

pasta mecânica branqueada — suas possibilidades de impressão e a reversão de côr do seu papel

(Transcrito da Revista Norsk Skogindustri)

SUMMARY:— The production of bleached mechanical pulp has steadily increased during the last decade, although the increase may not have been as great as expected at the beginning of this period.

The obvious benefit of bleaching is the increase in Brightness, but as the bleaching effect is a result of a reduction in absorption of light, there will be a simultaneous reduction in opacity. All methods used for the bleaching of mechanical pulp will give those two effects, better brightness and poorer opacity.

Concerning other properties of the pulp, the effect of the different bleaching chemicals may not be in the same direction. It is claimed that bleaching with peroxide improves the strength and the stability against light. The printing characteristics are also said to be improved, but there does not seem to be any comparative work printability of unbleached and bleached mechanical pulp.

The aim of the present work is to investigate the influence of bleaching on the printing properties, and whether the results differ with the chemicals used for the bleaching.

Introdução.

A produção da pasta mecânica branqueada tem aumentado durante a última década, apesar de que não tem aumentado na proporção em que era de início esperado.

A vantagem óbvia do branqueamento é o aumento da alvura; entretanto, sendo que o efeito

de branqueamento é o resultado da redução da absorção de luz, haverá uma redução simultânea da opacidade. Todos os métodos usados para branquear a pasta mecânica darão estes dois resultados: mais alvura e menos opacidade.

Quanto às demais características da pasta, o efeito dos vários materiais de branqueamento pode ser diferente. Afirma-se que o branqueamento

com peróxido aumenta a resistência e a estabilidade contra luz. Afirmar-se que também melhoraram as características de impressão, mas parece que não há trabalho que compare as possibilidades de impressão da pasta mecânica branqueada com as da não-branqueada.

A finalidade do presente estudo é investigar a influência do branqueamento sobre as características de impressão, e verificar se os resultados obtidos diferem com os materiais usados para o branqueamento.

A exigência para maior alvura aparece cada vez mais para o papel usado na imprensa diária e periódica. Esta exigência baseia-se na tendência para melhor reprodução de cores e melhor impressão de contrastes.

Tendo em vista de que o papel-jornal e o papel-revista contêm percentagens relativamente altas de pasta mecânica, a influência do branqueamento deste componente deve ser relativamente importante nestes tipos de papel portanto, escolhemos as composições dos papéis representativos do papel-jornal e do papel-revista.

Para papéis de impressão, a estabilidade da cor é importante. A estabilidade de cor das amostras branqueadas de pasta mecânica foi portanto comparada com a da correspondente pasta não-branqueada.

BRANQUEAMENTO

Os agentes mais comuns para o branqueamento da pasta mecânica são ditionito (hidrossulfito) ou o peróxido. Ultimamente, foi proposto o ácido peracético como agente de branqueamento para pasta mecânica e sabe-se que hidreto de boro tem efeito alvejante sobre polpa de madeira.

Para experiências de branqueamento, foram escolhidas os seguintes 4 compostos químicos:

- 1 — Borohidreto de sódio
- 2 — Ditionito de sódio (hidrossulfito de sódio)
- 3 — Ácido peracético
- 4 — Peróxido de hidrogênio.

EXPERIÊNCIAS.

Borohidreto de sódio

O branqueamento com borohidreto de sódio foi executado à temperatura de 35° C, o tempo de branqueamento foi de 120 min, a consistência de 5%, e a dosagem de 1% (NaBH₄ sobre o material seco).

Depois do branqueamento, a pasta foi lavada com água destilada num funil de Buechner. A quantidade d'água foi de 1 litro por 100 g de pasta. A lavagem foi seguida por acidificação a pH 5,5 por meio de sulfato de alumínio.

Ditionito de sódio.

O branqueamento com ditionito foi executado à temperatura de 50°C, na consistência de 4%

e o tempo de branqueamento foi de 1 hora. 1% de ditionito de sódio e 0,1% de sal tetrassódico do tetracetato de etilnodiamida foram adicionados, e misturados rapidamente com a pasta. Depois do branqueamento, a pasta foi lavada da mesma maneira que no branqueamento com borohidreto.

Ácido peracético.

A pasta a ser usada para o branqueamento com ácido foi acidificada com solução de anidrido sulfuroso (SO₂) a pH 2,8, engrossada num funil de Buechner e lavada, diluída à consistência de 4%, e depois de 20 min engrossada e lavada novamente.

O branqueamento foi executado à temperatura de 50° C numa consistência de 10%, e com o tempo de retenção de 30 min. Usou-se 1% de ácido peracético e 1,6% de hidróxido de sódio. Isso deu um pH inicial de 10.

Depois do branqueamento, a pasta foi engrossada para m/m 20% e lavada com um litro d'água por 100 g de pasta, em seguida diluída para 4% de consistência, acidificada com anidrido sulfuroso até um pH 2,8 e, depois de um tempo de retenção de 15 min, lavada mais uma vez como descrito acima.

Peróxido de hidrogênio.

O branqueamento com peróxido foi executado à temperatura de 50° C a 10% de consistência, e o tempo de branqueamento foi de 2 horas. As adições de substâncias químicas foram: 5% de solução de silicato de sódio, 0,05% de sulfato de magnésio, 1,2% de hidróxido de sódio e 1% de peróxido, calculado como H₂O₂. Depois do branqueamento, a pasta foi lavada num funil de Buechner, diluída a 4% de consistência, acidificada a pH 5,5 com SO₂ e lavada outra vez depois de 15 min de tempo de retenção.

