

CONSIDERAÇÕES SOBRE A COLORAÇÃO DE EFLUENTES DE UMA
FÁBRICA DE CELULOSE SULFATO BRANQUEADA DE EUCALIPTO

D'Almeida, M.L.O.

Centro Técnico em Celulose e Papel - IPT - São Paulo - Brasil

Pitombo, L.R.M.

Instituto de Química - USP - São Paulo - Brasil



Massaro, S.

Instituto de Química - USP - São Paulo - Brasil

1. Introdução

Muita polêmica existe a respeito do efeito de efluentes coloridos em suas águas receptoras, sendo as seguintes algumas das causas a eles atribuídas (1,2,3,4):

- retardamento, ou até mesmo impedimento, da transmissão da luz solar através da água, fato que interfere na fotossíntese de plantas aquáticas;
- retirada, por complexação, de íons metálicos indispensáveis ao metabolismo normal de organismos do rio;
- influência negativa na mobilidade e produtividade de peixes;
- elevação dos custos de tratamento de águas industriais e municipais;
- comprometimento do aspecto paisagístico e diminuição da possibilidade do uso das águas para fins recreativos;
- a longo prazo, demanda bioquímica do oxigênio.

As indústrias de pasta celulósica química são responsáveis pela eliminação de grandes volumes de água, contendo, entre outras coisas, substâncias coloridas. Sabe-se ainda, que estas substâncias provêm essencialmente da lignina presente na madeira, não sendo, porém, sempre conhecida a natureza de suas estruturas (1,5).

Visando contribuir para a elucidação do problema cor, o objetivo deste estudo foi primeiramente efetuar uma caracterização geral dos efluentes de uma fábrica tomada como modelo e, em seguida, evidenciar algumas propriedades das substâncias cromóforas (que dão cor) presentes nos efluentes mais coloridos.

Como ao redor de 41% da produção brasileira de pasta celulósica para papel provém da matéria-prima eucalipto, processada pelo método químico sulfato (6), foi escolhida como modelo para este estudo, uma fábrica de pasta celulósica sulfato branqueada de eucalipto.

2. A fábrica modelo

A fábrica escolhida como modelo de estudo, produzia, por dia, 430 toneladas de pasta celulósica branqueada, usando como matéria-prima o eucalipto e como processo de polpação o sulfato.

Durante o período de desenvolvimento deste estudo a fábrica empregou no branqueamento da pasta celulósica duas sequências distintas: $CE_H HD$ e $CH_I H_{II} D$.

A tabela I mostra as variáveis da operação de polpação e a tabela II as de branqueamento.

TABELA I: Condições da polpação

Licor de cozimento	
. álcali ativo	115 g/L
. sulfidez	25 - 30%
Polpação	
. temperatura de digestão	178°C
. tempo de digestão	120 min
. tempo de aquecimento	60 min
. tempo à 178°C	60 min
. razão entre álcali ativo e madeira	19%
. espécie de madeira	Eucalyptus urofilla, grandis e saligna

Os efluentes líquidos da fábrica modelo dividiam-se em duas linhas: ácida e básica. A linha ácida consistia na mistura dos efluentes das etapas de branqueamento e a linha básica na mistura dos efluentes da máquina de papel, da máquina de fardos de celulose, da operação de polpação e do processo de recuperação do licor negro (evaporadores, caldeira de recuperação e caustificadores).

Os efluentes provenientes respectivamente da linha ácida e básica eram misturados formando o efluente total da fábrica, sendo que, antes da mistura, o pH do efluente da linha ácida era corrigido para ao redor da neutralidade pela adição de carbonato de cálcio.

A figura 1 esquematiza a rede de efluentes líquidos da fábrica modelo.

3. Caracterização geral dos efluentes da fábrica modelo

A Tabela III enfeixa as características dos efluentes básico (B), ácido (A), ácido com pH corrigido (A_c) e total (T), quando se emprega a sequência de branqueamento $CE_H HD$. Nesta tabela também constam as características do efluente ácido (A) para a sequência de branqueamento $CH_I H_{II} D$.

Observando os valores na tabela III, verificamos que o efluente proveniente da linha ácida, ou seja, do branqueamento, é o que mais contribui em termos de poluição, tendo, além de uma vazão bem maior que a do efluente da linha básica, valores também maiores para os parâmetros analisados.

A tabela IV traz as características dos efluentes das várias etapas do branqueamento, tanto para a sequência $CE_H HD$ como para a $CH_I H_{II} D$.

Tabela II. Condições do branqueamento

Condições Etapas da sequência CE _H HD	REAGENTES APLICADOS	CONSISTÊNCIA	TEMPERATURA DE DIGESTÃO	TEMPO DE DIGESTÃO	pH FINAL
C (Cloração)	Cloro (60kg de Cl ₂ /ton de pasta seca)	3%	40°C	20 min	2,0
E _H (extração com hipoclorito)	Hidróxido de sódio (12kg de NaOH/ton de pasta seca) Hipoclorito de cálcio (5kg em Cl ₂ /ton de pasta seca)	13%	65°C	20 min	7,0
H (hipocloração)	Hipoclorito de cálcio (13 kg em Cl ₂ /ton de pasta seca) Hidróxido de sódio (4 kg de NaOH/ton de pasta seca)	10%	45°C	40 min	7,5
D (dióxido-cloração)	Dióxido de cloro (9kg de Cl ₂ /ton de pasta seca) Hidróxido de sódio (2,5kg de NaOH/ton de pasta seca)	10%	75°C	150 min	3,8
Condições sequência CH _I H _{II} D					
C (cloração)	Cloro (60 kg de Cl ₂ /ton de pasta seca)	3%	40°C	20 min	2,0
H _I (hipocloração I)	Hipoclorito de cálcio (12kg em Cl ₂ /ton de pasta seca) Hidróxido de sódio (12kg de NaOH/ton de pasta seca)	13%	60°C	20 min	7,0
H _{II} (hipocloração II)	Hipoclorito de cálcio (5kg em Cl ₂ /ton de pasta seca) Hidróxido de sódio (4 kg de NaOH/ton de pasta seca)	10%	45°C	40 min	7,5
D (dióxido-cloração)	Dióxido de cloro (9kg em Cl ₂ /ton de pasta seca) Hidróxido de sódio (2,5kg de NaOH/ton de pasta seca)	10%	75°C	150 min	3,8

