

Pastas de alto rendimento para a realidade brasileira

MFN -0601

N CHAMADA:

TITULO: Pastas de alto rendimento para a realidade brasileira

AUTOR(ES): CARDOSO, L.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 16. mercado

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 18

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 18-22.11.1985

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1985, ABTCP

PAG/VOLUME: p.571-588, v.2

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 18, 1985, São Paulo, v.2,

p.571-588

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: pastas de alto rendimento

RESUMO:

PASTAS DE ALTO RENDIMENTO PARA
A REALIDADE BRASILEIRA

Cardoso, L.

PILÃO S.A. - MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - São Paulo - Brasil

Introdução:

A indústria papelreira nacional deverá passar nos próximos anos, por profundas transformações, devido as necessidades que a elas estão sendo impostas. Seja pela escassez e aumento crescente do preço da matéria prima, ou pelos custos de produção.

A gravidade deste tema tem mobilizado diversas entidades do setor, tais como, a ANFPC, APFPC, BNDES, FIESP etc..., preocupadas com a perspectiva de falta de celulose no mercado, podendo afetar de maneira trágica este ramo da indústria brasileira que tanto tem contribuído para o desenvolvimento de uma tecnologia própria e, acima de tudo, influenciando de maneira expressiva na Balança Comercial Brasileira.

Horácio Cherkassky, presidente da ANFPC, no editorial "1984 um ano favorável para o setor", mostra claramente a preocupação desta entidade, quanto a eminente falta de celulose para os próximos anos (1).

Mais preocupados ficamos quando se nota que essa perspectiva torna-se mais real e mais próxima, pois está havendo um volume reduzido de investimentos no setor. A justificativa disto, conforme comenta o Sr. Cherkassky, está nos altos custos dos investimentos e a incerteza de retorno dos mesmos. Faz ainda um alerta às fábricas não integradas de papel, pois estas é que serão as maiores prejudicadas, quando poderão se ver obrigadas a buscar novas alternativas para suprir suas necessidades de fibras.

Todavia, isto serve como um alerta, mas não sejamos tão pessimistas, pois existem alternativas que podem ou poderão solucionar de maneira definitiva esses problemas.

Não podemos nos esquecer que o setor de papel e celulose é dinâmico e já vem passando por mais de duas décadas por profundas transformações, como por exemplo, quando se deparou com a necessidade de substituição de fibras

longas convencionais por fibras curtas de eucalipto. Época em que os empresários do setor e fornecedores de equipamentos, inclusive a PILÃO S.A., uniram suas forças e trabalharam juntas com um único objetivo: - criar uma tecnologia própria para utilização de fibras curtas nas formulações de nossos papéis. Uma barreira tecnológica que parecia intransponível e desaconselhada no exterior.

O árduo trabalho realizado pela PILÃO em conjunto com algumas fábricas de papel, contribuiu para que fossem desenvolvidas máquinas e uma metodologia adequada para o tratamento de fibras de eucalipto, tornando possível a obtenção de papéis com características dentro de padrões internacionalmente aceitos.

Portanto, se existem alternativas devemos torná-las viáveis e adequadas à realidade brasileira. Esta é uma das responsabilidades que nós, como fabricantes de equipamentos, temos para com a indústria papeleira nacional.

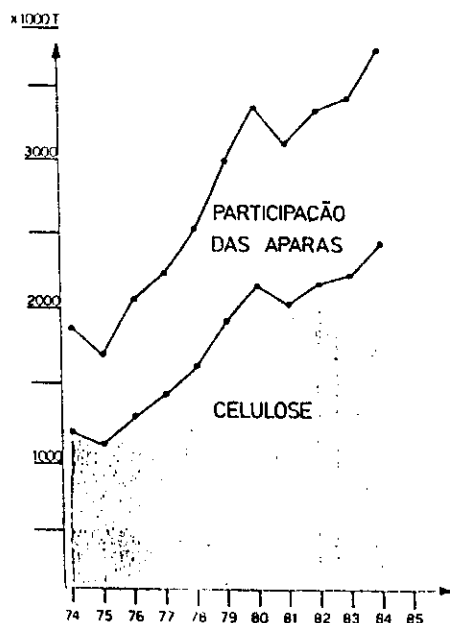
Necessidade de Material Fibroso

Analisando o histórico da produção de papel nos últimos 10 anos notaremos que houve um incremento anual na sua produção.

Entretanto, este papel não foi fabricado com 100% de fibras virgens, existindo uma participação considerável de fibras recicladas. Procurando-se determinar o consumo de celulose nesse período, subtraiu-se da produção total de papel a participação desses tipos de fibras, tomando-se por base os dados da matriz histórica da estrutura fibrosa dos papéis produzidos no Brasil, elaborada pela ANFPC (2).

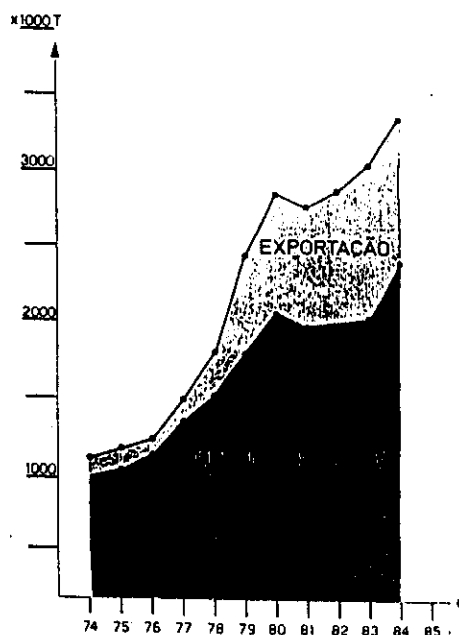
Com os dados obtidos construiu-se o quadro 1, onde tem-se o histórico do consumo de celulose nesses últimos 10 anos (1).

Quadro 1: Produção de papel nos últimos 10 anos.



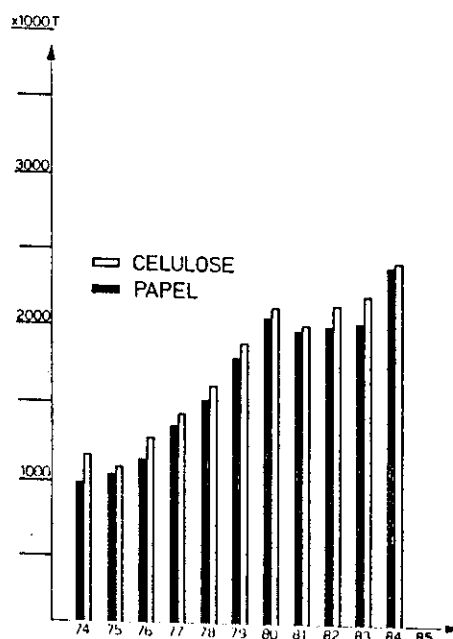
Por outro lado, verificando-se a evolução da produção de celulose no mesmo período, menos a parcela destinada à exportação, (quadro 2), tem-se a parcela de pasta que realmente foi destinada a industrialização e transformação em papel no País.

Quadro 2: Produção de Celulose nos últimos 10 anos



Comparando-se os quadros 1 e 2, pode-se obter a tendência da produção de papel fabricado unicamente com pastas e a tendência de crescimento da produção destas, como mostrado no quadro 3.