RESULTADOS DO BRANQUEAMENTO

A alvura obtida pelos 4 métodos de branqueamento é indicada na Tabela I, junto com a alvura da pasta não branqueada. Esta tabela também indica os resultados de vários outros testes feitos com as pastas.

A finalidade deste trabalho foi comparar as características de possibilidades de impressão e de reversão de cor da pasta branqueada a um nível semelhante de alvura pelos vários agentes de branqueamento, e os resultados demonstram que foi razoavelmente atingida a finalidade. Portanto, os valores de alvura não devem ser tomados como medidas da alvura que pode ser obtida pelos métodos de branqueamento usados. Sabe-se que o maior aumento de alvura alcançável pelo branqueamento com peróxido é bem maior do que o com ditionito.

A razão entre brancura e fator de luminosidade

TABELA I: CARACTERÍSTICAS ÓTICAS E DE RESISTÊNCIA DA PASTA MECÂNICA BRANQUEADA E NÃO BRANQUEADA

	Não branq.		Branqueadas com		
	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Brancura SCAN, %	64,4	70,2	71,9	71,	70,8
Fator de luminosidade, %	78,	80,8	85,7	86,5	85,6
Coefficiente específico de dispersão, cm ² /g	660	646	651	639	633
Tempo de drenagem, sec.	22	20	22	20	18
Liberdade canadense, ml	98	100	94	105	118
Resistência à ruptura, m	2970	2840	2900	2840	2900
Fator de ruptura	14,9	14,9	14,8	14,7	13,8
Fator de rasgo	41	40	41	42	
Número de dobra MIT	1400	1000	1100	1300	1600
Volume, cm ³ /g	2,40	2,47	2,46	2,45	2,37

de difere algo de acôrdo com a substância usada. O branqueamento só causou menores diferenças nas características de drenagem e na resistência da pasta.

FABRICAÇÃO DE PAPEL.

Conforme já mencionado, pode haver interesse pelo uso de pasta mecânica branqueada para papel-jornal e papel-revista.

Ao planejar as experiências, foram considerados ambos os tipos de papel, mas a fim de não ampliar demais os limites das experiências, só foi escolhido um tipo de pasta mecânica. As características desta pasta podem ser consideradas como sendo intermediárias entre a pasta normal de papel-jornal e o de papel-revista.

Pelos métodos acima descritos, foram branqueadas quantidades suficientes desta pasta para a fabricação de papel numa máquina experimental "Kâmerer", suficiente para testes de impressão de laboratório e testes físicos.

Isso significa que um horário muito justo teve de ser cumprido pode fazer o branqueamento, a fabricação do papel, a calandragem e os testes exatamente da mesma maneira para todas as amostras.

A pasta de base foi dividida em porções e armazenada em sacos impermeáveis num congelador à temperatura de - 18° C. Foram executados duas séries de experiências de branqueamento, uma para fazer papel-jornal, e a segunda para fazer papel-revista. Ambos os tipos de papel foram feitos de pasta não-branqueada.

A produção do papel foi como segue:

Papel-jornal.

Pêso básico: 52 g/m²

Material: 80% de pasta mecânica; 20% de celulose sulfito não-branqueada.

Adição de sulfato de alumínio: 0,25% calculado sobre pasta seca pH do material na caixa de entrada, ajustado a 4,7.

Umidade do papel saindo da máquina: 8%.

O papel foi condicionado ao equilíbrio com 65% de UR antes de calandrar ao acabamento de aspereza de Bendtsen de 80 a 120 m1/min. As mesmas condições de calandragem foram usadas para os papéis-jornal.

Papel-revista.

Pêso básico: 65 g/m²

Material: 70% de pasta mecânica; 30 de celulose sulfito não-branqueada

Adições: Caulim, tipo C (adição ajustada para dar 20% no papel); 0,5% de breu; 0,3 de sulfato de alumínio

pH do material na caixa de entrada, ajustado a 5,2 Umidade do papel saindo da máquina: 8%.

O papel foi condicionado ao equilíbrio com 65% de UR antes de ser super-calandrado ao acabamento de aspereza de Bendtsen de 40 a 55 m1/min. As mesmas condições de calandragem foram usadas para todos os papéis-revista.

Depois de serem super-calandrados, os rôlos de papel — jornal bem como revista — foram armazenados no escuro à temperatura de 23° C durante dez dias antes de examinar a resistência, possibilidade de impressão, etc. Estes testes foram feitos de acôrdo com um horário pré-determinado. O tempo relativamente longo de 10 dias para armazenagem foi escolhido propositalmente para evitar a possibilidade de pequenos desvios que podem ocorrer logo em seguida a fabricação do papel.

TESTES DE PAPEL.

O papel produzido foi examinado para determinar as características de resistência, superfície e possibilidades de impressão, bem como as características óticas. Os métodos utilizados foram de preferência SCAN ou outros métodos comumente usados.

Os testes de impressão para papel-jornal foram executados no aparelho GFL nas seguintes condições: Velocidade de impressão 4,6 m/sec, pressão 15 Kgs/cm, tinta de impressão padronizada GFL.

TABELA II: CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DO PAPEL-JORNAL
 Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
 Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Pêso básico, g/m ²	52,8	51,3	52,2	52,4	53,2
Espessura, mm	0,085	0,082	0,082	0,087	0,086
Volume, cm ³ /g	1,60	1,60	1,64	1,66	1,61
Resistência à ruptura, km média md — cd	2,96	2,69	2,95	3,03	2,75
Alongamento, % média md — cd	1,57	1,43	1,47	1,42	1,50
Fator de rasgo, média md — cd	41	39	40	41	40
Fator de ruptura	13,7	12,7	14,4	14,3	12,6

O papel-revista foi impresso por um método de rotogravura baseado no aparelho IGT e tinta comum de rotogravura.