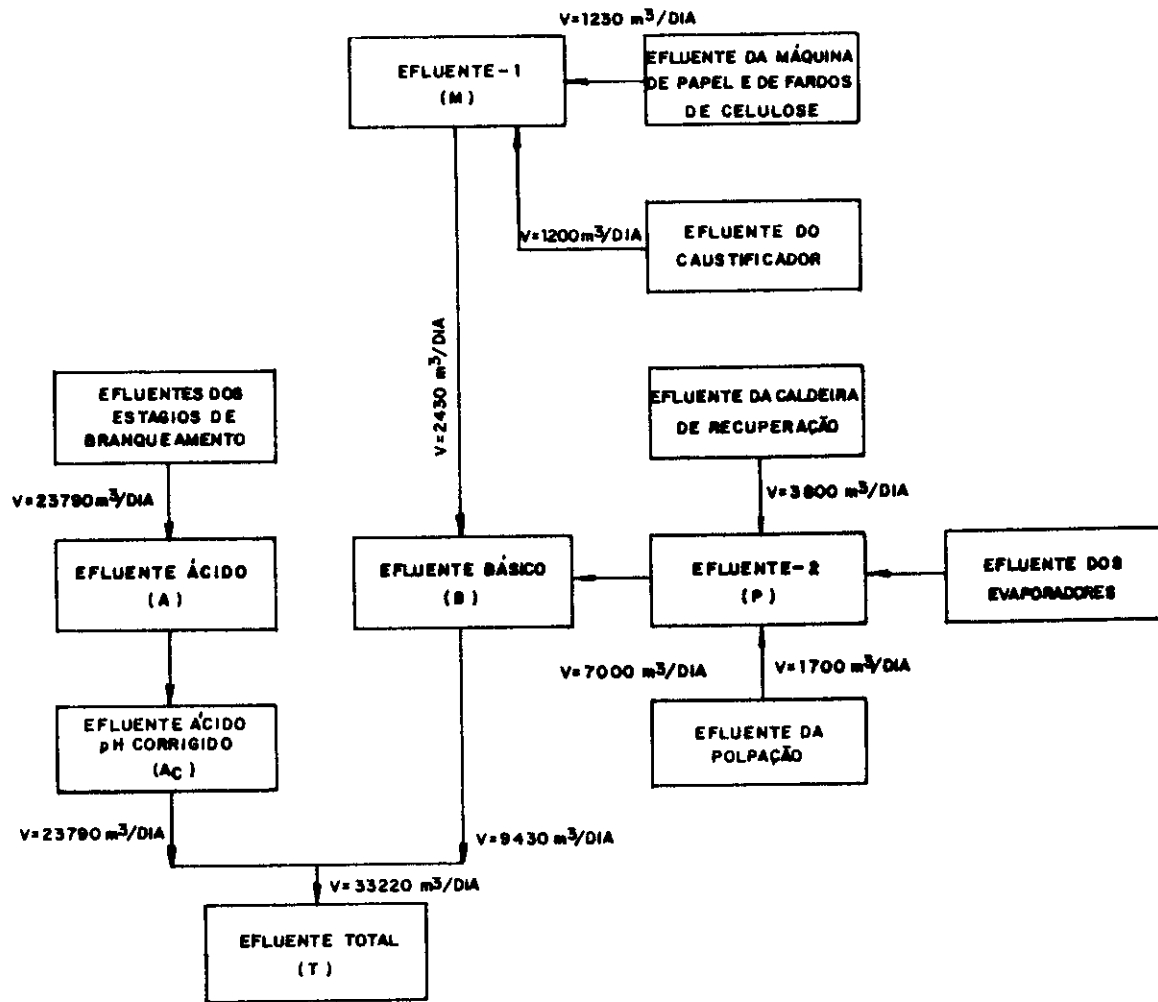


Figura 1. Formação da linha de efluentes líquidos da fábrica modelo

Tabela III. Características dos efluentes da fábrica modelo

Efluente	Vazão (m ³ /dia)	pH	Sólidos totais (g/L)	Sólidos suspensos (g/L)	D.Q.O.* (mg/L)	Cor (Unidades de cor)
Básico (B), para CE _H HD	9.430	10,80	0,9	0,12	616	194
Ácido (A), para CE _H HD	23.790	1,85	2,9	0,04	874	1.290
Ácido com pH corrigido (A ₁), para CE _H HD	23.790	6,10	5,8	2,1	2.196	1.690
Total (T), para CE _H HD	32.220	6,40	2,7	0,23	1.804	1.270
Ácido (A), para CH _I H _{II} D	23.790	2.05	2.7	0,04	1.615	920

