

**Controle do mau odor nas fábricas de celulose kraft**

MFN -1041

N CHAMADA:

TITULO: Controle do mau odor nas fábricas de celulose kraft

AUTOR(ES): HARPER, S.KEMPE, C.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Convenção Anual da ABCP, 7

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 18-22.11.1974

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1974, ABTCP

PAG/VOLUME: p.17-22,

FONTE: Convenção Anual da ABCP, 7, 1974, São Paulo, p.17-22

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:



# controle do mau odor nas fábricas de celulose kraft

STUART HARPER e CARL KEMPE  
MoDo Brasil Com. e Ind. Ltda.

## 1. INTRODUÇÃO

Compostos de enxofre reduzidos em vários efluentes gasosos são as principais fontes de mau odor das fábricas de celulose alvejada. Devido ao baixo início do odor destes componentes, é necessário alcançar uma alta redução na quantidade de compostos de enxofre que são emanados de maneira a obter uma apreciável redução no odor.

A instalação de um sistema de oxidação do licor preto concentrado e um sistema de queima dos gases não-condensáveis dos cozinhadores e dos evaporadores, reduzirão a emissão de maus odores em aproximadamente 90% e resultam em uma significativa melhora no mau odor da fábrica. Este estudo discute estes sistemas em detalhes. As técnicas que podem ser usadas para tratar as emissões dos outros 10% de mau odor dos compostos de enxofre são discutidas rapidamente.

## 2. FONTES DE ODOR

Os compostos de enxofre reduzidos que mais pesam no mau cheiro característico das fábricas

de celulose alvejada são ácido sulfídrico, metil mercáptan, sulfeto de metila e bissulfeto de metila. O início do odor dos três primeiros compostos é 5 ppb ou menos. Os compostos orgânicos de enxofre são formados nos cozinhadores através de reações químicas entre o enxofre no licor e certos constituintes da madeira. O ácido sulfídrico existe em equilíbrio com enxofre nas várias correntes de licor na fábrica.

A tabela 1 relaciona, em ordem decrescente de volume de emissão, diversas fontes de mau cheiro e as quantidades de compostos de enxofre reduzido que são descarregadas. A tabela também apresenta a redução de emissão de compostos de enxofre passível de ser obtida mediante a instalação de um sistema apropriado de tratamento.

As principais fontes do mau cheiro são o evaporador de contato direto, a seção de cozinhamento e os evaporadores de múltiplo efeito. O mau cheiro desprendido pelo evaporador de contato direto pode ser reduzido substancialmente mediante a oxidação do licor preto antes da evaporação. O mau cheiro que

vem do cozinhador e dos evaporadores de múltiplo efeito pode ser praticamente eliminado mediante uma lavagem preliminar (pre scrubbing) e a oxidação dos gases de enxofre reduzido para dióxido de enxofre.

Nas novas caldeiras de recuperação que não utilizam evaporadores de contato direto as emissões dos compostos de enxofre reduzidos das caldeiras podem ser extremamente baixos (cerca de 10% da emissão combinada da oxidação do licor preto e evaporador de contato direto). Entretanto, para uma fábrica já existente, a substituição das caldeiras de recuperação pode ser uma solução economicamente impraticável. Também existem algumas vantagens de um evaporador de contato direto utilizando licor oxidado, tais como uma mais baixa emissão de enxofre reduzido durante as condições de caldeira desregulada, mais baixas (50% — 80%) emissões de dióxido de enxofre, e mais baixa (15% — 25%) carga de pó para os precipitadores. Mais além, grande parte da emissão é do próprio sistema de oxidação e consiste principalmente de bissulfeto

de bimetila que tem menos odor do que os compostos do enxofre.

