

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



**Processo de fabricação de papel
(Uma visão geral)**

Edison da Silva Campos



**Campos – Consultoria e
Treinamento**

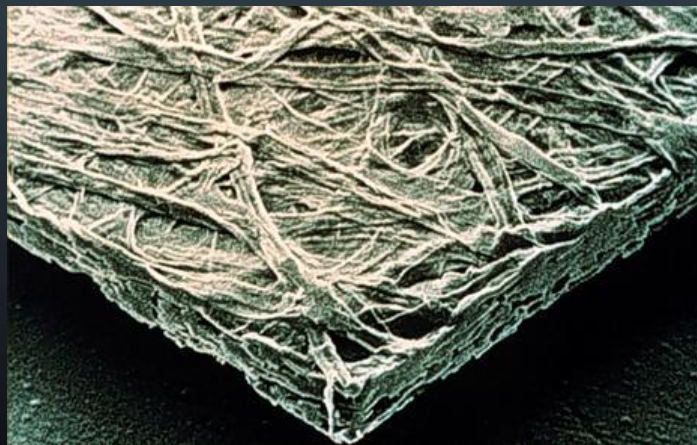


Campos
Consultoria
e Treinamento

Mas, afinal, o que é PAPEL?

O papel é um afeltrado de fibras unidas tanto fisicamente (por estarem entrelaçadas a modo de malha) como quimicamente (por pontes de hidrogênio).

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

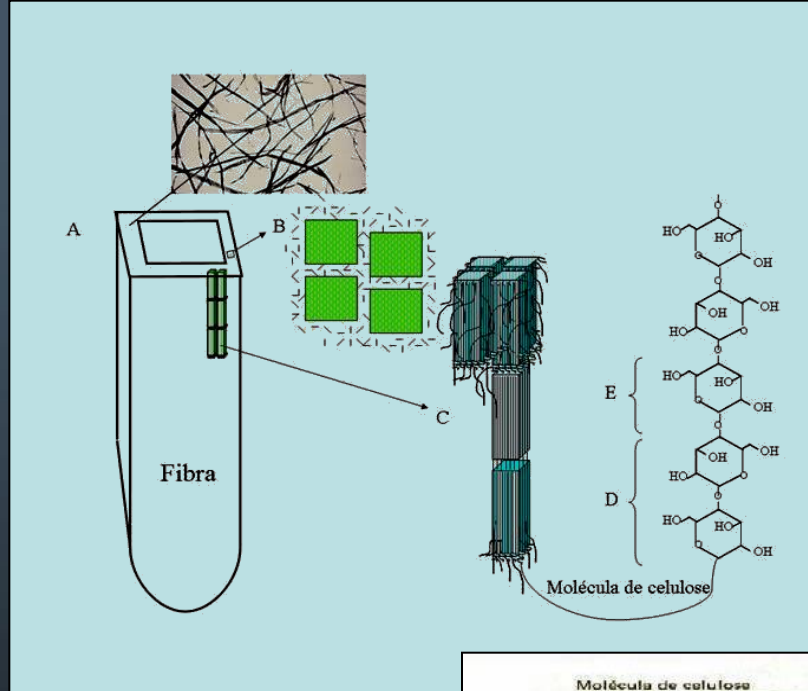


ABTCP

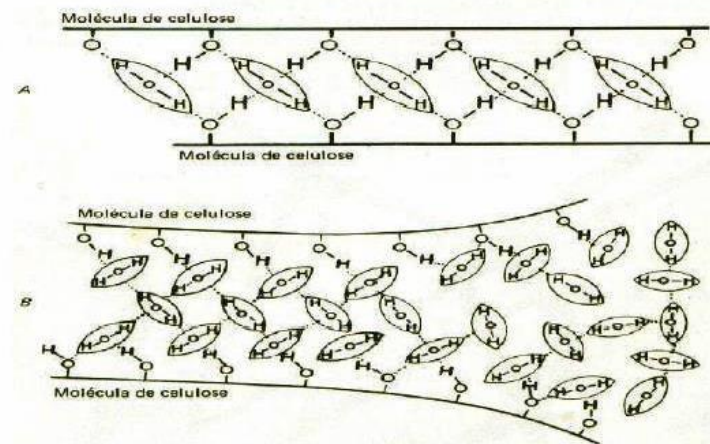
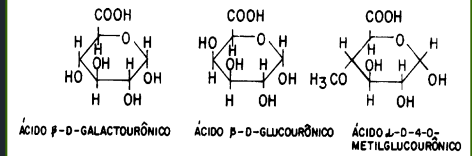
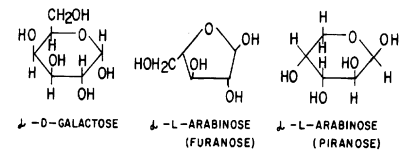
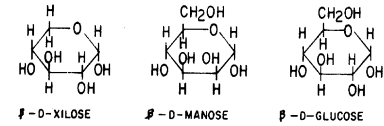
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



Ligações por pontes de hidrogênio



Hemiceluloses





Campos
Consultoria
e Treinamento

Mas, o papel não é só constituído por fibras ... Há também:

Cargas minerais: caulim, carbonato de cálcio, dióxido de titânio

Agentes de colagem: breu, ASA, AKD

Agentes de cor e brancura: corantes, alvejantes ópticos

Agentes de retenção: amidos catiônicos, sílica coloidal

Agentes de resistência a úmido: epicloridrinamida

Agentes de resistência a seco: amido, poliacrilamidas

Outros:

Acidificantes

Alcalinizantes

Antiespumantes e desaerantes

Controladores de “stickies”

Dispersantes

Tensoativos





Campos
Consultoria
e Treinamento

Tipos de papéis

Para impressão e escrita:

Papel “offset”

Papel “couché”

Embalagens:

Embalagens leves e embrulhos

ESTIVA E MACULATURA, MANILHINHA, MANILHA, TECIDO, FÓSFORO, “STRONG”, SEDA e IMPERMEÁVEIS

Embalagens pesadas

PAPELÃO ONDULADO, MIOLO e CAPA (“TESTLINER” OU “KRAFT LINER”)



Tipos de papéis (continuação)

Cartão e cartolina:

DUPLEX, TRIPLEX, BRANCO, CORES e PAPELÃO

“Tissue” (sanitários):

HIGIÊNICOS, GUARDANAPOS, TOALHAS DE MÃO, TOALHAS DE COZINHA e LENÇOS

Papéis especiais:

papel carbono, papel vegetal, papel moeda, cigarro, autocopiativos, heliográfico, desenho, mata-borrão, filtrante, base para laminados, base para carbonos, “kraft” absorvente para impregnação, ponteira de cigarros, fórmica, “kraft” especiais para: condensadores, cabos elétricos, fios telefônicos, papel vegetal, etc.



Exemplos de requisitos de qualidade

Tissue:

maciez (higiênico, facial), resistência a úmido (toalha), capacidade de absorção).

Imprimir e escrever:

brancura, lisura, opacidade, colagem interna e superficial

Imprensa:

opacidade, resistência à tração

Embalagens de papelão ondulado:

resistência ao empilhamento, resistência a delaminação, rigidez

Sacos multifoliados para cimento:

alta permeância ao ar, resistência ao estouro



Histórico do papel

Papiro (não é papel): 3000 A.C.



Tsai Lun: 105 D.C.

Fibras de árvores e fibras têxteis misturadas com trapos foram cozidas, batidas e depois esmagadas, para em seguida espalhar-se a massa sobre uma peneira com moldura de bambu e um pano esticado, deixando-se ao sol para um processo natural de secagem.

Por 600 anos, os chineses guardaram segredo sobre a fabricação do papel

Árabes: 761 D.C. (Sarmacanda)

Século XI: introdução do processo na Espanha]

Inglaterra: 1494 D.C.

Primeira máquina de papel: Louis Robert (1799 D.C.)