* DQO = demanda química do oxigênio

Tabela IV. Características dos efluentes do branqueamento *

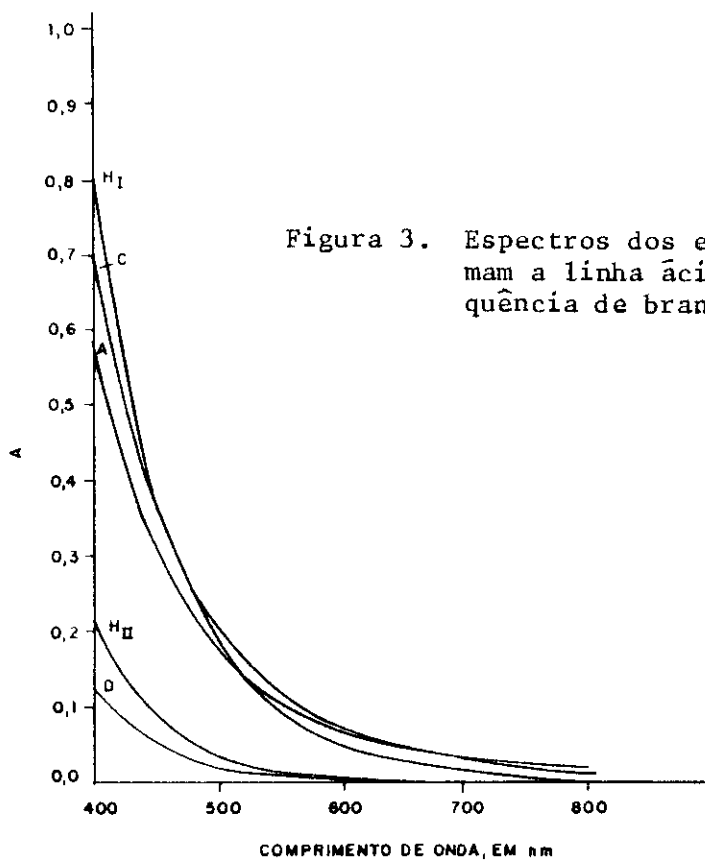
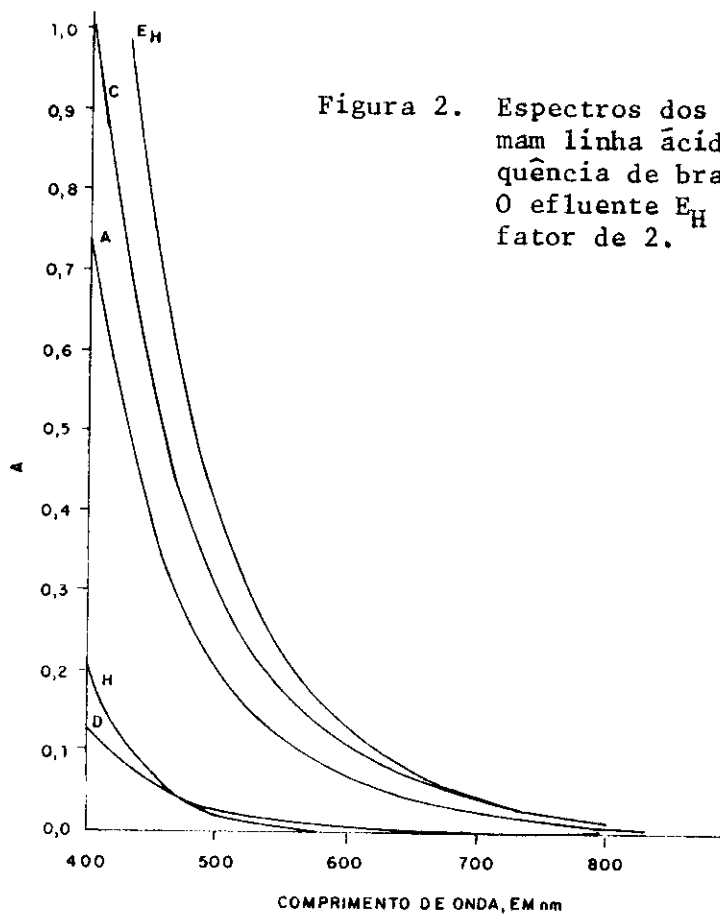
Sequência de branqueamento	Efluente	Vazão (m ³ /dia)	pH	Sólidos totais (g/L)	Sólidos suspensos (g/L)	D.Q.O. (mg/L)	Cor (Unidades de cor)
CE _H HD	C	13.700	1,60	2,1	0,08	1.341	2.510
	E _H	890	7,25	4,7	0,14	1.743	10.500
	H	3.300	6,20	8,3	0,05	1.181	380
	D	5.900	-	4,8	0,09	534	255
	A	23.790	1,80	3,7	0,08	1.131	2.416
CH _I H _{II} D	C	13.700	1,70	1,6	0,02	1.738	1.000
	H _I	890	7,05	4,8	0,08	1.907	1.670
	H _{II}	3.300	6,60	5,3	0,06	2.560	232
	D	5.900	-	4,3	0,09	1.046	145
	A	23.700	2,05	2,7	0,04	1.615	920

* Os efluentes de cada sequência foram coletados e analisados no mesmo dia.

A análise da tabela IV permite as seguintes considerações:

- para ambas as sequências de branqueamento os grandes contribuintes para a coloração são os efluentes do primeiro e segundo estágios, C-E_H e C-H_I, respectivamente. Isto se deve a remoção da lignina ser maior nestes estágios;
- a cor do efluente do estágio H_I é menor que a do estágio E_H, provavelmente devido a ação oxidante do hipoclorito residual sobre os grupos cromóforos dos compostos dissolvidos. De um modo geral a sequência CH_IH_{II}D fornece uma carga poluente menor;
- em ambas as sequências de branqueamento o estágio da cloração foi efetuado nas mesmas condições, logo, as diferenças encontradas entre eles podem ser atribuídas a eficiência não iguais na operação de lavagem do processo de polpação;
- os valores da demanda química do oxigênio não apresentam correlação com outros parâmetros, devido, provavelmente, ao método empregado para a sua determinação ser influenciado pela presença residual de agentes químicos, assim como pela presença de eventuais impurezas contidas nestes agentes.
- os sólidos totais por unidade de volume são menores nos efluentes da cloração, devido a estarem relativamente mais diluídos do que nos efluentes dos outros estágios.

