

características básicas de pastas de alto rendimento, conforme sua utilização

José Mangolini Neves **

Alberto Ferreira Lima ***

Rosely Maria Viegas Assumpção ****

SINOPSE

São fornecidas informações a respeito da utilização atual de pastas de alto rendimento (SGW, TMP, RMP e CTMP) na fabricação de papéis do tipo: imprensa, para imprimir, sanitários, cartões flexíveis e pasta fofo (fluff). São também apresentadas as características básicas de pastas de alto rendimento nacionais e provenientes do exterior, ensaiadas segundo normas da ABNT.

* Pesquisa financiada em parte pela FINEP — Financiadora de Estudos e Projetos e, em parte, pelo Banco do Brasil S. A., através do seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIPPEC).

1. INTRODUÇÃO

O fabricante nacional de papel está hoje numa posição bastante desconfortável ao vislumbrar para o mercado doméstico de pasta celulósica, a alta probabilidade de acontecer uma escassez crescente dessa matéria-prima. O interesse, ou de se manter, ou de vir a crescer, os atuais níveis de exportação de pasta, mais o reaquecimento do mercado interno em geral, forçando uma demanda maior dos diferentes tipos de papéis, que o tem obrigado a competir cada vez mais acirradamente para asse-

gurar seu abastecimento de pasta, mesmo aos níveis atuais de produção.

No 1.º ENPAPEL — 1985 (1) foram apresentadas projeções de consumo até 1995, dos diversos tipos de pastas celulósicas segundo diferentes hipóteses: mercado interno crescendo segundo a matriz histórica da estrutura fibrosa dos papéis comercializados no País, modelo exportador e crescimento segundo a matriz tecnológica, o qual poderá ser conseguido através da: elevação do teor de umidade dos papéis, elevação do teor médio de cinzas, redução de perdas de fibras e alteração da estrutura fibrosa de vários papéis, substituindo-se parte da pasta química por pasta de alto rendimento.

Segundo as conclusões tiradas neste Encontro (1), o meio mais recomendado para o crescimento da produção brasileira de matérias-primas fibrosas para papel parece ser aquele que garanta, além

** Centro Técnico em Celulose e Papel (CTCP/IPT) e Departamento de Engenharia Química, EPUSP.

*** Centro Técnico em Celulose e Papel (CTCP/IPT).

**** Atualmente na Companhia Suzano de Papel e Celulose.

TABELA 1
UTILIZAÇÃO DAS PASTAS DE ALTO RENDIMENTO

PASTA	
SGW	Imprensa, papéis especiais com pasta mecânica de mó, LWC ¹
PGW	Papéis especiais com pasta mecânica de mó, LWC
RMP	Imprensa (processo em desuso)
TMP	Imprensa, papéis especiais com pasta mecânica de mó, LWC, cartões
CTMP (pouca sulfonação)	<ul style="list-style-type: none"> • Imprensa, papéis especiais com pasta mecânica de mó • Papéis para imprimir e escrever
CMP (forte sulfonação)	<ul style="list-style-type: none"> • Toalha, higiênicos e pasta fofa • Cartões flexíveis • Pasta para reforço em papel imprensa • Papéis para imprimir e escrever • Toalha e higiênicos

1. Light weight coated paper — papel recoberto de baixa gramatura.

TABELA 2
DRENABILIDADE E ALVURA REQUERIDAS PARA DIFERENTES USOS

Utilização	Drenabilidade (CSF)	Alvura (% ISO)
Tampões fofos (diaper fluff)	600-700	78+
Papéis sanitários	300-500	80+
Toalha	450-550	75+
Cartões flexíveis para acondicionamento de líquidos	250-350	75+
Imprimir e escrever	100-200	82+
Imprensa	90-120	60+
Papéis com pasta mecânica de mó	70-100	70+
LWC ¹	50-80	65+

1. Papéis recobertos de baixa gramatura.

da produção interna de papel, a exportação de celulose de fibras curtas branqueadas em quantidades iguais ou superiores às ocorridas em 1984.

Neste panorama, as pastas de alto rendimento representam boa alternativa de atendimento ao mercado doméstico, substituindo pasta química e baixando os custos de

produção de papel, necessitando assim investimentos sensivelmente inferiores aos requeridos para unidades convencionais para produção de pasta química. Os fabricantes de papel teriam aí boa oportunidade de se abastecer de fibras, liberando para os produtores de pasta química um maior volume para exportação.

Assim, no momento, para embasar as políticas a serem adotadas, torna-se premente a necessidade de se conhecer as características básicas das pastas de alto rendimento, fator condicionante ao desenvolvimento de aplicações não convencionais.

Entende-se aqui, pastas de alto rendimento, a categoria que include: as pastas mecânicas (SGW, stone groundwood), as pastas termomecânicas (TMP), as pastas quimitemecânicas (CTMP) e demais variantes.

O presente trabalho faz parte das ações do CTCP/IPT para contribuir com o Setor em viabilizar a matriz tecnológica, mormente quanto à utilização de pastas de alto rendimento. Nele são apresentadas informações dessas pastas, por tipo de utilização, como também valores das características básicas de pastas de alto rendimento nacionais e do exterior, que foram determinadas nos laboratórios do CTCP, segundo as normas ABNT/ABCP, vigentes no País.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A utilização de pastas de alto rendimento tem sido ampliada conforme sumarizado na Tabela 1. Na Tabela 2, tem-se os níveis de drenabilidade e alvura requeridos da pasta destinada à fabricação de diferentes produtos (2).