Quadro 3: Comparação entre produção de papel s/ aparas e celulose destinada ao mercado interno

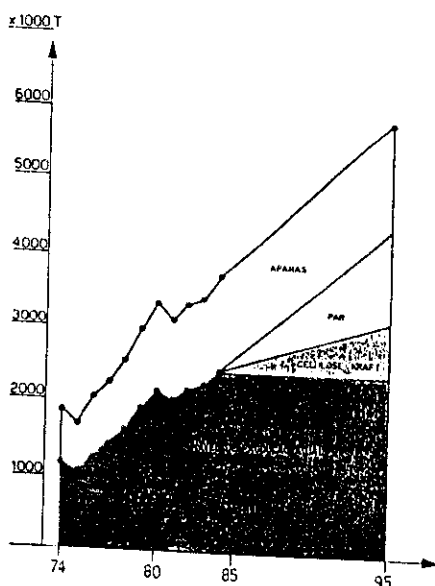


Nota-se neste quadro que, ao longo desses últimos 10 anos, a produção de papel vem acompanhando a produção de pastas. A pequena variação existente entre as duas curvas, deve-se à pequena incerteza ao se estimar a participação das aparas no papel produzido.

Desde que a produção de papel tem acompanhado a de pasta, é natural que surja a seguinte pergunta: - Será que ao longo desses anos não houve uma produção reprimida de papel, devido a uma falta de pasta química no mercado?

Essa é uma pergunta difícil de se responder. Porém é certo que se for mantida a atual tendência de crescimento na produção de papel (quadro 4), tem-se para 1995 uma produção projetada de aproximadamente 5.800.000 Toneladas

Quadro 4: Tendência de produção de papel para 1995.



Para atender a esta demanda, investimentos no setor de fibras deverão ser realizados ou, caso contrário, a produção de papel no futuro ficará reprimida.

Os valores de produção de papel estimados para 1995 não parecem difíceis de serem atingidos, uma vez que, no vas máquinas de papel estão sendo instaladas e prestes a funcionar, tais como as da Champion, Suzano, Papeleira do Sul, etc..., que deverão para o próximo ano, contribuir com aproximadamente 341.000 Toneladas de papel produzidos (1).

A ANFPC preparou também uma matriz tecnológica, onde teve a preocupação de planejar para o futuro, um melhor aproveitamento do material fibroso, substituindo pastas químicas por pastas de alto rendimento (2).

Levando em consideração os dados dessa matriz e acreditando que os objetivos para 1995 sejam atingidos, pode-se prever o desenvolvimento exigido, conforme mostra do no quadro 4.

Nota-se ainda que, mesmo que as exportações de pasta química se mantenham apenas nos níveis atuais, ainda seremos obrigados a fazer investimentos tanto em instalações Kraft como em pasta de alto rendimento.

Portanto, se separarmos do quadro 4, a fatia correspondente à participação de pastas de alto rendimento e estudarmos o mercado quanto à tendência de consumo e oferta, notaremos que a demanda desse tipo de pasta deverá ser maior que a oferta. Isto certamente ocorrerá mesmo que a Melhoramentos e a Pisa trabalhem a plena capacidade. Esta situação já deveria estar ocorrendo, mas não está, devido ao que parece aos seguintes motivos:

1. A retração no mercado mundial de celulose e papel no primeiro trimestre deste ano, que diminuiu nossas exportações.
Como consequência houve no mercado interno, uma oferta maior de pasta química, ocasionando uma retração no mercado de aparas, quando a oferta destas passou a ser maior que a procura, prejudicando e congelando seu preço.
2. Não está havendo uma conscientização dos fabricantes de papel sobre as vantagens do uso de pastas de alto rendimento.

Por outro lado, sabe-se que, assim que o mercado se estabilizar, haverá um período semelhante ao último trimestre de 1984, com especulações no mercado de aparas e dificuldades em obtê-las. Porém, esse período, ao que parece, não será tão curto quanto àquele, devido principalmente, a recuperação dos mercados de exportação (3). Assim, é de extrema importância que os empresários do setor se conscientizem de que não devemos nos acomodar com esta situação.

Surge então uma nova pergunta: - Criar essa demanda futura de pasta poderá ser suprida sem afetar o suprimento do mercado interno? - Várias alternativas surgem, seja por implantação de novas instalações pelo processo Kraft, por implantação de unidade de alto rendimento.

As instalações do tipo Kraft não podem ser descartadas como alternativas, apesar das dificuldades quanto à sua implantação, ou ainda, quando se tem em mente o que foi discutido no III Encontro da ANFPC, em Olinda (PE), onde ficou claro que para um mesmo nível da capacidade de produção os investimentos necessários para a implantação de um processo Kraft são de 3 a 4 vezes superiores aos necessários para a instalação de um processo CTMP (1985). Além disso, é de conhecimento geral de que um processo

Kraft, só se torna viável para capacidades de produção a partir de 700 T/D, ao passo que para alto rendimento, a viabilidade se faz presente para produções menores, cerca de 150-400 T/D.

Uma segunda alternativa seria a de importação de pastas, seja Kraft ou de alto rendimento, o que não seria uma solução conveniente para o País.

Assim, a alternativa que se mostra mais atraente é então, produzir pastas de alto rendimento. Como comentado em Olinda e sumarizado no quadro 5 (4,5), o investimento necessário para a instalação de um processo de alto rendimento está entre 250-300 mil US\$ tonelada/dia, contra 698 mil US\$ por tonelada seca/dia para o processo Kraft, o que também torna mais atraente a implantação de processos de alto rendimento.

Quadro 5: Valores de investimento para fábricas de pastas de alto rendimento e pasta Kraft.

PROCESSO	OBSERVAÇÕES	MATERIA PRIMA	CAPACIDADE		CAPITAL FIXO DE INVESTIMENTO 1000000 US \$	INVESTIMENTO ESPECÍFICO 1000 US\$ T/PS/DIA	REFERÊNCIA (ANO)	INVESTIMENTO ESPECÍFICO (VALOR PRESENTE) 1000 US\$ T/PS/DIA	
			ADT/ANO	TS/DIA					
CTMP BRANQUEADA	C/DESCASCAMENTO PICAGEM DESFIBRAMENTO DEPURACAO BRANQUEAMENTO	CAVACOS DE CONIFERAS	207000	664,5	140,1 (1985)	248,2	1985 (6)	248,2	(1985)
CTMP BRANQUEADA	C/DESCASCAMENTO PICAGEM DESFIBRAMENTO DEPURACAO BRANQUEAMENTO	CAVACOS DE FOLHOSAS	14.444	38,4	8,0 (1983)	228,4	1983 (7)	253,1	(1985)
CTMP NÃO BRANQUEADA	C/ DESFIBRAMENTO	RESÍDUOS AGRÍCOLAS	18.700	51,0	13,0 (1985)	270,6	1985 (5)	270,6	(1985)
TMP NÃO BRANQUEADA	C/DESCASCAMENTO PICAGEM DESFIBRAMENTO DEPURACAO	CAVACOS DE CONIFERAS	36.667	100	25,6 (1981)	256,0	1981 (8)	302,6	(1985)
RMP NÃO BRANQUEADA	C/DESCASCAMENTO PICAGEM DESFIBRAMENTO DEPURACAO	CAVACOS DE CONIFERAS	36.667	100	25,0 (1981)	250,0	1981 (8)	295,5	(1985)
SDW NÃO BRANQUEADA	C/DESCASCAMENTO DESFIBRAMENTO DEPURACAO	MADEIRA ROLICA DE CONIFERAS	36.667	100	29,5 (1981)	295,0	1981 (8)	348,7	(1985)
KRAFT BRANQUEADA	COMPLETA	CAVACOS DE CONIFERAS	272.000	741,8	518,4 (1985)	698,0	1985 (6)	698,0	(1985)

Nesse caso portanto, já é possível se pensar em implantações de fábricas a partir de 20T/D de pastas de alto rendimento, sendo necessários investimentos relativamente baixos e dentro da realidade brasileira.