O espectro, na região do visível, do efluente de cada estágio das sequências de branqueamento CE_HHD e CH_IH_{II}D é mostrado, respectivamente, nas figuras 2 e 3. Todos os efluentes apresentam o mesmo tipo de curva espectral. A lignina também possui este tipo de espectro (7).



4. Caracterização dos efluentes mais coloridos da fábrica modelo

A caracterização geral permitiu concluir que são os efluentes dos dois primeiros estágios da sequência de alvejamento, os que contribuem potencialmente para a coloração do efluente final do branqueamento e, conseqüentemente, do total da fábrica, sendo assim escolhidos para uma caracterização detalhada.

Esta caracterização consistiu:

- no fracionamento dos efluentes em filtros Millipore e análise das diversas frações, tendo como objetivo verificar se as substâncias que atribuem cor a estes efluentes possuem tamanhos preferenciais;
- na análise elementar do resíduo mineral dos efluentes, tendo como objetivo verificar a presença de metais que podem formar complexos coloridos com os fragmentos de lignina;
- em estudos espectroscópicos no ultra-violeta, a fim de verificar alguns grupos cromóforos.

4.1. Fracionamento em filtros Millipore

Os efluentes mais coloridos foram fracionados em membranas Millipore MF, de porosidades $0,80 \mu\text{m}$, $0,45 \mu\text{m}$ e $0,10 \mu\text{m}$, segundo o esquema mostrado na figura 4.

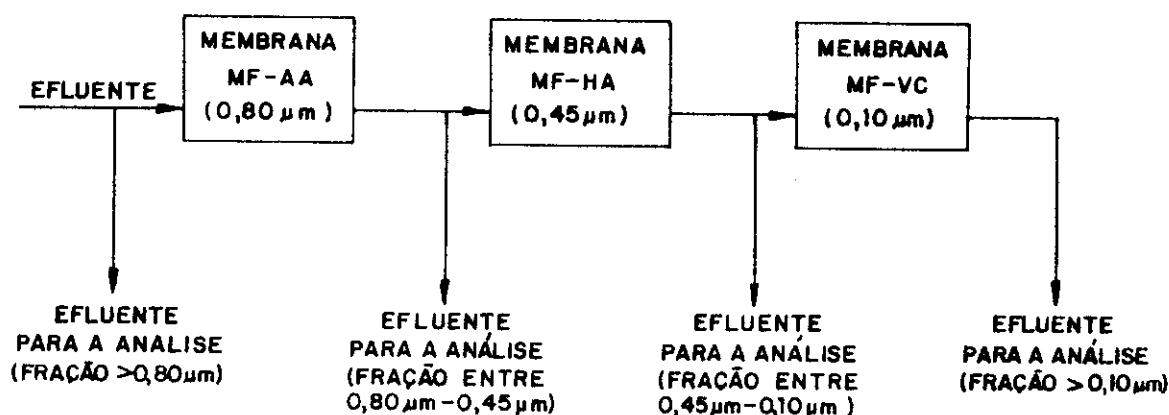


Figura 4. Fracionamento dos efluentes em membrana Millipore

A membrana de porosidade $0,8 \mu\text{m}$ foi empregada pensando-se na remoção dos materiais suspensos, pois sabe-se que para tal são recomendados os filtros de porosidade ao redor de $1 \mu\text{m}$.

A membrana de porosidade $0,1 \mu\text{m}$ foi empregada porque partículas esféricas ou cúbicas, possuindo na solução em que se encontram potencial zeta adequado e diâmetro na faixa de $0,1 \mu\text{m}$ a $0,001 \mu\text{m}$, podem ser consideradas colóides; assim, as substâncias que atribuem cor ao efluente e que não ficam retidas neste filtro podem ser colóides, desde que preencham também os outros requisitos mencionados.

A membrana de $0,45 \mu\text{m}$ foi empregada por ser um valor médio entre as de $0,8 \mu\text{m}$ e $0,10 \mu\text{m}$.

Nos efluentes originais e nas diversas frações foram efetuadas a determinação de cor e pH, constando na tabela V os valores obtidos.

Tabela V. Resultados dos ensaios realizados nas frações de efluentes obtidas por filtros Millipore (valores médios)

Estágio	Fração	pH	Cor (Unidades de cor)
C *	> 0,8 μm	1,70	1.440
	0,8 μm - 0,45 μm	1,70	1.334
	0,45 μm - 0,10 μm	1,70	1.262
	< 0,10 μm	1,70	852
E_H	> 0,8 μm	7,0	2.280
	0,8 μm - 0,45 μm	7,5	2.185
	0,45 μm - 0,10 μm	7,5	2.130
	< 0,10 μm	7,5	1.970
H_I	> 0,8 μm	7,1	1.228
	0,8 μm - 0,45 μm	7,8	1.203
	0,45 μm - 0,10 μm	7,8	1.203
	< 0,10 μm	7,8	1.169

* Os valores apresentados para este estágio consistem na média dos resultados encontrados para a sequência CE_{HHD} e CH_IH_{IID} , uma vez que as condições empregadas no estágio de cloração são iguais para ambas as sequências.

O exame da tabela V permite concluir que:

- o efluente do estágio da cloração apresenta uma redução de cor ao redor de 40% pela passagem através da membrana de porosidade 0,10 μm . Já, a redução da cor pela passagem nas outras membranas não é significativa;
- os efluentes dos estágios E_H e H_I não têm sua cor reduzida significativamente pela passagem nas membranas filtrantes empregadas, o que permite deduzir possuírem as substâncias que atribuem cor a estes, tamanhos menores do que as que atribuem cor ao efluente da cloração;
- a quantidade de material colorido retida na membrana filtrante de 0,45 μm é pequena para os três estágios;
- a grande parte das substâncias que atribuem cor aos efluentes do primeiro e segundo estágios da sequência de branqueamento, encontra-se, ou totalmente dissolvida, ou na forma de colóide, ou ainda em ambos os estados.