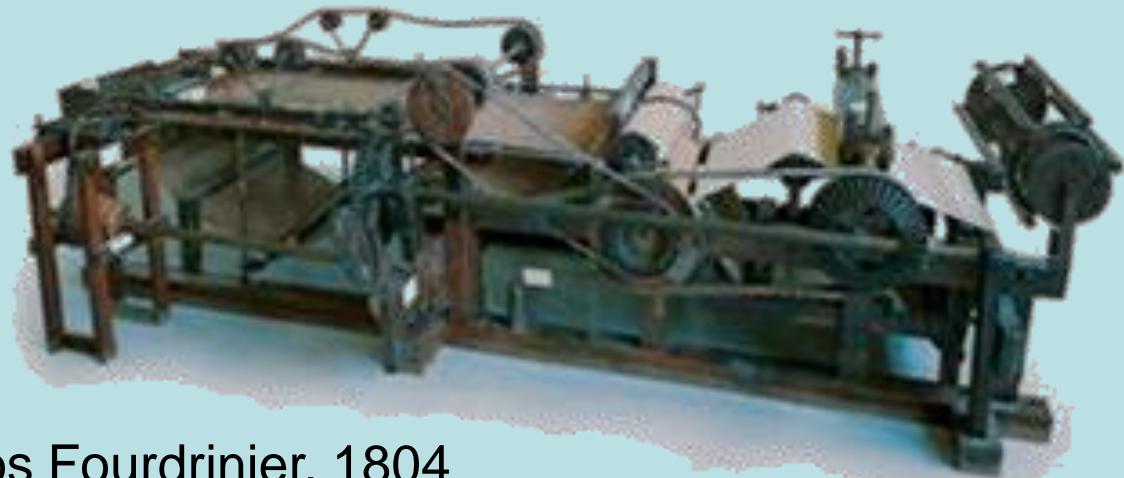


Campos
Consultoria
e Treinamento

Primeiras máquinas de papel



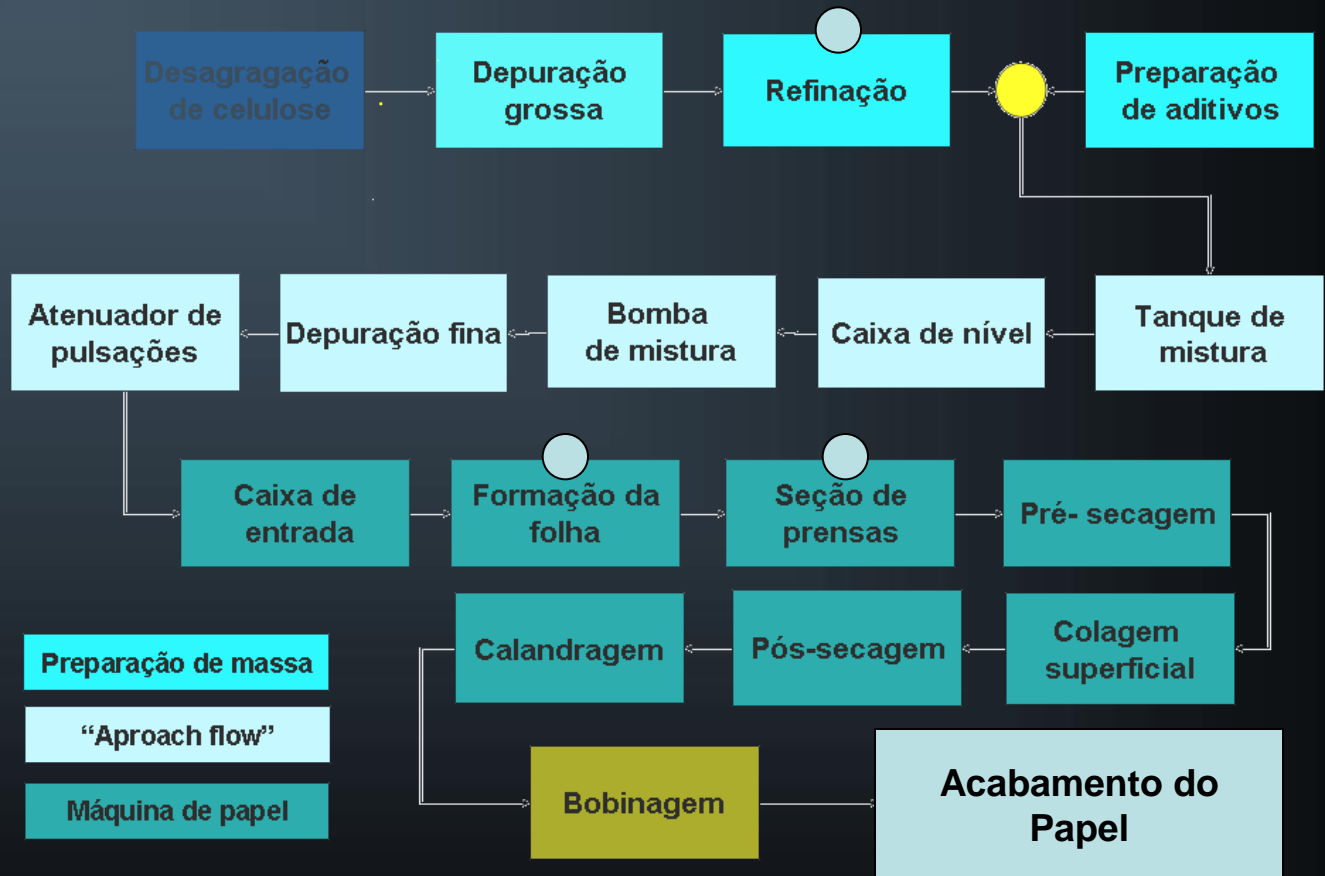
Louis Robert,
1799



Irmãos Fourdrinier, 1804



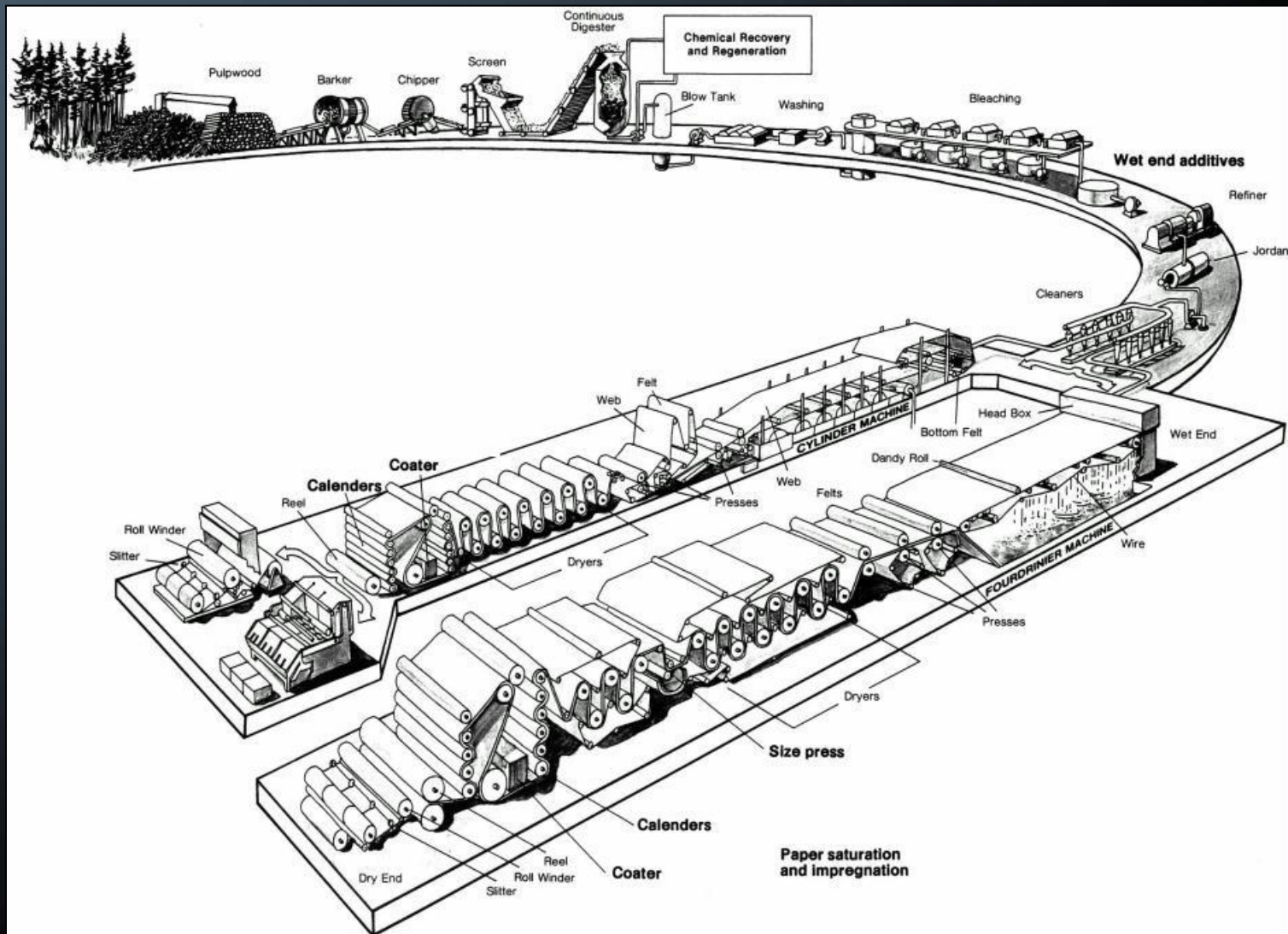
Fluxograma básico de fabricação de papel (I&E)





Campos
Consultoria
e Treinamento

Exemplo de processo integrado de fabricação de papel





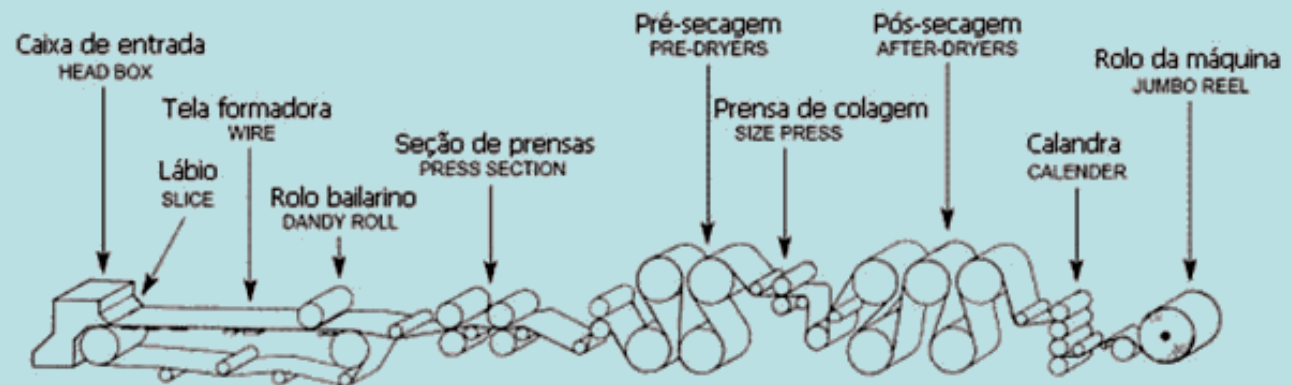
Máquina de papel “Fourdrinier” - seções

A função básica da máquina de papel, que é remover a água da folha, é feita em três setores que operam baseados em diferentes princípios, como segue:

Formação: desaguamento utilizando as características hidrodinâmicas do líquido;

Prensagem: desaguamento por compressão mecânica;

Secagem: desaguamento por evaporação, por meio do fornecimento de calor nos cilindros secadores.