Por outro lado, os principais tipos de papéis utilizados em impressão estão sofrendo alterações, seja na gramatura, em direção de valores mais baixos, o que implica na utilização de pastas mecânicas mais resistentes, seja, na formulação básica com a inclusão de outras pastas de alto rendimento, variantes da termomecânica (TMP), procurando reduzir tanto o teor de pasta mecânica de mó (PMMó ou SGW) e pasta química, geralmente semi-branqueada (PKSBR).

Segundo a Associação Sueca de Celulose e Papel (3), tem-se reduzido o teor de pasta de reforço PKSBR no papel imprensa de 15% para 5%, substituindo-se também PMMó por TMP, o que além de permitir abaixar a gramatura, tem diminuído os custos com madeira e com a preparação da massa.

TABELA 3: EXEMPLOS DE FORMULAÇÕES ATUAIS DE DIFERENTES TIPOS DE PAPÉIS PARA IMPRESSÃO

TIPOS DE PAPÉIS	COMPONENTES					GRAMATURA g/m ²	REFERÊNCIA
	PM MÓ %	PK SBR %	TMP %	APARAS %	CARGA %		
Newsprint - standard (Imprensa)	33	-	67	-	N.C.	45	4
Newsprint - standard offset (Imprensa)	72	22	-	-	N.C.	-	5
30% offset	49	21	30	-	N.C.	-	5
60% offset	29,1	9,1	61,8	-	N.C.	-	5
standard offset	74	26	-	-	N.C.	-	5
30% offset	52	17	31	-	N.C.	-	5
30% offset	51,5	17,2	31,3	-	N.C.	-	5
Newsprint (Imprensa)	completa c/	5-25	10-80	-	N.C.	-	6
Letterpress e offset printing (Tipográfico)	-	10-25	completa c/	um pouco	N.C. (talco)	45 a 49	7
Letterpress (Tipográfico)	73	27	-	-	N.C. (talco)	45 a 49	7
SC-Magazine p/roto-standard	50	30	-	-	20	60	4
	-	12	62	-	26 (talco)	60	4
	-	-	89	-	11 (talco)	52	4
	-	15	50	-	35 (talco)	65	4
	-	-	90	-	10 (talco)	54	4
	-	-	82	-	18 (talco)	60	4
	-	-	75	-	25 (talco)	70	4
SC-Magazine papers - base SGW	80	20	-	-	25 (sobre PSE)	-	8
- base TMP	-	10	90	-	25 (sobre PSE)	-	8
SC-Magazine papers	completa c/	5-25	10-80	-	10-30 (sobre PSE)	-	6
LW-Newsprint (Imprensa de baixa gramatura)	71-82	18-25	-	-	0-4 (sobre PSE)	37	9
	83	17	-	-	N.C.	36,7	9
	49	7	44	-	N.C.	36,8	9
	38	0	62	-	N.C.	38,0	9
LWC papers (base)	completa c/	20-50	5-70	-	N.C.	-	6
LWC papers p/roto/offset (base)	50	50	-	-	N.C.	64	10

N.C. Valor não considerado

TABELA 4

PROPRIEDADES TÍPICAS DE PASTAS PARA PAPEL IMPRENSA
(NEWS PRINT)

	SGW	RMP	TMP	SBR
Rendimento em pasta, %	95	95	94	43
Drenabilidade CSF, mL	90	100	150	550
Comprimento auto-ruptura, km	3.2	3.5	4.0	8.0
Índice de arrebentamento, mN/kg	1.3	1.5	1.7	6.0
Índice de rasgo, N.m ² /kg	5.0	6.0	8.0	14.0
Densidade aparente, kg/m ³	400	335	400	660
Resistência a tração a úmido (20% consist.), N/m	25	25	35	55
Alvura (Elrepho), %	59	58	56	70
Opacidade, %	97	97	96	75
Teor de fibras longas, % (48 mesh, Bauer McNett)	40	45	55	80
Finos, % (100 mesh, Bauer McNett)	50	38	35	8

Esta tendência é mostrada na Tabela 3, onde papéis que tradicionalmente eram feitos com o binômio PMMó/PKSBR, começam a apresentar em suas formulações ou o trinômio PMMó/PKSBR/TMP ou somente PKSBR/TMP.

No mercado existem, portanto, papéis destinados para um mesmo fim apresentando, entretanto, composições bastante distintas. É possível visualizar mais facilmente esta situação no diagrama ternário de formulações de papéis, apresentado na Figura 1.

← onde:
SGW — Pasta mecânica de mó
RMP — Pasta mecânica de desfiador
TPM — Pasta termomecânica
SBR — Pasta química semi-branqueada

TABELA 5
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE PASTAS TMP/RMP (1)
E CTMP/CRMP DA FÁBRICA DE MATFORS
Normas SCAN

Tipo de Pasta		TMP/RMP	CTMP/CRMP
Reagentes, Na ₂ SO ₃ (sobre madeira)	%	0	2.5
Drenabilidade CSF	mL	75	80
Teor de estilhas, Sommerville	%	0.3	0.2
Densidade aparente	kg/m ³	440	450
Índice de tração	Nm/g	40	44
Índice de rasgo	mN.m ² /g	6.5	6.9
Alvura, ISO	%	65	68
Coefficiente de espalhamento de luz	m ² /kg	56	53

