

Novas tecnologias em controle de poluição atmosférica em fábrica de celulose tipo kraft

MFN -0309

N CHAMADA:

TITULO: Novas tecnologias em controle de poluição atmosférica em fábrica de celulose tipo kraft

AUTOR(ES): FOGLIO, D.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 08. Meio Ambiente

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual de Celulose e Papel, 24

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 25-29.11.1991

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1991, ABTCP

PAG/VOLUME: p.1011-1020,

FONTE: Congresso Anual de Celulose e Papel, 24, 1991, São Paulo, p.1011-1020

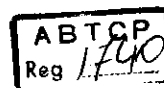
AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: controle de poluição, poluição do ar, compostos de enxofre, enxofre total reduzido, compostos de cloro, meio ambiente

RESUMO: A preocupação com os efeitos causados pelas emissões das fábricas de celulose iniciou-se na década de 70. Nesta época, os órgãos governamentais e as populações vizinhas começaram a exigir que as emissões fossem reduzidas. O principal aspecto abordado nesta época foi o mal odor, fator que se destaca pelas suas características evidentes. Com o passar do tempo, as exigências de controle foram crescendo, abrangendo o controle de emissão de material particulado, composto clorados e SO(2), como serão mostrados neste trabalho

NOVAS TECNOLOGIAS EM CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA EM FÁBRICA DE CELULOSE TIPO KRAFT

Daniel Foglio
MoDo-Chemetics Engineering Ltda



Histórico

A preocupação com os efeitos causados pelas emanções das fábricas de celulose iniciou-se na década de 70. Nesta época, os órgãos governamentais e as populações vizinhas começaram a exigir que as emissões fossem reduzidas. O principal aspecto abordado nesta época foi o mal odor, fator que se destaca pela suas características evidentes.

Com o passar do tempo, as exigências de controle foram crescendo, abrangendo o controle de emissão de material particulado, compostos clorados e SO₂.

Fontes

As principais fontes que possuem potencial de causarem ocorrências de impacto ambiental estão descritas na tabela I.

Os compostos reduzidos de enxofre (TRS) são os responsáveis pelo odor característico das fábricas de celulose tipo Kraft. Estes compostos são perceptíveis ao ser humano em concentração na ordem de ppb.

Os digestores, (batch ou contínuo) são responsáveis por grande parte das emissões de compostos reduzidos de enxofre (TRS). A quantidade de gás produzida no processo depende do tipo de madeira e condições de cozimento tais como sulfidez e temperatura.

Outras fontes estacionais, tais como o sistema de evaporação de lixívia preta e sistemas de depuração de condensados contaminados, possuem grande potencial de emissão de compostos reduzidos de enxofre (TRS).

As caldeiras de recuperação (com evaporador de contato direto ou com large economizer), forno de cal, coifas de filtros lavadores, tanques de licor e condensado contaminado, possuem potencial de emissão porém normalmente em menor escala.

"Trabalho apresentado no 24o. Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo - SP - Brasil, de 25 a 29 de novembro de 1991"

Além dos compostos reduzidos de enxofre as fábricas de celulose possuem potencial de emissão de compostos clorados tais como CL_2 e CLO_2 no branqueamento e plantas químicas, material particulado nas caldeiras de recuperação, caldeiras auxiliares e forno de cal e dióxido de enxofre nas caldeiras, forno de cal e plantas químicas.

Os principais compostos presentes nos gases provenientes de fábrica de celulose (TRS) são: sulfito de hidrogênio, metil mercaptana, dimetil sulfito, dimetil disulfito e metanol.

Estes compostos apresentam periculosidade no seu manuseio pois são potencialmente explosivos numa grande faixa de concentração (vide Tabela II). Quando na faixa de concentração explosiva, a ignição poderá ocorrer, se os gases forem aquecidos a $210^{\circ}C$, tanto espontaneamente como pela presença do chama ou faísca.

Para efetuar a coleta dos gases de forma segura, é necessário transportá-los fora da faixa de concentração explosiva do ar, isto é, mantendo-os acima do limite superior de explosividade (na forma concentrada) ou abaixo do limite de explosividade (na forma diluída).

Coleta e transporte de gases concentrados de TRS

Devido aos gases do cozimento, evaporação e stripper possuírem alta concentração de TRS, a coleta deve ser efetuada acima da faixa de explosividade (de forma concentrada), pois se optarmos em transportá-los abaixo do limite de explosividade, seria necessário grande quantidade de ar de diluição para transporte seguro, implicando na utilização de tubulações de grande diâmetro e ventiladores de grande capacidade.