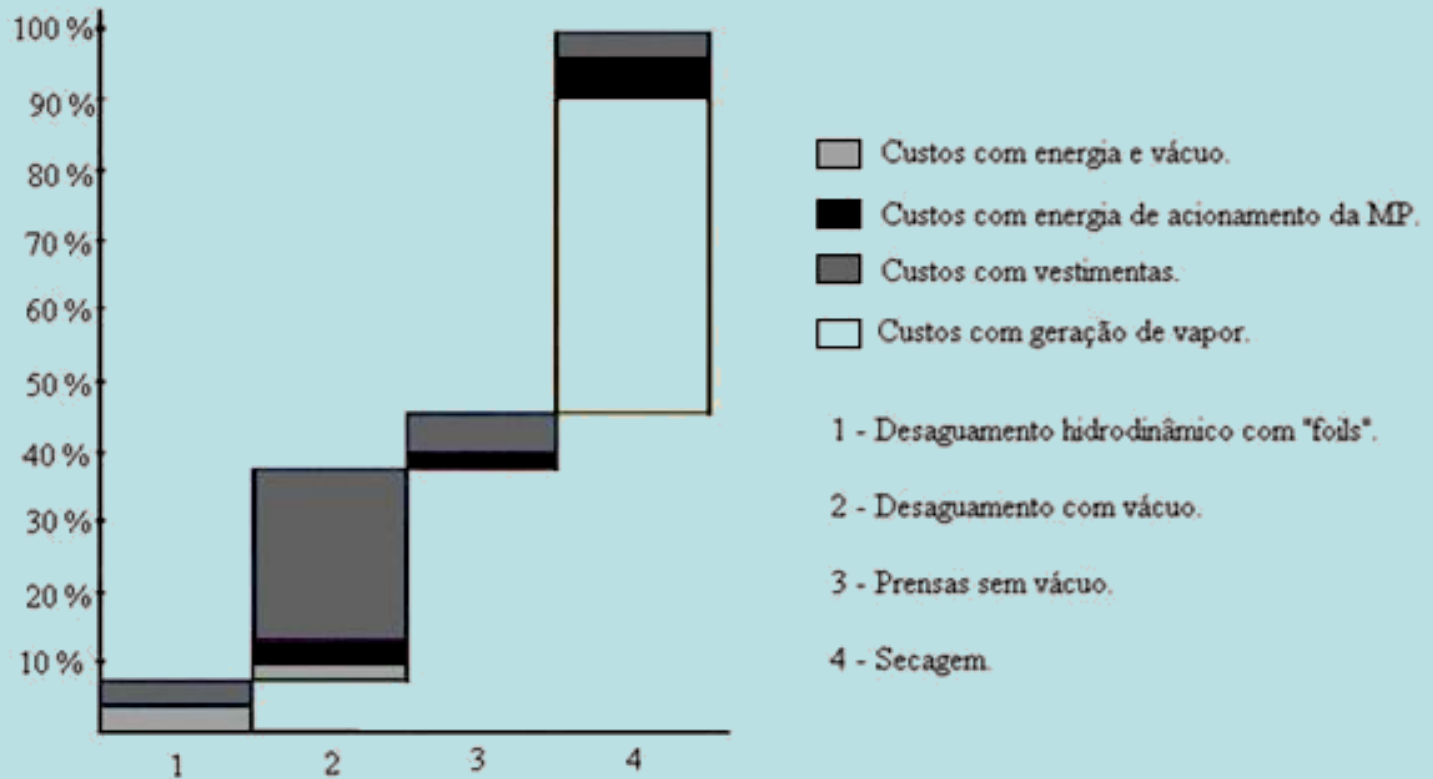


Eliminação de água nas três principais seções da máquina de papel (I&E) – 150 g/m²

ZONAS	Conteúdo de seco na entrada	Conteúdo de seco na saída	Porcentagem de água eliminada
Formação	1,0 %	18,0%	95,4 %
Prensagem	18,0 %	42,0 %	3,2 %
Secagem	42,0 %	94,0%	1,4 %



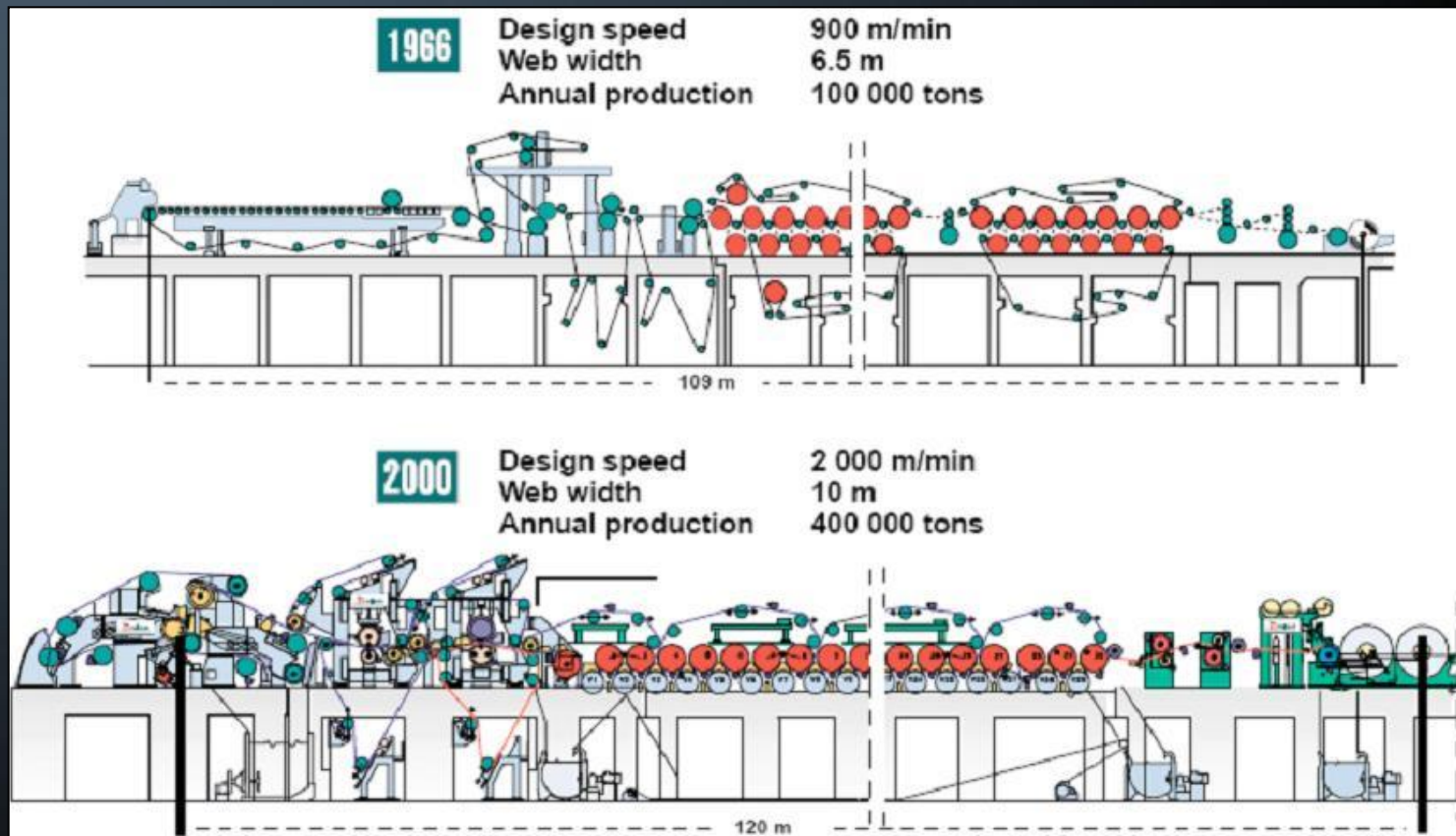
Custos de desaguamento em máquina de papel





Campos
Consultoria
e Treinamento

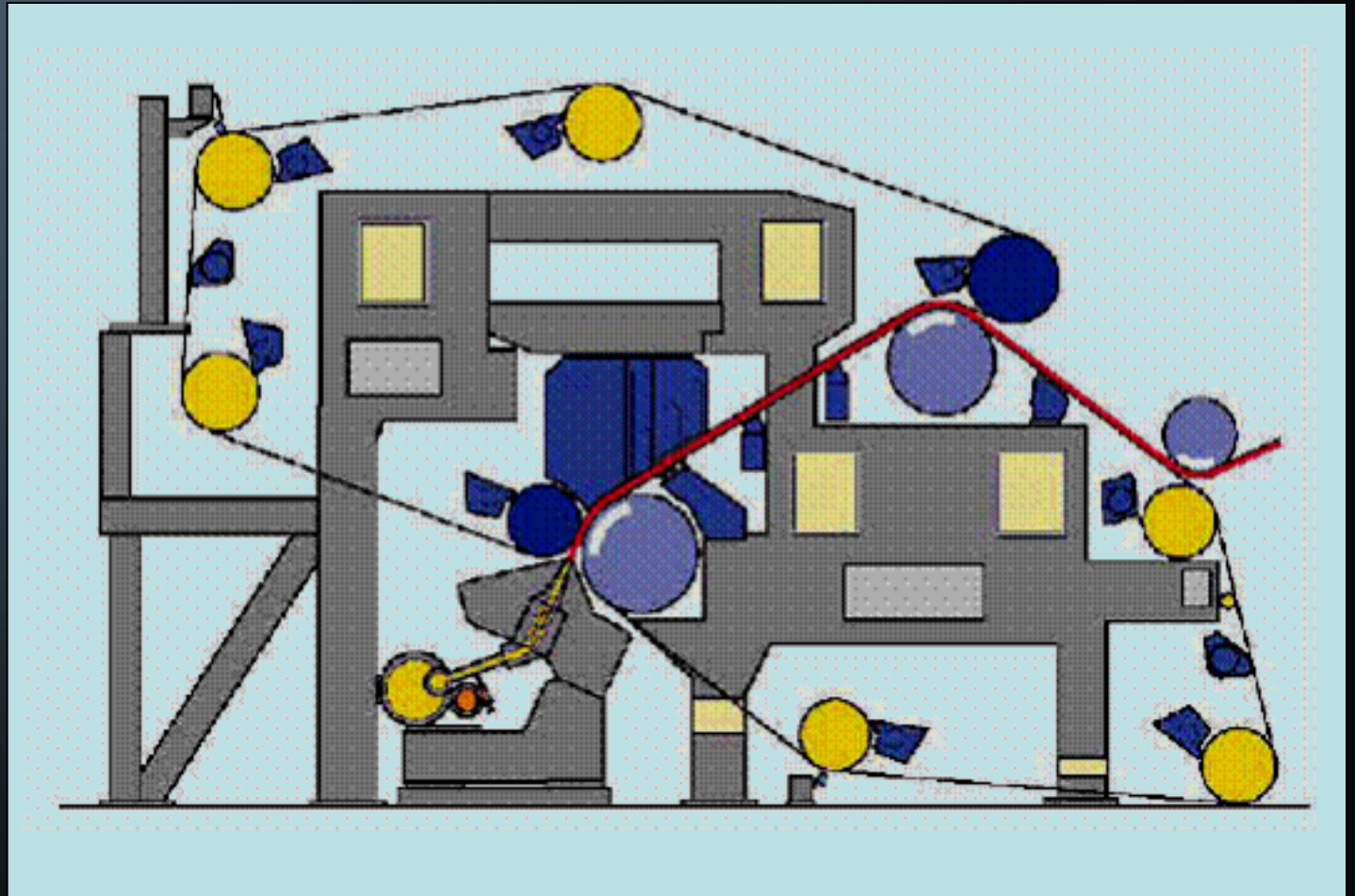
Exemplo de processo integrado de fabricação de papel