4.2. Análise elementar do resíduo mineral dos efluentes mais colorido

Os sólidos totais dos efluentes em estudo foram incinerados a 600°C e a análise elementar dos resíduos efetuada por espectrografia de emissão e espectroscopia de raios-X fluorescentes. Os resultados constam na tabela VI.

Os elementos inorgânicos, preponderantes nos efluentes de cada estágio, são os esperados em função dos reagentes utilizados tanto na operação em questão como nas anteriores. Por exemplo, no caso da cloração, o enxofre provém da operação de polpação.

Não se pode atribuir a cor a complexos de elementos de transição, visto estes se encontrarem em quantidade de traços. A ocorrência destes elementos deve-se provavelmente a impurezas nos reagentes utilizados e/ou desgastes de equipamentos.

Tabela VI. Análise elementar do resíduo mineral dos efluentes mais coloridos

Sequência de branqueamento	Efluente	Dia da coleta	Resíduo mineral à 600°C	Elementos		
				Preponderantes	Em pequena quantidade	Em quantidade de traços
CE _H HD	C	23.09.80	0,10%	Cl, S, Na	Ca, K	Si, Al, Mg, Ba, V, Sr, Cr, Fe, B, Ti, Mn, Cu
	C	13.10.80	0,07%	Ca, Cl, Na	S, K	Si, Al, Mg, Fe, Cu, Ti, Mn, Cr, Sr
	E _H	23.09.80	0,46%	Cl, Na	S, Ca	Sr, Fe, Si, Ti, K, Mg, Mn, V, Cu, Cr, Ba
	E _H	13.10.80	0,34%	Ca, Cl, Na	S, K	Si, Al, Fe, Cu, Mn, Sr, Cr, V, Ti
CH _I H _{II} D	C	29.10.80	0,08%	Cl, Na	S, Ca	Si, Al, K, Fe, Sr, Mg, Bi, Zr, Ni, V, Cu, Cr
	C	16.12.80	0,05%	Ca, Cl, Na, S	Al, Si, K	V, Fe, Sr, Mg, Pb, Cr, Zn, Mn, Ni, Rb, Ba
	C	19.01.81	0,14%	Ca, Cl, Na, S	Al, Si, K	Mg, Pb, Fe, Zn, V, Ti, Sr, Cr, Mn, Ni, Ba
	H _I	29.10.80	0,48%	Cl, Na	Ca	Si, Al, Mg, S, K, Ti, Mn, Cu, V, Sr
	H _I	16.12.80	0,34%	Ca, Cl	não encontrado	Fe, Mg, S, Si, K, Sr, Cu, Mn, Ni, Na, Ti
	H _I	19.01.81	0,45%	Ca, Cl	não encontrado	Mg, Si, Na, Al, Fe, Sr, S, Mn, Cu, Ti, K

4.3. Estudos espectroscópicos no ultra-violeta

Pela estrutura da lignina, por sua reação com cloro, soda e hipoclorito (7,8) e pelo comportamento dos cromóforos, presentes nos efluentes, em relação ao pH (vide figuras 5 e 6), pode-se crer que pelo menos parte, ou até mesmo a maioria destes cromóforos, seja ionizável.

Por outro lado, quando tiramos um espectro no U.V., a absorção verificada em cada comprimento de onda é a soma da absorção dos cromóforos não ionizáveis e dos cromóforos ionizáveis, sendo que a região onde ocorre a absorção de um cromóforo ionizável depende do pH do meio.

Simple espectros de absorção do efluente em vários pH não é suficiente para detectar os cromóforos presentes, uma vez que as absorções ocorrem em regiões próximas. Esta dificuldade pode ser ultrapassada subtraindo-se a curva de absorção, obtida no ultra-violeta, para o efluente acidificado (ou neutralizado) da para o efluente alcalinizado e plotando o resultado (ΔA , onde A = absorvância) contra o comprimento de onda.

A curva ΔA tem a vantagem, sobre as curvas comuns de absorção, de ser dependente apenas dos cromóforos ionizáveis, permitindo o estudo destes mesmo em presença de cromóforos não ionizáveis (9, 10).

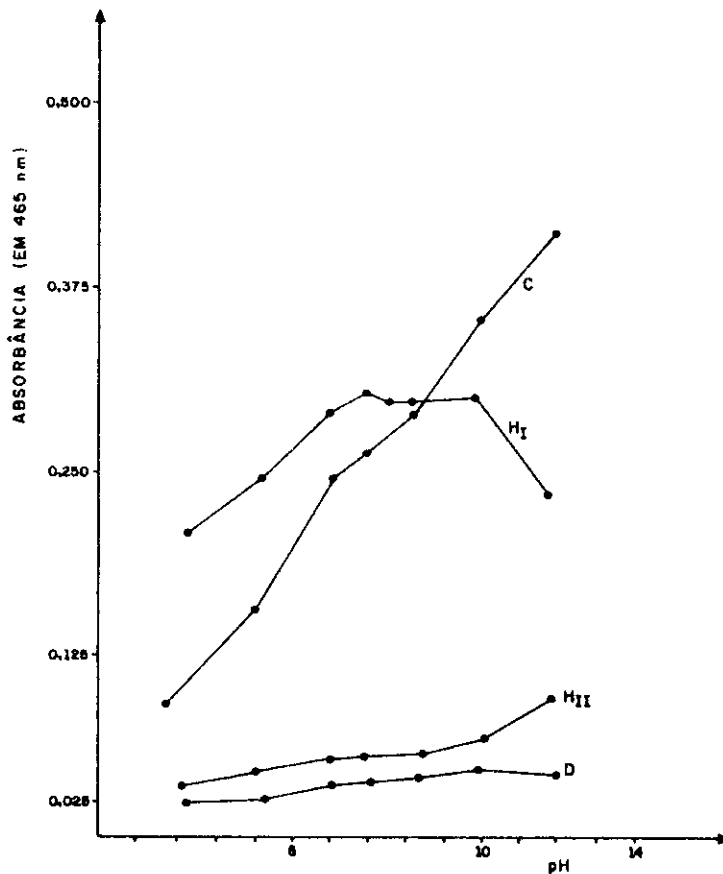


Figura 5. Variação da absorvância em 465 nm com o pH, para os efluentes da sequência de branqueamento $CH_1H_{11}D$.