(1) A fábrica produz uma mistura de 50:50 de TMP/RMP

TABELA 6
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PASTAS TMP PARA
PAPÉIS MAGAZINE SC

Propriedades da Pasta		depois do 2.º estágio antes do peneiramento	Da Pasta final
Drenabilidade, mL		95	53
Índice de tração, N.m/g		38,2	43,1
Índice de rasgo, mN.m ² /g		8,2	7,7
Índice de arrebentamento, KPa.m ₂ /g		2,2	2,3
Alvura ISO, %		60,0	
+ 28	%	40,9	35,2
+ 48	%	14,6	14,5
+ 100	%	10,8	12,7
+ 200	%	3,8	3,9
- 200	%	29,9	33,7
Estilhas STFI		1,02	0,45
Sommerville	%	0,08	0,04
C. E. L.	m ² /kg	61,0	61,0

TABELA 7
CARACTERÍSTICAS DE PASTAS PARA PAPEL MAGAZINE

Propriedades	SGW	TMP1	TMP2
Drenabilidade CSF, mL	47	83	62
Índice de tração, N.m/g	32,4	75,8	37,9
Índice de rasgo, mN.m ² /g	3,5	6,7	6,0
C. E. L., m ² /kg	71,0	56,4	69,0

Exemplo das características básicas das pastas utilizadas na fabricação de papel imprensa (Newsprint) é dado na Tabela 4 (11).

Em papéis do tipo magazine a inclusão de pasta termomecânica é requerida no intuito de se obter densidade e grau de lisura elevados. Com isto, o teor de PKSB tem sido reduzido de 20 para cerca de 10%. Por outro lado, a inclusão de TMP permite diminuir a exigência quanto à qualidade do caulim, permitindo, ainda, colocá-lo numa proporção maior (3).

Na Tabela 5 são apresentadas as características básicas de pastas de alto rendimento fabricada em Matfors (12, 13).

Na Tabela 6, tem-se um exemplo de características típicas de pastas TMP produzidas para papéis magazine supercalandrados (8) e na Tabela 7, características básicas de pasta SGW e TMP utilizadas em papéis magazine (14). Cabe aqui observar que a maioria destas pastas são fabricadas com abeto.

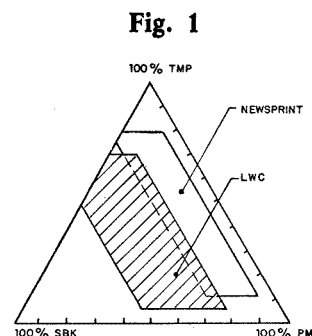


FIG. 1-DIAGRAMA TERNÁRIO DAS FORMULAÇÕES BÁSICAS ATUAIS DE DIFERENTES TIPOS DE PAPEL PARA IMPRESSÃO

No País, pasta mecânica de mó é produzida no sul, por um grupo espalhado de pequenas indústrias, onde raramente o controle da qualidade final do produto é rígido. Exceção seja feita à IKPC e à PISA, que produzem pasta e papel imprensa.

As características básicas das pastas produzidas por este grupo de pequenas indústrias é apresentado na Tabela 8 (5).

Atualmente, a pasta CTMP, quimtermomecânica, produzida no País, cujas características básicas são apresentadas na Tabela 9, é em sua maior parte, somente utilizada na fabricação de papéis sanitários. Tem-se informações sobre sua utilização, em pequena escala,

TABELA 8: CARACTERÍSTICAS MÉDIAS DE PASTAS MECÂNICAS DE MÓ RETIRADAS DO POÇO DO MOINHO (REFINAÇÃO ZERO)

Variáveis	Tipos de pastas ⁽¹⁾		(A+P)C		RS	
	PPC	RS	\bar{x}	s^2	\bar{x}	s^2
Temperatura, °C	71,29	59,30	66,99	24,95	74,70	51,96
Consistência, %	6,84	0,44	7,10	2,44	6,49	0,32
SR, grau	37,85	34,64	32,70	97,41	39,00	77,20
Resistência ao estouro	3,827	1,1137	4,306	5,196	4,306	0,1782
Fator rasgo	41,203	189,8909	19,584	172,20	29,172	14,3261
Auto-ruptura, km	0,7367	0,256	0,197	0,1369	0,9740	0,2084
Elongação, %	0,290	0,1064	0,146	0,088	0,336	0,0042
Peso específico aparente, g/cm ³	0,309	0,0002	0,293	0,0001	0,309	0,0003
Volume específico aparente, cm ³ /g	3,242	0,0297	3,4141	0,0084	3,2358	0,0253
Espessura	183,883	90,797	191,125	47,9610	184,996	18,4314

- ¹⁾ PPC - Pasta de pinus, cozida
 (A+P)C - Pasta de reíduos de araucária + pinus crús
 RS - Pasta de resíduos de serraria de costaneiras de araucária

**TABELA 9
 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE TMP E CTMP PRODUZIDAS
 PELA COMPANHIA MELHORAMENTOS
 (Matéria-prima: Cunninghamia)**

	Drenabilidade °SR	Alvura °GE	Índice de tração Nm/g	Índice de rasgo mNm ² /g	Bauer-McNett + 28 — 200	
TMP — Não branqueada	44	47	18,3	5,8	40	13
TMP — Branqueada	46	65	26,3	7,0	59	15
CTMP — Não branqueada	44	49	23,3	8,4	44	20
CTMP — Branqueada	48	68	33,3	8,1	51	8