Portanto, como este tipo de processo viabiliza a im^{plantação} de pequenas unidades, a solução mais adequada para suprir a demanda de pasta será a instalação desse tipo de processo próximo a serrarias, reflorestadores, produtores de pastas mecânicas ou usinas de álcool de cana-de-açúcar, quer seja de forma individual ou de cooperativas.

Pasta de alto rendimento

Originado do processo Asplund para a produção de chapas de fibra de madeira prensada, o processo para

obtenção de fibras para papel teve seu desenvolvimento a partir de 1968.

Somente em meados da década de 70, surge o processo denominado de Termomecânico, onde a madeira na forma de cavacos é tratada por 3 a 4 minutos, com vapor saturado a pressões de 1 a 3 atmosferas, sendo em seguida desfibrada sob pressão (9).

As pastas produzidas por este processo apresentaram características físico-mecânicas que tornaram possível a redução de pastas químicas na confecção de papel imprensa chegando, em alguns casos a abolí-la da formulação deste produto.

Devido a versatibilidade do processo, começaram na década de 80, as pesquisas que culminaram no processo denominado de Quimitermomecânico, que se diferencia do Termomecânico pela impregnação dos cavacos com 3 a 5% de reagentes (soda sulfito) antes do tratamento com vapor (10).

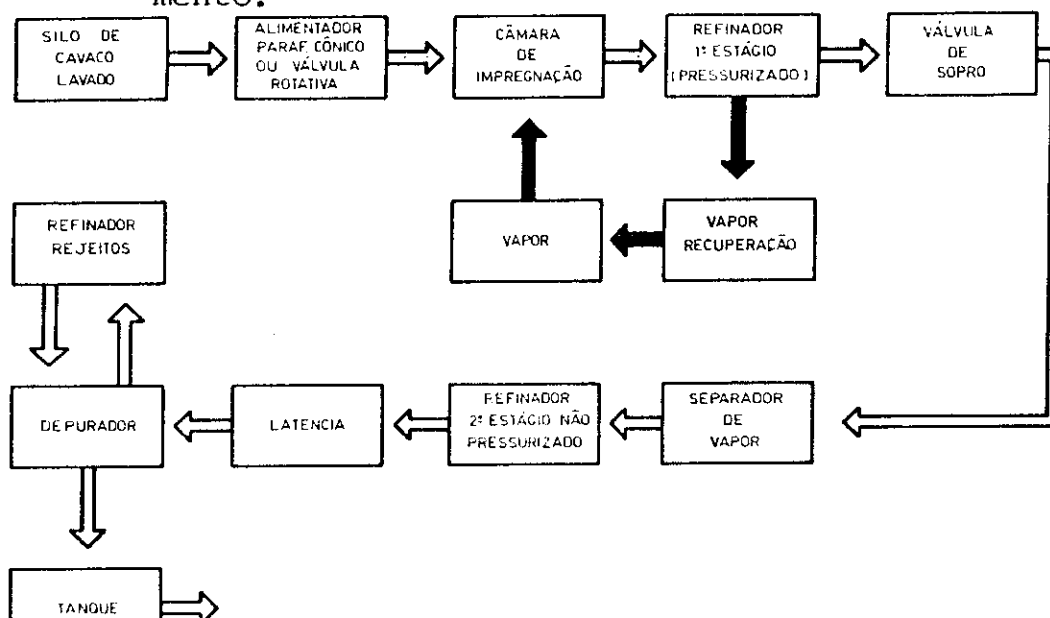
As pastas obtidas pelo processo Quimitermomecânico tem possibilitado a substituição total ou parcial de pasta química em muitos outros produtos.

Os processos para obtenção de pastas de alto rendimento começaram a ser cuidadosamente estudados e cada fabricante de equipamentos, em curto espaço de tempo, desenvolveu sistemas próprios para obter melhores características na pasta; maior aproveitamento de energia e uma melhor adequação às necessidades de cada região ou cliente.

Como esses processos são relativamente novos, e muitos desenvolvimentos foram feitos em um curto espaço de tempo, tem-se que tomar muito cuidado ao se adquirir uma instalação, procurando verificar se a mesma atende realmente às necessidades e se está suficientemente atualizada em termos de recuperação de energia através de reutilização de vapor.

Contudo, os processos de alto rendimento são relativamente simples e bastante versáteis. O fluxograma padrão pode ser resumido conforme mostrado no quadro 6 (9).

Quadro 6: Fluxograma padrão para processos de alto rendimento.



Fica a critério do empresário a opção de se ter: - um segundo estágio pressurizado, uma recuperação ou não do vapor gerado; a escolha dos elementos que compõe o fluxo como a instalação de desfibradores de discos simples ou duplos; efetuar a alimentação por válvula rotativa ou rosca cônica; descarga por válvula de sopro, ou por ciclone pressurizado, e assim por diante, em cada passo do processo.

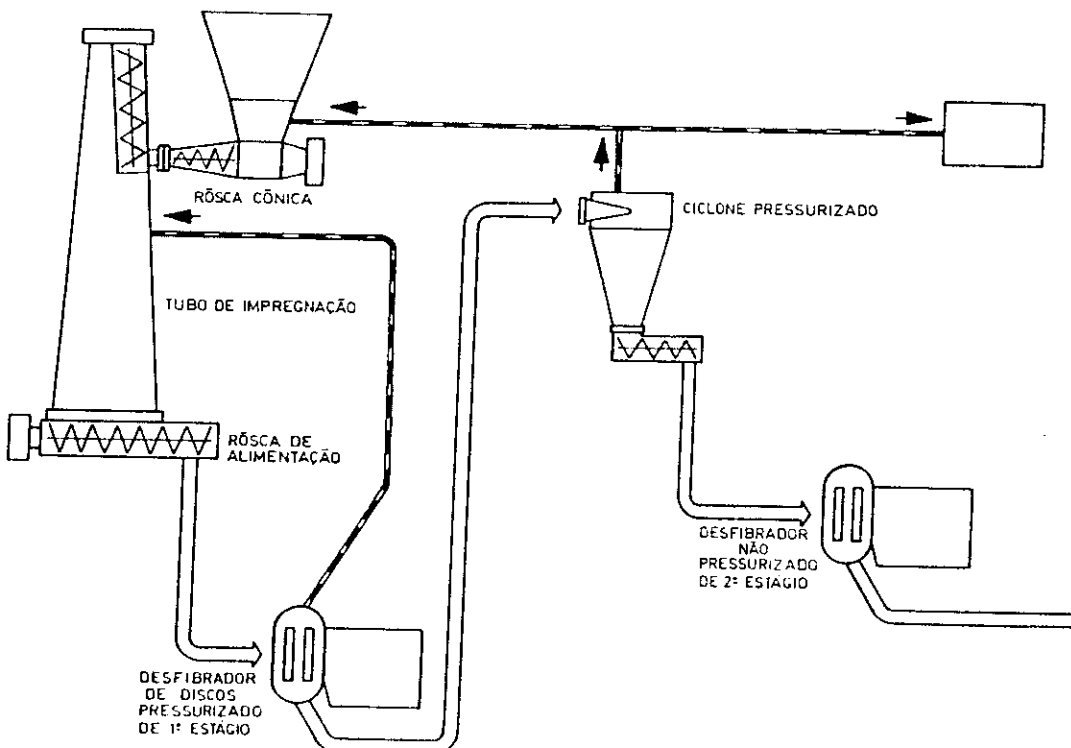
Vê-se desse modo, que é realmente um processo que permite uma grande flexibilidade nos arranjos dos elementos ou de fluxos, aceitando variações de acordo com a necessidade de cada usuário.