A lavagem deste composto em soluções cloradas ou alcalinas não elimina completamente o odor (eficiência 50%), porém a oxidação térmica do TRS para dióxido de enxofre, através da queima, é reconhecida hoje como um processo efetivo para controle de odor.

Os gases provenientes dos digestores (contínuo ou batch) possuem grande volume de vapor de água. Com o objetivo de reduzir o volume de gás, este deve passar por um resfriador para condensar o vapor. A condensação gera um condensado que arrasta compostos de TRS, principalmente metanol, o qual deve ser tratado numa coluna de stripper.

Os gases provenientes da evaporação e sistema de stripper são secos e com baixa temperatura.

Estes gases (cozimento, evaporação e stripper) após serem resfriados, são transportados por ejetores a vapor e enviados a vasos de selo ou lavadores de licor branco para a remoção do condensado de vapor. Após a remoção do condensado de vapor estes são enviados à oxidação térmica.

Produção de Metanol

Os gases gerados na estripagem de condensado contaminado possuem aproximadamente 30% de metanol. Com o objetivo de aproveitar o metanol presente e diminuir o volume de gases a serem transportados e oxidados, estes são desviados para a coluna de retificação de metanol. Os gases de exaustão da coluna passam por um condensador de refluxo que opera a 91°C, condensando o vapor de água; os gases incondensáveis e o metanol passam por um resfriador (40°C) que condensa o metanol, sendo este enviado a um tanque de estocagem e os gases incondensáveis enviados a oxidação térmica.

Coleta e transportes de gases diluídos

Denominamos gases diluídos, aquele composto de TRS, que são emitidos em baixa concentração, sendo transportados abaixo da faixa de explosividade dos gases.

Estes gases são coletados de fontes, onde a presença de ar é constante e abundante, exemplos seriam as coifas de filtros, lavadores, ventes de tanque de licor, silo de cavaco de digestores contínuos, etc... Os gases são coletados por tubulações através da ação de ventiladores e enviados para queima. Nos ventes de tanques opta-se em utilizar um sistema de diluição denominado "air sleeve". Este possui a função de permitir a entrada de ar para maior diluição dos gases.

Oxidação térmica de compostos de TRS

Os compostos de TRS concentrados ou diluídos para serem oxidados termicamente de forma eficiente, devem ser submetidas a uma temperatura superior a 800°C na presença de oxigênio. Atualmente existem algumas opções para a incineração de gases concentrados entre as mais comuns, destaca-se o forno de cal, a caldeira de recuperação e os incineradores específicos. No caso dos gases diluídos, devido ao grande volume de ar, opta-se pela utilização destes como ar de combustão, em caldeiras de recuperação, auxiliares ou incineradores especificados.

A utilização de equipamentos de operação não é muito sugerida, pois a oxidação dos compostos mal cheirosos será uma atividade secundária de um equipamento de produção, além destes geralmente não serem dimensionados com o objetivo de oxidar compostos de TRS.

Entre os incineradores utilizados destaca-se alguns tipos que possuem características especiais, tais como facilidade de operação, rapidez em entrar em operação e alta eficiência de oxidação.

Os incineradores de gases podem ser acoplados a caldeiras de vapor, utilizando o calor gerado para a produção de vapor de média pressão, utilizando o metanol gerado na coluna depuradora para a sustentação de chama, evitando-se assim o consumo de combustíveis onerosos para a fábrica.

Os compostos de enxofre reduzido quando oxidado termicamente geram SO_2 , composto não perceptível ao olfato humano à baixa concentração, porém dependendo do local onde instalado poderá vir a contribuir para a ocorrência de chuva ácidas.

Deve se tomar cuidado com a afirmação anterior, pois o SO_2 gerado numa fábrica de celulose não é capaz de provocar ocorrência de chuvas ácidas, porém, caso esta esteja localizada perto de complexos industriais onde a queima de combustíveis como o enxofre é alta, as emissões de oxidação de compostos de TRS poderão contribuir com a carga de SO_2 . Porém os gases de exaustão de unidades de oxidação do composto de TRS podem ser direcionados a lavadores de gases com o propósito de observar o enxofre presente nos gases por soluções alcalinas tais como NaOH e licor branco oxidado e devolvendo-os ao processo.

Outras Fontes de Emissão de Mal Odor

Entre as fontes com potencial de causarem ocorrências de impacto ambiental dentro de uma fábrica de celulose, destacam-se as caldeiras de recuperação. Existem dois tipos principais: as de evaporadores de contato direto e as caldeiras com large economiser (odor less).