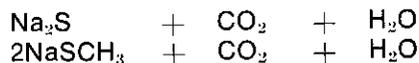
Quando planejando a instalação de sistemas de controle do mau odor é necessário considerar-se cuidadosamente o efeito geral do mau odor da fábrica e não apenas a redução na emissão dos compostos de enxofre ser alcançada. Por exemplo, apesar de instalar um sistema de oxidação do licor preto pode reduzir a emissão de compostos de enxofre mau cheirosos em 70% (e ácido sulfídrico em mais de 90%), pode existir pouco ou nenhum efeito na redução do mau odor na vizinhança da fábrica. Isto é explicado por duas razões: Primeiro, as emissões do evaporador de contato direto normalmente são eliminadas através de uma alta chaminé e como tal não é o principal motivo para o mau odor próximo à fábrica, segundo, o nível de sulfeto da fábrica normalmente irá aumentar cerca de 15% com a instalação de um sistema de oxidação do licor preto se nenhum ajuste for feito às adições químicas no sistema de recuperação. Com um alto nível de sulfeto, a quantidade de bissulfeto de metila e metil mercáptan (considerados por muitos como os compostos de enxofre mais mau-cheirosos) que são produzidos no cozinhador irão aumentar. Desde que as emissões do cozinhador são normalmente eliminadas relativamente perto do solo, o efeito pode ser um aumento no nível do mau odor na área ao redor do local da fábrica.

### 3. OXIDAÇÃO DO LICOR PRETO CONCENTRADO

A emissão de ácido sulfídrico e metil mercáptan do evaporador de contato direto vem a ser, normalmente, a principal fonte individual de mau cheiro em uma fábrica de celulose Kraft. A oxidação eficiente do licor preto concentrado antes da evaporação de contato direto, não apenas elimina a possibilidade do desprendimento desses compostos de enxofre mau cheiro-

so do licor preto, mas também resulta que eles sejam absorvidos pelo licor durante as condições de caldeira desregulada.

Durante a evaporação de contato direto o pH do licor preto decresce, devido à absorção de dióxido de carbono e dióxido de enxofre dos gases combustíveis. Isto leva à formação e desprendimento de ácido sulfídrico e metil mercáptan de acordo com as seguintes reações:



Como resultado da oxidação, o sulfeto de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) e mercáptide de sódio ( $\text{NaSCH}_3$ ) reagem com o oxigênio do ar for-

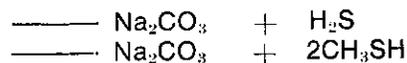


O licor preto pode ser oxidado à montante dos evaporadores de múltiplo efeito (oxidação do licor preto fraco), ou logo antes do evaporador de contato direto (oxidação do licor preto concentrado). Existe grande preferência na indústria pela oxidação do licor preto concentrado, ao invés do fraco. Uma das principais razões é que existe um aumento na concentração de sulfeto ion após a oxidação do licor fraco, o que resulta numa oxidação de licor incompleta no evaporador de contato direto. Este aumento de sulfeto ion é causado pela reversão do enxofre elementar e polisulfetos formados durante a oxidação do licor fraco e pela formação de sulfetos dos mercáptans durante a evaporação de múltiplos efeitos. Existe baixíssimo aumento de sulfite ion após a oxidação do licor preto concentrado.

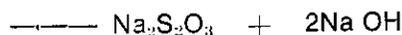
Também, através da oxidação do licor preto concentrado em um reator "back mixed" com sistema de aspersão pelo ar, evitam-se os problemas de formação de espuma, ligação e corrosão que acontecem nos sistemas de oxidação do licor fraco do tipo de coluna com pratos de borbulhamento ou coluna com materiais de enchimento.

