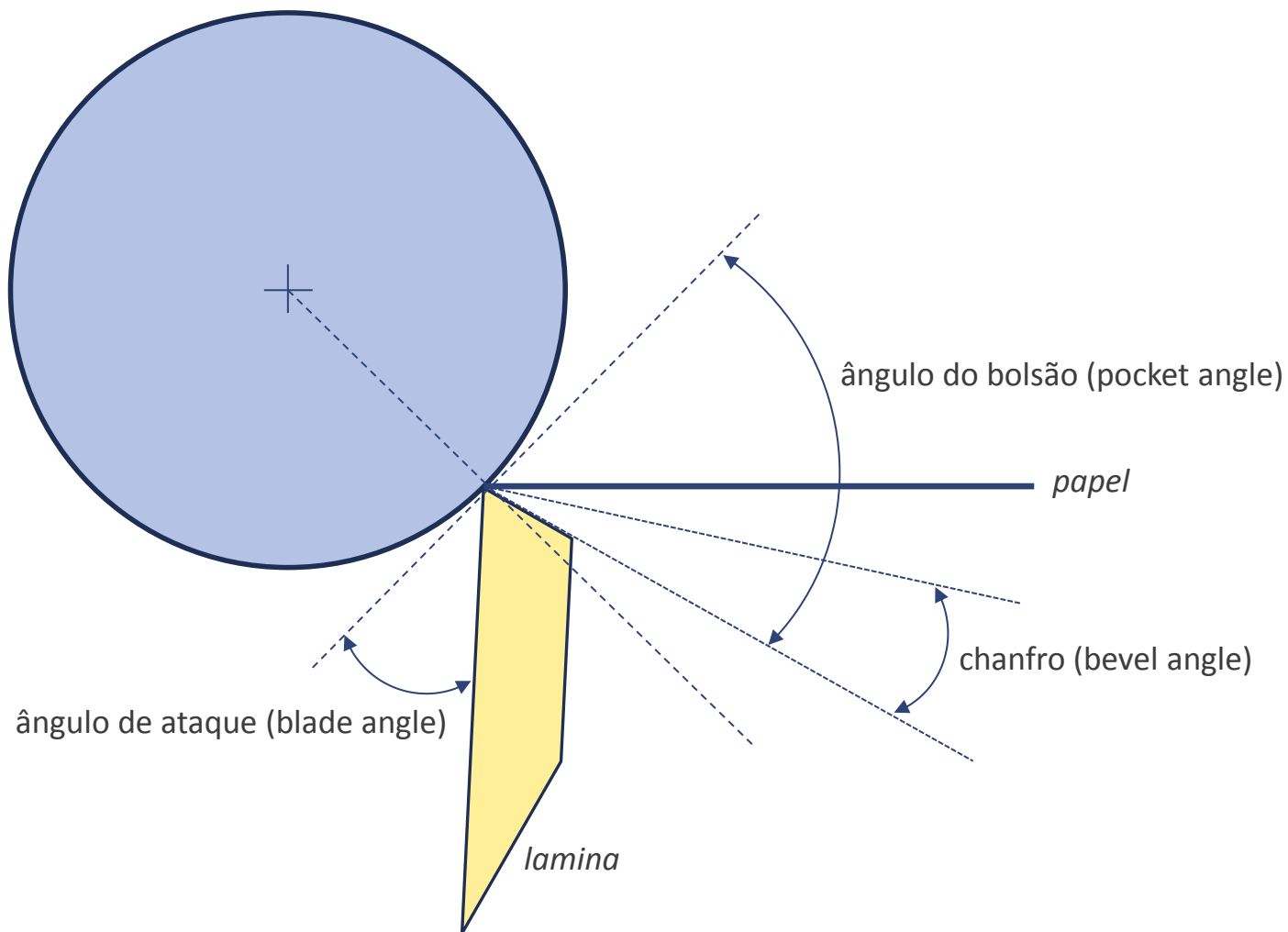
- Promover a adequada adesão da folha de papel sobre a superfície do Yankee
 - Forte o suficiente para garantir o necessário valor de crepe
 - Ao mesmo tempo permitindo retirar a folha sem danificar a superfície do Yankee
 - Promover uma superfície controlada e homogênea para a crepagem
 - Assegurar uniformidade de secagem no sentido transversal
- Promover a necessária proteção do Yankee
 - Suave o suficiente para permitir a penetração da ponta da lâmina na camada de coating durante sua vida
 - Forte o suficiente para manter a ponta da lâmina longe da superfície do Yankee
 - Promover lubrificação entre a lâmina e o Yankee