Procedimento: o acerto do pH foi feito com soluções de hidróxido de sódio e ácido clorídrico (não se usam do mais que 1 mL para 100 mL de efluente) e as leituras foram efetuadas nos filtrados obtidos pela passagem do efluente em membranas Millipore MF-AA, de porosidade $0,8 \mu m$, usando como branco água destilada.

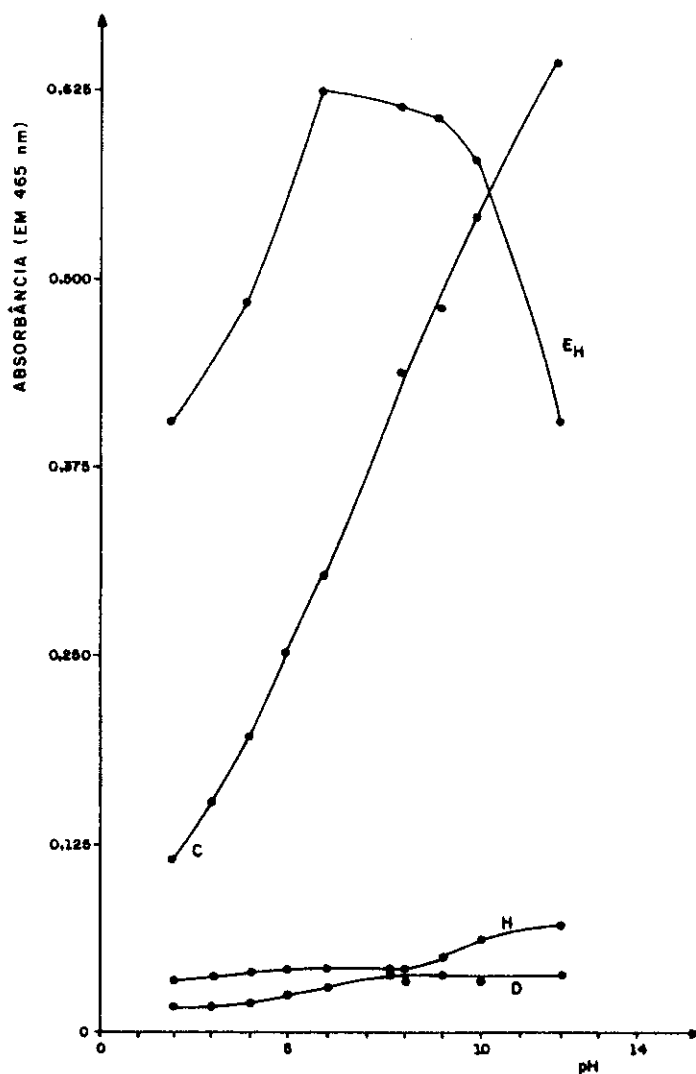
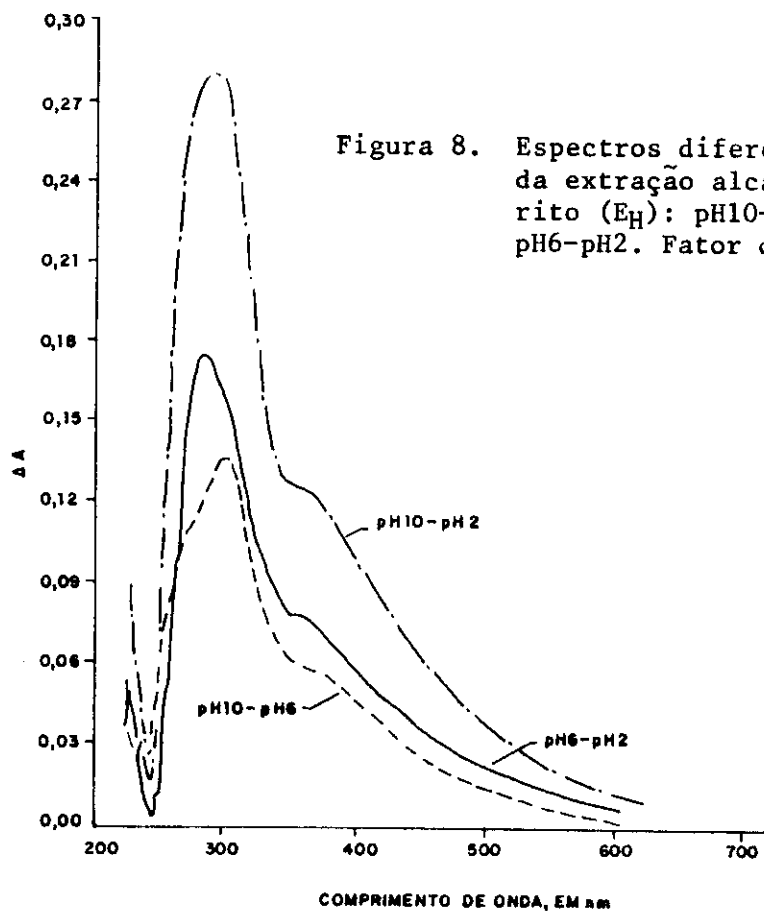
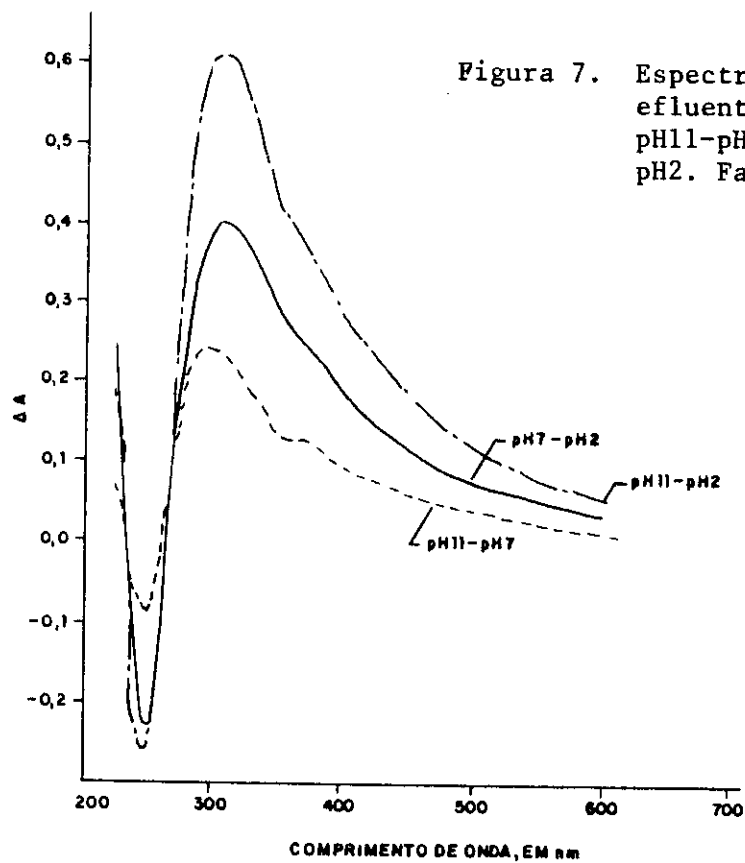