De maneira a eliminar totalmente a liberação de ácido sul-

fidrico, do evaporador de contato direto, a concentração de  $\text{Na}_2\text{S}$  no licor preto deve ser reduzida até menos que 0,2 gpl. Análises dos índices de reação da oxidação do  $\text{Na}_2\text{S}$  no licor preto, revelam que em concentrações maiores do que 1 gpl, o índice é de ordem zero com relação à concentração de sulfeto ion e depende apenas do índice de absorção de oxigênio no licor. Portanto, é importante, no



março compostos estáveis que não reagem com  $\text{CO}_2$ , por exemplo:



projeto do sistema de oxidação, apresentar um alto grau de contato entre o ar e o licor preto. Em concentrações menores do que 1 gpl, o índice de reação existe primeiramente com relação à concentração de sulfeto ion. Portanto, é necessário um reator que forneça suficiente tempo de armazenamento para permitir a conclusão da reação de oxidação. No sistema da MoDo Chemetics, um reator (back mixed) com aspersão pelo ar é empregado para alcançar tais requisitos.

No Brasil, um importante fator a considerar no projeto do sistema de oxidação do licor preto, é que o mesmo, proveniente dos eucaliptos, geralmente apresentam um aumento de viscosidade quando oxidados. Este fenômeno pode ser evitado mantendo-se as concentrações sólidas do líquido abaixo do seu valor crítico específico. O excesso do fluxo de ar no oxidador deve, portanto, ser minimizado de modo a minimizar a quantidade de evaporação no oxidador. Esta é outra razão pela qual é importante projetar um sistema eficiente de contato ar-licor.

Um sistema de oxidação do licor preto concentrado com um único estágio projetado para conter licor espumoso e sabão de recuperação é ilustrado na Figura 1.

O licor preto é bombeado do

FIGURA 1

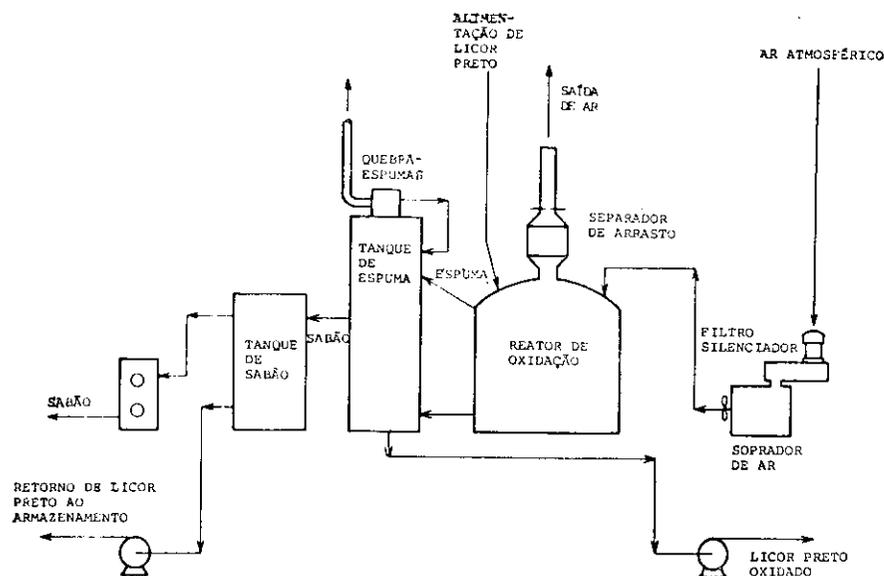


Figura 1 - SISTEMA DE OXIDAÇÃO DO LICOR PRETO CONCENTRADO

tanque de armazenamento do licor preto concentrado para o tanque de oxidação onde é borrifado para cima do tanque através de bocais.

O licor no tanque tem contato com as bolhas de ar injetadas através de um sistema submerso de pulverização. O tanque opera com um reator (back mixed) oferecendo grande tempo de retenção para a completa oxidação do sulfeto de sódio. O licor oxidado flue pela força da gravidade através de uma linha de nivelamento até o fundo de um tanque de espuma, o qual é usado como uma zona estacionária. Isto permite que o ar se separe do licor antes do bombeamento do tanque de espuma para o cozinheiro de recuperação.