TABELA 10

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PASTAS BRANQUEADAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE PAPÉIS PARA IMPRIMIR (Printing Paper Grade)

Propriedade	CTMP Branqueada		Pasta Kraft Branqueada	
	Silka spruce	Mistura de Pinus	Eucalyptus	Mistura de folhosas
Drenabilidade, mL	100	76	425	425
Densidade aparente, g/cm ³	0,412	0,418	0,619	0,618
Índice de tração, N.m/g	51	52	59	55
Índice de arrebentamento, kPa.m ² /g	2,3	2,6	3,3	3,3
Índice de rasgo, mN m ² /g	8,4	6,3	9,0	10,3
Alvura, %	77	74	89	84
Opacidade, %	91	90	78	74

TABELA 11

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PASTA TMP E CTMP, NÃO BRANQUEADAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE CARTÕES (PAPERBOARD) (Normas SCAN)

Tipo de pasta	Drenabilidade	Teor de estilhas	Fibras longas	Densidade aparente	Índice de tração	Índice de rasgo	Rendimento em pasta
	CSF mL	Sommerville %	(< 30 mesh) %	kg/m ³	Nm/g	mN.m ² /g	%
TMP	200	0,8	42	340	28	7,0	96 — 97
CTMP	300	0,2	58	340	28	9,7	94 — 95

na fabricação de cartões. É uma situação que não ocorre em outros países, onde esta pasta substitui a pasta química em muitos produtos. Por exemplo, já está sendo utilizada na fabricação de papéis para imprimir, como mostra a Tabela 10 (16).

TMP e CTMP branqueadas têm sido utilizadas nas camadas centrais de cartões, aumentando a rigidez e permitindo redução da gramatura.

Na Tabela 11 tem-se as características básicas de pastas utilizadas para esta finalidade (12, 13).

Segundo a Associação Sueca de Celulose e Papel (3), as pastas de alto rendimento, TMP e CTMP, branqueadas, podem ser utilizadas na fabricação de papéis sanitários macios. Um sério problema que se apresenta é que, às vezes, a velocidade de absorção de água é baixa, o que pode ser corrigido, diminuindo-se o teor residual de resinas na pasta (extrato em diclorometano) ou reduzindo-se o teor de íons de metais polivalentes na água branca da máquina.

TABELA 12
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PASTAS CTMP BRANQUEADAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE PAPEIS SANITÁRIOS (TISSUE GRADE)

Propriedade	Pasta comercial (Scan spruce)		Pasta de laboratório	
Drenabilidade, mL	400	510	400	
Fibra longa (1)	53	510	400	
Finos, %	20	13	13	
Densidade aparente, kg/m ³	365	323	355	
Índice de tração, N.m/g	39	34	38	
Índice de arremetamento, kPa.m ² /g	2,4	1,65	2	
Índice de rasgo, mN.m ² /g	10	11	10	
Alvura, %	78	77,5	77,5	
Teor de resinas, %	0,16	0,05	0,1	0,12
Definido pela fração + 30 do Bauer McNett para operação comercial.				

Exemplo de características básicas de pasta CTMP utilizada na fabricação de papéis higiênicos é fornecido na Tabela 12.

Pasta termomecânica (3) ou CTMP (17) também pode ser utilizada na fabricação de produ-

tos resultantes do desfibramento da pasta, designado pasta fofa: (fluff pulp).

Na Tabela 13, tem-se um exemplo das características de pasta CTMP produzida pela Billerud para este fim.

TABELA 13

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PASTA FOFA (FLUFF PULP) PRODUZIDA COM CTMP DA BILLERUD COMPARADA COM OUTRAS PASTAS

Tipo de pasta	Bauer McNett		Volume específico (cm ³ /g)	Absorção	
	≥ 30 mesh	< 200 mesh		Capacidade (g/g)	Tempo (s)
Billerud Fluff 70	68	10	17	10,5	7
Pasta mecânica	25 — 50	13 — 18	11 — 12	8	—
Pasta química SCAN	54 — 74	3 — 5	17 — 20	9 — 10	5 — 7

TABELA 14: EXEMPLO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS DE PASTAS MECÂNICAS DE MÓ OBTIDAS A PARTIR DE MADEIRAS DE FIBRAS LONGAS

	Pasta Mecânica de MÓ		Pasta Mecânica de MÓ		Pasta Mecânica de MÓ
	A		B		C
Gramatura nominal, g/m ²	60	60*	60	60*	60
Drenabilidade CSF, mL	101	77	105	55	-
Resistência à drenagem, °SR	-	-	-	-	77
Gramatura, g/m ²	57,18	62,14	58,21	60,01	57,6
Espessura, mm	0,204	0,180	0,167	0,191	0,167
Volume específico aparente, cm ³ /g	3,568	2,897	2,869	3,183	2,90
Densidade aparente, g/cm ³	0,280	0,345	0,348	0,314	0,345
Índice de tração, N.m/g (gf.m/g)	9,80 (28,3)	25,1 (36,0)	21,7 (2213)	11,3 (1153)	19,3 (1973)
Alongamento, %	-	-	-	-	1,3
Índice de rasgo, mN.m ² /g (gf.m ² /100g)	0,46 (4,7)	1,01 (10,3)	0,96 (9,8)	0,56 (5,7)	1,02 (10,4)
Índice de arrebentamento, kPa.m ² /g (gf/cm ² /g/m ²)	-	-	-	-	-
Rigidez Taber, mN.m (gf.cm)	-	-	-	-	-
Alvura ISO, Elrepho, Filtro 457	-	-	-	-	59,6
Opacidade ISO, Elrepho, %	-	-	-	-	98,4
C.E.L., SCAN, m ² /kg	-	-	-	-	-
Resistência ao ar, Gurley, s/100 mL	5	28	17	11	24,8

OBS.: N.L. - não se obteve leitura no aparelho

C.E.L. - coeficiente de espalhamento de luz

R.C.T. - resistência ao esmagamento de anel

C.M.T. - esmagamento do papel ondulado, Concora

* Pasta Original refinada em moinho Jokro por 6 min.