Para assegurar resultados seguros, foi preparado um sistema de amostragens que tomou em consideração possíveis pequenas variações ao longo da folha. Isso significa que todas as amostras foram retiradas de partes diferentes da folha cujo comprimento era de m/m 120 m.

As condições atmosféricas para o exame de características de resistência foram: 65% de UR, temperatura 20° C, e para as características de superfície e impressão: 50% de UR e temperatura de 23° C.

RESULTADOS DOS TESTES

Papel-jornal.

A Tabela II mostra os resultados das características de resistência dos papéis-jornal branqueados. Sendo que nenhum dos papéis branqueados mostra desvios significantes a êste respeito do papel não-branqueado, fica evidente que o branqueamento da pasta mecânica para a fabricação de papel-jornal pode ser feito sem qualquer risco de redução das características mecânicas do papel.

Os resultados das investigações das características de superfície do papel-jornal vêem-se na Tabela III.

Conforme já mencionado, o papel é produzido e calandrado na suposição que o papel resultante de tôdas as experiências de papel-jornal deve atingir a mesma aspereza a ser determinada por meio de um aparelho Bendtsen. Entretanto, não se podia esperar que os resultados pudessem ser reproduzidos com exatidão, pois algumas variações naturais sempre ocorrem. Observando-se os resultados, vê-se que êstes são algo mais baixos para papel não-branqueado do que para papéis branqueados, mas sendo que a variação é insignificante, ela não é tomada em consideração.

Aqui, devemos chamar a atenção sobre o fato que o lado de tela do papel é mais liso do que o lado de cima. Esta propriedade, que é inversa à do papel feito numa máquina comum, é caracte-

terística do papel feito em máquina de laboratório, e não um acontecimento raro referente às experiências aqui relatadas.

Ao examinar os resultados dos demais testes, acharemos que tôdas as variações de características de superfície são tão pequenas que há apenas pequenos indícios.

A dureza de Bendtsen é um pouco mais baixa no caso de papéis branqueados com borohidreto e ditionito do que no caso dos outros dois papéis branqueados e do papel não-branqueado.

A porosidade de Bendtsen é um pouco mais alta no caso de papéis branqueados com ácido peracético e peróxido do que no caso dos outros dois papéis branqueados e do papel não-branqueado. Isto, bem como os resultados dos testes de dureza, está de acôrdo com os resultados dos testes de freeness das massas respectivas. A êste respeito devemos frisar aqui que não foi encontrada a esperada diferença correspondente a respeito da absorção de óleo.

Os resultados de brancura não demonstram diferenças práticas entre 3 dos papéis branqueados. Só os papéis branqueados com ditionito mostram alvura um pouco menor do que os demais, e há somente um pequeno indício desta diferença. Temos que lembrar de que os valores de brancura da pasta branqueada com ditionito foram um pouco mais altas do que as das demais pastas. Ao achar a brancura do papel branqueado com ditionito mais baixa do que a dos demais papéis, isto deve ser explicado pelo fato que a pasta branqueada com ditionito fica amarela mais depressa do que as demais pastas. Sobre esta questão falaremos ainda na última parte dêste relatório.

É interessante notar que os vários métodos de branqueamento dão tonalidades diferentes aos papéis. Êste fato pode explicar a diferença no fator de luminosidade e também explica o fato que o papel branqueado com borohidreto tem maior valor de opacidade do que os papéis branqueados com ácido peracético e com peróxido.

Os resultados dos testes de impressão, executados no aparelho GFL, são indicados na Tabela V. Êsses resultados demonstram o seguinte:

TABELA III: CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE DO PAPEL JORNAL
 Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
 Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido
Aspereza Bendtsen, ml/min carga de 1 Kg — ls	118	124	131	124
lt	90	92	100	92
Dureza Bendtsen, % — ls	35,9	34,6	33,8	37,3
lt	38,2	36,3	36,7	39,7
Porosidade Bendtsen, ml/min	241	239	249	255
Penetração de óleo de parafina, sec.				
Média ls — lt	6,5	6,5	6,2	5,8
Tempo de absorção de óleo de superfície, sec				
segundo GFL — ls	4,3	4,9	4,3	4,2
visc. óleo 4,3 — lt	4,—	4,4	3,3	3,8

TABELA IV: CARACTERÍSTICAS ÓTICAS DO PAPEL-JORNAL
 Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
 Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido
Brancura SCAN, % média ls — lt	63,4	69,6	68,9	70,1
Fator de luminosidade, média ls — lt	76,3	80,5	81,7	83,2
Opacidade a 52 g/m ² , % média ls — lt	91,3	89,2	88,4	87,5
Coefficiente específico de dispersão, cm ² /g média ls — lt	591	597	594	595

A transferência de tinta não é afetada de maneira notável ao mudar de papel não-branqueado para papel branqueado.

Conforme pode ser esperado dos valores do fator de luminosidade, a necessidade de tinta é menor para papel branqueado do que para não-branqueado, e supõe-se que toda a redução seja resultado desse efeito ótico. Entre os 4 tipos de papel branqueado praticamente não há diferenças.

Baseado nos valores de opacidade e do fator de luminosidade, pode ser esperada uma diferença nos valores "print-through" entre papel-branqueado e não branqueado. Esta diferença foi encontrada, e até entre os dois grupos de papéis branqueados com borohidreto e ditionito de um lado e papéis branqueados com ácido peracético e peróxido do outro lado, uma pequena diferença pode ser notada. Esta diferença, indicada por uma maior transparência da impressão no último grupo do que no primeiro, é obviamente ligada à diferença de cor entre os dois grupos — uma diferença que também aparece nos valores do fator de luminosidade.