A espuma criada durante a oxidação é forçada para dentro do tanque de espuma através de uma linha de espuma, por meio de uma pressão criada por um pequeno orifício no cano de ventilação do oxidador. A espuma entra no tanque tangencialmente e transforma-se em licor preto e sabão pelo seu próprio peso. Uma camada de sabão se separa como camada superficial no tanque de espuma. Este sabão é raspado para uma tu-

bulação do campo do sabão e bombeado para o armazenamento de sabão.

Gotas de licor localizadas na descarga de ar do oxidador são removidas por um separador ciclônico localizado na ventilação.

O nível do licor no oxidador é controlado por uma alavanca de controle de nível, sendo tal válvula localizada no tubo de alimentação de licor para o oxidador.

#### 4. QUEIMA DOS GASES NÃO CONDENSÁVEIS DOS COZINHADORES

As desagradáveis emissões provenientes dos cozinheiros, consistem principalmente de sulfeto de etano, bissulfeto de etano, metil mercáptan, terpenos, outros compostos orgânicos, e pequenas quantidades de ácido sulfídrico. Uma vez que os sulfetos orgânicos, ao contrário do ácido sulfídrico, não são facilmente solúveis nas soluções cáusticas, as técnicas do tipo de lavagem com licor branco reciclado, licor preto oxidado, ou solução de soda cáustica não chegam a combater eficazmente o mau cheiro. No entanto, a conversão dos gases de enxofre reduzido para dióxido de en-

xofre, pela chama direta ou pela oxidação térmica, é reconhecida como processo eficaz de tratamento.

Para se reduzir o volume dos gases à quantidades possíveis de serem manipuladas sem muita dificuldade, será preciso conseguir-se a condensação completa do vapor de alívio e descarga. As fábricas mais antigas, principalmente as que utilizavam cozinheiros descontínuos, necessitam quase sempre modificar o sistema de condensação do vapor de descarga.

Um fator de grande importância na coleta e no transporte dos gases maueirosos, é o fato de que os mesmos são potencialmente explosivos numa gama de concentrações que vão de 2 a 50 por cento em ar. Por medida de segurança, deve ser feito todo o possível no sentido de coletar os gases em concentrações abaixo do nível de 2 por cento, ou excluindo-se o ar de modo que os gases estejam além do limite explosivo.

Existem grandes desvantagens óbvias na coleta e transporte dos gases em uma forma diluída: grandes ventiladores e tubulações são necessárias, e a excessiva quantidade de ar sobrecarrega inutilmente o sistema de incineração. O problema torna-se mais complicado quando manipulando gases provenientes dos cozinheiros descontínuos devido à brusca elevação do fluxo de descarga que varia instantaneamente de valores abaixo de zero até valores expressivos. Para diluir os gases dos cozinheiros descontínuos com segurança, normalmente é requerido um índice de fluxo de ar maior que 20000 Nm<sup>3</sup>/h.

No sistema da MoDo Chemicals os gases do cozinheiro e do evaporador, são coletados e transportados de uma forma concentrada, ou seja livre de ar. Isto é obtido isolando-se tais fontes de ar com respiradores de segurança. Quando forem utilizadas bombas de vácuo no evaporador, deve-se tomar cuidado para selar o poço (tubo) para

evitar o vazamento de ar. Os gases dos cozinhadores descon-  
línuos são coletados em um re-  
cipiente para gás de volume va-  
riável e pressão constante. Este  
receptivo possui um diafrag-  
ma resistente e com pressão à  
ar construído com uma folha de  
Mylar entre duas folhas de Da-  
cron, com líquido de neopreno  
aplicado às folhas. O recepti-  
ente para gás iguala o apareci-  
mento de não condensáveis e  
oferece uma mistura gasosa  
com um fluxo uniforme (aproxi-  
madamente  $3\text{Nm}^3/\text{tonelada}$  de  
celulose) e composição para o  
incinerador.