TABELA 15: EXEMPLOS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS E ÓPTICAS DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO OBTIDAS A PARTIR DE MADEIRAS DE FIBRA LONGA

Pastas	TMP - NER		CIMP - NB		CIMP - BR
	A		B		C
Gramatura nominal, g/m ²	60	130	60	60	60
Drenabilidade CSF, mL	136	136	386	675	499
Resistência à drenagem, °SR	55	55	32	19	24
Gramatura, g/m ²	61,8	140	57,5	56,0	59,5
Espessura, mm	0,193	0,392	0,199	0,221	0,193
Volume específico aparente, cm ³ /g	3,12	2,80	3,45	3,59	3,24
Densidade aparente, g/cm ³	0,320	0,357	0,290	0,278	0,309
Índice de tração, N.m/g (gf.m/g)	17,1 (1741)	21,4 (2179)	14,9 (1521)	12,5 (1276)	16,9 (1727)
Alongamento, %	1,4	1,8	N.L.	N.L.	0,7
Índice de rasgo, mN.m ² /100 g	4,72 (48,1)	5,94 (60,6)	6,75 (68,8)	6,27 (63,9)	8,12 (82,8)
Índice de arrebentamento, kPa.m ² /g (gf/cm ² /g/m ²)	0,97 (9,86)	1,12 (11,4)	N.L.	N.L.	N.L.
RCT N (kgf)	-	130 (13,3)	-	-	-
lbf	-	-	-	-	-
CMT N (kgf)	-	136 (13,9)	-	-	-
lbf	-	-	-	-	-
Rigidez Taber, mN.m (gf.cm)	-	1,93 (19,7)	-	-	-
Alvura ISO, Elrepho, Filtro 457, %	52,9	-	47,5	48,4	61,6
Opacidade ISO, Elrepho, %	92,8	-	96,1	91,1	87,1
C.E.L., SCAN, m ² /kg	59,0	-	49,8	37,6	41,4

OBS.: N.L. - não se obteve leitura no aparelho

C.E.L. - coeficiente de espalhamento de luz

R.C.T. - resistência ao esmagamento de anel

C.M.T. - esmagamento do papel ondulado, Concora

TABELA 16. AMOSTRAS RECEBIDAS DO EXTERIOR

País de Procedência	Código da Amostra	Matéria-Prima	Processo
Noruega	PM1 - Noruega	resíduos de serraria	termomecânico
Finlândia	PM2 - Finlândia	-	termomecânico - Sistema Tandem
Noruega	PM3 - Noruega	"spruce"	termomecânico
Estados Unidos	PM4A - USA	"southern pine"	mecânico de m ^o c/branqueamento
	PM4B - USA	"southern pine"	mecânico de m ^o s/branqueamento
	PM4C - USA	"southern pine"	termomecânico c/branqueamento
	PM4D - USA	"southern pine"	termomecânico s/branqueamento
	PM4E - USA	"southern hardwood"	soda à frio s/branqueamento
	PM4F - USA	"southern hardwood"	soda à frio c/branqueamento
Noruega	PM5 - Noruega	resíduos de serraria ("spruce")	termomecânico
Finlândia	PM6A - Finlândia	"Finish spruce"	mecânico de refinador
	PM6B - Finlândia	"Finish spruce"	mecânico de m ^o
	PM6C - Finlândia	"Finish spruce"	termomecânico c/branqueamento
Suécia	PM7 - Suécia	"spruce"	quimitemomecânico e quimitemecânico de refinador
Austrália	PM9A - Austrália	"eucalypt"	mecanoquímico
	PM9B - Austrália	"eucalypt"	soda à frio
	PM9C - Austrália	"pinus radiata"	termomecânico
Suécia	PM10 - Suécia	"Scandinavian spruce"	quimitemomecânico
Canadá	PM11A - Canadá	-	termomecânico
	PM11B - Canadá	-	mecânico de m ^o c/branqueamento
Suécia	PM12 - Suécia	70% "Scandinavian spruce" e 30% "swedish pine"	termomecânico

Jackson e Akerlund (13) comentam que as pastas de alto rendimento, principalmente a CTMP, para serem utilizadas em papéis higiênicos e na fabricação de pasta, fofa, precisam:

- apresentar alta absorção de água, não só em capacidade de absorção, mas também em termos de velocidade inicial de penetração.
- apresentar um baixo teor de resina residual, geralmente medido pelo teor de extratos em diclorometano.
- apresentar boa resposta ao branqueamento com peróxido.
- para pasta fofa, precisa ainda, apresentar uma boa resistência a seco.