Dos valores de porosidade, medidas pelo aparelho Bendtsen, fica também evidente que uma das causas desse resultado é a característica de absorção do papel, pois a porosidade é maior nos

papéis branqueados com ácido peracético e peróxido do que nos outros dois grupos. Os valores de transferência de tinta ao contraste negro de 0,85 confirmam os valores de transferência de tinta para tinta de 3 g/m² em forma e também os valores "E": a transferência de tinta aparentemente não é afetada pela mudança de papel não branqueado para branqueado.

Papel-revista.

Os resultados dos testes de resistência do papel-revista vêm-se na Tabela VI. Estes resultados correspondem aos do papel-jornal e levam à conclusão de que os processos de branqueamento aparentemente não têm efeito de importância sobre a resistência do papel.

Os resultados dos testes de características de superfície do papel-revista vêm-se na Tabela VII.

Depois de fabricado na máquina de laboratório, o papel-revista foi condicionado a 65% de UR e super-calandrado com a intenção de que todos os papéis-revista — branqueados e não-branqueados — atinjam a mesma aspereza determinada pelo aparelho Bendtsen.

Quanto ao papel-jornal, não se podem esperar exatamente os mesmos valores de aspereza, mas os resultados dentro dos limites de 46 a 56

TABELA V: RESULTADOS DOS TESTES DE PAPEL-JORNAL IMPRESSO NO APARÉLHO GFL

Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Transferência de tinta quando 3 g/m ² tinta na forma, % — ls	53,1	53,1	53,5	53,8	54,3
lt	54,8	55,2	58,6	55,7	55,5
Necessidade de tinta no contraste preto 0,85, g/m ² — ls	1,94	1,86	1,82	1,83	1,80
lt	1,95	1,85	1,85	1,82	1,86
Penetração de tinta no contraste preto 0,85 da impressão — ls	0,073	0,087	0,088	0,093	0,091
lt	0,072	0,088	0,087	0,092	0,019
Valor E, g/m ² — ls	2,45	2,49	2,38	2,35	2,23
lt	2,45	2,25	1,94	2,13	2,25
Valor "set-off", g/m ² — ls	0,32	0,33	0,27	0,29	0,27
lt	0,32	0,33	0,29	0,29	0,31

TABELA VI: CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DO PAPEL-REVISTA. Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Pêso básico, g/m ²	64,2	63,6	66,—	64,7	65,6
Espessura, mm	0,075	0,071	0,077	0,077	0,077
Volume, cm ³ /g	1,16	1,11	1,16	1,18	1,18
Resistência à ruptura, km média md — cd	2,31	2,35	2,42	2,29	2,37
Alongamento, % média md — cd	1,57	1,33	1,49	1,5	1,48
Fator de rasgo, média md — cd	40	35	37	38	37
Fator de ruptura	10,9	9,9	10	11	10,2
Conteúdo de cinza, g/100 g, totalmente seca	19,1	20,6	19,7	18,8	19,1

m1/min para o lado de cima e 40 a 44 m1/min para o lado da tela, podem ser considerados bastante próximos para comparação.

Como já foi mencionado em relação com o papel-jornal, também o papel-revista é mais liso no lado de tela do que no lado de cima. A aspereza deste papel-revista feito no laboratório é um pouco maior do que a do papel comum feito na fábrica. Isso deve-se às características da pasta mecânica usada e pode levar a conclusões erradas. Entretanto, a variação nas características de impressão apareceria mais inteiramente quando os testes forem executados com papel com pouco maior aspereza. Portanto, os valores de aspereza podem ser consideradas aceitáveis.

A dureza segundo Bendtsen é um pouco maior para papel não-branqueado do que para os tipos de papéis branqueados. Entre os 4 tipos de papel branqueado praticamente não há diferença.

As porosidades de Bendtsen indicam valores um pouco mais baixos para os papéis branqueados com borohidreto e ditionito do que para os outros dois tipos e para o papel não-branqueado. O mesmo parece valer para as propriedades de ab-

sorção de óleo: ambas os valores de penetração de óleo de parafina e de absorção de superfície de óleo indicam que a absorção de óleo é mais rápida no caso dos papéis branqueados com ácido peracético ou com peróxido do que no caso dos outros dois papéis branqueados e possivelmente também mais rápida do que no caso de papel não-branqueado.

Tanto para papel-revista como para papel-jornal, estas observações estão de acordo com os resultados do freeness das massas. Pode haver alguma diferença entre papéis branqueados com borohidreto e ditionito, indicando que este último absorve mais devagar do que o primeiro.

Baseado nesses resultados consultar especialista em impressão, pode-se esperar que pelo menos o efeito "print-through" na impressão por rotogravura pode ser diferente para os vários papéis branqueados: sobre isto, falaremos mais adiante.

Os resultados dos testes sobre características óticas vêm-se na Tabela VIII.