Uma torre de lavagem a úmi-  
do é colocada entre o sistema  
de coleta e incineração de ma-  
neira a remover gases de tere-  
bentina que é bastante explosi-  
va. Se é preciso reduzir a carga  
de enxofre no incinerador, uma  
corrente cáustica reciclada po-  
de ser usada como licor de la-  
vagem.

Ejetores de vapor, ao invés de  
ventiladores, são usados para  
transportar os gases de maneira  
a reduzir o risco de incêndio ou  
explosão. Outros acessórios de  
segurança empregados são aba-  
fadores de chamas, discos de  
fácil ruptura, válvulas de água  
(water traps), válvulas de saída  
automáticas, um sistema de blo-  
queio de segurança e dimensões  
de tubos que assegurem uma  
velocidade maior que a veloci-  
dade de propagação das cha-  
mas.

Tanto o forno de cal como um  
incinerador separado é usado  
para eliminar os gases. O forno  
a cal é um bom incinerador pois  
satisfaz os requisitos com rela-  
ção à temperatura e tempo esta-  
cionário para oxidação térmica  
dos gases de enxofre. Mais  
além, o valor de aquecimento  
dos gases desprendidos é recu-  
perado e nenhuma consideração  
especial é necessária para re-  
moção do  $\text{SO}_2$  surgido desde  
que o mesmo é absorvido pelo  
 $\text{CaO}$  e reciclado ao sistema de  
recuperação.

O uso do forno a cal não é  
viável, devido à razões como:

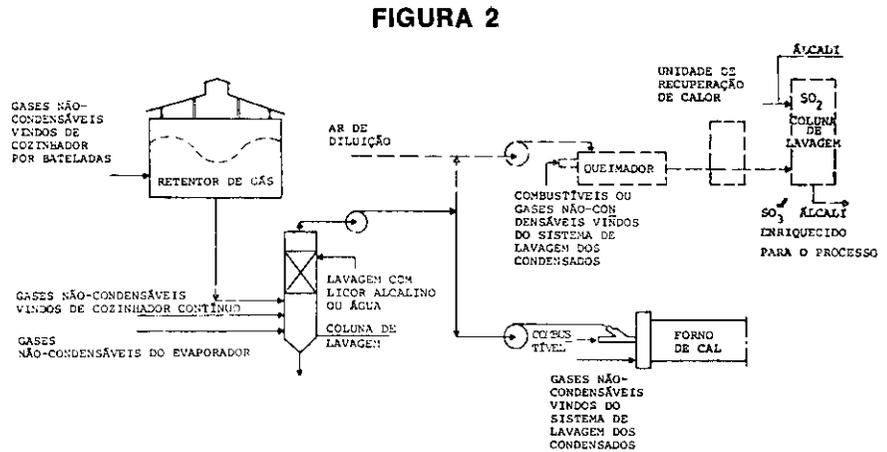


Figura 2 - SISTEMA DE INCINERAMENTO DOS GASES  
NÃO-CONDENSÁVEIS DE NAVIO

uma porcentagem muito alta de  
horas paradas, ou sobrecarga,  
ou uma distância muito grande  
para bombear os gases, uso de  
um incinerador separado se faz  
necessário. A MoDo Chemetics  
juntamente com a Volvo Flygmo-  
tor AB desenvolveram um inci-  
nerador para queima desses ga-  
ses de escape. As característi-  
cas do incinerador são, baixo  
uso de combustível ( $\sim 20\text{kg/h}$ ),  
baixo peso ( $\sim 500\text{kg}$ ), pequeno  
tamanho ( $\sim \phi 600\text{mm} \times 3000\text{mm}$ ),  
alta eficiência (99%), e baixos  
custos de manutenção (nenhum  
tijolo refratário para substituir).  
A recuperação do calor e  $\text{SO}_2$   
podem ser incorporadas ao sis-  
tema se desejado.