DUPLICADO

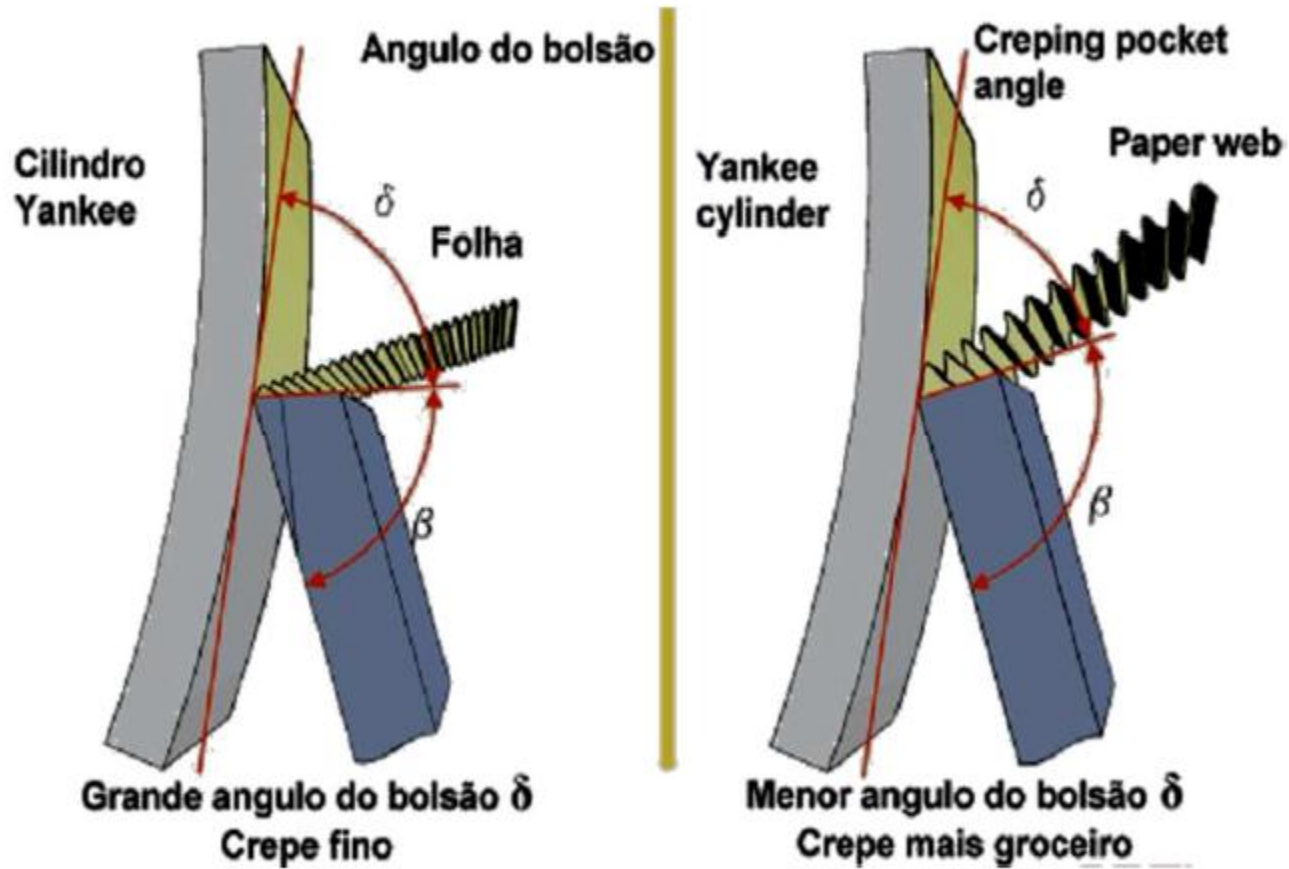
Tipos de Crepe



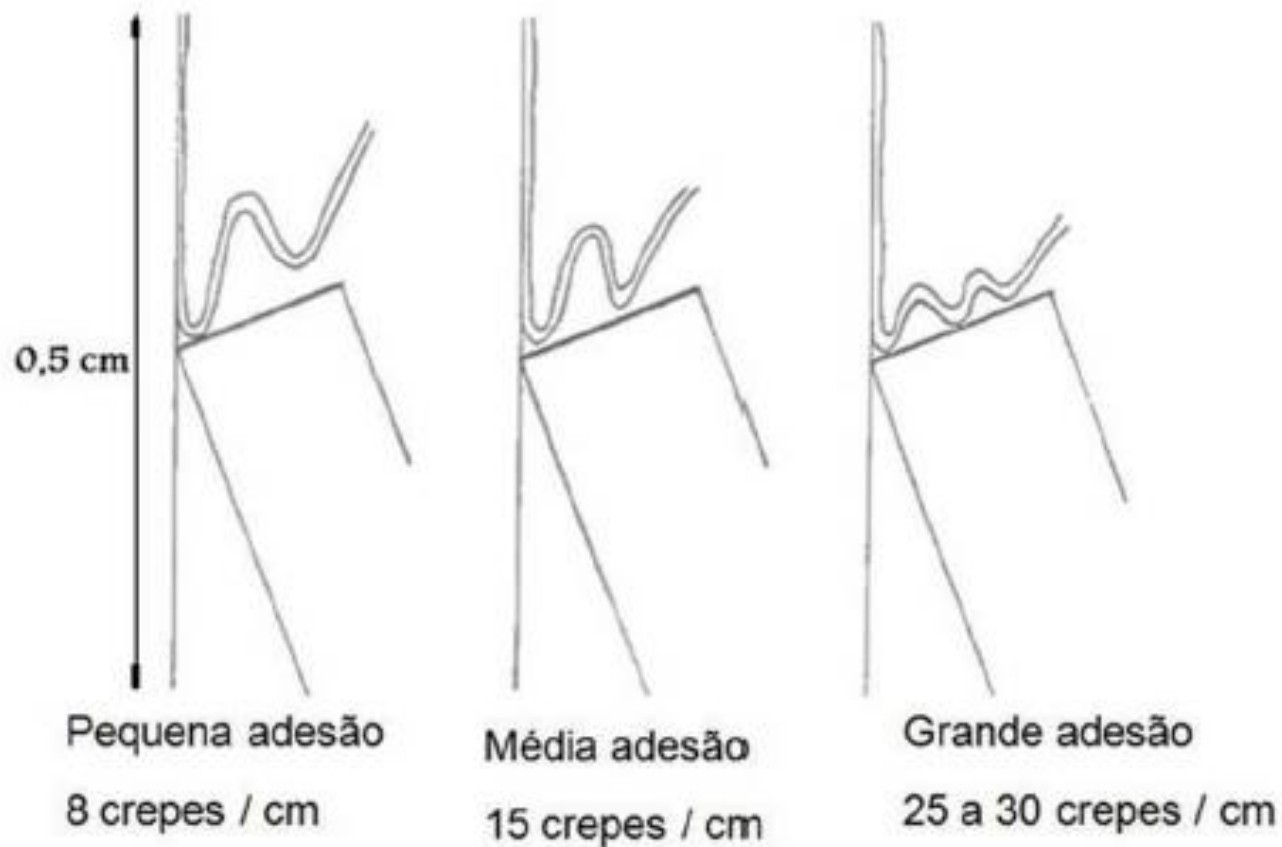
Geometria de ajuste da lâmina



Crepagem em função do ajuste da lâmina



Crepagem em função da adesão da folha



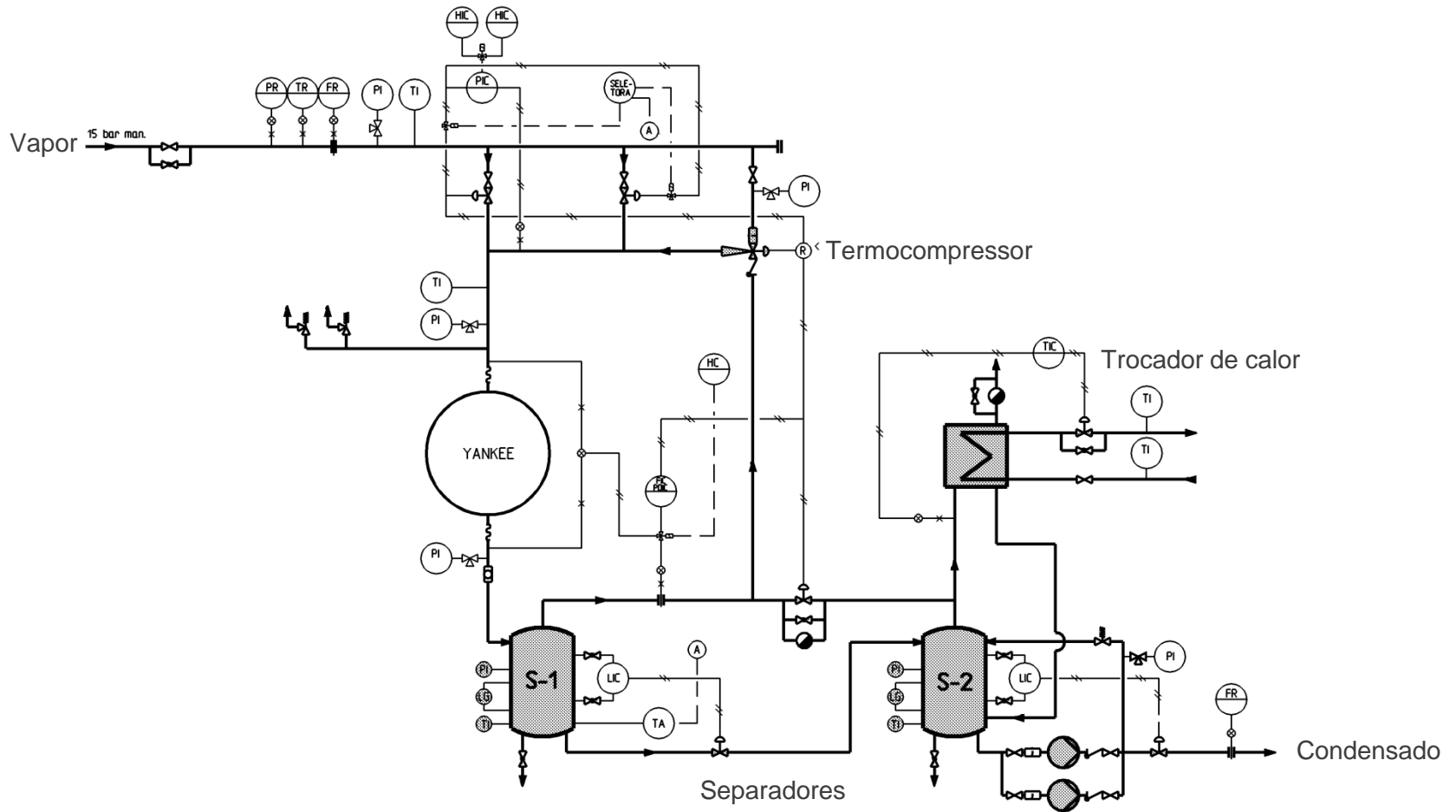
Valores típicos de Crepe e Coating para os principais produtos tissue:

- Higiênico
 - Coating médio suave
 - Mais “bulk” tendo um “creping pocket” médio, resultando em médio fino crepe e boa resistência
 - Micro e macro crepe
 - Relativo crepe fino com range de 25 a 35 linhas/cm

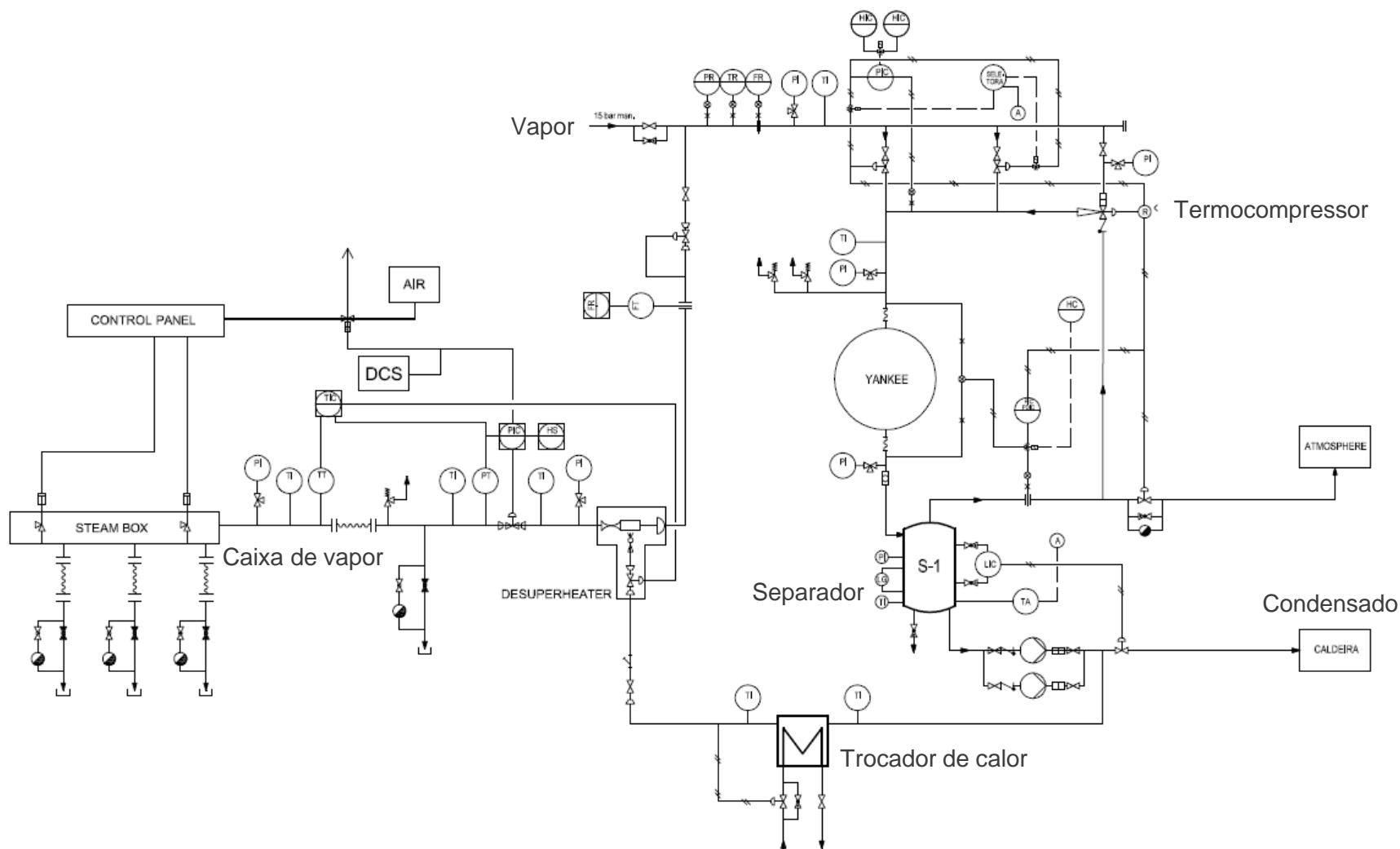
- Facial
 - Coating bastante suave
 - Máxima suavidade tendo um “creping pocket” grande, resultando em um crepe fino e média resistência
 - Preferencialmente micro crepe
 - Crepe fino com range de 35 a 45 linhas/cm

- Toalha
 - Coating relativamente duro
 - Mais “bulk” e maior absorção tendo um “creping pocket” pequeno, resultando em médio grosso crepe e média resistência
 - Micro e macro crepe
 - Relativo crepe grosso com range de 20 a 30 linhas/cm

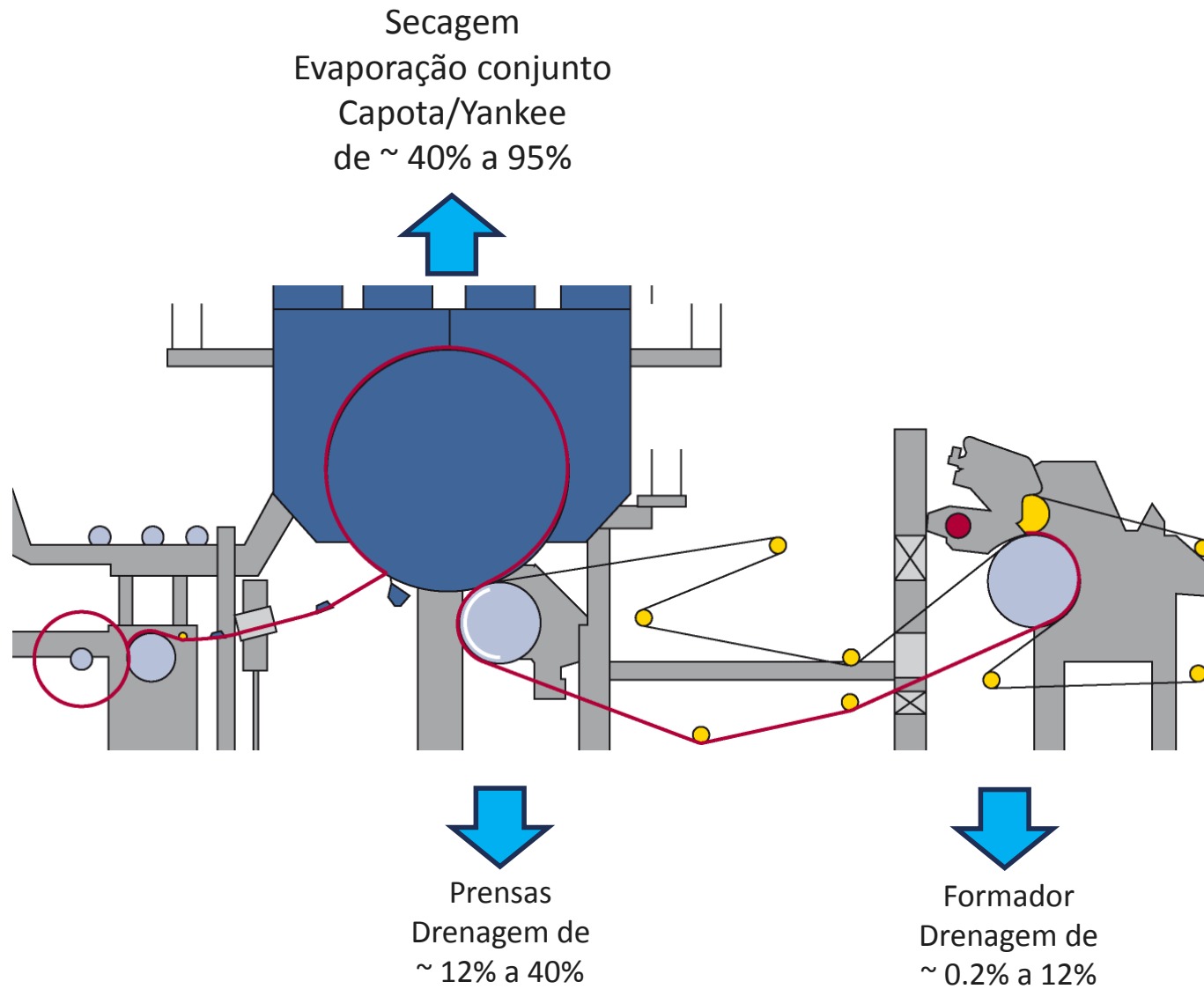
Sistema de Vapor e Condensado com 2 Separadores:

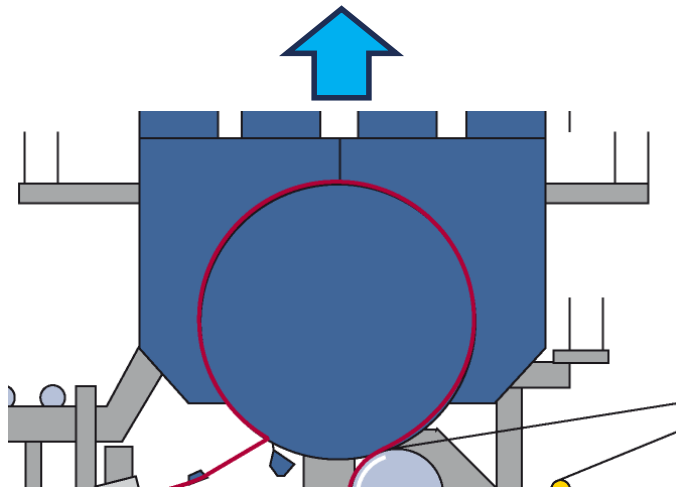


Sistema de Vapor e Condensado com 1 Separador e Caixa de Vapor:



Secagem da folha ao longo da Máquina

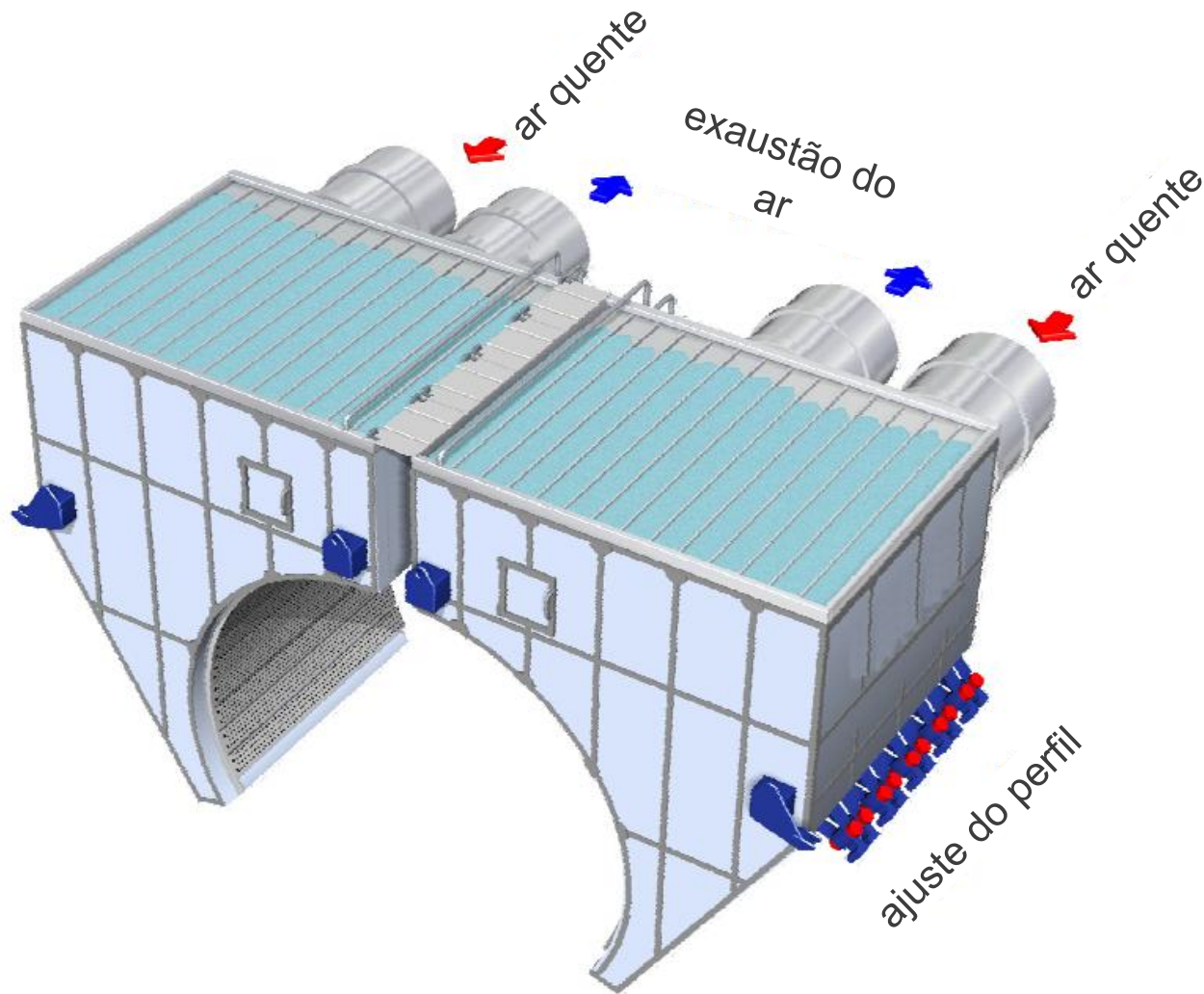




A participação na divisão de Evaporação pelo Yankee e pela Capota depende principalmente:

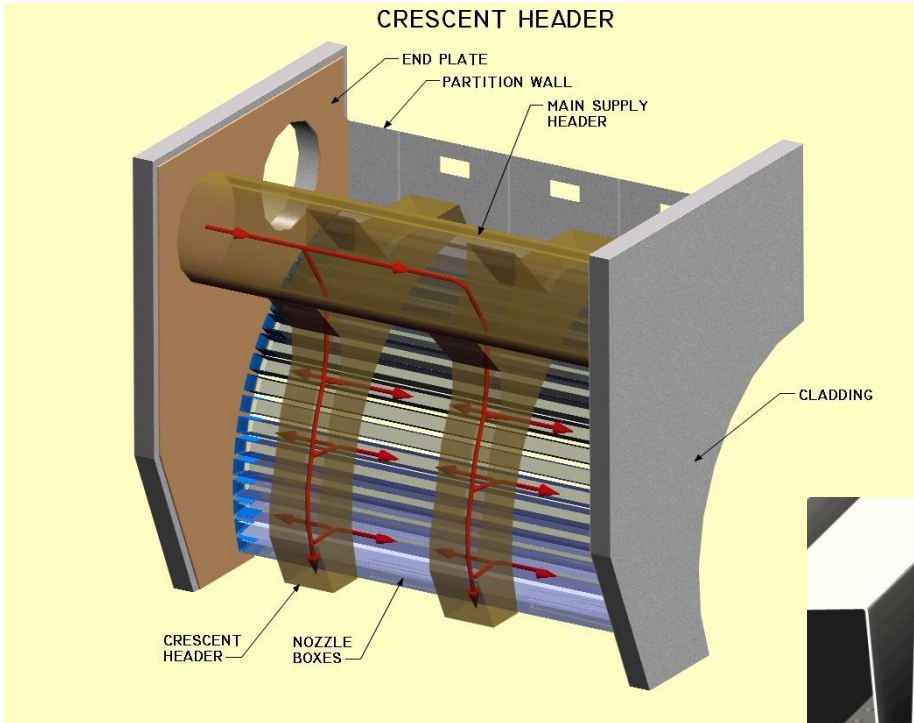
- Tipo de construção e material do Yankee, que irá influenciar na capacidade de transferência de calor/energia para o papel
- Condições de operação do yankee (ex. pressão do vapor)
- Tipo de combustível para queima pela Capota que irá influenciar na temperatura do ar
- Capacidade do sistema de ar da capota que irá influenciar na velocidade de sopro do ar
- Outros parâmetros de operação (ex. umidade do ar)

Capota para o Yankee

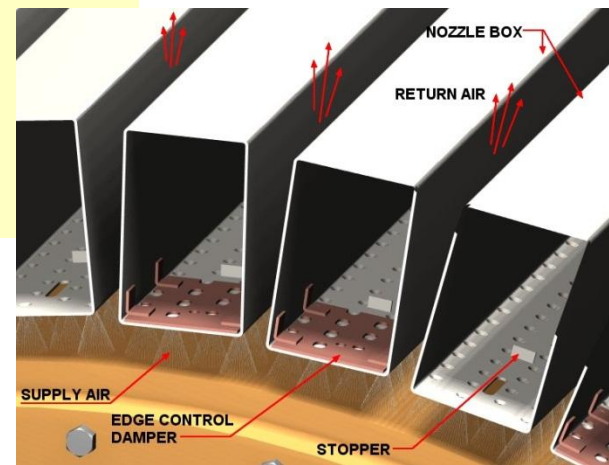


Tipo de aquecimento do ar	Vapor	Óleo térmico	Gás / Diesel	Gás / Diesel (alta temperatura)
Temperatura do ar	< 180 °C	< 300 °C	< 500 °C	< 700 °C
Velocidade de sopro do ar	< 120 m/s	< 120 m/s	< 200 m/s	< 200 m/s
Evaporação específica (TAPPI)	< 30 kg/h/m ²	< 50 kg/h/m ²	100 kg/h/m ² (500 °C / 150 m/s)	150 kg/h/m ² (700 °C / 150 m/s)

Capota para o Yankee



- Desenho das caixas sopradoras
- Desenho dos Distribuidores
- Dampers para controle de bordas
- Distância estável de sopro



Sistemas de Ar da Capota do Yankee

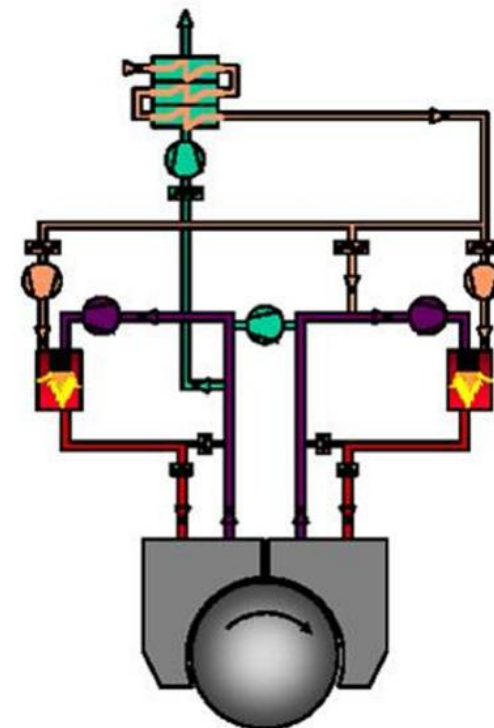
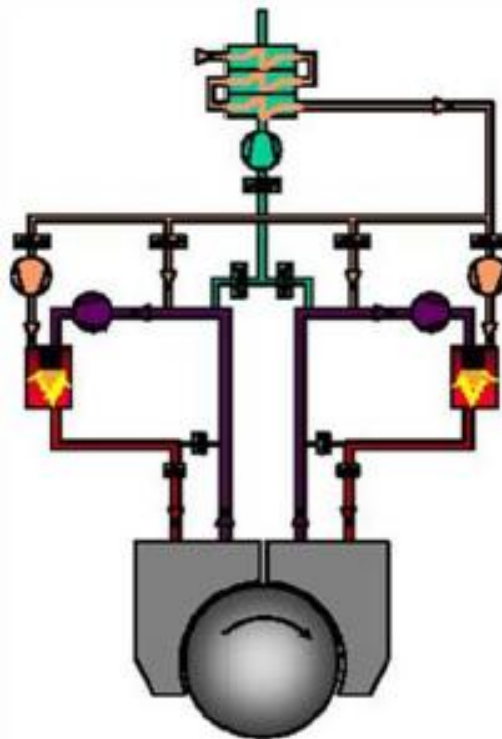
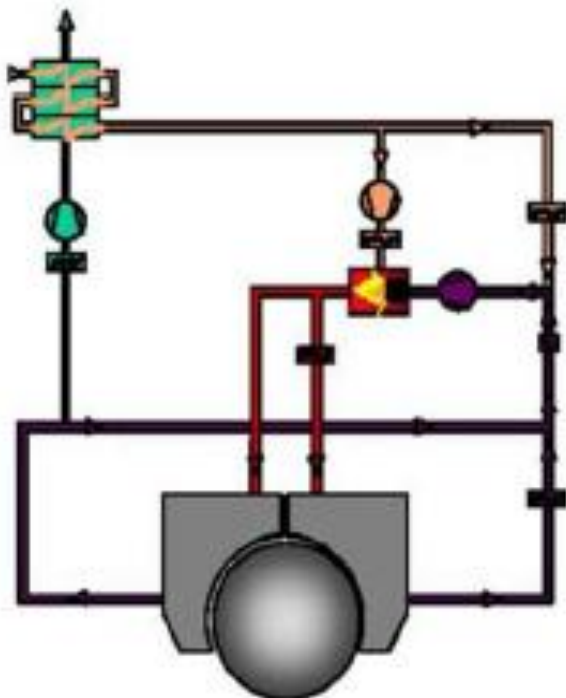
está invertido