Correspondente às observações sobre papel-jornal, os resultados das determinações de carac-

TABELA VII: CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE DO PAPEL-REVISTA.
Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
Não branq. Branqueadas com

	Branqueadas com				
	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Aspereza Bendtsen, ml/min carga de 1Kg — ls	54	46	55	53	53
lt	44	40	43	42	40
Dureza Bendtsen, % — ls	34,8	32,2	32	32,6	32,4
lt	36,8	34,8	34,9	34,2	35
Porosidade Bendtsen, ml/min	103	96	98	106	104
Penetração de óleo de parafina, sec. — média ls/lt	8,4	8,9	9,6	8,3	7,7
Tempo de absorção de óleo de superfície, sec.					
segundo GFL — ls	12,1	14,3	15,9	9,7	11,7
visc. óleo 4,3 — lt	15,3	14,3	18,1	9,9	11,6

TABELA VIII: CARACTERÍSTICAS ÓTICAS DO PAPEL-REVISTA
Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
Não branq. Branqueadas com

	Branqueadas com				
	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido	
Brancura SCAN, % média ls — lt	66,4	71,3	70,8	71,2	71
Fator de luminosidade, média ls — lt	77,2	79,7	80,4	81,9	82,1
Opacidade a 65 g/m ² , % média ls — lt	95,3	94,4	94,1	93,4	93,5
Coefficiente específico de dispersão, cm ² /g média ls — lt	647	657	657	660	652

terísticas óticas do papel-revista estão de acordo com os resultados da respectiva pasta branqueada. quando o branqueamento foi executado, as condições foram selecionadas para atingir a mesma brancura para todas as 4 pastas. O papel-revista feito dessas pastas mostra discrepâncias apenas muito pequenas: apenas a pasta branqueada com ditionito, que teve um valor de brancura um pouco maior do que as outras 3 pastas, dá um papel com uma brancura um pouco menor do que os outros 3 papéis branqueados. Entretanto, a diferença demonstrada por estes valores é de pouca importância. Portanto, a brancura dos 4 papéis branqueados pode ser considerada praticamente idêntica.

Conforme já mencionado, os vários métodos de branqueamento dão tonalidades diferentes às pastas. No caso do papel-revista, este fato também explica a diferença no fator de luminosidade, e explica porque o papel branqueado com borohidreto tem maior opacidade do que os papéis branqueados com ácido peracético e peróxido.

A diferença entre os 4 papéis branqueados a respeito de coeficiente específico de dispersão não tem importância.

Os resultados dos testes de impressão de gravura vêm-se na Tabela IX. Dêstes resultados, podemos tirar as seguintes conclusões:

As cifras de profundidade de gravura necessária para estabelecer o contraste preto 1,0 podem ser consideradas como uma medida para a necessidade de tinta. Para esse valor, é importante o fator de luminosidade bem como a capacidade de absorção de tinta, isto é: Quando a absorção é constante para várias amostras de papel, o papel mais branco que indicará a menor profundidade necessária para gravura. Entretanto, as diferenças de profundidade necessária de gravura encontradas entre os 4 papéis são tão reduzidas que só podem ser consideradas pequenas indicações que confirmam os dizeres acima.

Nem o contraste preto obtido pela impressão com a gravura mais funda não mostra deviação importante entre os 4 papéis branqueados

A impressão transparente é medida por impressões de contraste preto de 1,0, bem como por impressões feitas pela gravura mais funda. (44,5 Y m). Ambas mostram que os papéis branqueados com peróxido e ácido peracético dão maior valor de impressão transparente do que os papéis branqueados com borohidreto e ditionito. Principalmente este último dá um valor baixo de impressão transparente em comparação com os dois primeiros, apesar de não ser tão baixo que o valor de impressão transparente do papel não-branqueado. Parece, porém, que o valor baixo de

TABELA IX: RESULTADOS DOS TESTES DE IMPRESSÃO DE
GRAVURA DO PAPEL-REVISTA

Papel produzido de pastas mecânicas branqueadas com as seguintes substâncias químicas:
Não branq. Branqueadas com

	borohidreto	ditionito	ácido peracético	peróxido
Profundidade de gravura necessária para estabelecer o contraste prêto 1,0 micron. — ls	23,1	21	20,4	21,4
lt	23,7	22,3	21,8	21,1
Penetração de tinta no contraste prêto de 1,0 da impressão. — impressão no ls	0,043	0,053	0,048	0,054
impressão no lt	0,045	0,051	0,050	0,057
Contraste prêto obtido com a impressão de 44,7 micron. profundidade de gravura — ls	1,38	1,32	1,34	1,34
lt	1,36	1,26	1,33	1,33
Penetração de tinta na impressão com 44,7 micronl profundidade de gravura — ls	0,061	0,068	0,065	0,075
lt	0,060	0,068	0,068	0,083
Velocidade de penetração de tinta na impressão com 44,7 micron. profundidade de gravura — ls	0,045	0,052	0,049	0,056
lt	0,044	0,054	0,049	0,063
Pontilhas faltantes na impressão com 5 micron. profundidade de gravura contadas por 2 cm ² — ls	16	13	13	16
lt	15	15	17	17

impressão transparente do papel não-branqueado é ligado com a diferença em características óticas entre este papel e o papel branqueado.

A razão do maior valor de impressão transparente de dois tipos de papel branqueado (com ácido peracético e peróxido, respectivamente) provavelmente tem alguma relação com a observação que as pastas branqueadas usadas para esses papéis tiveram maior valor de liberdade do que as outras duas.

A granulação esperada pela impressão de meias-tons claros é indicada pelo número de pontilhas faltantes de uma área de 2 cm². Para esta característica também os resultados dão uma indicação de que os papéis branqueados com peróxido ou ácido peracético dão resultados um pouco inferiores aos dos outros dois tipos de papel branqueado.

CONCLUSÃO DOS TESTES DE PAPEL.

O branqueamento da pasta mecânica a ser usada na fabricação de papel-jornal ou papel-revista não afetou a resistência do papel quando medida pelo modo tradicional. Parece, porém, que o branqueamento diminui um pouco a resistência de superfície. A este respeito, os papéis branquea-

dos que dão os melhores resultados são os branqueados com peróxido ou ácido peracético.