Para assegurar a queima em  
segurança, os gases devem ser  
mantidos não explosivos. Quan-  
do o forno a cal é usado, isto é  
obtido através da diluição dos  
gases com ar a 25 por cento do  
seu limite máximo explosivo no  
condutor do ventilador de ar  
principal. Dependendo das cir-  
cunstâncias, deve ser necessá-  
rio reduzir a carga de enxofre na  
prelavagem de modo a conse-  
guir este fator de diluição. Se  
for empregado o incinerador es-  
pecial, os gases são introduzi-  
dos em forma concentrada di-  
retamente na chama.

## 5. LAVAGEM E INCINERAÇÃO DOS GASES NÃO CON- DENSÁVEIS DOS EVAPO- RADORES

É muito vantajosa a lavagem  
dos produtos não condensáveis  
provenientes dos evaporadores

de múltiplos efeito, com licor  
cáustico reciclado, como por  
exemplo, o licor branco ou o  
efluente de baixa concentra-  
ção da seção de lavagem, uma vez  
que os gases maucherosos des-  
prendidos dessa área consistem  
principalmente de metil mercáptan  
e ácido sulfídrico, gases es-  
ses solúveis em meio alcalino.  
O sistema de lavagem Venemark  
(Figura 3) é amplamente utiliza-  
do para tratamento dos gases  
emitidos pelos evaporadores de  
múltiplo efeito.

Mediante a lavagem dos ga-  
ses com licor cáustico recicla-  
do, o ácido sulfídrico recupera-  
do diretamente sob a forma de  
sulfeto de sódio ativo, aumen-  
tando portanto a sulfidez do li-  
cor branco. Dependendo das  
circunstâncias, o sistema de la-  
vagem poderá pagar a si próprio  
dentro de dois anos, dado o va-  
lor do enxofre recuperado sob  
essa forma. Além disso, uma  
importante vantagem do Siste-  
ma Venemark é a melhoria subs-  
tancial do condensado prove-  
niente do pós-condensador e do  
tanque herméticamente fechado  
por bomba a vácuo. A concen-  
tração de gases maucherosos  
no condensado é proporcional à  
sua pressão parcial na fase ga-  
sosa. Assim, pela lavagem dos  
gases imediatamente após a sua  
saída são removidos ainda na  
fase gasosa, o que elimina a  
possibilidade de que venham a  
ser dissolvidos no condensado.  
A melhoria da qualidade do con-  
densado pode fazer com que ele  
venha a servir para nova utiliza-  
ção na fábrica.

São também removidos do licor preto, nos primeiros efeitos da evaporação, o sulfeto de etano, o bissulfeto de etano, e metil mercáptan, além do ácido sulfídrico e do metil mercáptan. Os odores provenientes desses gases mau-cheirosos não eliminados pela lavagem com solução cáustica, podem ser removidos, ligando-se por meio de tubos, a saída do tanque herméticamente fechado por bomba a vácuo, ao sistema de queima de substâncias não condensáveis.

## 6. CONTROLE DE EMISSÃO DE ODORES DIVERSOS

Com a instalação de um sistema de oxidação do licor preto concentrado e sistema de incineração dos gases não condensáveis do cozinhador e do evaporador, algumas das emissões que foram previamente consideradas menos importantes, agora adquirem o lugar de maiores fontes de mau cheiro. Estas fontes incluem o forno a cal, a instalação de "tall oil", a saída das coifas dos depuradores de nós, a saída das coifas dos lavadores, e os tanques dos filtros dos lavadores. Em geral, as emissões dessas fontes são caracterizadas por um alto fluxo e baixa concentração de enxofre reduzido, o que os torna difícil de tratar. Algumas das técnicas que são usadas para reduzir as emissões de enxofre, ou prevenir tais emissões, são a seguir discutidas:

**Forno a Cal** — As emissões maueirosas do forno a cal se constituem, principalmente, de ácido sulfídrico. A pasta de cal que entra no forno contém sulfeto de sódio e os gases despreendidos da lama pela chaminé do forno contém ácido sulfídrico de acordo com os mesmos princípios já discutidos na evaporação de contato direto. Portanto, é importante uma alta eficiência na lavagem da pasta para minimizar as perdas de ácido sulfídrico. A prática da queima de "drigs" de cal não lavados, no forno também deve ser evitada.