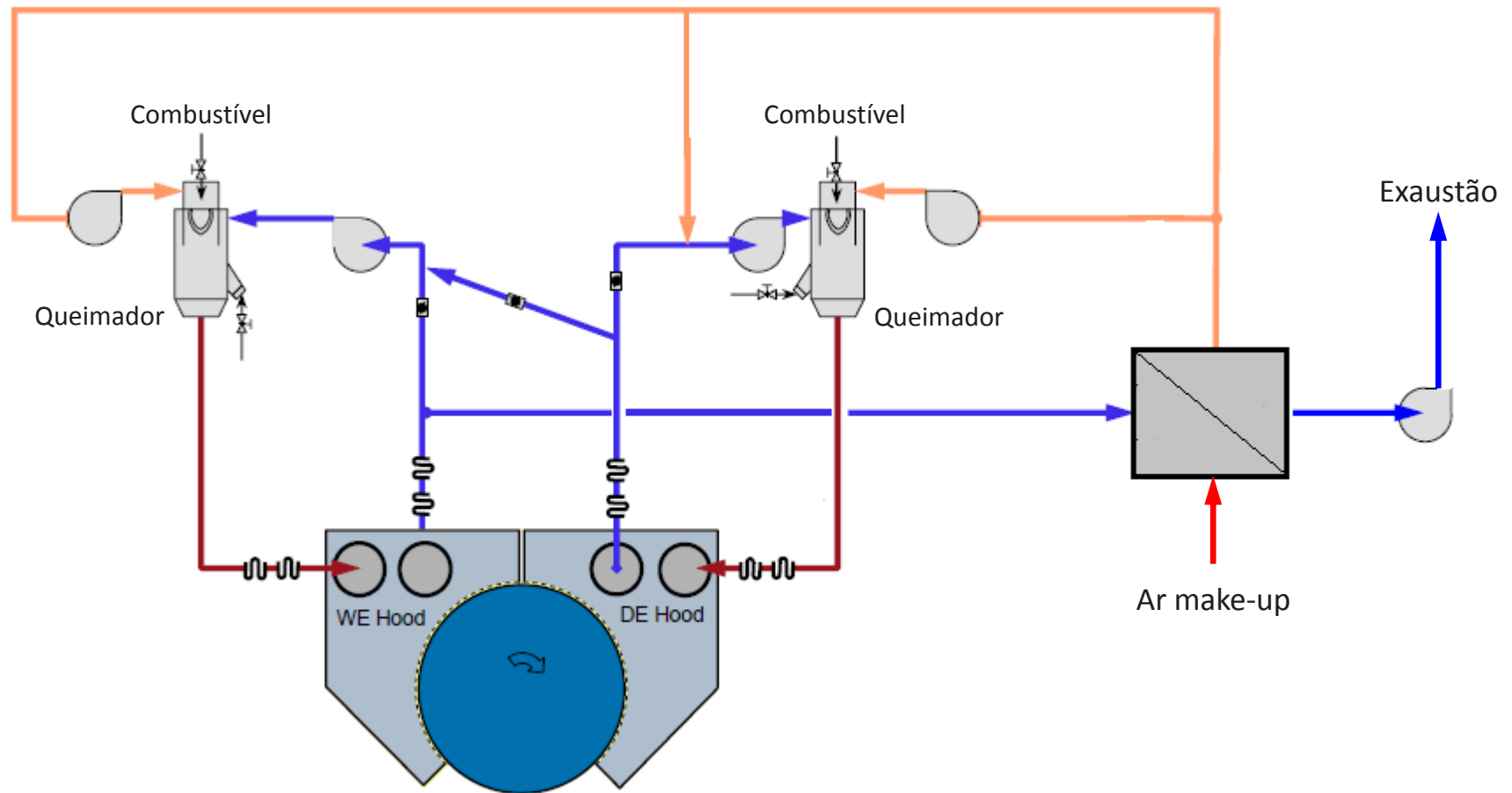
Sistema Mono

Sistema Duo - Paralelo

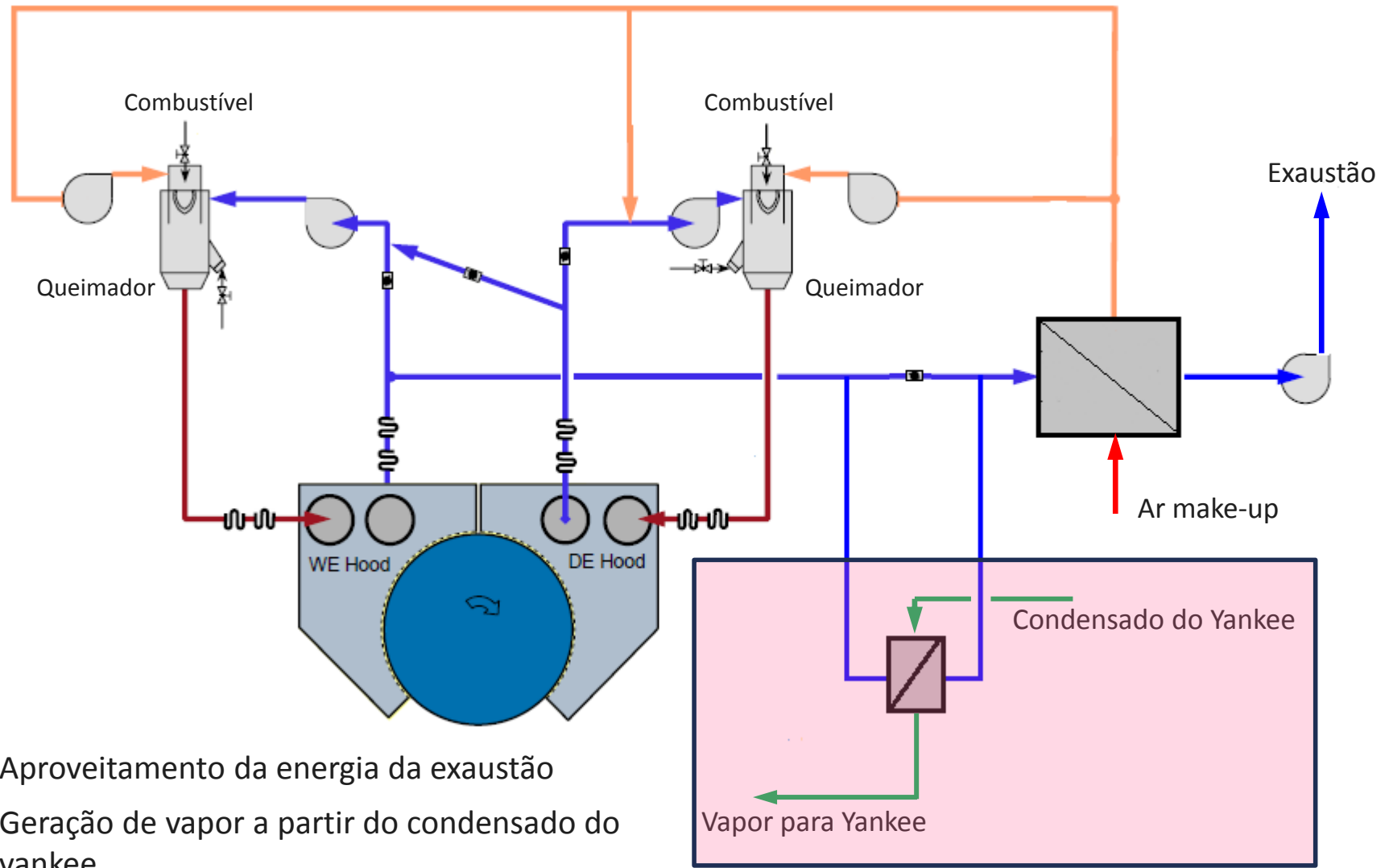
Sistema Duo – Cascata



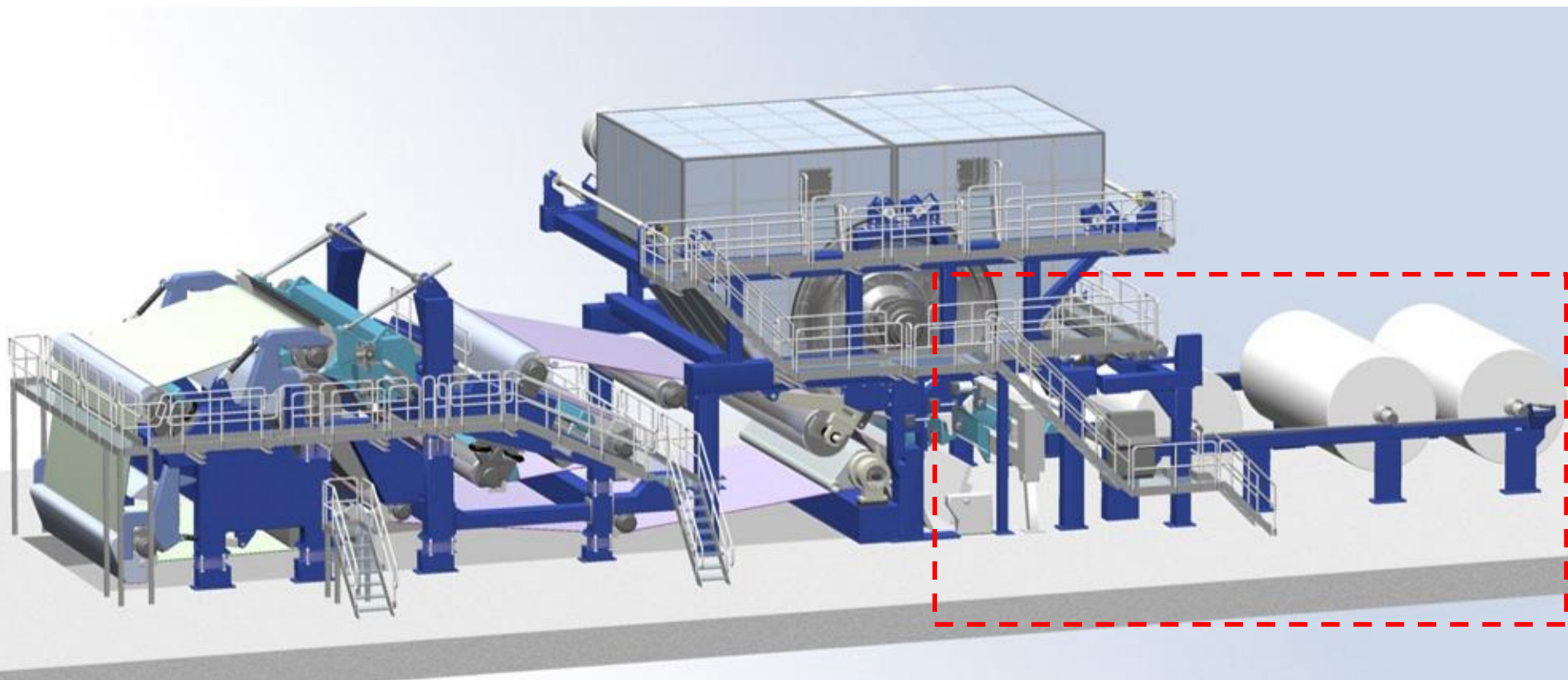
Sistemas de Ar da Capota do Yankee



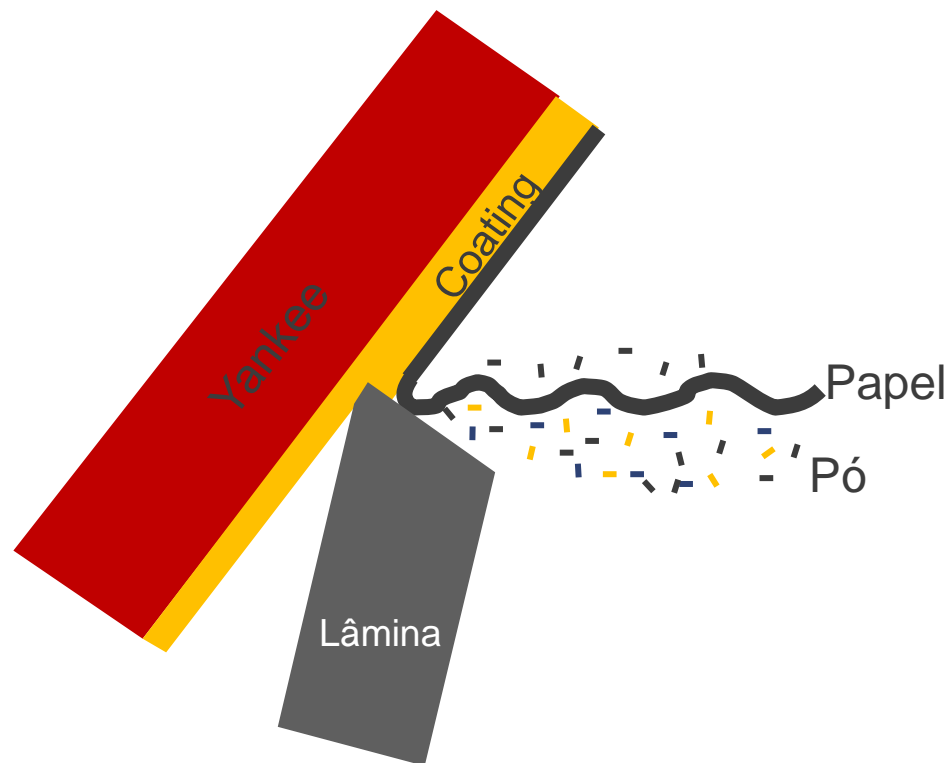
Sistema de Re-Evaporação para Yankee



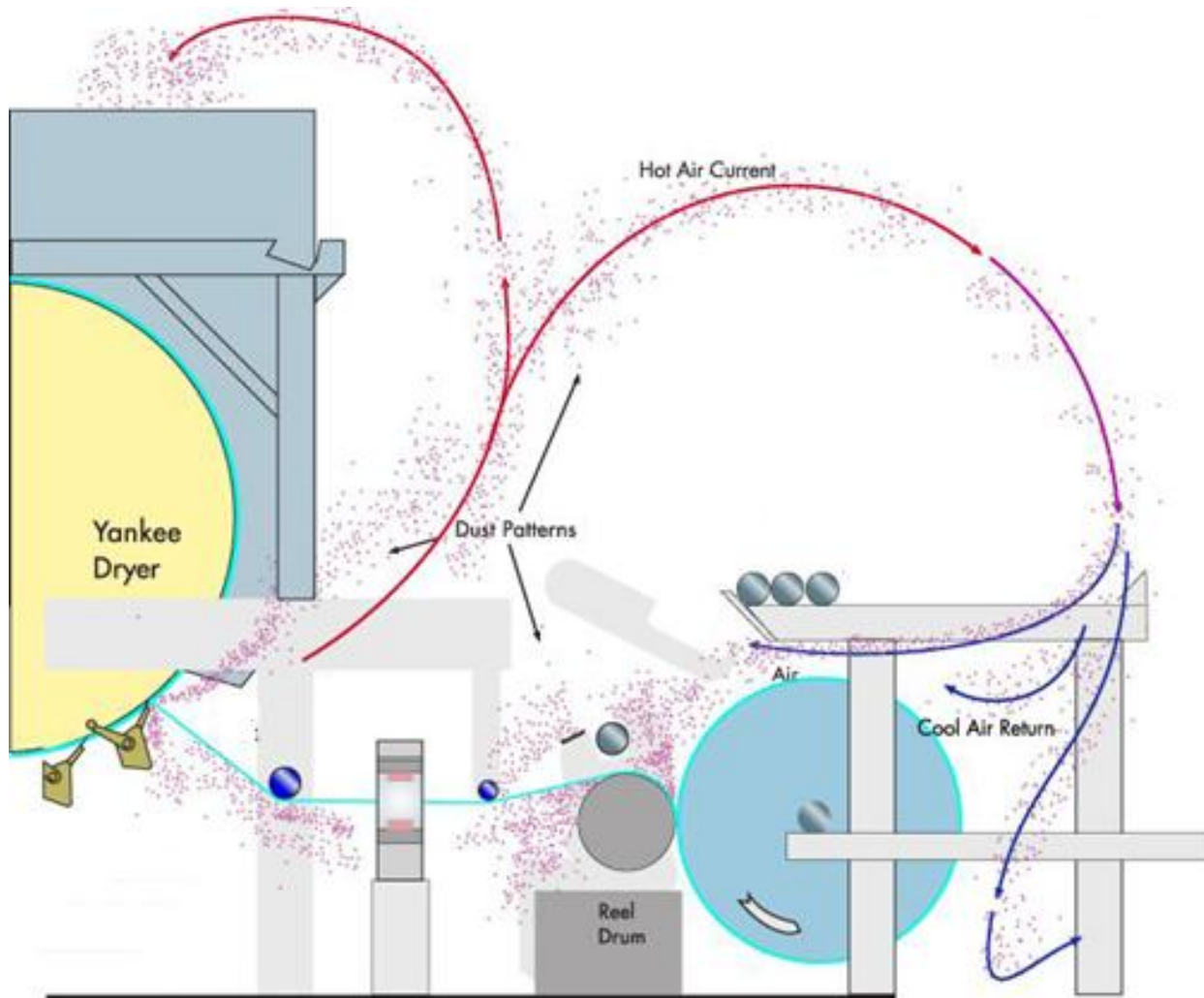
- Aproveitamento da energia da exaustão
- Geração de vapor a partir do condensado do yankee
- Economia de energia



- O pó é gerado pela ação mecânica do raspador de crepe sobre o papel e coating
- Este pó contamina o ambiente na região entre o Yankee e a enroladeira, não sendo adequado para a presença dos operadores, danifica equipamentos e por ser altamente combustível pode gerar incêndios e até explosões
- O pó sedimenta sobre a folha de papel, gerando problemas na conversão

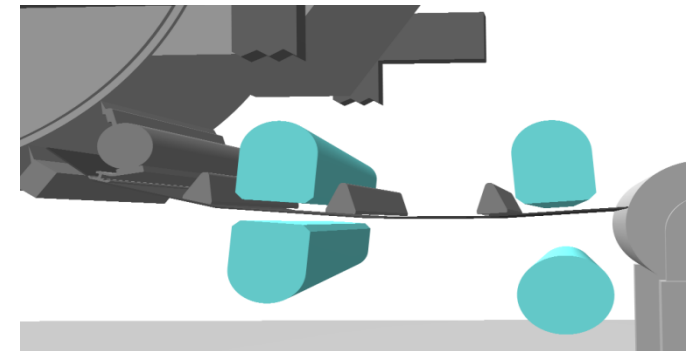
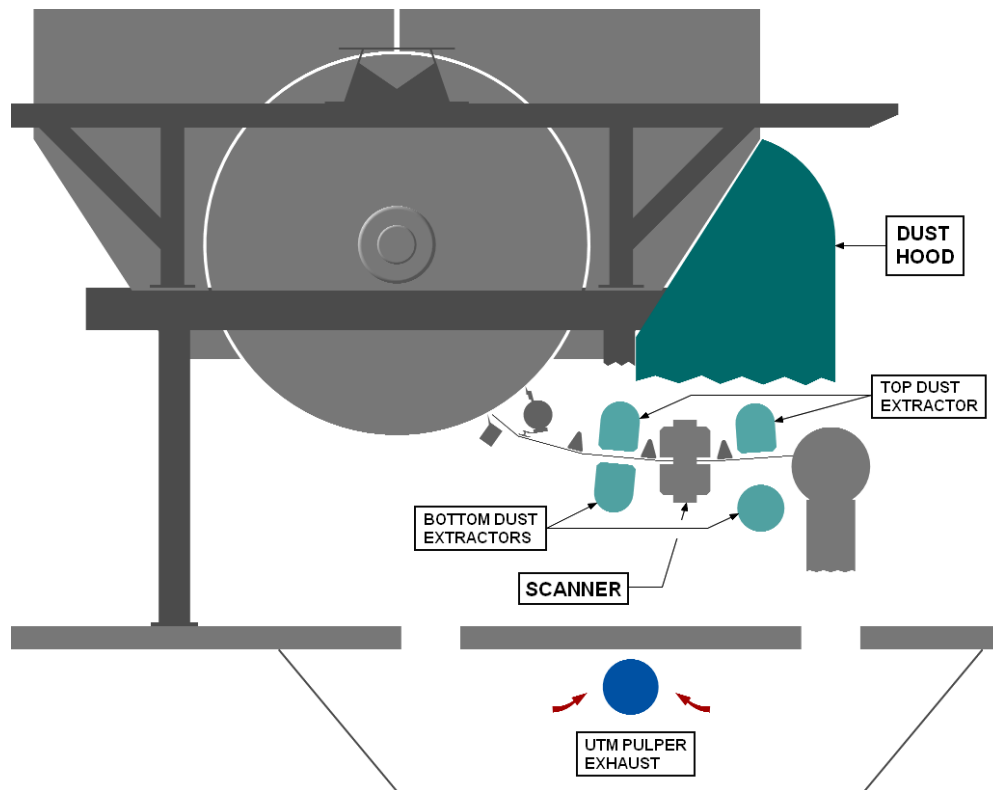