Entretanto, o que os fabricantes de equipamentos têm para oferecer em sistema de alto rendimento, ou seja, TMP ou CTMP?

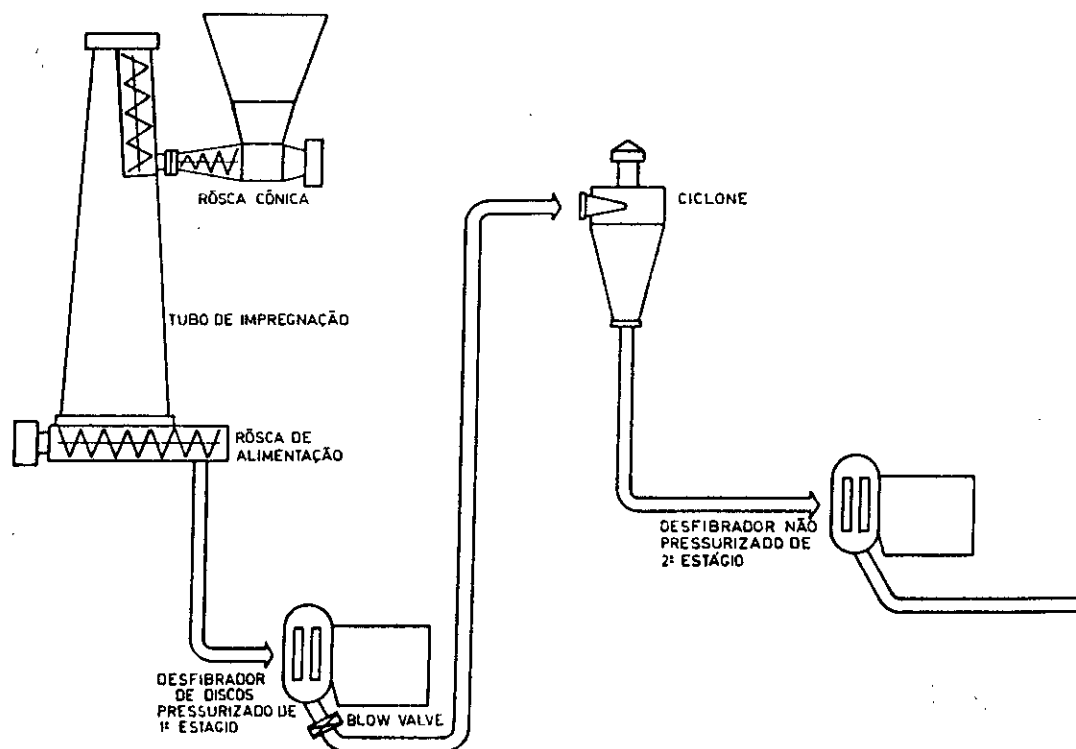
Como já foi dito, cada fabricante desenvolveu seu próprio sistema, muitas vezes procurando manter o fluxograma padrão e diferenciando-se mais entre o tipo, a disposição dos equipamentos ou em detalhes de fluxo, ora acrescentando inovações próprias ou não.

A Sunds-Defibrator (11) propõe um fluxo de entrada do cavaco é feita através de uma rosca cônica. A impregnação é realizada em um compartimento dentro do próprio vaso para tratamento do material com vapor, seguido de um primeiro estágio de desfibramento pressurizado e um ciclone que pode ser pressurizado (quadro 7) ou não (quadro 8). A pasta de primeiro estágio segue finalmente para um estágio não pressurizado.

Quadro 7: Instalação Sunds-Defibrator para processo CTMP (ciclone pressurizado)

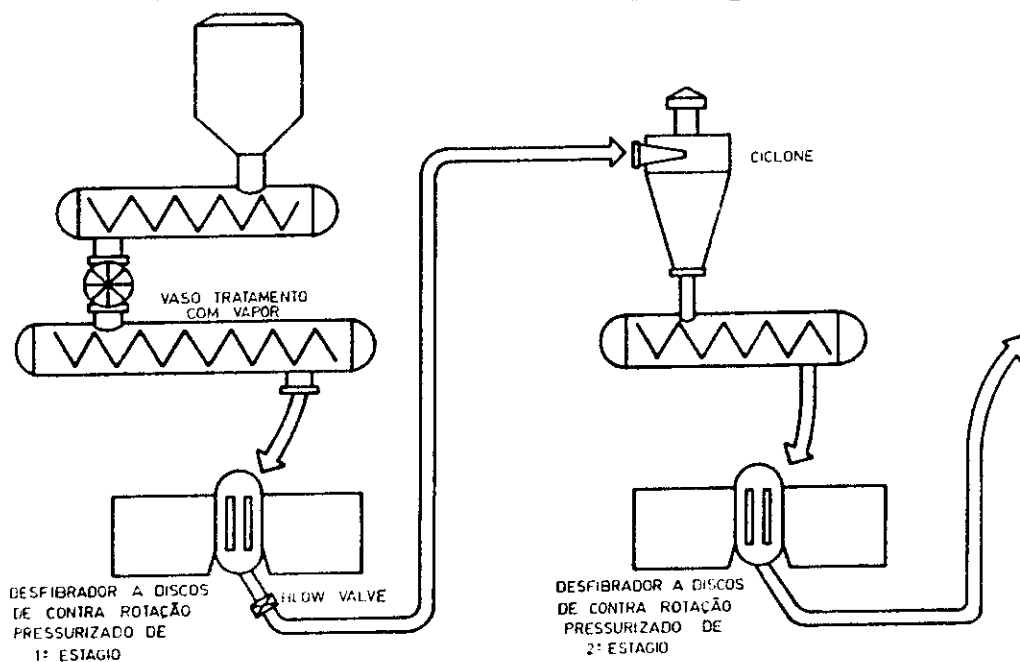


Quadro 8: Instalação Sunds-Defibrador para processo CTMP



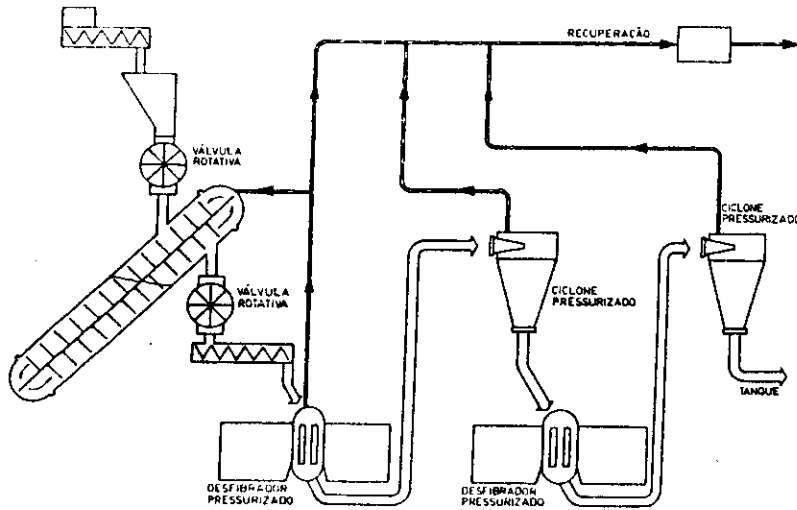
A CE-BAUER (12) optou por um sistema TMP (quadro 9) onde a entrada de material é feita por válvula rotativa, seguida de um tubo horizontal para tratamento do material com vapor. A separação das fibras é feita em desfibradores de discos duplos em contra rotação seguida de ciclone e desfibrador não pressurizado.