O objetivo do branqueamento, ou seja, maior alvura, tem — conforme esperado — a consequência de maior razão de penetração de tinta. Em adição a este efeito ótico, tem-se observado um efeito físico nos dois tipos de papel branqueados com peróxido ou ácido peracético. Este efeito parece estar relacionado ao aumento da razão de absorção e resulta num aumento pequeno da penetração de tinta. Este aumento foi observado tanto no caso do papel-jornal como no papel-revista, mas deve ser de pouca importância prática.

Para papel-revista, considera-se de grande importância que a tendência do papel de causar granulação seja tão pequena que possível. A este respeito, acha-se que papel baseado em pastas branqueadas com borohidreto e ditionito mostra alguma vantagem em comparação com os outros dois papéis branqueados e o papel não-branqueado.

Ao comparar os 4 papéis branqueados, fica aparente que a impressão no papel feito de pasta branqueada com ditionito é um pouco melhor do que a dos 3 demais. É porém difícil pronunciar-se sobre os aspectos práticos destas observações, mas a conclusão que pode ser tirada é que papel feito de pasta branqueada com ditionito não é inferior aos demais tipos aqui tratados.

REVERSÃO DE CÔR.

Experiências.

Foram feitos 4 tipos de testes de estabilidade com amostras de pasta branqueada e não-branqueada:

- 1 — Armazenagem na escuridão.
- 2 — Aquecimento em atmosfera úmida.
- 3 — Exposição à luz de dia.
- 4 — Exposição à luz de xenon.

Fôlhas feitas conforme SCAN-C 11:62 foram usadas para os testes de estabilidade. Entre o branqueamento e as experiências de estabilidade as amostras foram armazenadas num congelador à temperatura de -20° C. A razão disso foi permitir a exposição à luz de todas as amostras a serem testadas simultaneamente, e a armazenagem à baixa temperatura foi considerada a melhor medida para evitar mudanças intermediárias nas características óticas das amostras.

A brancura e a refletividade com filtros tris-tímulos foram medidas num fotômetro Zeiss Elrepho antes e depois dos vários testes de estabilidade.

Armazenagem na Escuridão.

Amostras de cada pasta foram armazenadas na escuridão à temperatura de 20° C e à umidade relativa de 65%. Medições de características óticas foram executadas depois de 2, 4, 8 e 16 semanas.

Aquecimento em Atmosfera Úmida

O tratamento de calor foi executado à temperatura de $m/m 85^{\circ}$ C por 3, 6 e 12 horas num dessecador com solução saturada de sulfato de potássio para obter uma umidade constante. A atmosfera dentro do dessecador foi mantida em movimento por meio de uma hélice. Antes das medições óticas, as amostras foram condicionadas à temperatura de 20° C e 65% de umidade relativa.

Exposição à Luz do Dia.

Amostras das pastas foram expostas à luz do dia dentro de uma janela no lado Leste do edifício do Instituto. Os dados óticos foram determinados após 1, 12 e 18 dias de exposição.

Exposição à Luz de Lâmpada de Xenon de Alta Pressão.

A estabilidade das amostras foi testada num aparelho "Xenotest" em outro instituto. 3 jogos de amostras foram examinados, mas entre a primeira e segunda série o aparelho foi limpo, e portanto a intensidade da luz variou muito de uma série a outra. Vidros de janela de 2 mm de espessura foram postos na frente das amostras, afim de obter uma luz semelhante à luz dentro da casa. As amostras expostas foram condicionadas à temperatura de 20° C e a 65% de umidade relativa antes da medição dos dados óticos.

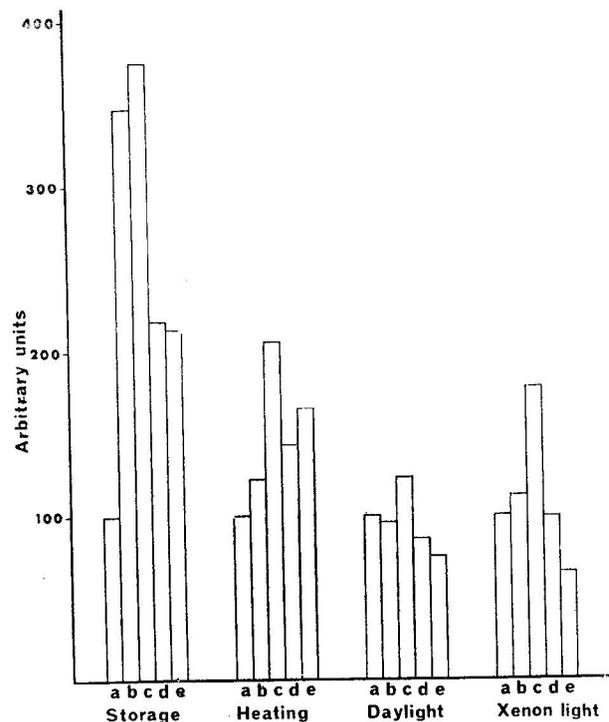
CÁLCULO DOS RESULTADOS.

A diminuição da brancura e o número "pc" foram calculados para caracterizar a estabilidade. Para as amostras examinadas, o coeficiente específico de dispersão variou relativamente menos do que a brancura da pasta não-branqueada para a branqueada. Neste caso, o número "pc" é uma medida melhor para a formação de compostos amarelos do que a diminuição da brancura.

A pureza de excitação e o comprimento dominante de ondas foram calculados das medições de tristímulo, usando as fórmulas correspondentes ao Iluminador Padrão CIE "C" (luz de dia).

RESULTADOS DO TESTE DE REVERSÃO DE CÔR.

Sendo que 4 métodos diferentes foram usados para examinar a estabilidade de brancura das amostras, é interessante comparar os métodos. Os resultados vêm-se na Figura N^o 1.