3. PASTAS ENSAIADAS SEGUNDO AS NORMAS DA ABNT

A maior parte dos dados sobre características básicas de pastas de alto rendimento são encontradas em unidades ditadas pelas mais diferentes normas e o que é mais importante, são provenientes de laboratórios diferentes, o que dificulta uma avaliação precisa.

Antevendo a necessidade de dispor de um leque de informações correntes, procurou-se solicitar amostras desse tipo de pasta, tanto fabricadas no País como no exterior, as quais foram submetidas nos laboratórios do CTCP/IPT aos ensaios ditados pelas normas da ABNT. Os resultados obtidos com estas pastas são apresentados a seguir.

3.1 Pastas de Alto Rendimento Nacionais

Nas Tabelas 14 e 15 são apresentadas as características físico-mecânicas e ópticas, respectivamente, de pastas mecânicas, termomecânicas e quimitemomecânicas encontradas no mercado nacional.

3.2 Pastas de Alto Rendimento do Exterior

Na Tabela 16 encontra-se a relação das pastas recebidas do exterior, com informações sobre procedência, processo de fabricação e matéria-prima.

Inicialmente, essas pastas foram caracterizadas, sendo os resultados apresentados na Tabela 17 e posteriormente, foram formadas folhas manuais, as quais após condicionamento adequado, foram ensaiadas segundo as normas da

TABELA 17: RESULTADOS DE ENSAIOS E DETERMINAÇÕES DA PASTA CELULÓSICA

Amostra	Índice de drenagem (mL CSF)		Estilhas (%) Sommerville	Alvura (% Elrepho)	Classificação de fibras (%)	
	antes da remoção de latência	após a remoção de latência			fibras longas (1)	finos (%)
PM1 - Noruega	118	108	0,34	54,1	49,1	39,2
PM2 - Finlândia	59	51	0,10	62,5	48,5	42,5
PM3 - Noruega	419	214	0,24	54,1	57,4	33,0
PM4A - USA	54	41	0,13	60,6	27,0	54,5
PM4B - USA	71	32	0,09	56,8	28,8	52,2
PM4C - USA	89	63	0,30	54,2	55,2	34,5
PM4D - USA	133	126	0,22	50,3	56,8	32,6
PM4E - USA	202	144	0,09	44,5	48,1	40,4
PM4F - USA	183	147	0,13	50,5	45,4	40,5
PM5 - Noruega	430	259	0,27	47,6	67,5	24,6
PM6A - Finlândia	229	135	0,79	66,0	51,8	36,8
PM6B - Finlândia	136	93	0,49	59,9	41,3	44,7
PM6C - Finlândia	108	78	0,21	(3)	62,3	31,2
PM7 - Suécia	101	89	0,16	60,9	63,3	27,9
PM9A - Austrália	72	65	0,24	52,2	26,0	60,4
PM9B - Austrália	136	140	0,04	53,0	39,5	42,9
PM9C - Austrália	71	64	0,06	55,9	55,9	36,5
PM10 - Suécia	584	510	0,16	65,5	73,6	19,6
PM11A - Canadá	452	330	0,48	36,9	(3)	(3)
PM11B - Canadá	75	87	0,20	43,3	(3)	(3)
PM12 - Suécia	745	568	0,28	68,9	73,8	20,8

(1) Fração de fibras menores que 48 mesh - Bauer McNett
(2) Fração de fibras menores que 100 mesh - Bauer McNett
(3) Ensaio não realizados

ABNT. As suas propriedades físico-mecânicas estão na Tabela 18.

4. CONCLUSÕES

Nos últimos anos, os processos produtivos de pastas de alto rendimento tem sido bastante estudados e aperfeiçoados, havendo, entretanto, um número insuficiente de informações sobre o comportamento de espécies nacionais nestes processos.

A exemplo do esforço realizado para viabilizar tecnicamente a pasta kraft de eucalipto, será necessário concentrar as ações e desenvolver tecnologia principalmente nas áreas de: impregnação, desenho de discos, controle de variáveis do processo e branqueamento.

Outra ação que promoverá o desenvolvimento das pastas de alto rendimento e garantirá sua utilização, é o desenvolvimento de aplicações não convencionais, principalmente procurando explorar o universo das misturas desse tipo de pasta com as pastas químicas tanto de coníferas como de folhosas, procurando sempre manter a

qualidade do produto em níveis adequados ao seu uso final, mas barateando o custo de operação.

Com o presente trabalho não se pretende de modo algum esgotar este assunto, mas sim ressaltar a importância de se caracterizar devidamente as pastas de alto rendimento, segundo nossas normas, de modo a podermos desenvolver produtos onde elas façam parte da formulação básica, com qualidade e competitividade a níveis internacionais.

5. METODOLOGIA UTILIZADA NA CARACTERIZAÇÃO DAS PASTAS

5.1 Materiais

Quantidades em torno de um quilograma de pasta de alto rendimento foram solicitadas e recebidas de diferentes fabricantes situados tanto no País como no exterior.

Logo após o recebimento, cada amostra de pasta foi acondiciona

da em saco plástico e mantida em câmara frigorífica, a 4°C, até o momento de ser trabalhada.

5.2 Métodos

5.2.1 Ensaio das pastas

De cada pasta foram separadas amostras para a determinação do teor de estilhas, utilizando o aparelho Sommerville. Este aparelho consiste de uma peneira com ranhuras de 0,15 mm de abertura e no ensaio, o equivalente a dez gramas secas de pasta é submetido ao peneiramento com auxílio de água, durante o tempo pré-fixado de 20 minutos. A fração da pasta retida na peneira após o término do ensaio é denominado "teor de estilhas", o qual é expresso em porcentagem do peso seco inicial da pasta.