Quadro 9: Instalação CE-BAUER para processo Termomecânico



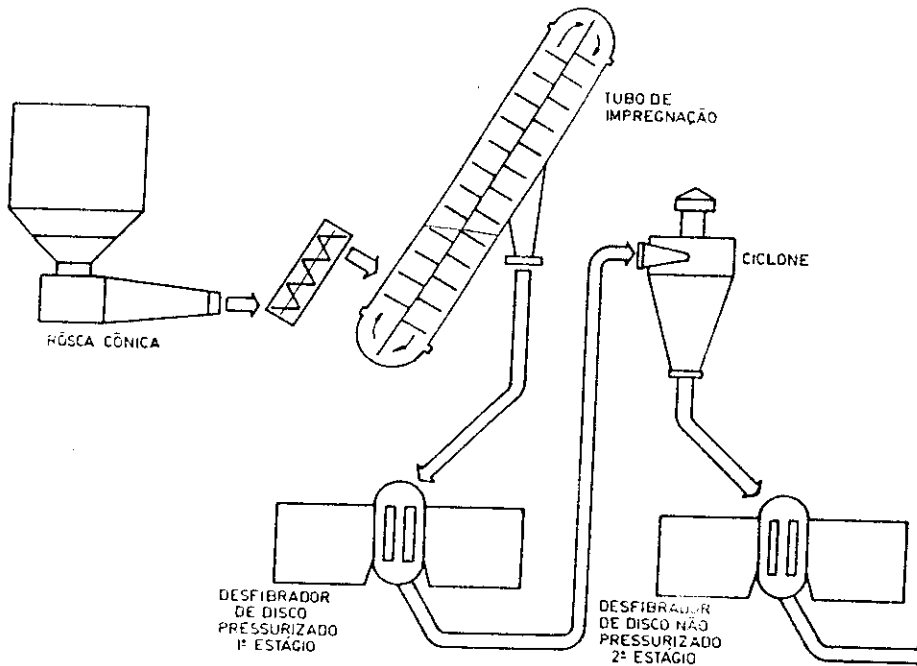
Para CTMP, a CE-BAUER (13) possui o sistema mostrado no quadro 10. A alimentação é feita por válvula rotativa, seguido de um tubo inclinado para impregnação do material e tratamento com vapor, onde este é movimentado por correntes com pás. Os dois estágios de desfibramento são pressurizados com reaproveitamento de vapor.

Quadro 10: Instalação CE-BAUER para processo Quimitemomecânico - CTMP



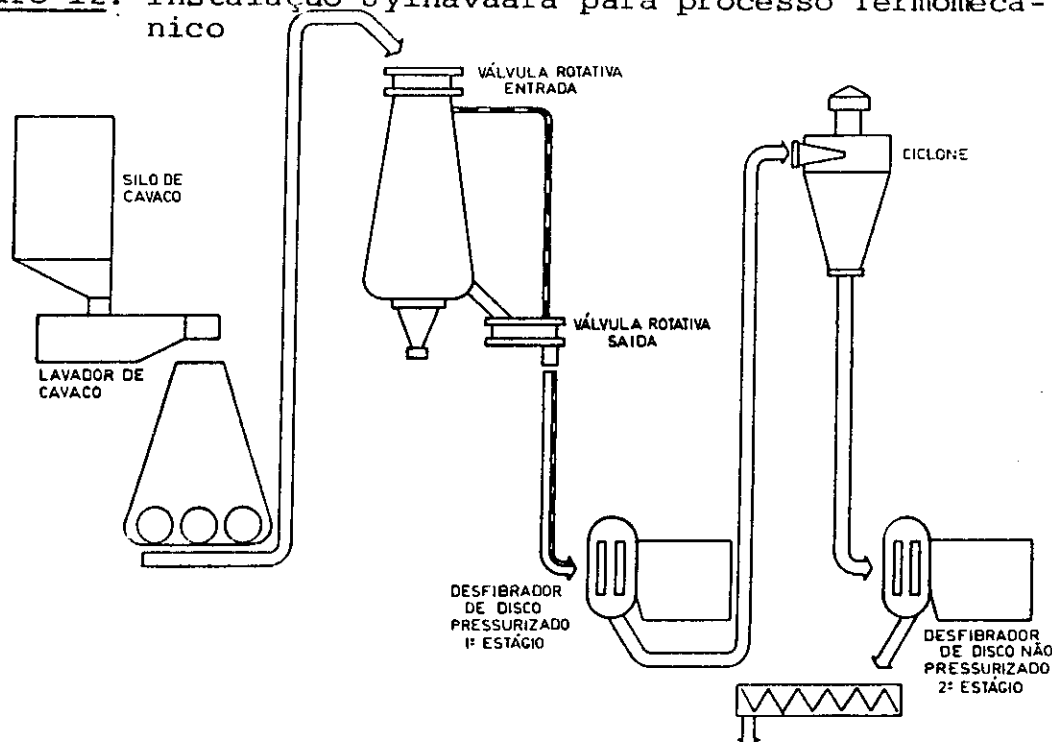
Existe um outro sistema CTMP da CE-BAUER (quadro 11) onde a alimentação de material ao processo é feita por uma rosca cônica. Com essa substituição pode-se retirar o excesso de ar e uniformizar a umidade do material a ser processado.

Quadro 11: Instalação CE-BAUER para processo Quimitemomecânico - CTMP.



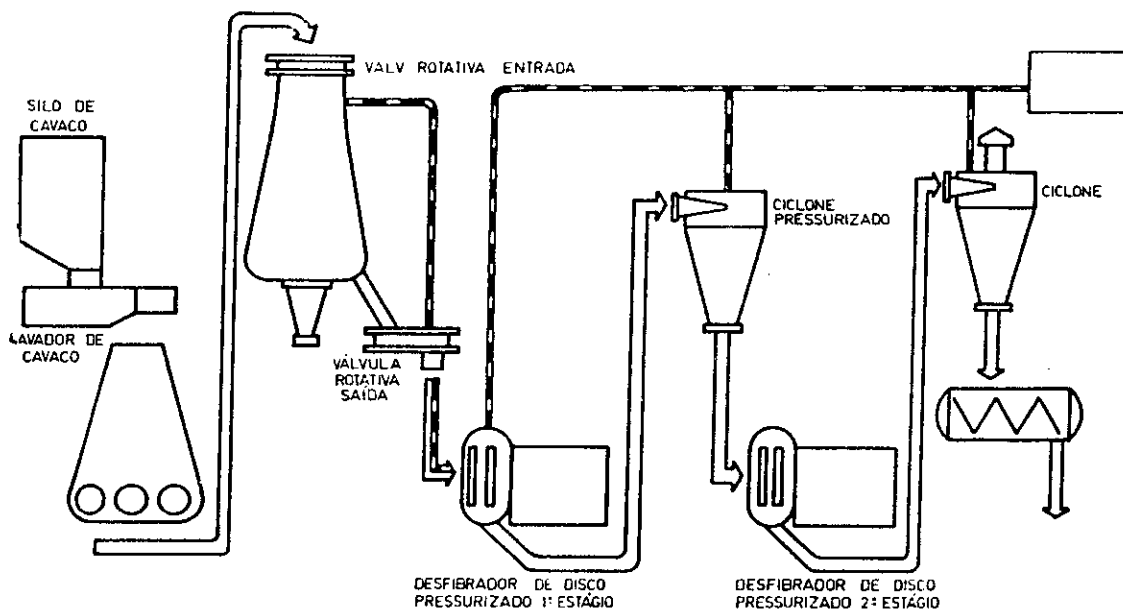
A Jylhavaara (14) oferece um sistema (quadro 12) onde a alimentação é feita através de uma válvula rotativa horizontal, seguida de um vaso vertical para tratamento do material com vapor e uma válvula rotativa horizontal na saída que permite tanto a alimentação do desfibrador pressurizado como a saída de vapor de retorno.