1 — Comparação de estabilidade para pasta mecânica branqueada e não-branqueada, pela armazenagem na escuridão, pelo aquecimento em atmosfera úmida, pela exposição à luz do dia e pela exposição à luz de xenon. Legenda: a = não branqueada, b = branqueada com borohidreto, c = branqueada com ditonito, d = branqueada com ácido peracético, e = branqueada com peróxido.

Traduções dos dizeres no croquis:

Arbitrary units = unidades arbitrárias.

Storage = armazenagem.

Heating = aquecimento.

Daylight = luz de dia.

xenon light = luz de xenon.

Para a armazenagem na escuridão, somente os resultados por 8 e 16 semanas foram usados, porque a pasta não-branqueada mostrou aumento de brancura depois de 2 a 4 semanas. Para os demais métodos, todos os 3 tempos de tratamento são usados no diagrama. Ao número "pc" deu-se para cada condição de teste o valor de 100%, e os outros números foram calculados em relação a isto. As cifras representadas nos diagramas são as médias de cada método de teste e de cada amostra de pasta.

Ao comparar os 4 testes, a única coisa em comum é que é o branqueamento com ditionito que deu as amostras menos estáveis. Entretanto, há muita diferença entre a estabilidade deste método de branqueamento e a estabilidade da pasta não-branqueada: a menor diferença ocorre na exposição à luz de dia e a maior na armazenagem na escuridão.

A armazenagem na escuridão e o aquecimento em atmosfera úmida deram os melhores resultados no caso da pasta não-branqueada, e a exposição à luz de dia e à luz de xenon indicam que são as amostras branqueadas com peróxido que têm a melhor estabilidade.

É óbvio que um único teste não dá todas as informações interessantes para a avaliação da qualidade de pasta. A armazenagem na escuridão fica perto às condições de bobinas de papel. Como controle de rotina, um teste destes não é adequado, e precisa-se de um método acelerado. Nenhum dos demais métodos dá exatamente os mesmos resultados, mas o aquecimento em atmosfera úmida dá resultados muito semelhantes aos da armazenagem na escuridão.

As condições durante a secagem do papel são semelhantes às do aquecimento em atmosfera úmida: portanto, os resultados deste teste devem indicar a estabilidade durante a secagem do papel produzido da pasta.

Sabe-se muito bem que o papel que contém pasta mecânica tem pouca estabilidade contra a luz do dia, e parece lógico usar o teste de luz de dia para avaliar esta característica. A qualidade e intensidade da luz de dia pode variar muito devido à posição do sol e às condições meteorológicas. Portanto, a reprodução das condições de teste é impossível para este método.

No inverno, o tempo para obter uma diminuição adequada de brancura às vezes pode ser demorado em más condições meteorológicas. Isto vale sobretudo nos países nórdicos, e um método mais rápido e reproduzível para examinar a estabilidade contra a luz é portanto de importância, principalmente para amostras razoavelmente estáveis.

A luz de um arco de xenon de alta pressão é semelhante à luz do dia, e tem que ser considerada como a melhor aproximação à luz do dia atualmente. Exceto a relação entre a celulose branqueada com borohidreto e celulose não-branqueada, a comparação das amostras é a mesma na luz de dia e na luz de xenon. Portanto, os resultados obtidos pela exposição à luz de xenon de-

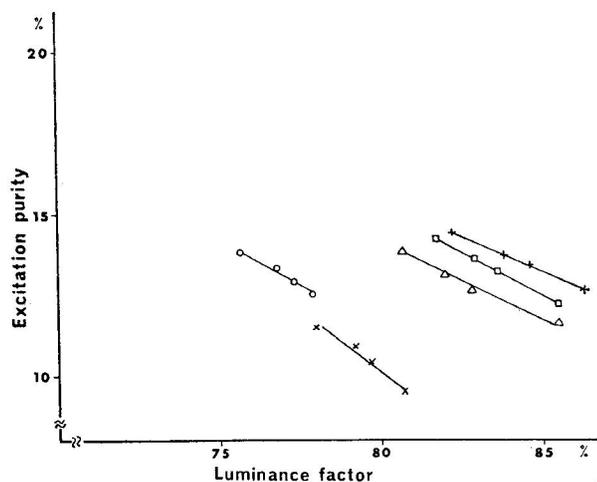
vem dar uma boa indicação da estabilidade na luz do dia.

Neste trabalho, o número de pastas usadas foi limitado porque os testes de impressão foram a finalidade principal da investigação. Portanto, experiências adicionais com a variação das condições de branqueamento podem ser de interesse. Tais variações também podem afetar outras características da celulose.

Em geral, a diminuição da brancura é chamada de reversão de cor. Entretanto, a cor produzida durante a armazenagem ou por um teste acelerado pode ser diferente da cor removida pelo branqueamento. Na base de medições tristímulas, os dados de cor foram calculados para cada condição de teste.

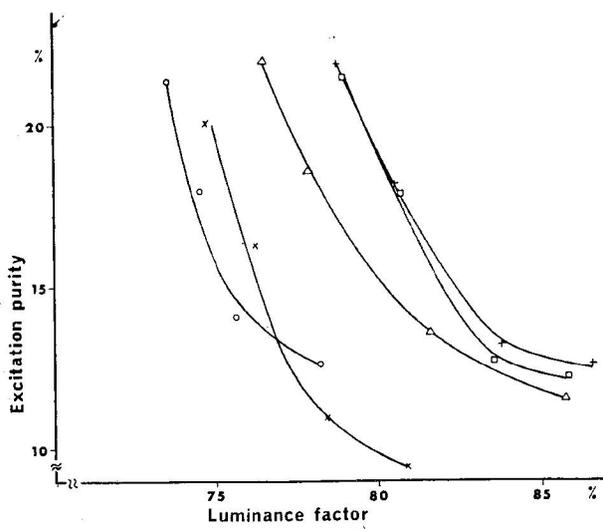
As mudanças do comprimento de ondas prevalente foram muito pequenas pelo branqueamento. Isso significa que todas as amostras tinham quase a mesma nuance. A pureza de excitação mudou muito pouco pelo branqueamento com peróxido e com ácido peracético. Isso combinou bem com a aparência destas pastas, pois elas tinham uma cor bem amarela. A mudança de cor durante o branqueamento da pasta mecânica com peróxido ou ácido peracético deve-se principalmente ao aumento do fator de luminosidade.