Figura 6. Variação da absorvância em 465 nm com o pH, para os efluentes da sequência de branqueamento CE_HHD.

Procedimento: o acerto do pH foi feito com soluções de hidróxido de sódio e ácido clorídrico (não se usou mais que 1 mL para 100 mL de efluente) e as leituras foram efetuadas nos filtrados obtidos pela passagem do efluente em membranas Millipore MF-AA de porosidade 0,8 μ m, usando como branco água destilada. O efluente E_H foi diluído de um fator de 2.

As figuras 7, 8 e 9 mostram os espectros diferenciais de absorção obtidos para os efluentes mais coloridos da fábrica modelo. Para os três efluentes (C, E_H, H_I) as bandas de absorção evidenciam estruturas fenólicas (absorção ao redor de 300 nm), estruturas bifenílicas ou duplas ligações conjugadas e estruturas fenólicas conjugadas com carbonilas, resumindo, estruturas do tipo mostrado na figura 10 (11,12). Deve ser lembrado que estas estruturas podem mascarar, no espectro, a presença de outras estruturas, sendo assim conveniente supor que não apenas uma mas uma série de sistemas cromóforos estejam presentes em cada efluente.



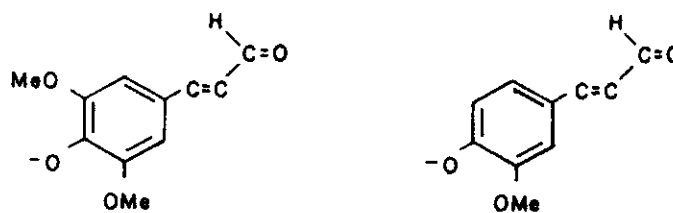
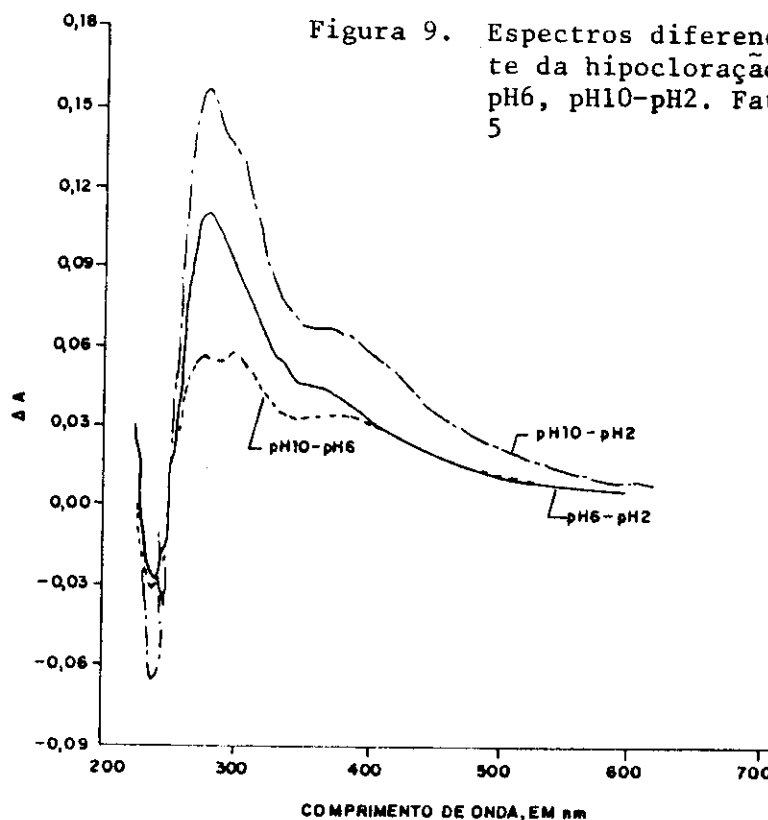


Figura 10

Para o conhecimento dos vários cromóforos presentes no efluente poderia ser empregada esta técnica, porém seria necessário, além de um fracionamento do efluente, trabalhar com compostos modelos relativos a estruturas presentes na lignina de folhosas. Quando somente um tipo de cromóforo ionizável está presente no material sob investigação, as posições e intensidades relativas do máximo, mínimo e outros aspectos da curva ΔA são indicativos da natureza destes cromóforos, sendo a magnitude dos valores proporcional a sua abundância; deste modo, curvas ΔA de compostos conhecidos podem ser empregadas para interpretar curvas ΔA de produtos desconhecidos.