- Correntes e fluxos do pó na região entre o Yankee e a Enroladeira



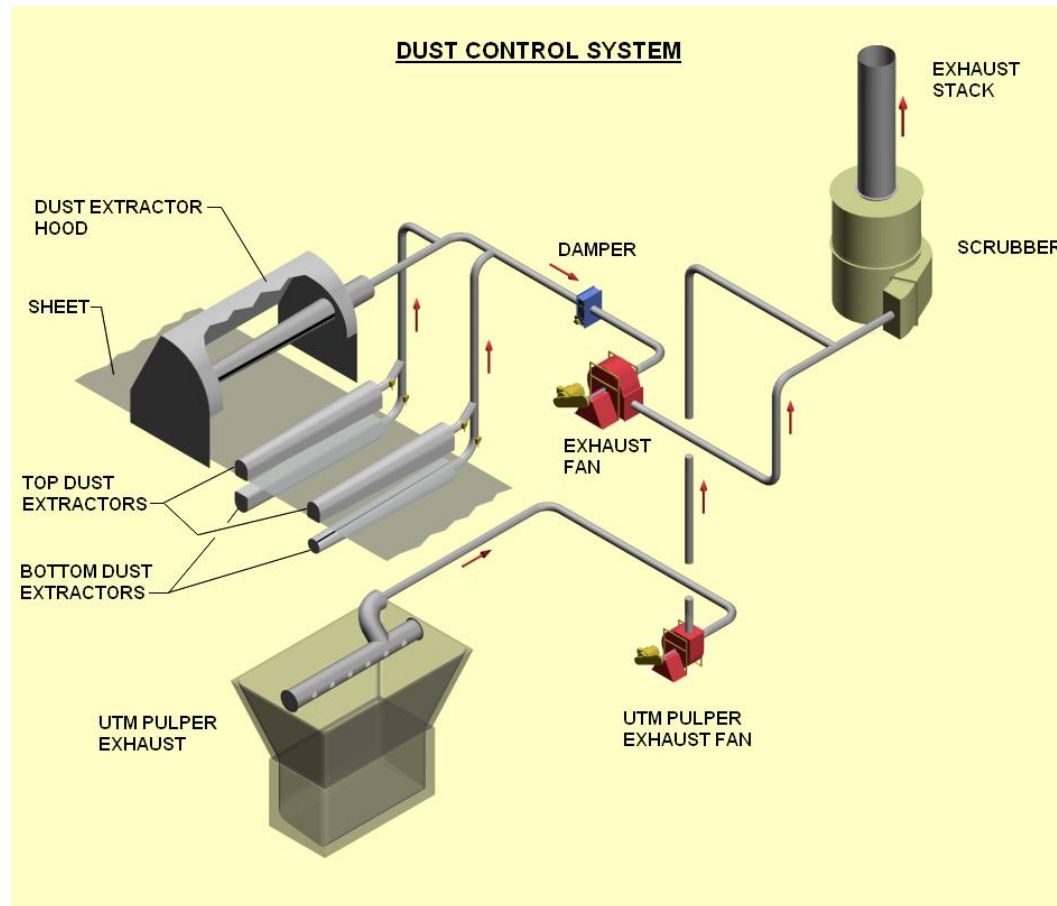
Sistemas de Extração de Pó

- Existem equipamentos e sistemas que ajudam no controle da quantidade de pó, captando-os o quanto antes na origem
- Os sistemas, dependendo do fornecedor, podem ser compostos de dutos e capotas de exaustão, foils (estabilizadores) ativos, cortinas de água, enclausuramentos e etc.



Sistemas de Extração de Pó

- Além dos captadores e contentores de pó, os sistemas são compostos de dutos, ventiladores e Ciclone (scrubber) para separar o pó do ar
- Dependendo do fornecedor há sistemas úmidos e secos



- A área entre o Yankee e a enroladeira é crítica, pois é a região onde o papel percorre mais livre, sem uma suportação completa.
- A não adequada suportação da folha pode criar “bolsões” e rugas no papel, como se vê abaixo, gerando quebras do papel ou problemas no enrolamento.