Campos
Consultoria
e Treinamento

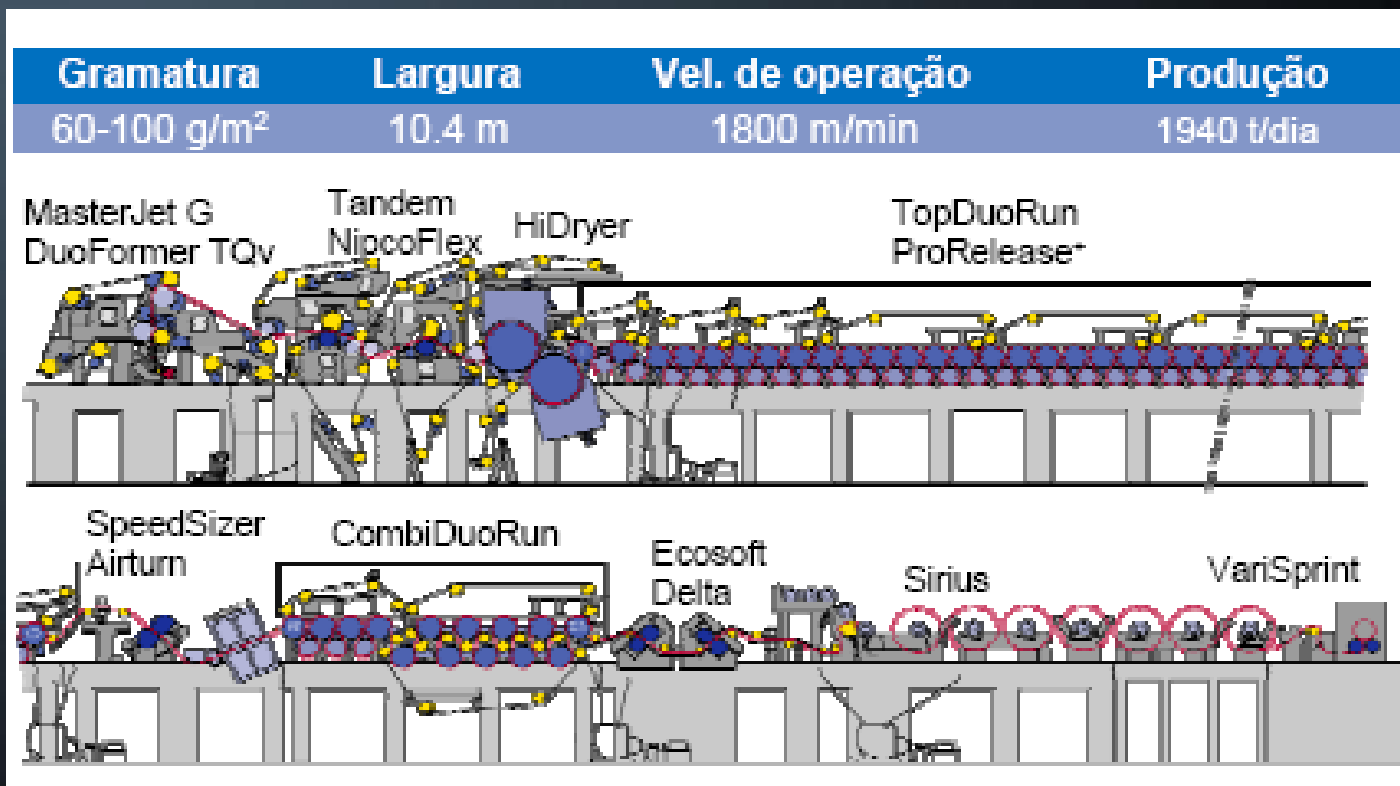
Dupla tela (Duoformer TQ – Voith)





Campos
Consultoria
e Treinamento

Novos desenvolvimentos de máquinas de papel para celulose de eucalipto





Campos
Consultoria
e Treinamento

Máquina de papel moderna



Fonte: www.voithpaper.com

One wire

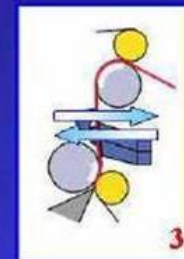
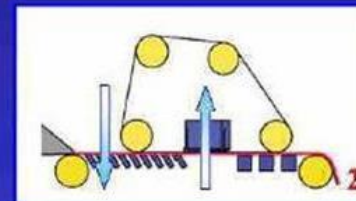
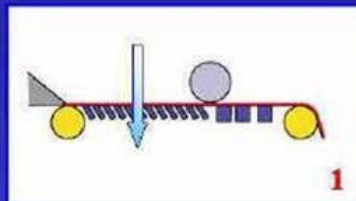
One wire in the beginning
second wire added later

Two wires from
the beginning

Fourdrinier

Hybrid former

Gap former



$V_{max} \leq 1200 \text{ m/min}$

$V_{max} \leq 1200 \text{ m/min}$

$V_{max \text{ hoje}} \leq 2000 \text{ m/min}$
futuro ?

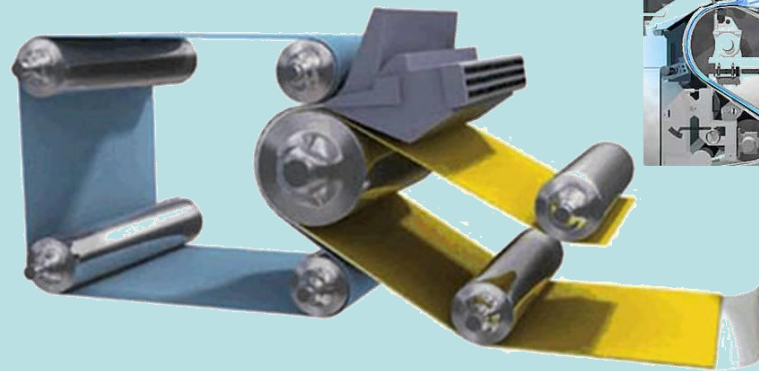
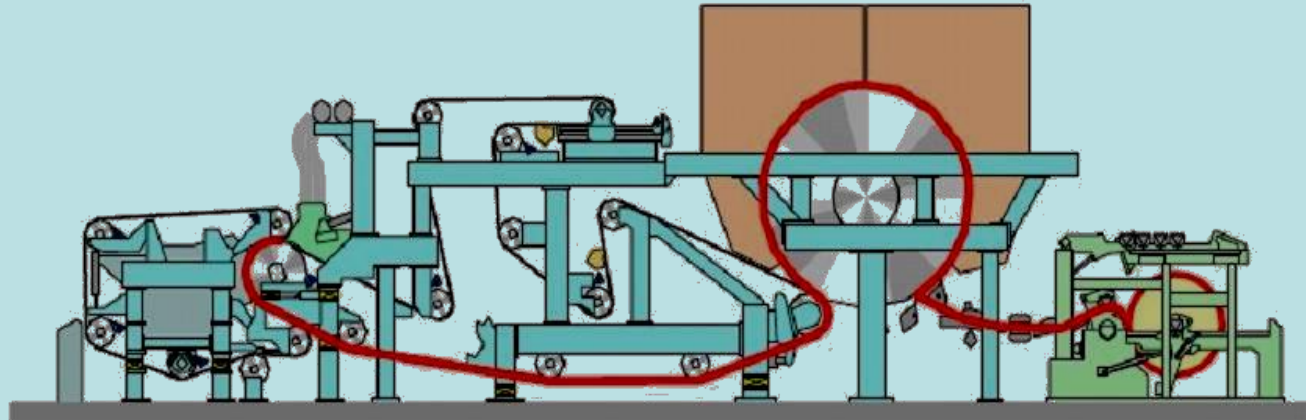
ABTCP

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



Campos
Consultoria
e Treinamento

“Crescent former” para papéis tissue





Campos
Consultoria
e Treinamento

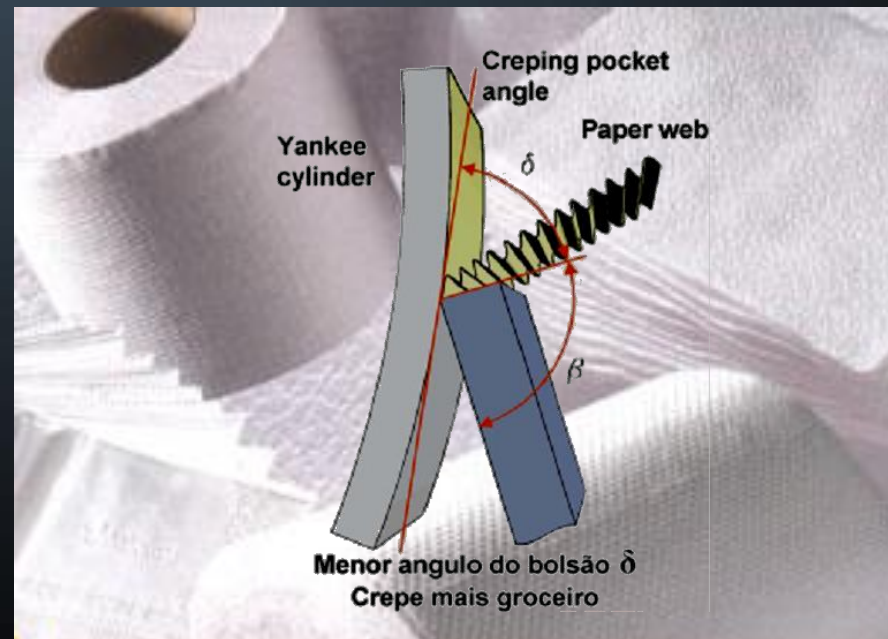
Papéis “tissue”

Higiênico (espessura, maciez, absorção, resistência a úmido e a seco);

Guardanapo (textura, absorção, resistência a úmido e a seco, aparência);

Toalha (resistência a úmido e a seco, absorção);

Facial (maciez, absorção, resistência a úmido e a seco).