Pastas branqueadas com ditionito pareciam menos amarelas do que as amostras correspondentes branqueadas com peróxido ou ácido peracético. Também a pureza de excitação foi algo mais bai-



2 — Pureza de excitação vs. fator de luminosidade para pasta mecânica pelo aquecimento em atmosfera úmida. Legenda: o = não branqueada, x = branqueada com borohidreto, (triângulo) = branqueada com ditionito, + = branqueada com ácido peracético, (quadrado) = branqueada com peróxido. Traduções dos dizeres no croqui: Excitation purity = pureza de excitação. Luminance factor = fator de luminosidade.

xa para pastas branqueadas com ditionito de que para as branqueadas com os outros compostos de peróxido. O aumento do fator de luminosidade comparado com o aumento de brancura não foi tão alto com branqueamento de ditionito do que com branqueamento de peróxido ou ácido peracético.



3 — Pureza de excitação vs. fator de luminosidade para pasta mecânica pela exposição à luz de dia. Legendas e traduções dos dizeres no croquis: vide croquis N.º 2.

Quando as amostras foram comparadas por inspeção visual, parecia que o borohidreto tinha dado uma pasta mais cinzenta do que os demais agentes de branqueamento usados nesta investigação. Os dados de cor demonstraram, porém que também o branqueamento com borohidreto deu uma pasta amarela, mas a pureza de excitação e o fator de luminosidade foram bem mais baixos para estas amostras do que para aquelas dos demais ensaios de branqueamento. Nenhum dos testes de estabilidade alterou a nuança das amostras apreciavelmente. — Conforme as expectativas, a pureza de excitação aumentou e o fator de luminosidade diminuiu durante a reversão de cor.

Sendo que o comprimento de ondas dominante é aproximadamente o mesmo para todas as amostras, a alteração de cor pode ser caracterizada pela pureza de excitação e o fator de luminosidade. A figura n.º 2 mostra diagramas de pureza de excitação vs. fator de luminosidade para tratamento de calor, e na figura N.º 3 vêem-se dados correspondentes para exposição à luz de dia.

Vê-se claramente no diagrama que a cor, depois que a pasta branqueada com ditonito, peróxido ou ácido peracético, fica bem diferente da cor da pasta não-branqueada. Se a expressão "reversão de cor" quer dizer que a cor da pasta branqueada volta à da pasta original, então ela não é muito adequada.

Quando a pasta branqueada com borohidreto fica amarela, produz-se uma cor que numa certa fase fica muito perto à cor original da pasta: então, a "reversão de cor" tem mais significado para esta pasta.

A armazenagem na escuridão e a exposição à luz de xenon dão resultados semelhantes ao tra-

tamento de calor e à exposição à luz de dia, respectivamente, no que se refere às alterações de cor.

AGRADECIMENTO.

Os autores querem agradecer à firma Laporte Industries Limited, da Inglaterra, pela permissão de publicar os resultados desta investigação, e pelos valiosos conselhos dados na preparação do manuscrito.

Resumo.

Pasta mecânica de pinheiro foi branqueada com borohidreto, ditonito, ácido peracético ou peróxido para aproximadamente o mesmo nível de brancura. Deste material, papel foi feito numa máquina experimental com acabamento de papel-jornal bem como com acabamento de papel-revista, e com superfícies de acordo com os tipos comerciais correspondentes.

A resistência mecânica, as características físicas e óticas, a imprimibilidade, todas foram investigadas em ambos os tipos de papel.

As características mecânicas e físicas de ambos os tipos de papel são somente pouco influenciadas pelos vários processos de branqueamento. Dentre as características físicas, a absorção de óleo fica algo influenciada devido ao fato de que o ácido peracético e o peróxido dão maior grau de filtração "freeness" na pasta branqueada. De acordo com as expectativas a respeito da alteração do fator de luminosidade, a opacidade do papel branqueado é menor do que a do papel não-branqueado: este fato resulta em valores mais altos de penetração de tinta tanto no papel-jornal como no papel-revisa. Tomando em consideração este fato e os fatores de imprimibilidade baseados nas características de absorção e de superfície do papel branqueado podemos encontrar uma leve vantagem no uso de pastas branqueadas com ácido peracético ou ditonito.

Não devemos esquecer uma vantagem geral do uso de papel feito de pasta branqueada: esta é a reprodução mais exata de cores em impressões multicolores, resultando do fundo de papel mais neutro.

A reversão de cor das pastas branqueadas e da correspondente pasta não-branqueada foi determinada pela armazenagem na escuridão, pelo tratamento de calor em atmosfera úmida, pela exposição à luz do dia e pela exposição de uma lâmpada de xenon. A estabilidade pela armazenagem na escuridão e pelo aquecimento em atmosfera úmida foi melhor para a pasta não-branqueada do que para qualquer das pastas branqueadas. A pasta branqueada com peróxido demonstrou a melhor estabilidade contra a luz do dia e contra a luz da lâmpada de xenon.