5. Conclusões

O estudo em questão permitiu considerações e conclusões válidas não somente para a fábrica tomada como modelo, mas também, em sua maioria, para outras fábricas que, como esta, fabricam pasta celulósica sulfato branqueada de eucalipto pelo processo convencional.

Na fábrica modelo é o efluente do setor de branqueamento o que mais contribuiu, tanto volumetricamente como em carga poluente, para a formação do efluente total.

Nas duas seqüências de branqueamento, empregadas pela fábrica modelo (CE_{HHD} e CH_{IHID}), é o efluente do segundo estágio que possuiu maior carga poluente por unidade de volume. Porém, por ser o volume que eflue do primeiro estágio consideravelmente maior, possui este, mesmo com contribuição específica menor, uma carga poluente total superior.

Nas seqüências de branqueamento empregadas pela fábrica modelo, são os efluentes dos estágios iniciais (C e E_H para a seqüência CE_{HHD} e C e H_I para a CH_{IHID}) os que mais contribuem para a coloração do efluente total. Ainda, a seqüência de branqueamento que emprega agentes alvejantes oxidantes nos dois primeiros estágios fornece efluentes menos coloridos.

A coloração nos efluentes é conferida predominantemente por substâncias de origem orgânica, provenientes quase que totalmente da lignina presente na madeira. Este fato é reforçado pelo baixo teor de metais nos efluentes, descartando, deste modo, a contribuição de complexos metálicos coloridos na formação da cor.

Para a elucidação da natureza das substâncias e grupos cromóforos ionizáveis, presentes nos efluentes coloridos, o uso de curvas diferenciais de absorção, na região do ultra-violeta, revelou ser uma técnica bastante promissora.

6. Detalhes sobre a parte experimental

6.1. *Amostragem*

Os resultados apresentados neste trabalho são médias de valores encontrados para "amostras simples", coletadas aleatoriamente no tempo e em dias de funcionamento normal da fábrica.

"Amostra simples" é aquela recolhida em um tempo e local particular, representando a composição da fonte de origem neste tempo e local.

6.2. *Métodos de ensaio*

Os efluentes foram coletados em frascos plásticos e preservados do modo e analisados no tempo, exceto o pH, indicados para cada ensaio, pelo "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA, AWWA, WPCF - 14a. edição". O valor de pH foi medido dentro de 12 horas da coleta da amostra.

Os ensaios de pH, sólidos totais, sólidos suspensos e demanda química do oxigênio foram realizados segundo o "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 14a. edição". Na determinação de sólidos suspensos foi empregado o filtro Whatman GF/C, de 47 mm de diâmetro.

Na determinação da cor do efluente foi empregado o método recomendado pelo "National Council for Air and Stream Improvement", em seu boletim técnico nº 253.

Os espectros na região do visível foram tirados em espectrofotômetro de feixe duplo, modelo "Coleman-575/Perkin Elmer", utilizando no registro uma velocidade de 60 nm/min e uma abertura de fenda de 1 nm. Os efluentes ensaiados tiveram seu pH acertados para 7,6 e em seguida foram filtrados em membrana Millipore MF-AA (porosidade média $0,8\mu\text{m}$). Empregou-se como branco água destilada.

Os espectros na região do ultra-violeta foram tirados no mesmo espectrofotômetro e nas condições do aparelho mencionadas acima. Os efluentes ensaiados foram primeiramente filtrados em membrana Millipore MF-AA e

depois tiveram seu pH acertado para o valor desejado.

7. Referências Bibliográficas

1. Environmental Protection Service of Canada.
Review of Colour Removal Technology in the Pulp and Paper Industry.
EPS 3-W.P. - 75-5 Abril 1976
2. United States Environmental Protection Agency.
Development Document for Advanced Notice. EPA 440/1 - 75 1047.Group
I, Phase II, 1975
3. Spruill, E.K. Colour Removal from Paper Mill Waste. Proc. Ind. Waste
Conf. 25 : 761-5, Maio 1970
4. Howard, T. et alii. Effluent Colour and Algal Impact. Pulp and Paper
Canada, vol. 80, nº 8 (100-104). Setembro, 1979
5. Nebel, C. et alii. Ozone Decolorization of Pulp and Paper Mill
Secondary Effluents. Proc. Ind. Waste Conf. Purdue Univ. 28:948-965.
Maio 1-3
6. Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose, Relatório
Estatístico, 1980
7. Sarkanen, K.V. et alii. Lignins - Occurrence, Formation Structure and
Reactions. New York, Wiley-Interscience, 1971
8. Rydholm, S.Q. Pulping Process. New York, Interscience, 1965
9. Aulin. Erdtman. Studies on ultra-violet absorption changes caused by
modifications of chromophores, with special reference to lignin
chemistry. Svensk Kemisk Tidsbrift 70, nº 4 : 145-56, 1958
10. Aulin. Erdtman. Hegbon. Spectrographine contributions to lignin
chemistry VII. The ultra-violet absorption and ionization curves
of some phenols. Svensk Papperstidn. 60, 671 (1967)
11. Scott, A. I. Interpretation of the Ultra-Violet Spectra of Natural
Products. Pergamon Press, 1964
12. Marton, S. On the Structure of Kraft Lignin. Tappi, vol. 47, nº 11
(713-719). Novembro 1964.

NOTA:

*Este trabalho é um extrato da dissertação de mestrado, de mes-
mo título, apresentada em junho de 1982 no Instituto de Química da Uni-
versidade de São Paulo.*