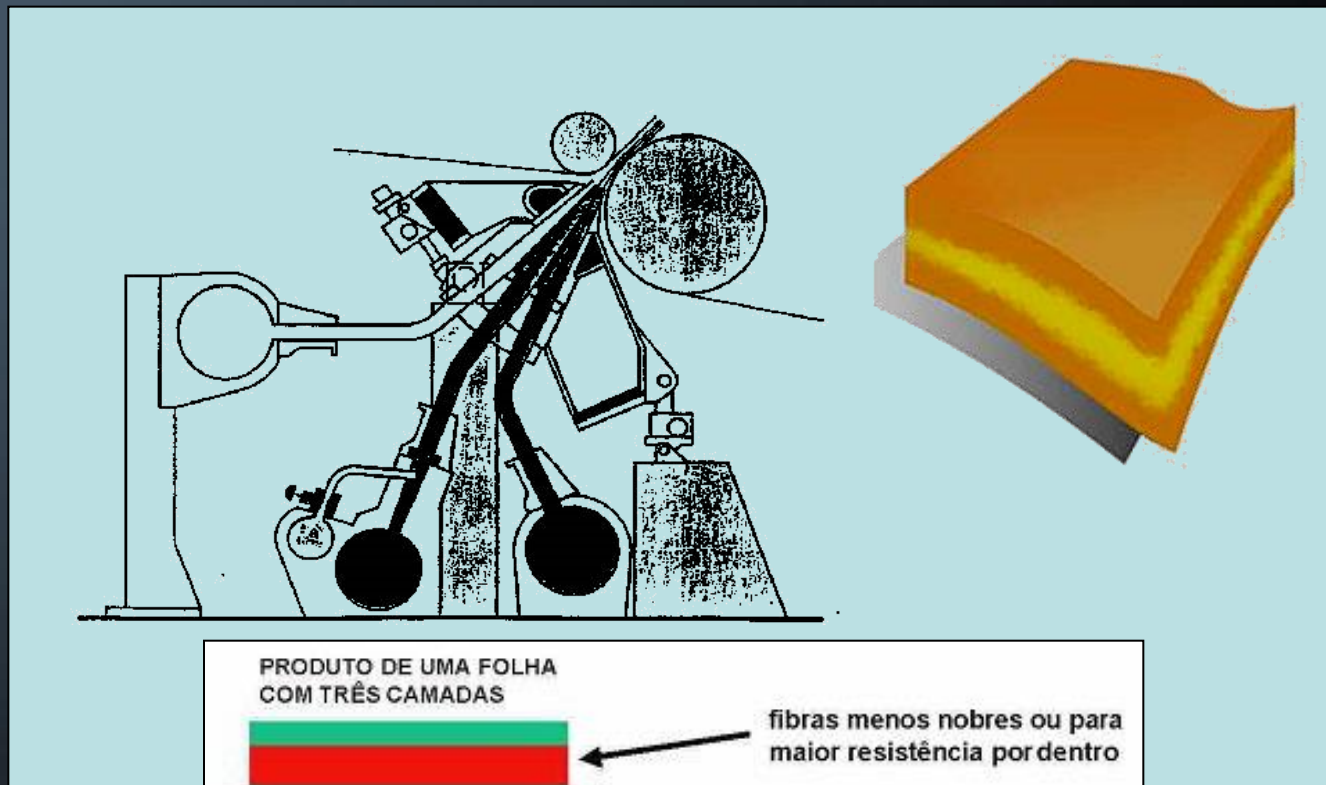


ABTCP

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



Caixa de entrada “multijato”



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



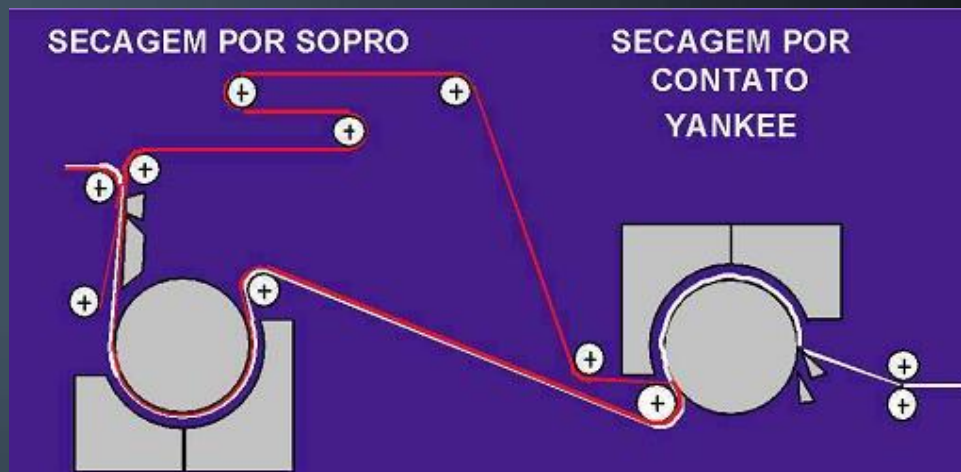
← fibras mais nobres ou para
maior suavidade por fora

← fibras menos nobres ou para
maior resistência por dentro



Campos
Consultoria
e Treinamento

Sistema TAD (“Through Air Drying”)



MÁQUINA TAD





Campos
Consultoria
e Treinamento

**Quais são as
expectativas de
mercado com relação
ao papel?**





Campos
Consultoria
e Treinamento

Principais produtores de papéis no mundo (2006)

País	Milhões de toneladas
USA	82,6
China	56,0
Japão	31,0
Alemanha	21,7
Canadá	19,5
Finlândia	12,4
Suécia	11,7
Coréia do Sul	10,6
França	10,3
Itália	10,0
Brasil	8,7



ABTCP

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



Segmentação de mercado

Consumo total: 7,5 milhões de toneladas por ano

O mercado brasileiro de papel é segmentado nas seguintes categorias:

Embalagem: representa 35% do consumo nacional. São papéis produzidos com celulose de fibra longa, o que proporciona uma maior resistência, característica fundamental desta categoria.

Imprimir e Escrever: 30% do consumo dos papéis, usados em escritórios, impressoras, envelopes etc.

Sanitários (tissue): com 7% do consumo nacional, são papéis utilizados para higiene e limpeza.

Cartão: 13% do consumo nacional.

Imprensa: 12% do que é consumido no Brasil, é utilizado na produção dos jornais.

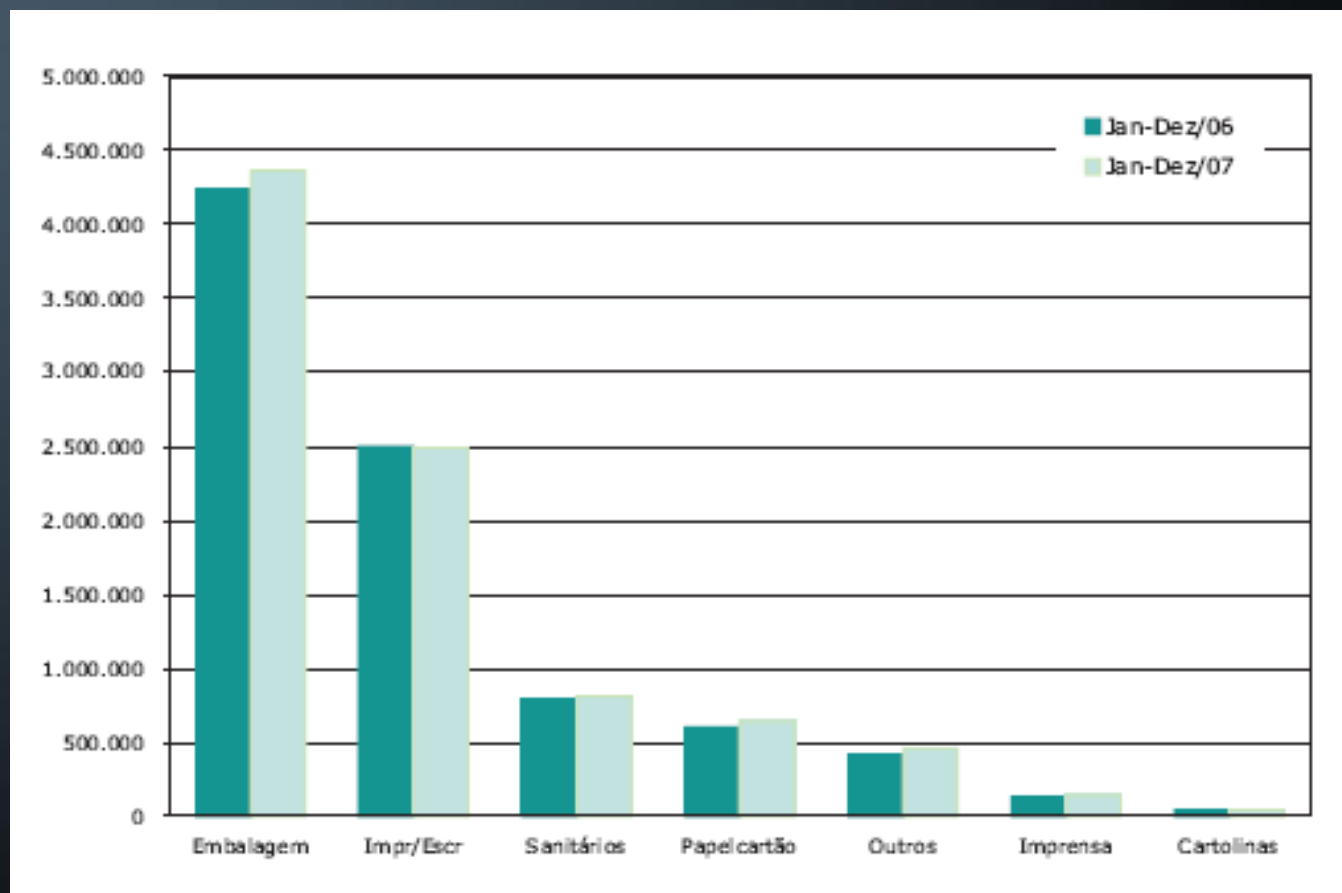


Campos
Consultoria
e Treinamento

Produção de papel em toneladas no Brasil

2006: 8.724.631 t

2007: 8.965.970 t



ABTCP

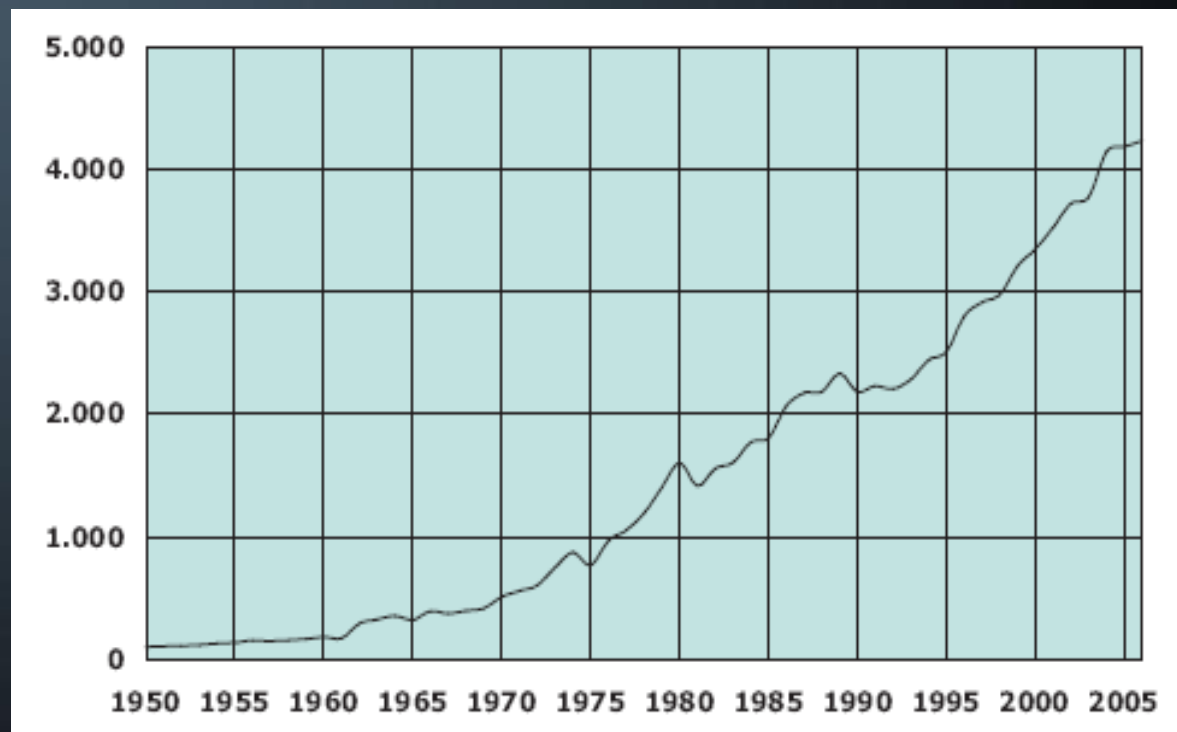
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de papel de embalagem