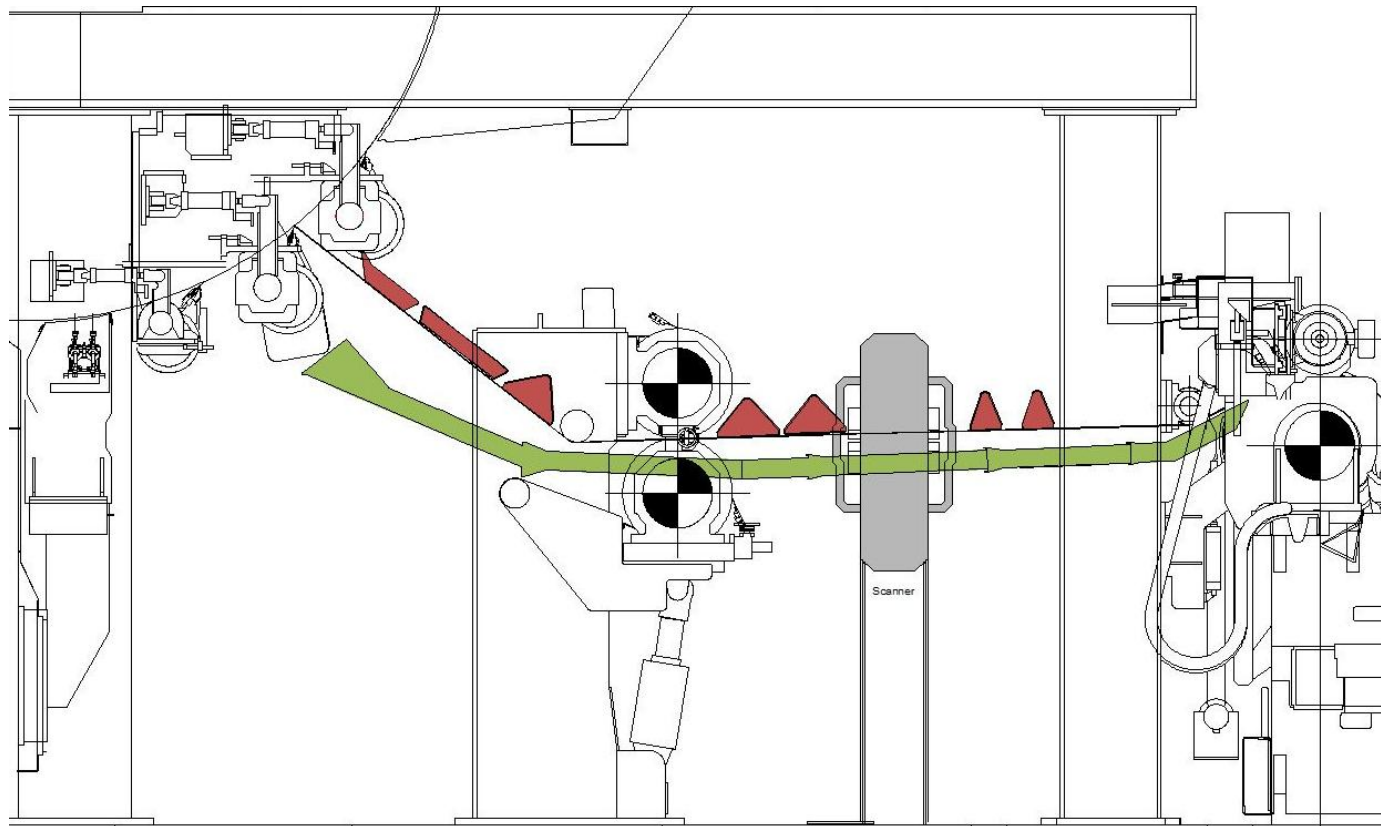


Sistema de suportação da folha

- Existem elementos, chamados foils, que promovem a suportação e estabilização da folha.
- Cada fornecedor tem um desenho próprio
- Podem ser passivos com ação puramente mecânica, ou ativos incluindo alguma injeção de ar ou integrados à extração de pó.

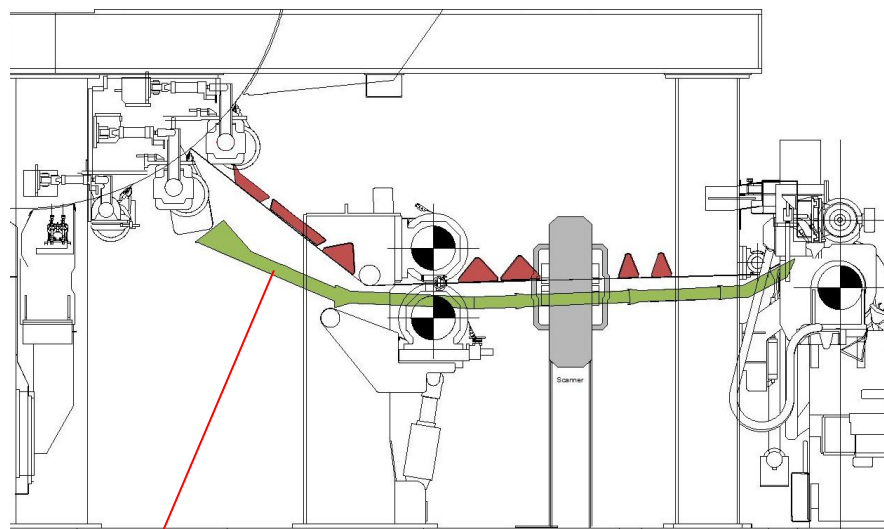


- Existem elementos, chamados foils, que promovem a suportaçoão e estabilizaçoão da folha.
- Cada fornecedor tem um desenho próprio
- Podem ser passivos com açõo puramente mecânica, ou ativos incluindo alguma injeção de ar ou integrados à extração de pó.

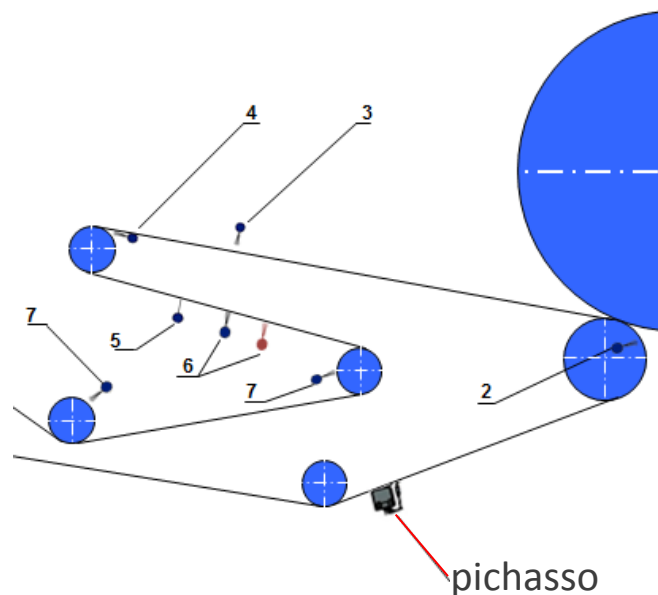


Passagem de Ponta

- No início de enrolamento o papel é transferido do yankee para a enroladeira utilizando-se uma tira do próprio papel, chamada "ponta". Esta "ponta" se move desde o yankee através de canaletas direcionada por jatos de ar.
- A ponta é cortada no sentido máquina através de um chuvaireo chamado "pichasso"
- A ponta chegando na enroladeira é então aberta, até a largura total da folha, movendo-se o pichasso no sentido transversal da máquina

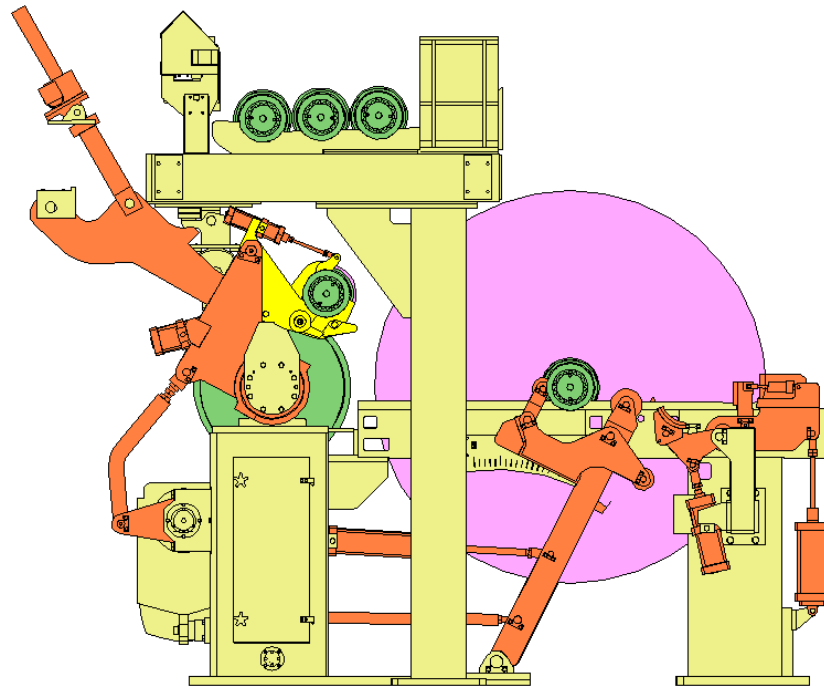


calha passagem de ponta



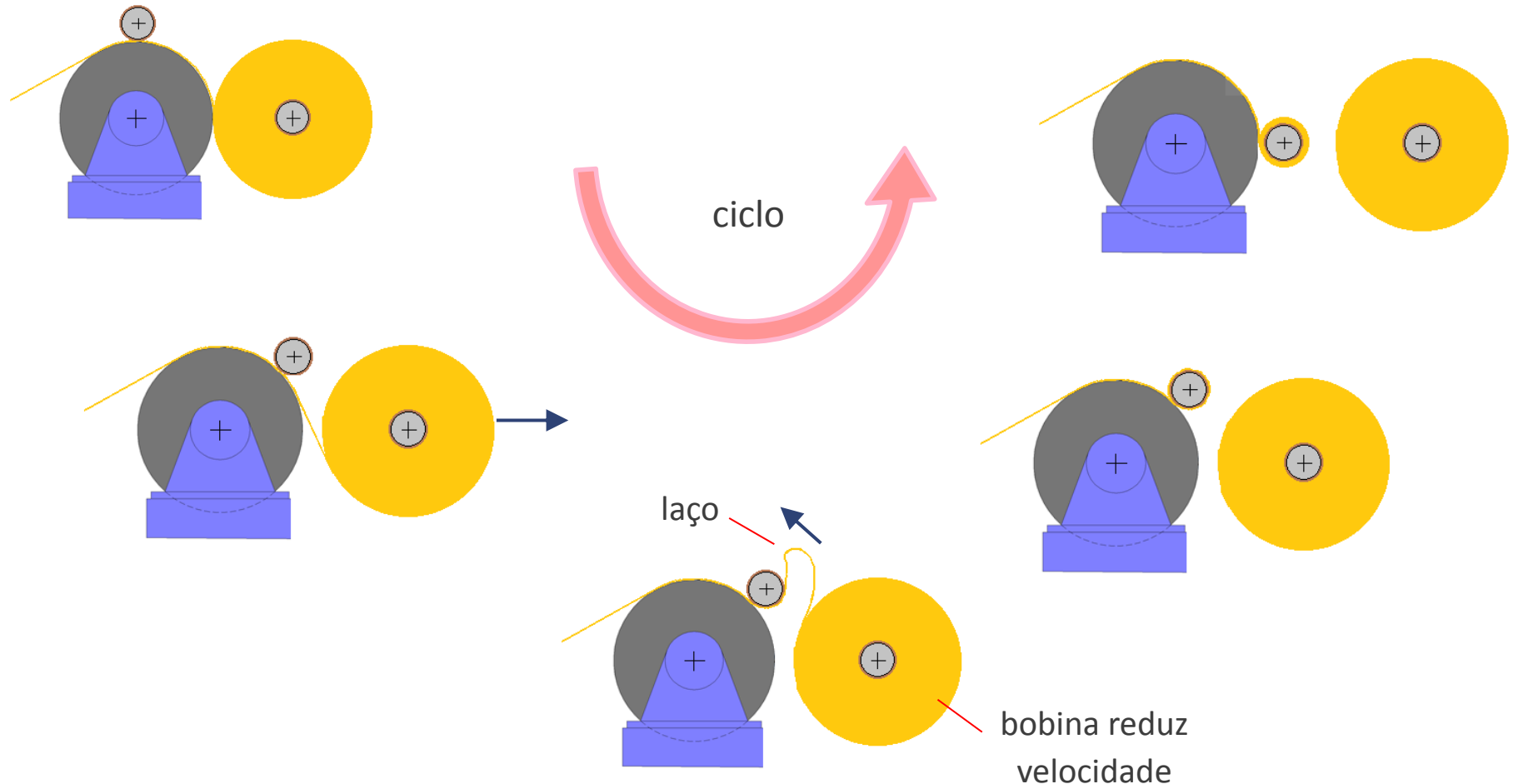
Troca de bobina (Turn-up)

- Um dos processos críticos e que resultam em perdas na produção é o momento de troca no enrolamento de uma bobina cheia para uma nova estanga vazia.
- Existem diferentes processos para realizar esta troca, de forma manual e automática, sendo mais ou menos eficientes.
- Entre estes sistemas pode-se citar o uso de jogar “bolas” de massa no nip, usar sprays de cola, troca “nórdica” e sistemas automáticos.