Quadro 12: Instalação Jylhavaara para processo Termomecânico



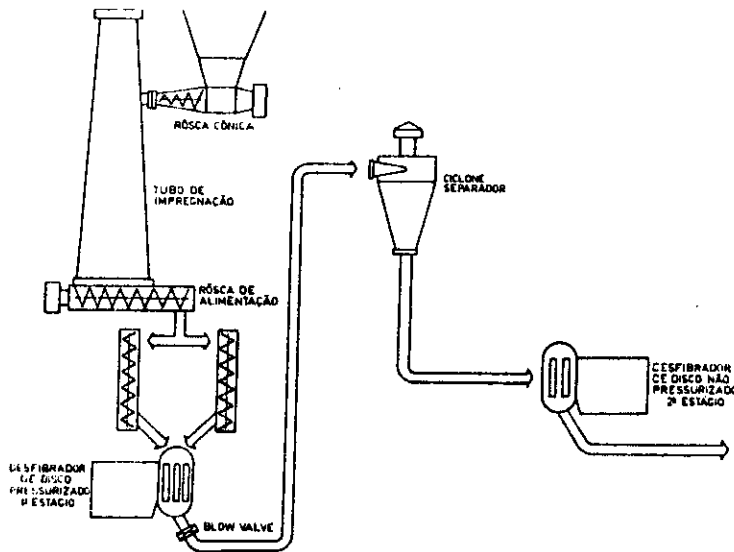
Apresenta ainda a opção de um sistema com o segundo estágio pressurizado, definido como processo Tandem (15) (quadro 13)

Quadro 13: Processo Tandem (Jylhavaara)



A Sprout Waldron (16) propõe para o processo TMP, alimentação por rosca cônica, seguida de um vaso vertical para tratamento do material com vapor, desfibrador de 1º estágio pressurizado, ciclone e desfibrador de 2º estágio não pressurizado (quadro 14).

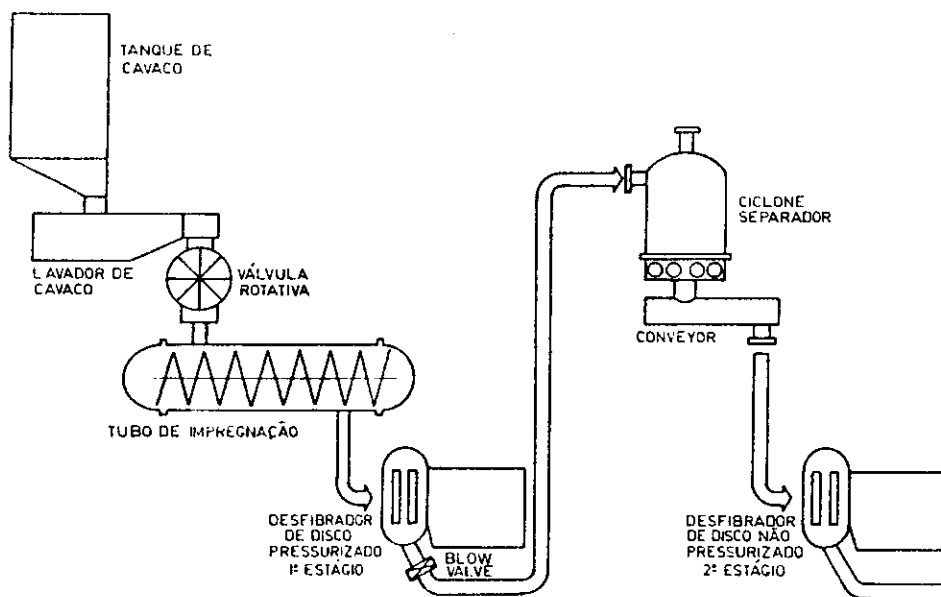
Quadro 14: Sistema Sprout Waldron para processo Termomecânico.



Esta firma apresenta ainda a possibilidade de se utilizar no primeiro estágio, desfibradores pressurizados do tipo Twin, isto é, dois discos fixos e dois centrais rotativos.

A Beloit (17), por sua vez, propõe um sistema bastante tradicional (quadro 15) com uma válvula rotativa de entrada, um tubo horizontal para tratamento do material com vapor, um desfibrador pressurizado no 1º estágio, uma válvula de sopro na saída, ciclone e desfibramento de 2º estágio atmosférico.

Quadro 15: Sistema Beloit para processo TMP.