ABTCP

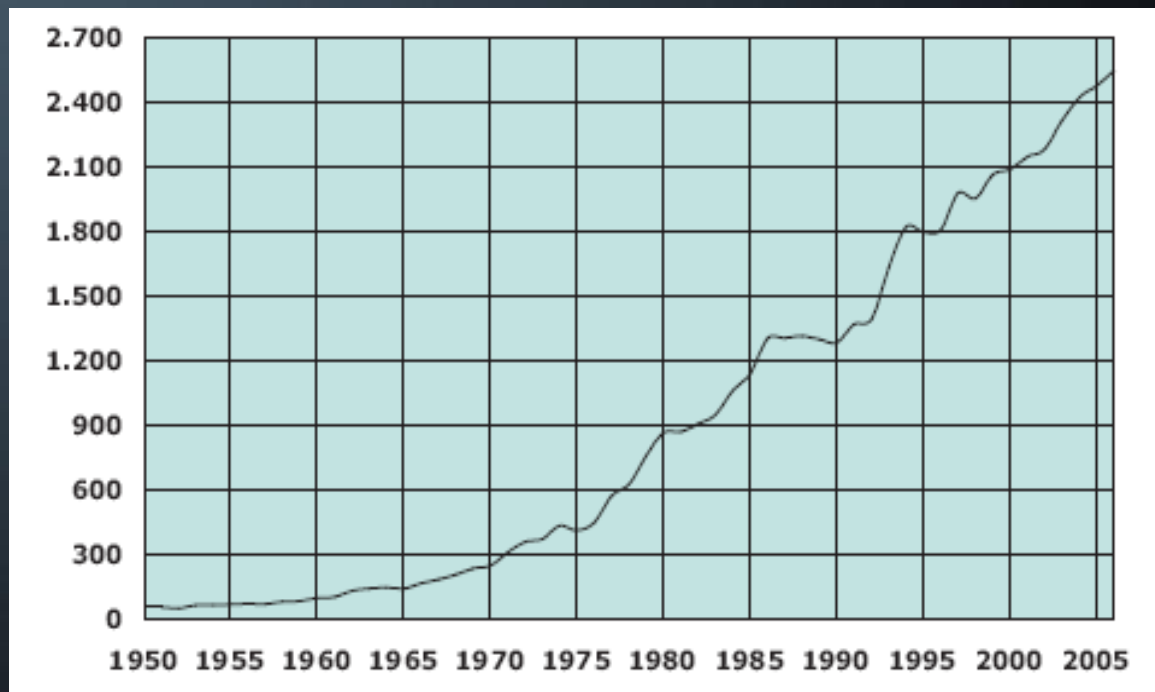
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de papel para impressão e escrita

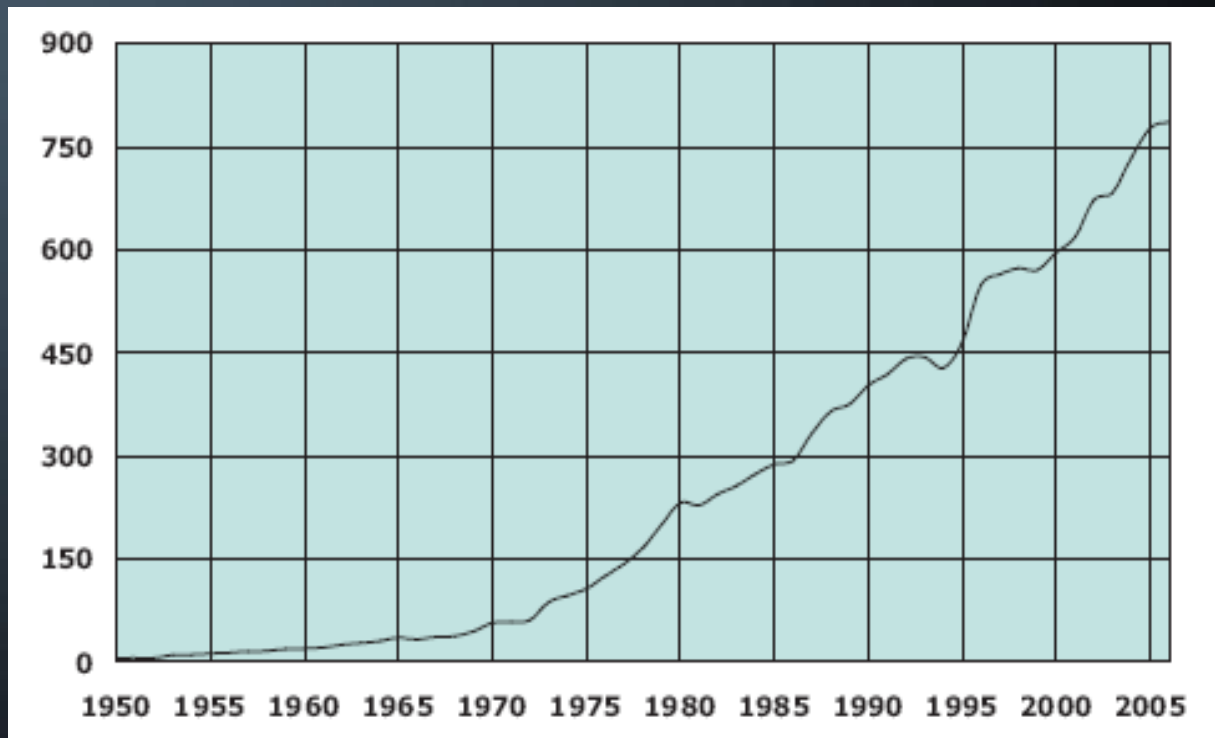


Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de papel de fins sanitários



ABTCP

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

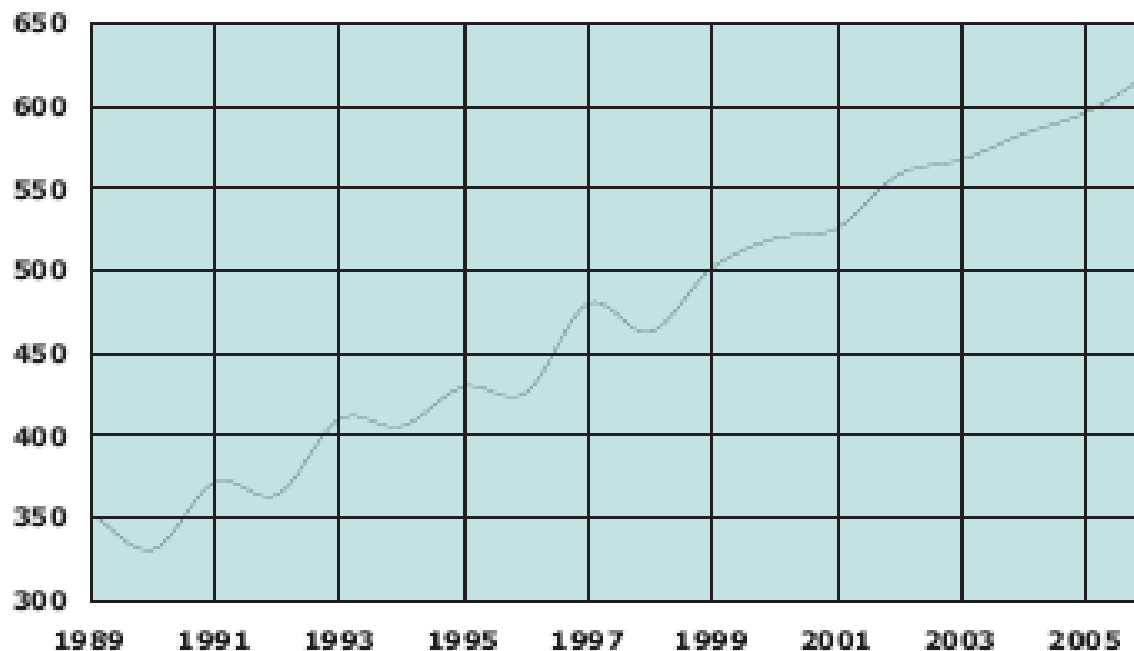
Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de papelcartão

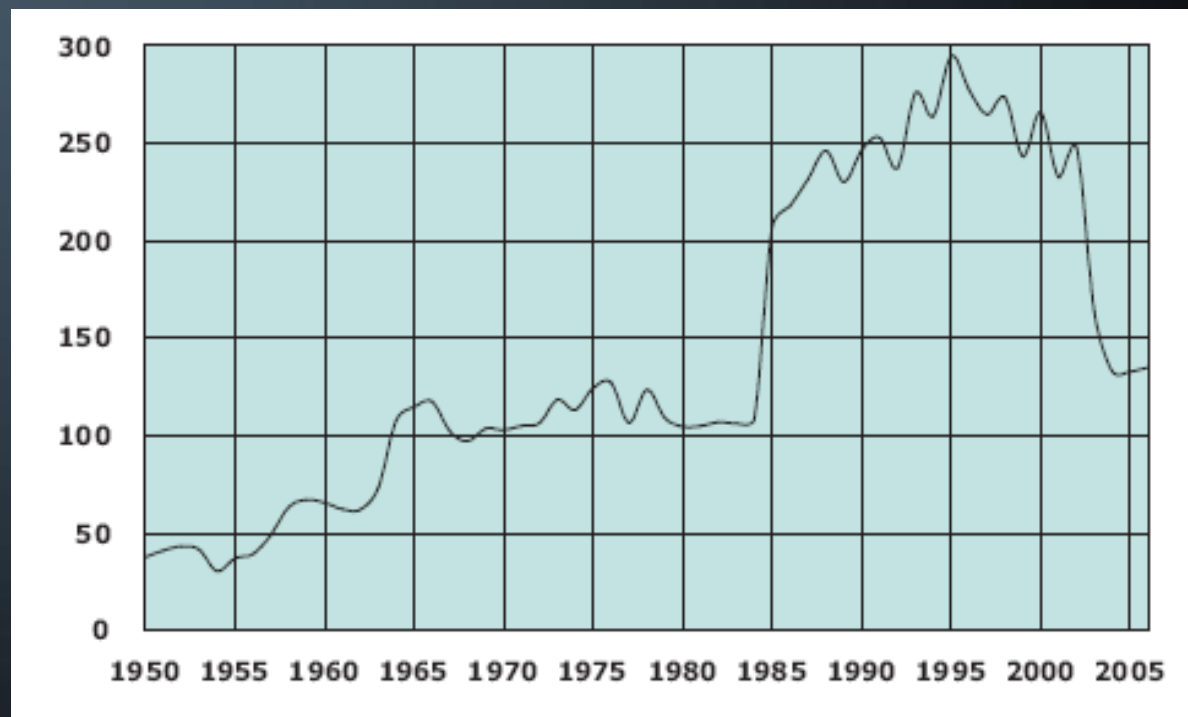
Evolução Histórica da Produção de Papelcartão





Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de papel imprensa



ABTCP

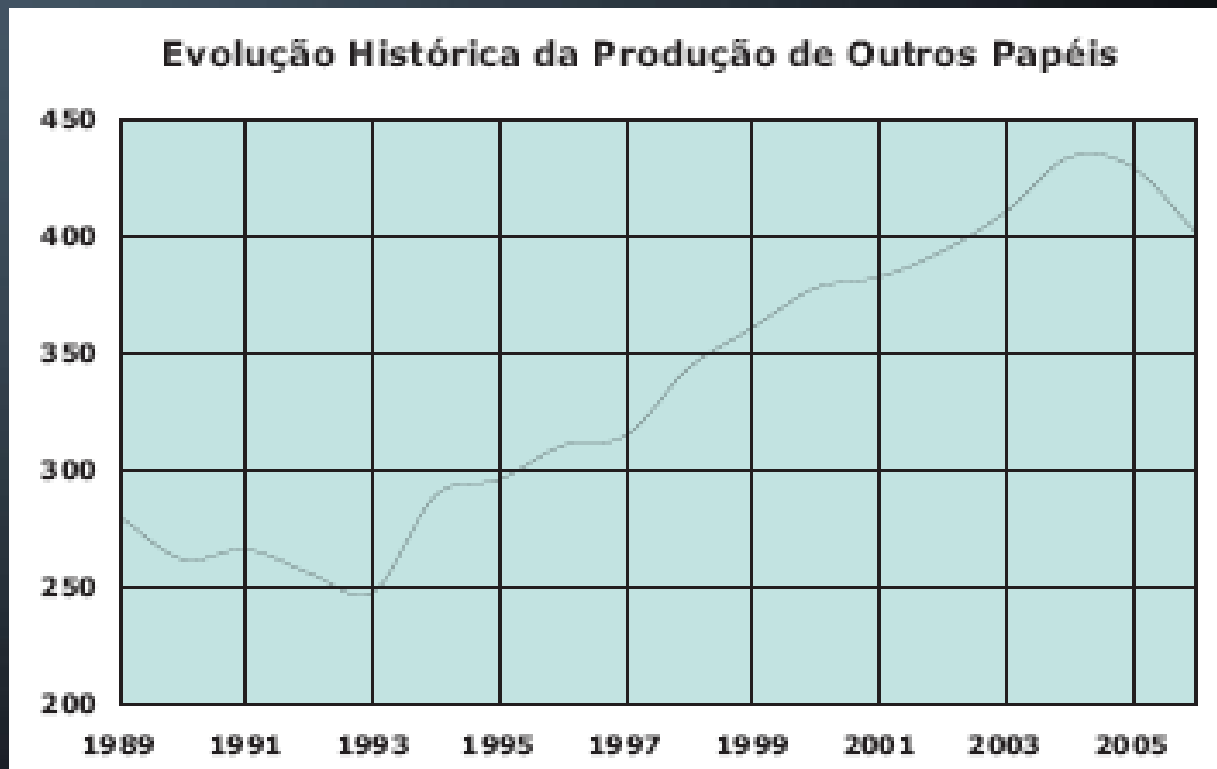
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

Evolução histórica da produção de outros papéis



ABTCP

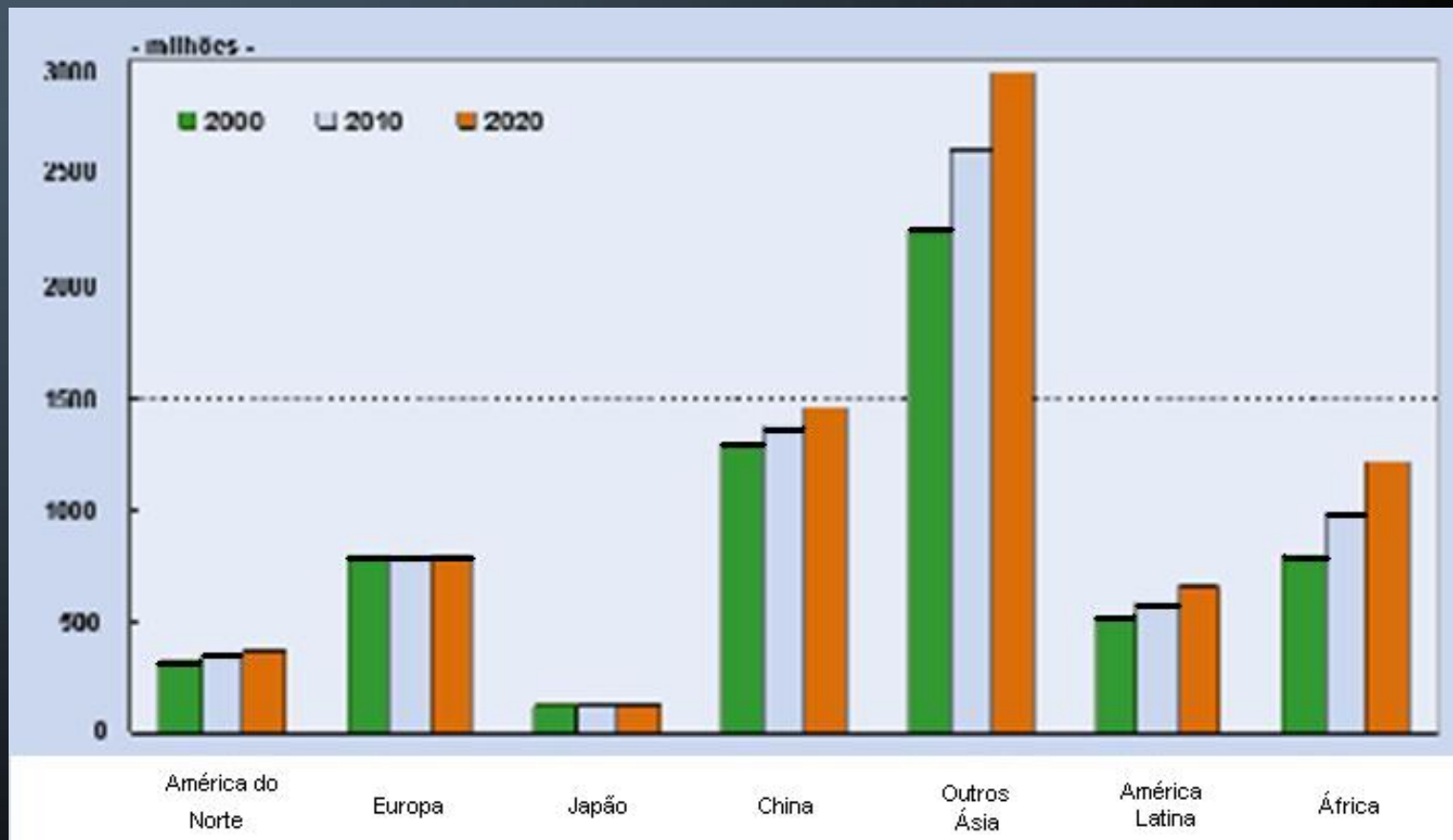
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Fonte: Bracelpa



Campos
Consultoria
e Treinamento

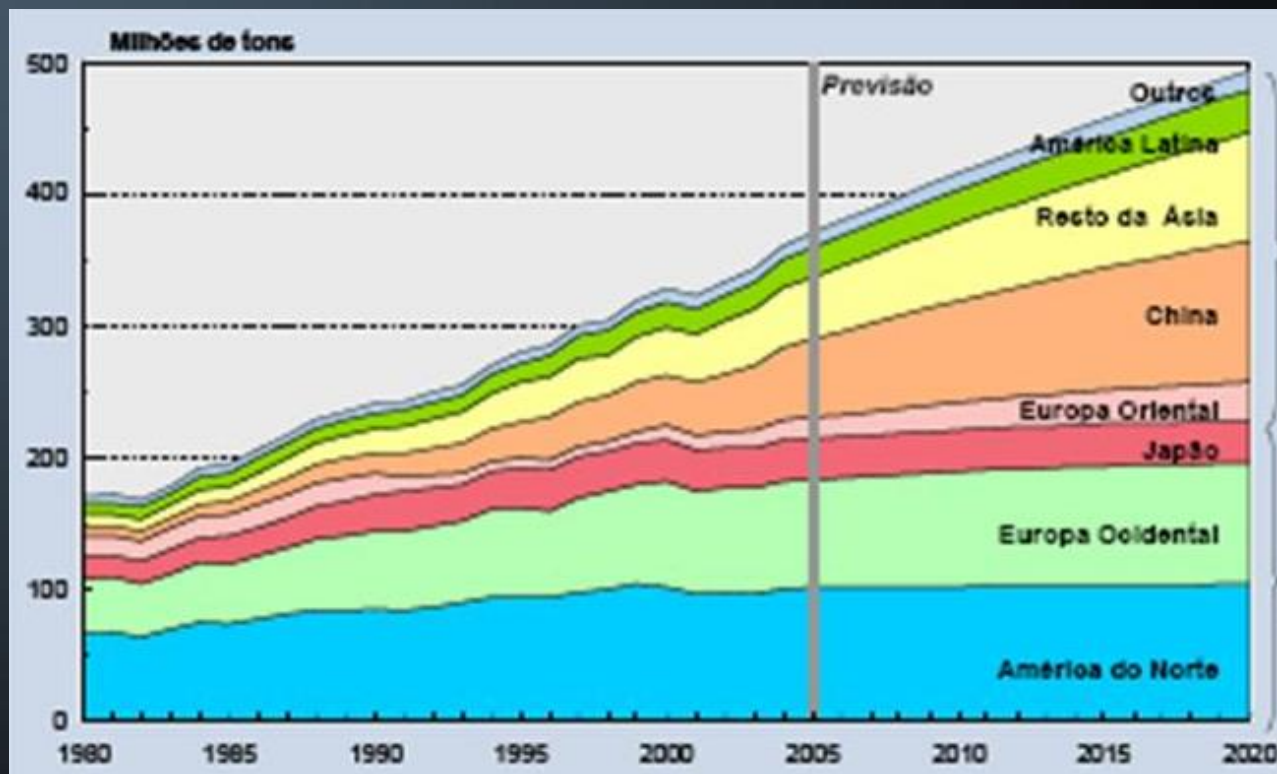
Aumento da população mundial 2000 a 2020 Previsão: 7,6 bilhões em 2020