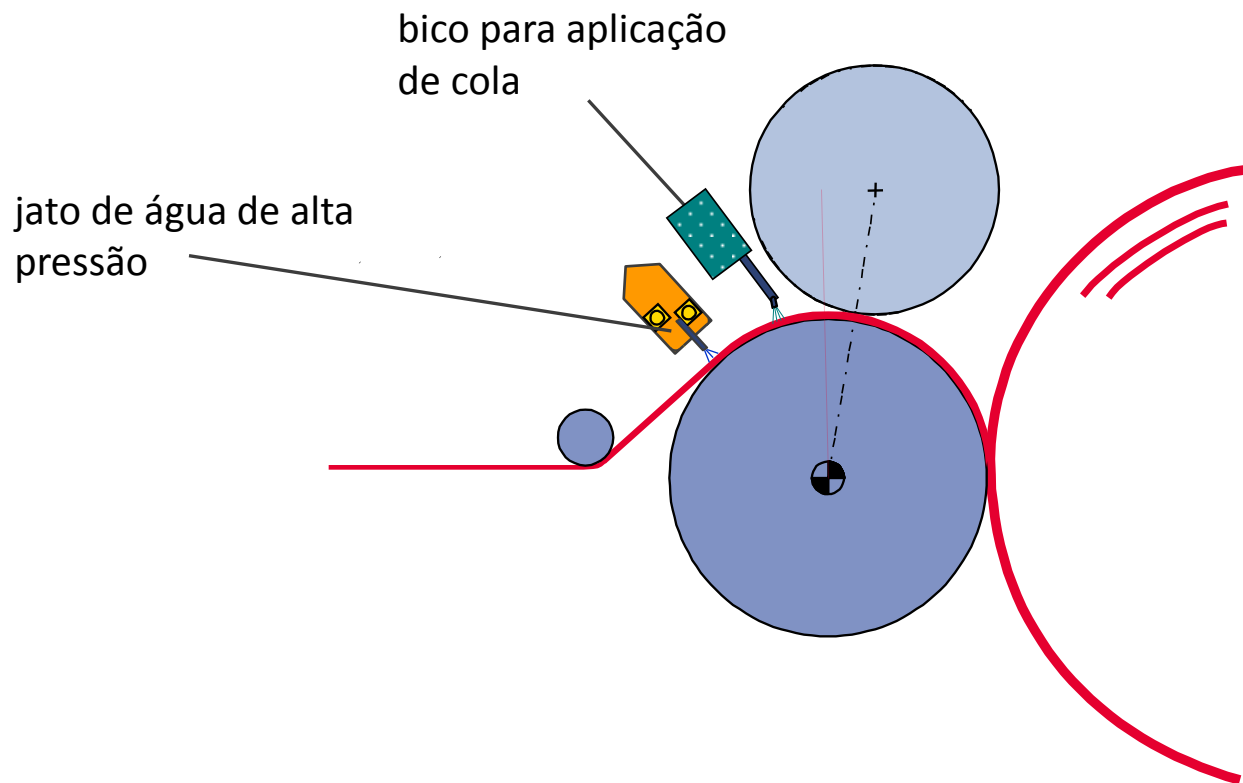
Troca “Nórdica” (Turn-up)

- No processo de troca “Nórdica” a velocidade do jumbo é reduzida em relação ao cilindro suporte e com isto é criado um bolsão de folha (“laço”) que pelo fluxo de ar é direcionado e levado ao nip com a nova estanga, iniciando assim um novo ciclo de enrolamento.
- Tem eficiência aceitável até certo nível de velocidade.

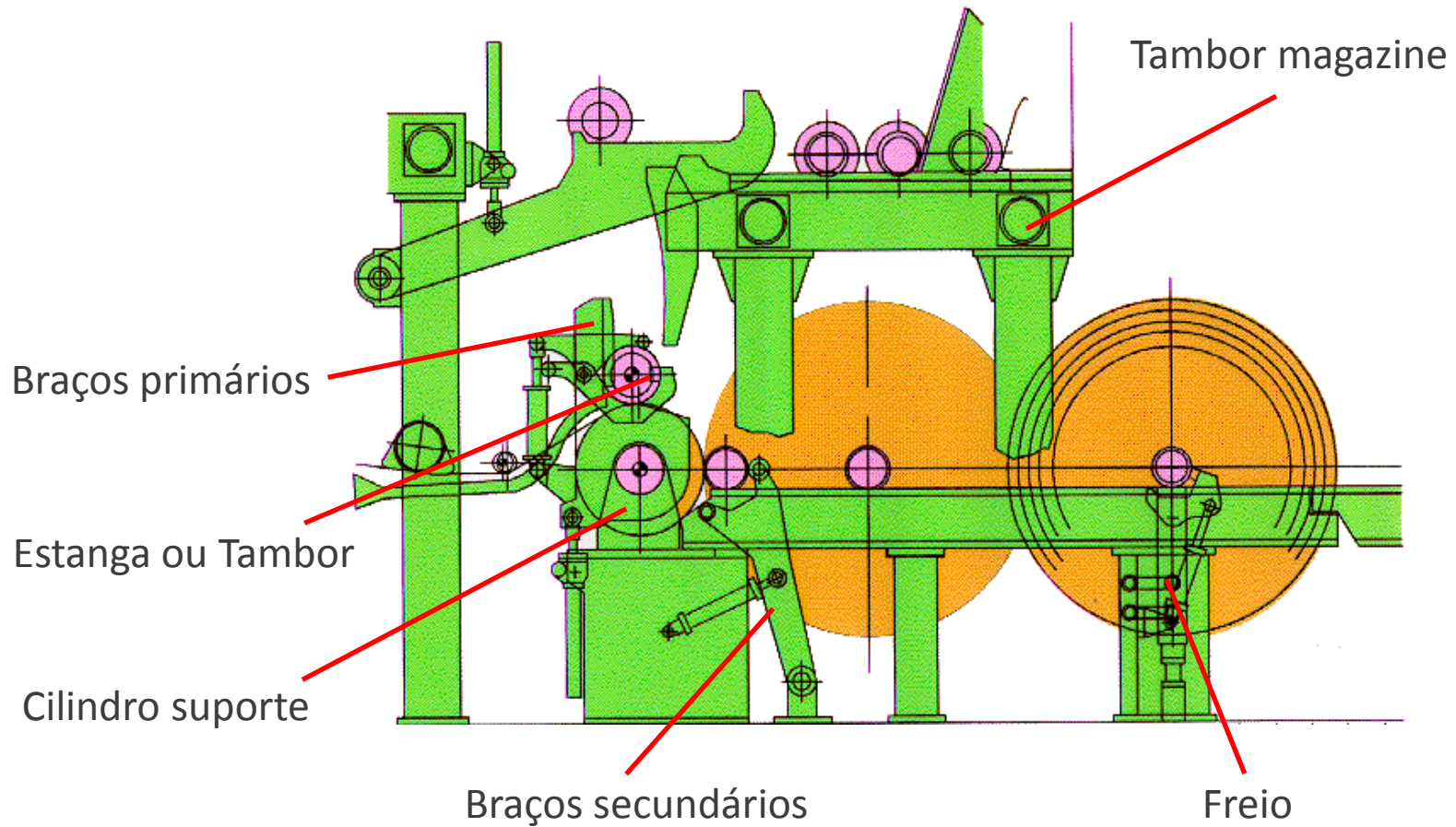


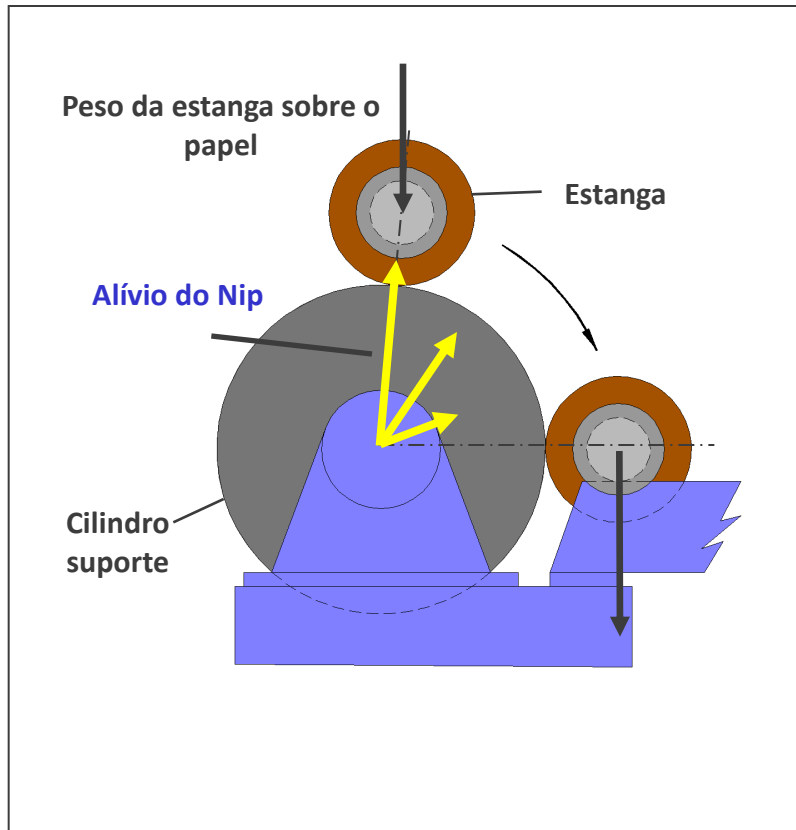
Troca Automática (Turn-up)

- No processo de troca Automática, dependendo do fornecedor do sistema, são utilizados chuveiros de alta pressão para corte da folha e aplicação de cola.
- Tem alta eficiência para altas velocidades.

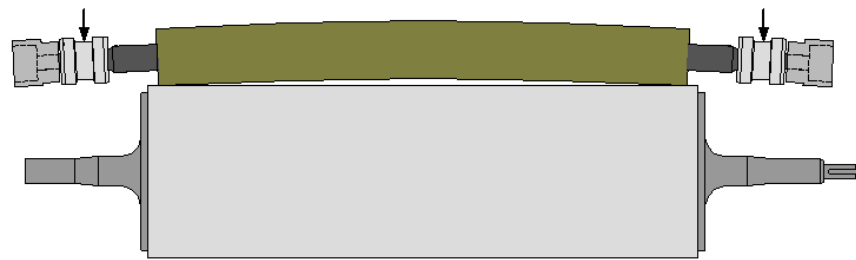


Enroladeira

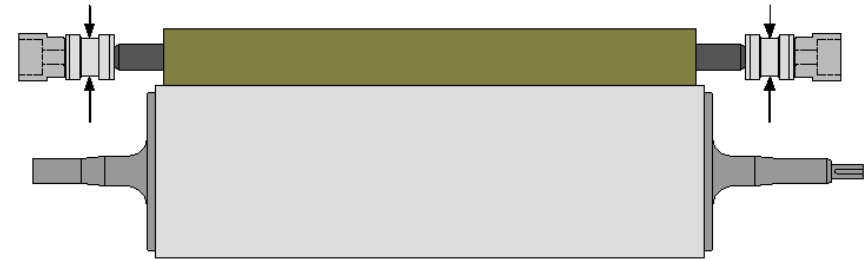




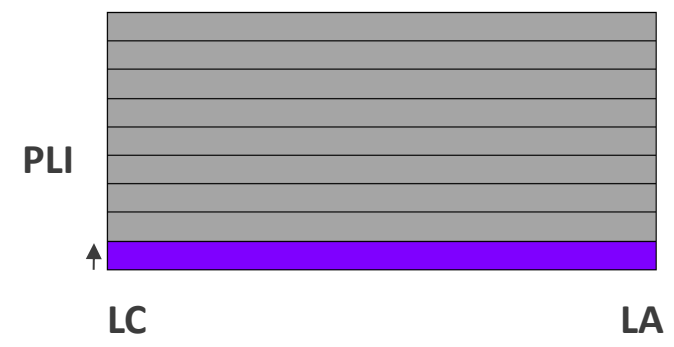
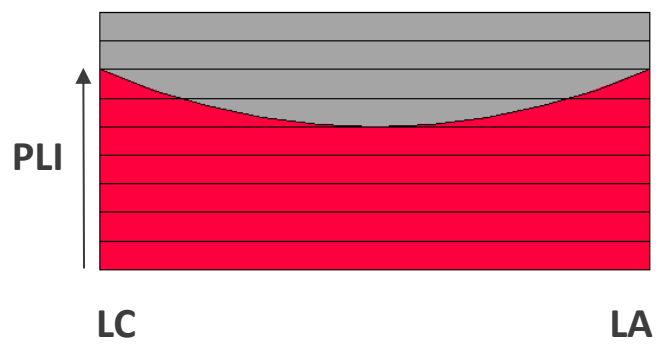
- Compensa o peso da estanga no nip
- Permite melhor uniformidade no nip no sentido transversal
- Permite melhor uniformidade no enrolamento em toda a estrutura da bobina
- Melhora processos de passagem de ponta e transferência de folha
- Permite trabalhar com menor carga no nip
- Aumenta produtividade e qualidade do papel