As emissões do forno também

FIGURA 3

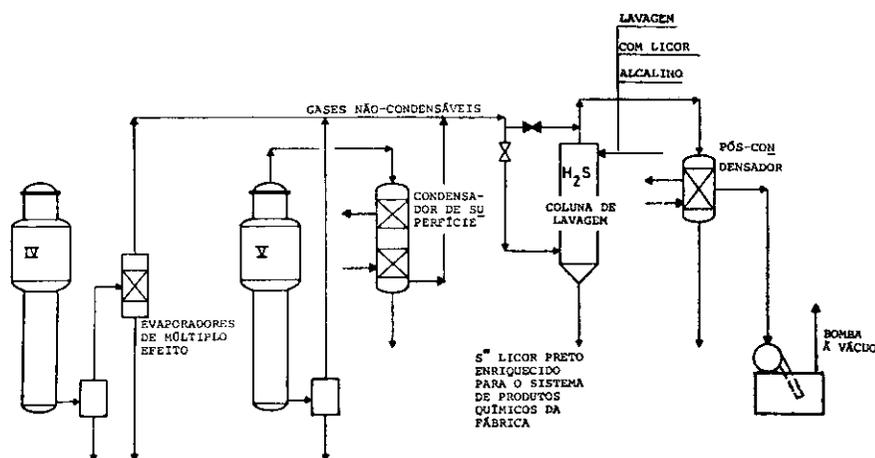


Figura 3 - SISTEMA DE LAVAGEM VENEZARK

estão bastante relacionadas à esta operação. Um forno adequadamente operado pode funcionar com baixas emissões de enxofre reduzido. A este respeito é importante assegurar que exista oxigênio em excesso suficiente nos gases da chaminé.

Se uma lavagem úmida é utilizada para os gases da chaminé, a prática do uso da lavagem fraca ou condensado mau contaminado, pois a lavagem média deve ser evitada porque aumentará as crescentes emissões de enxofre reduzido.

Se uma alta eficiência na lavagem da pasta for alcançada, e o forno estiver sendo adequadamente operado, e um líquido livre de enxofre for usado na lavagem, é possível manter as emissões de enxofre reduzido do forno em 0,02 kg de enxofre/kg A.D. de celulose ou menos.

**Instalação "Tall Oil"** — Quando o sabão de sulfato não cozido é reativado com ácido sulfídrico, o pH do sabão é reduzido, surgindo a formação de ácido sulfídrico do sulfeto de sódio no sabão. Devido à quantidade relativamente grande de ar nas tubulações de gases e o potencial de explosividade desses gases, não se torna prático incinerá-los.

Entretanto, desde que as emissões consistem principal-

mente, de ácido sulfídrico, o qual é bastante solúvel nas soluções de álcali, um sistema de lavagem empregando licor fraco reciclado ou licor branco pode reduzir a emissão de ácido sulfídrico em mais de 98%. Uma lavagem de coluna com materiais de enchimento é bastante efetiva para este objetivo.

Os gases da tubulação provenientes dos tanques de armazenamento de sabão e "tall oil" também podem ser conduzidos à lavagem.

**Saídas das coifas dos lavadores e depuradores de nós** — As saídas das coifas dos lavadores e dos depuradores de nós são fontes de emissão de grandes volumes. Hoje em dia não existem sistemas efetivos que tenham uso comum. Apesar de poderem ser queimados nas caldeiras de recuperação, a indústria parece relutante em introduzir tais correntes nas caldeiras.