Campos
Consultoria
e Treinamento

Consumo mundial de papel e cartão 1980 - 2020

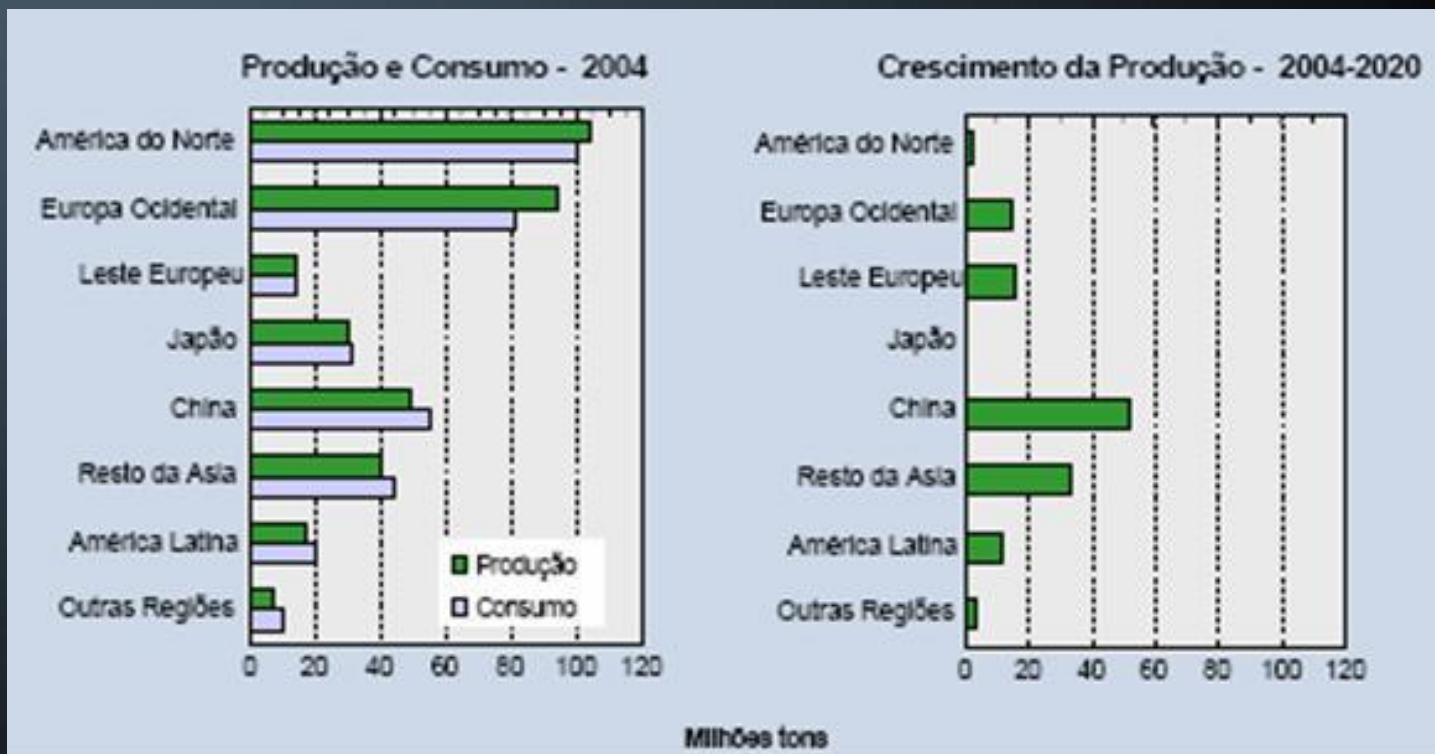


ABTCP
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Fonte: Pöyry

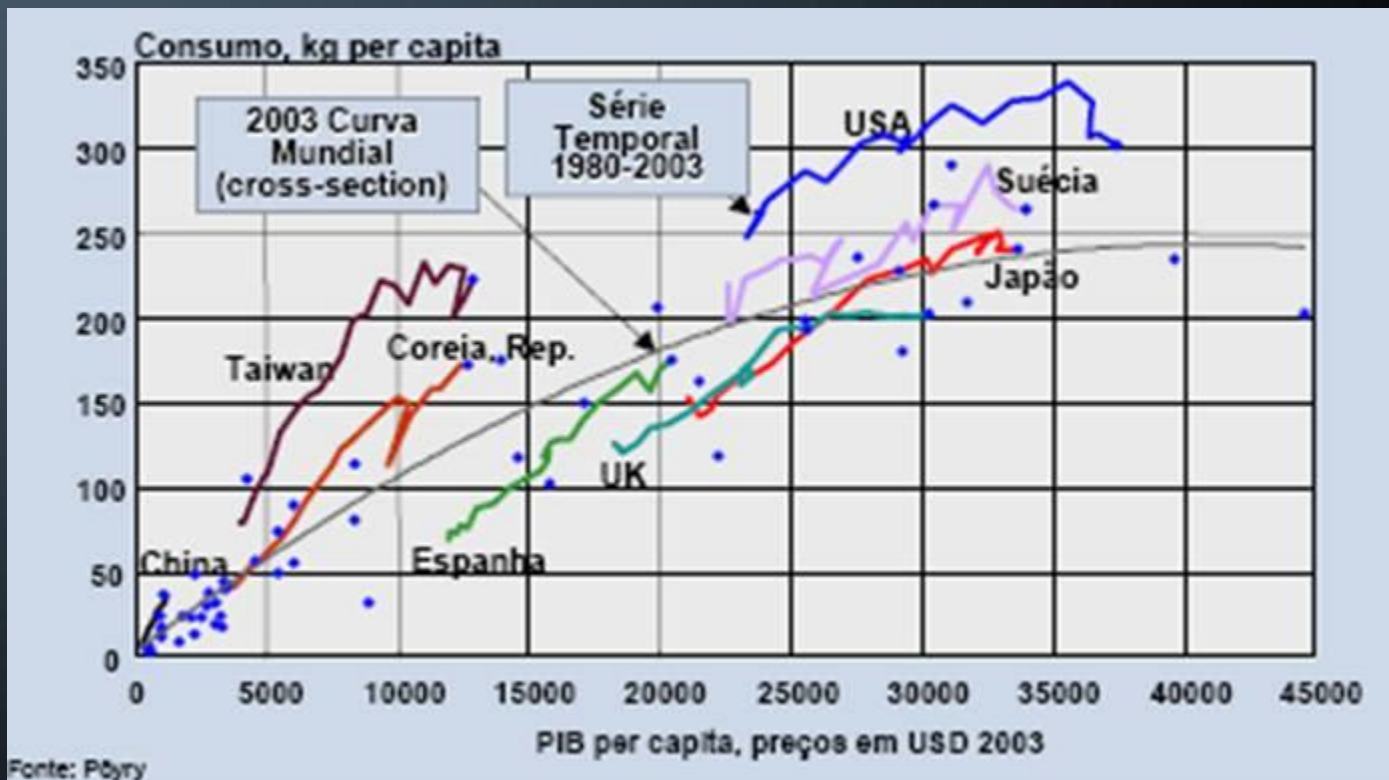


Panorama da produção mundial de papel e cartão 2004 a 2020



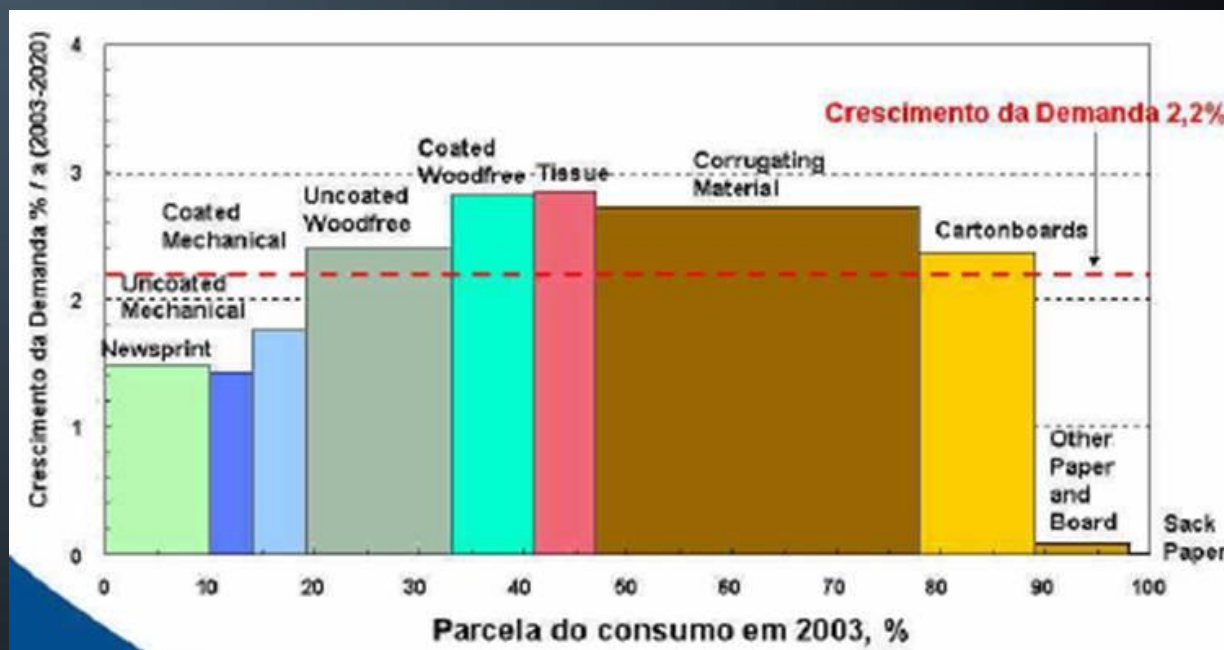


PIB e consumo de papel “per capita”
Brasil (2006): 40 kg “per capita” / ano
USA (2006): 312 kg “per capita” / ano





Crescimento da demanda de papel e cartão (% / ano)





Campos
Consultoria
e Treinamento

FUTURO

Máquinas de papel cada vez mais largas e velozes.

Alto nível de automatização dos processos.

Produtos diferenciados pela qualidade.

Papéis de alto valor agregado.

Novas aplicações para as fibras vegetais.





Campos
Consultoria
e Treinamento

Onde estão as oportunidades para o engenheiro:

- 1** Novas aplicações para o papel.
- 2** Maiores estudos sobre física do papel.
- 3** Maior domínio sobre a química da parte úmida.
- 4** Novos processos de automatização / inteligência artificial.
- 5** Novas conceitos de fabricação de papel.
- 6** E muitas outras ... Dependendo da criatividade do(s) engenheiro(s)