SISTEMA PILÃO

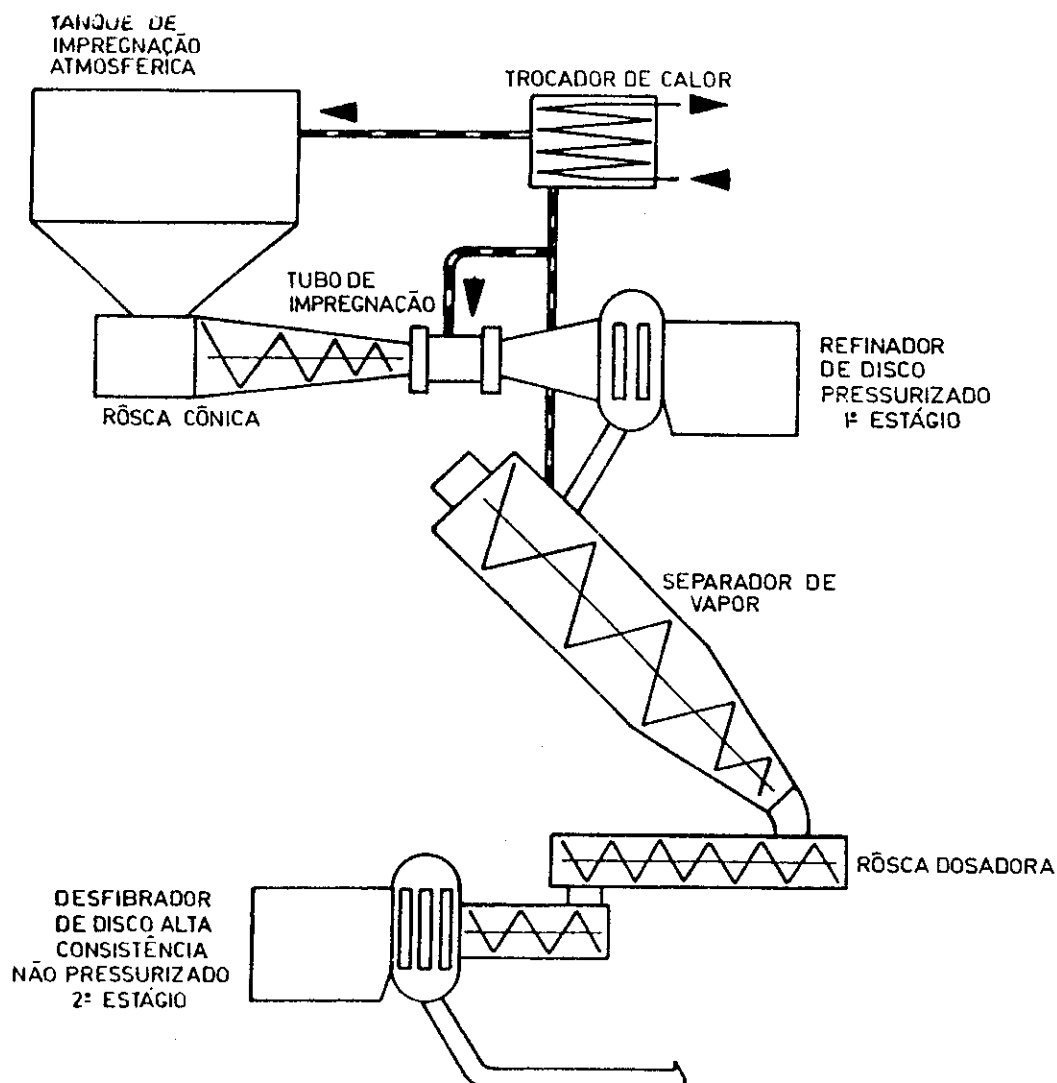
Nossa Companhia, notando a transformação que prenunciava no mercado de pastas, resolveu aceitar o desafio de desenvolver uma tecnologia totalmente nacional nesta área. Já a dois anos estamos desenvolvendo um projeto denominado "Projeto Fibra".

Neste projeto o propósito almejado foi o de conseguir um sistema funcional, compacto, de fácil operação, completo com controle do processo e acima de tudo, dentro da realidade de nossa indústria papeleira.

O sistema proposto por nós (quadro 16) possui um vaso para pré-tratamento do material a ser processado com vapor à pressão atmosférica, seguido de rosca cônica para alimentação e dosagem. O tratamento do material com vapor saturado, sob pressão, mais a impregnação com reagentes químicos, é feito em uma peça colocada entre a rosca cônica e o olho do desfibrador pressurizado de primeiro estágio.

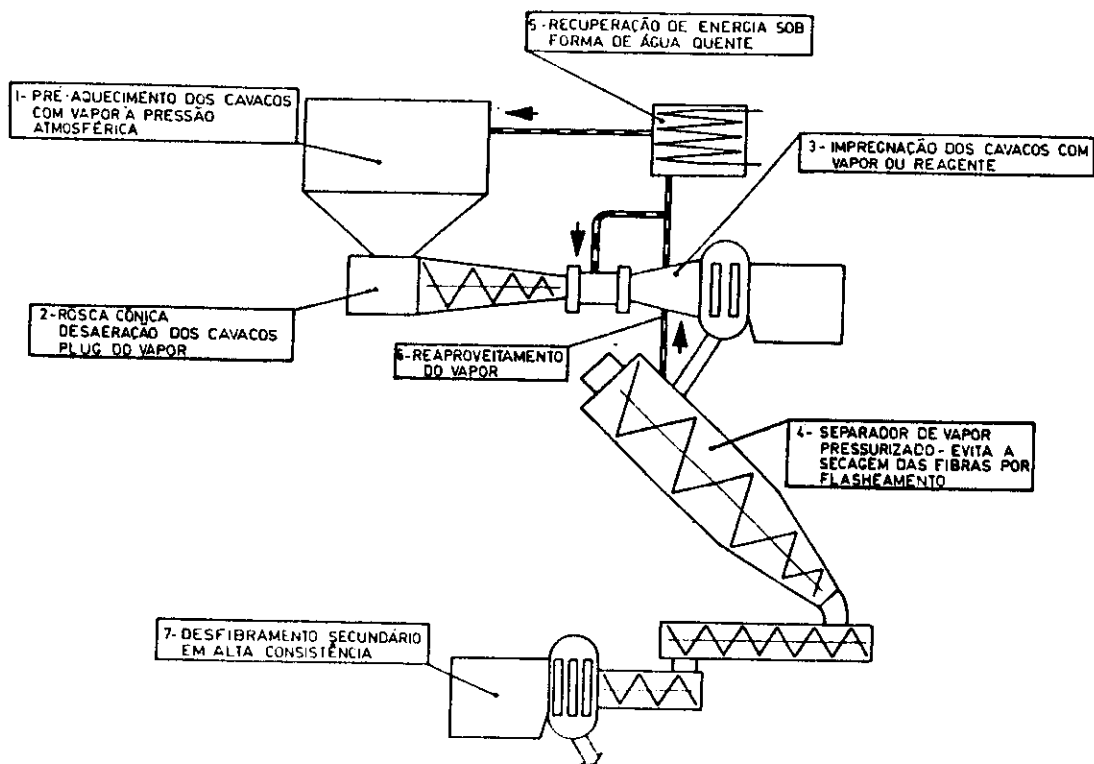
A pasta desfibrada em primeiro estágio cai em um vaso separador de vapor pressurizado que possui em sua parte inferior, uma rosca dosadora de alimentação do desfibrador de segundo estágio.

Quadro 16: Sistema PILÃO alto rendimento



As vantagens oferecidas neste processo estão sumariadas no quadro 17.

Quadro 17: Vantagens do Sistema PILÃO.



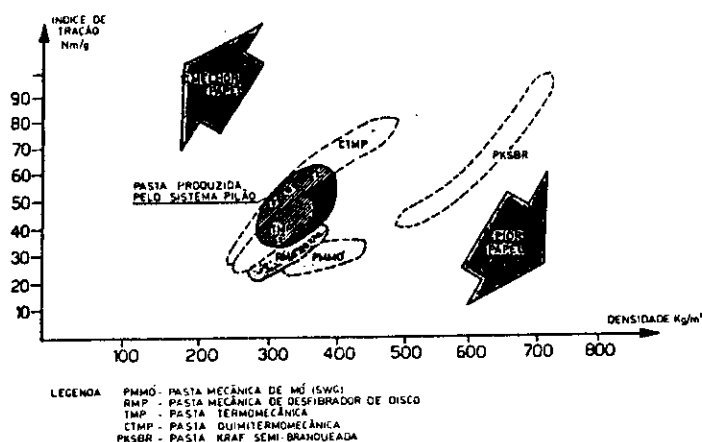
1. Pré-aquecimento do material a ser processado com vapor saturado a pressão atmosférica, tendo como efeito a diminuição do tempo de impregnação e homogeneização do próprio material.
2. Rosca cônica para desaeração e uniformização final da umidade do material a ser processado.
3. Impregnação do material já aquecido com vapor sob pressão e reagentes.
4. Separador de vapor pressurizado que evita a secagem das fibras após o desfibramento de primeiro estágio e possibilita fazer um tratamento intermediário ou de se iniciar o branqueamento.
5. Recuperação de energia sob forma de água quente.
6. Reaproveitamento total do vapor quer seja no tubo impregnador ou no vaso de pré-impregnação.
7. Desfibramento secundário em alta consistência.