Amostra de pasta também foi retirada para a determinação da drenabilidade CSF (Canadian Standard Freeness), conforme especifica a norma TAPPI T-227 os-58. Os resultados desse ensaio

TABELA 18: PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DAS PASTAS RECEBIDAS

Amostra	Gramatura g/m ²	Espessura mm	Volume específico cm ³ /g	Resistência ao rasquley m/100 ml	Índice de Alongamento %	Índice de tempo min/g	Índice de esticamento %	Oscilação Picovalle	Coeficiente de empilhamento de luz m ² /kg	Lâmina - Bendtsen ml/min		Módulo - Gurley m/50 ml ar	Absorção de água (copilar, dadas) mm	Absorção de óleo m/		Resistência ao arrastamento - IOT cm ² /s	Índice de tensão à ruptura em % (índice de tração seco)
										teia	feltro			teia	feltro		
PML-Noruega	60,3	0,173	2,87	21,1	1,1	6,56	1,30	99,2	66,0	1,590	1,035	14,2	37,8	100,0	89,6	183,0	85,5
	66,3	0,156	2,35	31,1	1,0	4,54	1,48	99,1	60,5	1,700	920	15,5	23,4	278,0	247,0	180,0	131,0
	60,1	0,161	4,68	89,0	34,5	1,7	7,41	2,14	97,7	74,1	1,275	735	23,9	24,2	228,0	303,0	163,0
PMG-Noruega	63,4	0,186	2,94	9,6	0,9	7,92	1,16	97,2	59,9	1,585	1,120	15,5	34,1	75,9	62,2	113,0	58,1
	60,9	0,154	2,53	43,5	0,7	4,48	1,16	98,3	48,8	1,565	1,040	18,7	32,0	61,4	56,8	137,0	80,0
	60,0	0,142	2,40	48,4	0,6	3,77	1,09	97,3	51,1	1,550	830	22,0	28,0	88,2	76,1	134,0	93,5
PMA-USA	61,0	0,195	3,20	15,2	1,2	2,47	0,58	98,0	83,2	1,510	1,015	17,9	33,6	86,8	79,3	112,0	66,5
	59,6	0,186	3,13	14,7	1,5	2,73	0,74	98,1	59,6	1,550	1,035	24,1	36,9	82,9	64,9	172,0	94,7
PMAC-USA	64,8	0,208	3,20	20,7	1,2	5,62	0,95	96,3	55,6	1,735	1,285	17,9	34,9	126,0	131,0	130,0	78,1
	60,9	0,184	2,02	9,6	1,2	6,19	0,95	98,4	53,3	1,745	1,230	19,3	44,7	50,3	48,4	87,7	68,0
PMAD-USA	62,5	0,169	2,69	31,0	0,8	3,10	0,85	97,9	53,4	1,695	880	22,3	31,0	74,1	69,4	111,0	79,3
	61,3	0,155	2,53	7,4	1,2	4,80	1,24	97,5	52,4	1,250	1,210	17,6	40,8	45,9	40,6	127,0	93,7
PME-USA	61,2	0,134	2,19	18,9	1,1	4,10	1,39	97,3	51,7	1,350	805	19,1	29,3	50,1	42,9	157,0	113,0
	62,4	0,131	2,10	22,5	1,0	4,66	1,51	97,3	54,1	1,360	775	20,4	27,3	55,7	48,8	170,0	119,0
	62,2	0,161	2,59	4,5	1,0	5,15	1,27	95,3	52,2	1,755	1,250	16,1	43,3	35,6	42,9	139,0	108,0
PME-torona	61,1	0,136	2,23	18,6	1,4	5,75	1,61	93,8	47,9	1,865	630	23,2	31,0	42,0	37,0	133,0	113,0
	61,3	0,127	2,07	41,3	1,7	5,23	2,06	93,9	50,3	1,325	895	16,6	28,8	130,0	99,7	283,0	136,0
	69,0	0,210	3,04	16,5	0,75	12,0	1,10	98,8	40,5	1,785	1,285	13,1	43,8	148,0	102,0	114,0	62,2
PMF-torona	59,5	0,158	2,65	36,8	1,3	5,49	0,83	98,3	59,5	1,530	1,030	17,5	40,0	161,0	153,0	165,0	86,0
	58,2	0,142	2,45	51,6	1,0	3,34	3,34	98,1	58,2	1,470	875	17,2	50,1	158,0	131,0	174,0	83,0
	61,7	0,160	2,59	42,4	1,1	5,33	1,49	96,7	66,4	1,365	995	28,3	38,0	165,0	145,0	81,0	68,0
PMG-Finlândia	58,6	0,184	3,14	16,5	1,2	4,50	1,09	98,4	75,6	1,365	1,125	24,6	43,7	70,5	60,3	71,0	46,5
	61,5	0,184	2,99	33,0	1,8	10,4	1,94	96,8	52,6	1,625	1,180	22,3	40,2	126,0	92,9	86,0	55,8
PM7-Suécia	59,0	0,167	2,83	45,8	1,8	9,46	1,71	96,4	65,4	1,260	915	17,5	32,0	118,0	97,0	79,0	62,8
	64,0	0,159	3,48	110,0	1,6	6,28	1,74	96,5	50,7	1,480	790	27,4	23,3	88,7	31,6	102,0	54,7
	59,4	0,195	3,28	3,9	1,1	1,90	0,39	99,5	61,8	1,560	1,200	19,4	76,5	34,7	24,7	84,0	51,2
PM9-Austrália	62,5	0,129	2,05	117,0	1,8	5,32	2,45	95,7	47,9	1,220	875	18,6	22,3	42,9	52,1	180,0	110,0
	61,0	0,170	2,79	34,4	1,7	9,90	1,93	97,5	50,9	1,635	860	19,1	30,7	186,0	156,0	148,0	82,7
PM10-Suécia	61,2	0,135	2,20	36,0	0,7	4,20	1,16	89,4	45,6	1,480	850	23,8	44,6	178,0	113,0	95,3	51,2
	60,5	0,126	2,08	111,0	0,7	4,10	1,41	90,8	49,0	1,305	795	20,2	25,3	350,0	300,0	122,0	81,0
	58,5	0,163	2,79	17,6	0,8	4,49	1,02	98,9	41,1	1,420	1,030	26,7	49,2	73,2	59,3	102,0	50,0
PM12-Suécia	64,8	0,152	2,35	28,5	0,5	3,82	0,77	90,4	46,4	1,285	870	18,7	34,0	83,5	64,1	186,0	76,8
	64,0	0,140	2,19	48,1	0,6	2,84	0,82	91,1	47,9	1,405	980	19,8	30,8	90,4	78,1	183,0	125,0