Pesquisas sobre sistemas de tratamento para tais emissões em grandes volumes são necessárias. Tentativas estão sendo feitas para reduzir o volume de tais correntes, as quais, se obtiverem sucesso, permitirão a incineração de gases.

Para minimizar as emissões das lavadoras deve-se evitar o uso de condensados maucontaminados, tais como a água da lavagem.

**Tanque dos filtros dos lavadores** — As emissões dos tanques dos filtros dos lavadores são relativamente pequenas em volume e se consistem principalmente de metil mercáptan e sulfeto de etano. Devido ao pequeno volume, os gases podem ser conduzidos ao sistema de incineração do cozinhador e do evaporador para eliminação.

O ar deve ser eliminado o tanto quanto possível dos gases e as características de segurança anteriormente descritas para queima de gases devem ser empregadas.

## 7. CONCLUSÕES

O mau odor de uma fábrica de celulose kraft pode ser substancialmente reduzido com a instalação de um sistema de alta eficiência para oxidação do licor preto concentrado e de um sistema de coleta e incineração de gases das unidades de cozinha-

mento e evaporação de múltiplo efeito. A instalação desses sistemas irá reduzir a emissão dos compostos de enxofre reduzido maucheirosos em aproximadamente 90%.

Dependendo das circunstâncias da fábrica, existirá pouco ou quase não distinguível efeito no mau cheiro da fábrica, a não ser que ambos os sistemas sejam instalados. Por exemplo, a instalação apenas do sistema de oxidação do licor preto concentrado, provavelmente aumentará o mau cheiro nas vizinhanças da fábrica.

Uma redução total de cerca de 98% na emissão dos compostos de enxofre reduzido, pode ser alcançada também pelo tratamento das várias fontes de mau cheiro. As emissões do forno a cal podem ser reduzidas à índices bastante baixos através de eficiente lavagem a úmido da pasta de cal e adequada opera-

ção do forno. Lavando os gases da instalação de "tall oil" com uma corrente álcali, tal como o licor fraco, ou o licor branco, pode reduzir a emissão de ácido sulfídrico em mais de 98%. O mau cheiro do tanque dos filtros dos lavadores pode ser eliminado, destruindo-se os gases da ventilação em um sistema de incineração.

Hoje em dia não existe um sistema efetivo para tratamento e redução do mau cheiro de fontes de emissão em larga escala tais como as saídas das coifas dos lavadores e dos depuradores de nós.

A instalação de todos os sistemas de tratamento mencionados neste estudo não resultam em uma fábrica completamente inodora. Entretanto, a instalação desses sistemas tem reduzido o mau cheiro de fábricas a um nível aceitável por muitas comunidades.

TABELA I

### PERDAS TÍPICAS DE ENXOFRE REDUZIDO NAS FÁBRICAS DE CELULOSE KRAFT.

(Valores em kg de enxofre/tonelada de celulose sem ar)

FONTE	ANTES DO TRATAMENTO	DEPOIS DO TRATAMENTO	MÉTODO DE TRATAMENTO
Evaporador de contato direto	5	0,1*	Oxidação do licor concentrado
Cozinhador	1,1	0	Queima
Evaporador de múltiplo efeito	0,5	0	Queima
Forno de cal	0,3	0,02	Eficiente lavagem da lama Operação adequada
Instalação de "Tall Oil"	0,15	0,01	Lavagem cáustica
Saídas das coifas dos lavadores	0,08	0,08	
Saídas das coifas dos depuradores de nós	0,05	0,05	
Tanque dos filtros dos lavadores	0,04	0	Queima
<b>TOTAL</b>	<b>7,22</b>	<b>0,26</b>	
Cozinhador de recuperação sem evaporador de contato direto	0,01	0,01	
	<b>7,23</b>	<b>0,27</b>	

\* Inclui emissão do sistema de oxidação do licor preto.