Uma planta piloto de laboratório com capacidade de produção de 2500 Kg/dia foi construída na PILÃO, onde estudos estão sendo realizados.

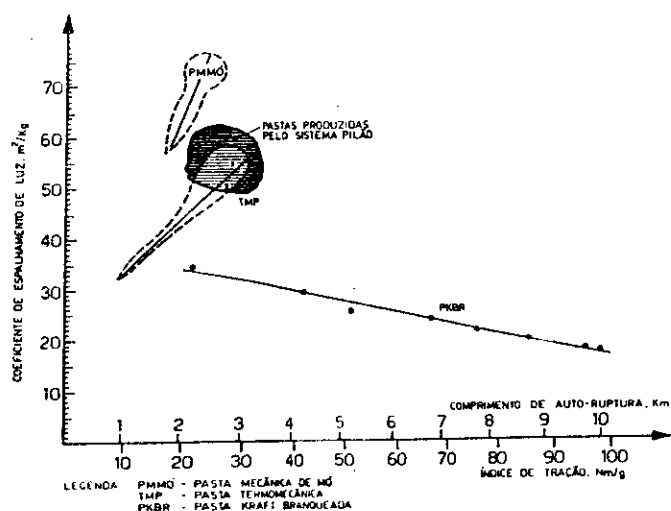
No momento, estamos ainda na fase de conhecimento do potencial deste processo, entretanto, após analisarmos as características físico-mecânicas e ópticas das pastas já obtidas, foi possível estimar um campo para a sua utilização.

Nos quadros 18 e 19 apresentamos esse campo, comparando-o com características de pastas obtidas pelos métodos convencionais (18,19)

Quadro 18: Campo para utilização das pastas obtidas pelo processo PILÃO



Quadro 19: Conjugado coeficiente de espalhamento de luz (opacidade) x resistência mecânica + campo de utilização das pastas obtidas pelo processo PILÃO.



Esclarecemos que procuramos uniformizar a unidade e temperatura do material a ser processado através do pré-tratamento dele com vapor saturado à pressão atmosférica, procurando compensar o pequeno tempo de residência que esse material terá sob vapor a uma pressão maior. Logo após uma compactação eficiente realizada por uma rosca cônica, ajudando a remover o ar dos cavacos. Procura-se deste mo-

do, como em sistemas semelhantes (20,21) que a separação das fibras do material ligno-celulósico livre de ar, se dá preferencialmente na parte externa da parede secundária (S_2) da fibra, que é rica em hemicelulose (21). Pode-se assim, através do desfibramento, criar mais superfícies hidrofílicas e se ter um teor menor de fibras recobertas com lignina, o que geralmente contribuem para defeitos nas pastas termomecânica e quimitemomecânica (21). Outro fator importante, que resulta de um pequeno tempo de exposição do material ligno-celulósico em vapor sob pressão é que o tempo para ocorrer hidrólise acida do material ou geração de grupos cromóforos na lignina é reduzido.

Outro detalhe do sistema que permite esperar uma melhoria nas características da pasta a ser produzida, é que estas, após o primeiro estágio de desfibramento, caem diretamente no vaso separador de vapor, mantido também sob pressão.

Isto evita a expansão e evaporação de água existente nas paredes das fibras, que poderia causar uma secagem da pasta que vai ser desfibrada no segundo estágio. Pelos dados, sabe-se que, evitando uma secagem da pasta neste ponto do processo consegue-se um incremento na qualidade final da pasta.

Por fim, tem-se no sistema proposto a possibilidade de se contar com todos os benefícios advindos de um desfibramento em alta consistência no segundo estágio do processo.

CONCLUSÃO

O Brasil necessita liberar uma quantidade cada vez maior de celulose química para atender o mercado externo, porém isso só será possível se conseguirmos aumentar nossa capacidade de produção de pastas.

Tentamos mostrar que a solução mais viável para atender a essa demanda crescente de pasta será a de produzir pastas de alto rendimento.

Portanto, cabe a nós, indústrias fornecedoras de equipamentos, procurar desenvolver uma tecnologia barata no setor de alto rendimento de maneira a tornar atraente investimentos em novas unidades produtoras de pastas.

Estamos trabalhando arduamente para isso, e nos sentimos confortados em saber que estamos prontos para prestar nossa contribuição, certos de que venceremos mais esta etapa que a indústria papeleira nacional passará.

BIBLIOGRAFIA

01. ANFPC; Relatório Estatístico (1984).
02. ANFPC; Modelo Matemático na Política de Matéria Prima Fibrosa; Celulose e Papel 1(0): 26-30,42 (1984).
03. ANFPC; As Perspectivas para o Mercado de Celulose; Celulose e Papel 1(1): 12-18 (1985).
04. ANFPC; Um Balanço da Reunião Nacional da ANFPC em Olinda; Celulose e Papel 1(1): 42-44 (1984).
05. Lima, A.F.; Investimento para Unidades de Pastas Químico-termomecânicas; Anexo relatório nº 7 - Projeto PAR/CTCP/IPT (1985).
06. Suchek, V.I.; Silva, C.A.F.; Martins, C.; Fábrica de Celulose para o Mercado Interno TMP/CTMP x celulose Kraft; apresentado no 1º Seminário de Pastas de Alto Rendimento, Lages S.C.; (16.06.84).
07. Kirklund, B. Printing and Writing Papers based on chemi-mechanical pulping an economically viable propositions; Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel, livro III, volume 2, página 441, São Paulo, Novembro 1983.
08. Kirklund, B.; Mechanical Pulp for Newsprint: Which is best?; PPI 23(1): 71-76 (1981).
09. D'Almeida, M.L.Otero; Celulose e Papel, Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica, cap. 7, Polpação de Alto Rendimento, volume I (1981).
10. Ove Danielsson, Karl Erik Grillo, Karl Gunnar Ryberg; Defibrator AB Experience from some Defibrator Termomechanical plants and the substitution of Chemical pulps by TMP (1976, 03-09).
11. John Kalish; Melhoramentos invests in CTMP Pulp and Paper International (November 1982).
12. Jacques Bastien and Gilles Marquis; Soucj's six years experience with 100% TMP furnish for newsprint. Pulp and Paper - June 1983, pag. 78.
13. CE-BAUER; Sistema de Polpeamento de Fase Vapor M&D da CE-BAUER, O Papel (junho): 65 (1984).
14. Jylhavaara; Jylha News GE, Pressurized chip refining.
15. Hunsari, E.; Syrjanen, A; Today and Tomorrow Jylha Tandem TMP, Pulp and Paper (March): (1980).
16. Sprout Waldron; Thermo-mechanical Pulping Systems for the Pulp and Paper Industry.
17. Beloit-Jones; Thermo-mechanical Processing Equipment, Pulp and Paper (July): 85 (1978).
18. Croon, I.; Farinha e Silva, C.A.; Pasta Quimiomecânica uma Nova Fibra para a Fabricação de Papel, O Papel 56 (Julho): 57 (1985).

19. T. Massaprojektat; A Swedish Cooperative Project on Thermo-mechanical Pulp Svensk Papperstidning (9): 313-317 (1975).
20. Gavellin, G; New Refiner Process for Manufacture of Mechanical Pulps from Chips; Pulp and Paper (December) 91-93 (1976).
21. Gavellin, G.; A New Chip Refiner Process Pioneered in Sweden; PPI (January): 47-50 (1977).