são expressos em mililitros e quanto maior o seu valor, menos refinada é a pasta.

A classificação das fibras da pasta foi realizada em aparelho do tipo Bauer McNett, conforme a norma TAPPI T 233 os-75.

5.2.2 Formação de folhas

Com amostras das pastas foram formadas folhas manuais de 60 g/m², em aparelho Regmed, do tipo Rapid Koethen, equipado com tela de 150 mesh.

Após formação, as folhas manuais foram mantidas em câmara de climatização que opera conforme o especificado nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

5.2.3 Ensaios físico-mecânicos e óticos

Após condicionamento, as folhas manuais foram submetidas aos ensaios físico-mecânicos convencionais, realizados conforme ditam as normas da ABNT.

6. REFERÊNCIAS

1. Anônimo, Modelo de Desenvolvimento do Setor de Celulose e Papel no Brasil para o período de 1985 a 1995 — Comissão Técnica I — 1.º ENPAPEL, Celulose e Papel I (3), Nov/Dez., 1985.
2. SHARMAN, P.: Trends in brighter mechanical pulp. *PPI* 27 (5): 49-50 (1985).
3. Anônimo: Information — Swedish Pulp & Paper Association, n.º 6, June, 1977, pag. 5 a 8.
4. ARJAS, A.; KUNNAS, K.: Practical experience with the application of TMP papers to different printing methods, *Proc. 1977 IMPC*, vol 3, 19:1-11, 1977.
5. JACKSON, M.; COLLICUTT, S. A.; MERET, R. G.: Thermomechanical pulp as a furnish component of offset newsprint, *Proc. 1977 IMPC*, vol. 3, 21:1-24, 1977.
6. MAURANEN, P.; KIRJANIEMI, M.; VANHARANTA, H.: Thermomechanical pulp or stone groundwood. Economics in the manufacture of different papers grades. *Proc. 1977 IMPC*, vol. 3, 23:1-17, 1977.
7. DILLEN, S. O.; WIKLUND, L. E.: On the operation of Mallsta PMR with TMP. *Proc. 1977 IMPC*, vol 3, 17:1-17, 1977.
8. TILA, L.: Experiences with Tandem TMP for SC - Magazine papers at Jamsankoski, 1983 IMPC. *Proc.* pag. 139-142, 1983.
9. FRANZÉN, R. G.: The use of TMP in LW newsprint. *Proc. 1977 IMPC*, vol. 3, 30:1-14, 1977.
10. GAEBER, W. e LAHR, L.: Papéis IWC — A qualidade de fabricação europeia poderá ser produzida utilizando matérias-primas brasileiras? XIV Cong. ABCP, São Paulo, 1981.
11. MUTTON, D. B.; TOMBLER, G.; GARDNER, P. E.; FORD, M. J.: The sulfonated chemi-mechanical pulping process. *Proc. 1981 IMPC*, Sec. IV, 9:1-8, 1981.
12. AKERLUND, G.; JACKSON, M.; ORGILL, B.: Present technology, quality and uses of chemithermomechanical and chemimechanical pulp. Publ. SUNDS DEFIBRATOR, 337-90E:3.83.
13. JACKSON, M.; AKERLUND, G.: Chemithermomechanical pulp production and end-uses in Scandinavia, *Tappi Jr.* 68(2):64-68 (1985).
14. MOHLIN, U. B.: Properties of TMP fraction and their importance for the quality of printing papers, IMPC 1979, *Preprint* 76, 1979.
15. CASTRO, N. S.; MORESCHI, J. C. e WOLF, F.: Diagnóstico da situação e dos problemas nas fábricas de pasta mecânica, visando o melhoramento e otimização do produto final, SINPAPEL, Paraná, 1980.
16. Woodbridge Reed report, in: SUTTON, P.: Scotland's forests: ready for CTMP, *PPI* 26(7):40-41/45 (1984).
17. ALSHOLM, O e SWAN, B.: Sweden leads in CTMP development, *PPI* 26(11):48-50 (1984).