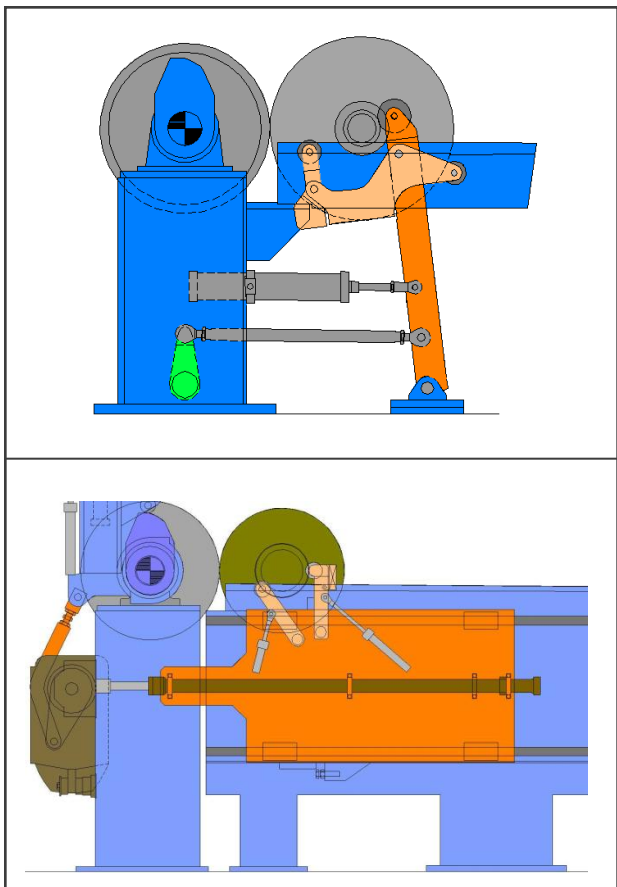


Sem alívio



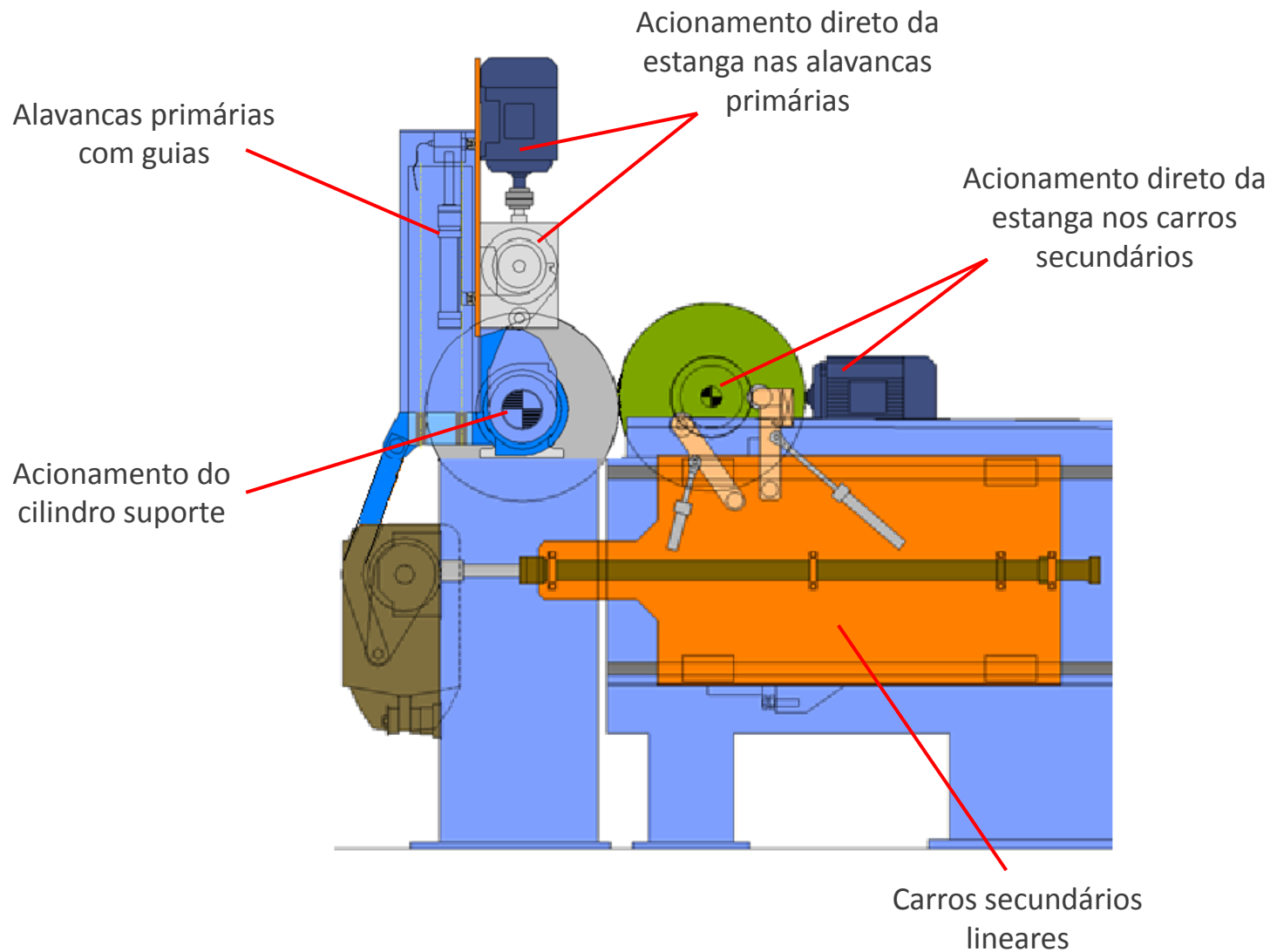
Com alívio





- A área secundária de enrolamento pode ser composta por alavancas pivotadas ou carros lineares
- Alavancas pilotadas são mais comumente utilizadas
- Carros lineares são especialmente utilizados quando deseja-se trabalhar com bobinas de maior diâmetro, ou busca-se maior precisão de controle de enrolamento para papéis com maior exigência de bulk ou homogeneidade de qualidade.

Enroladeira com Center Winder

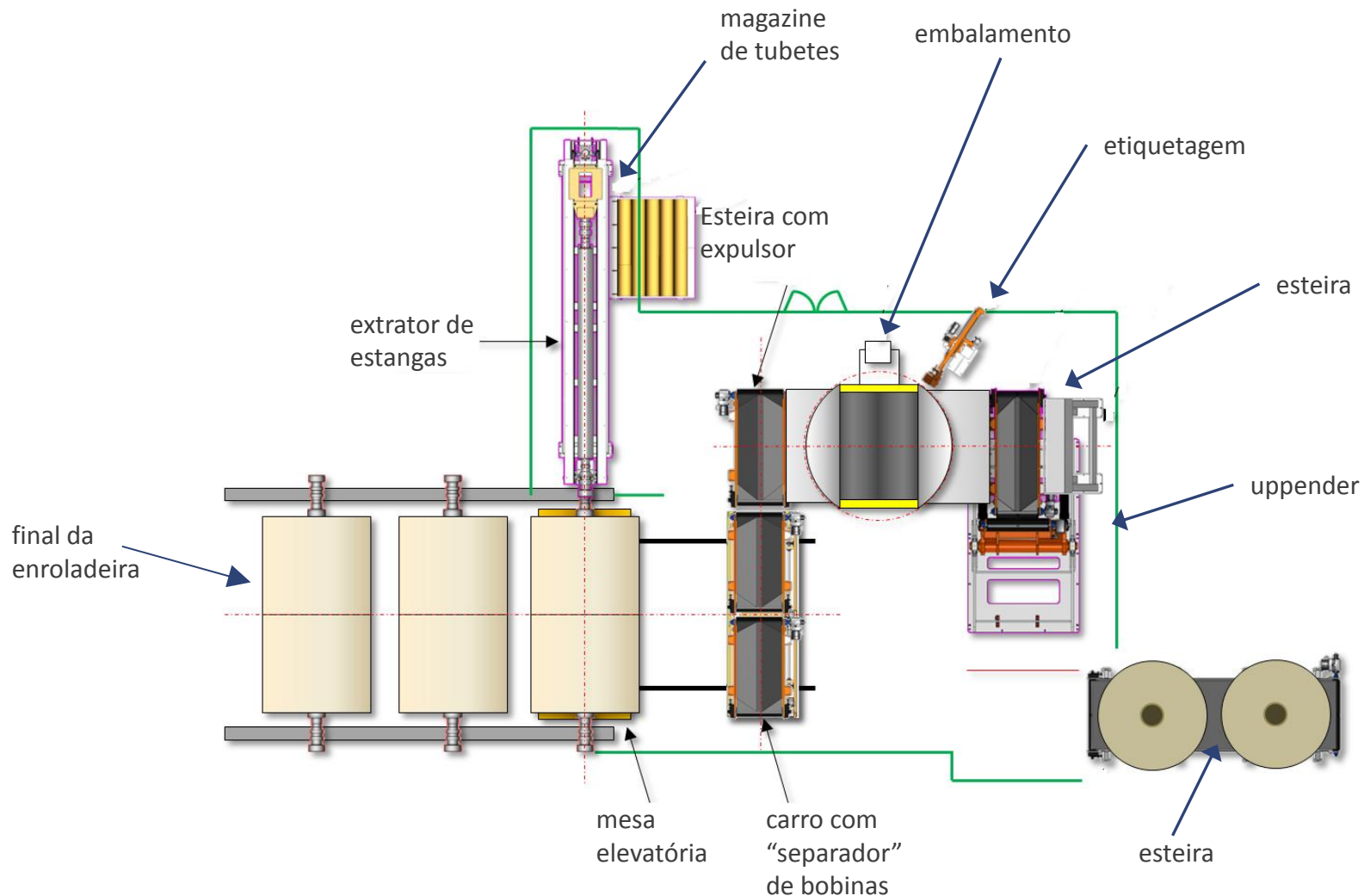


Benefícios:

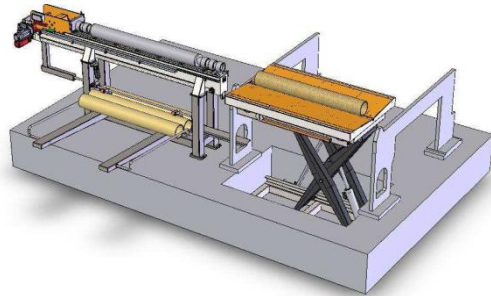
- Sincronismo de velocidade entre a estanga/jumbo e cilindro suporte feito através de acionamentos individuais, e não através do nip, garantindo maior precisão.
- Permite operar com nip reduzido, pois o acionamento não é feito através do nip, mantendo assim a qualidade do papel.
- Melhor troca de folha, sem quebras por diferença de velocidade
- Bobina mais uniforme em todo o seu diâmetro, com menor perda de papel
- Permite enrolar bobinas „soft“ com maiores diâmetros
- Bobinas mais uniformes em todos os aspectos, incrementando a eficiência na conversão

Movimentação e Manejo de Bobinas

- Os sistemas de movimentação e manejo de jumbos varia muito em função do layout e necessidades da fábrica e definições do fornecedor



Movimentação e Manejo de Bobinas



extração de estangas



embaladora



carro com
"separador" de bobinas



estanga expansiva



upender