No caso das caldeiras com evaporadores de contato direto, é necessário a instalação de uma unidade de oxidação de licor negro pois desta forma o sulfeto de sódio presente no licor é transformado em tiosulfato de sódio, composto que não se transforma em H_2S em contato com gases ácidos. No caso das caldeiras tipo odor less as emissões de compostos de TRS são reduzidas à níveis mínimos apenas através de medidas operacionais.

Alguns itens importantes para evitar a emissão de TRS são: operar com oxigênio residual em excesso, regulagem adequada do ar primário, secundário e terciário e monitoramento contínuo da emissão de oxigênio residual, monóxido e dióxido de carbono e sem dúvida TRS.

Forno de cal

Este equipamento quando operado normalmente sem queimar gases de outras áreas, possui um alto potencial de emissão de H_2S , e quando oxidando compostos de TRS o potencial de emissão de mercaptana é elevado.

Como no caso das caldeiras de recuperação, a operação adequada do forno permite reduzir as emissões significativamente, operando com temperaturas altas na zona de calcinação e excesso de oxigênio residual, obtendo-se emissões praticamente nulas de TRS. Nunca esquecendo que o monitoramento contínuo dos emissores de oxigênio residual, monóxido e dióxido de carbono e TRS são essenciais para uma operação segura em termos ambientais.

Emissão de Compostos Clorados

Dependendo do sistema de branqueamento existente dentro de uma fábrica de celulose, pode-se ter emissões de cloro Cl_2 e dióxido de cloro ClO_2 .

Para controlar estas emissões existem várias tecnologias, utilizando NaOH e solução de SO_2 . Como o custo destes produtos químicos é elevado, desenvolveu-se tecnologia na qual se utiliza efluente alcalino, pois consegue-se eficiência de 90% na remoção de Cl_2 . O grau de absorção de ClO_2 depende da quantidade residual de lignina. Com o objetivo de garantir a eficiência de remoção de ClO_2 , utiliza-se um segundo estágio, no qual é utilizado solução de SO_2 para abater o ClO_2 remanescente.

A vantagem deste sistema é que grande parte do ClO_2 é abatido no primeiro estágio, sendo o consumo de solução de SO_2 reduzido drasticamente e também a solução por não ter contato com o efluente alcalino, e devolvido ao processo, não sendo descartado para efluente.

Para se obter alta eficiência de absorção dos compostos clorados pelo efluente alcalino, utiliza-se um sistema de aspersão, formando micro gotículas, proporcionando maior área de contato dos compostos químicos presentes no efluente alcalino com os gases de exaustão.

Casos típicos de fábrica com sistema de controle ambiental completo (ANEXO II)

No Brasil já existem fábricas de celulose tipo Kraft instaladas ou em fase de instalação, com sistemas de abatimento das emissões potenciais completos. A seguir, descreveremos uma destas unidades localizada no interior do estado de São Paulo.

O sistema de coleta dos gases concentrados de TRS é efetuado através de ejetores a vapor. Este tipo de coleta é efetuada na forma concentrada, evitando-se a presença de ar nas tubulações. A velocidade de transporte dos gases é mantida acima da velocidade de propagação da chama, na linha são instalados sistemas quebra-chama para evitar a passagem de chama caso ocorra redução da velocidade de transporte de gases. Na linha de transporte estão instaladas válvulas de segurança e discos de ruptura os quais não permitem a pressurização da linha no caso de ocorrer sobre pressões.

O condensado gerado nas linhas, devido a utilização de vapor no transporte dos gases, é retirado em vasos de selo e são enviados ao sistema de tratamento de condensados. Os gases provenientes do digestor são condensados e enviados ao tanque de condensado contaminado e enviados ao vaso de selo por meio de um ejetor.

Os gases provenientes da evaporação juntam-se ou os gases provenientes do sistema de destilação de metanol (recebe os gases do stripper) são enviados ao vaso de selo por meio de um segundo ejetor.

Os gases provenientes do vaso de selo são enviados para a queima. A queima é efetuada em um incinerador desenvolvido por um fabricante de motores a jato sueco ou no forno de cal quando da parada do incinerador.

Os gases diluídos provenientes do blow tank, silo de cavacos, tanques de licor preto fraco e forte, tanque de condensado contaminado e dos filtros da área da lavagem são coletados por ventiladores (visto que estes estão abaixo da faixa de explosividade) são enviados a um separador de gotas para remoção de condensados após passarem por um pré-aquecedor que eleva a temperatura destes a 150°C, sendo oxidados ao incinerador de gases ou quando da parada destes numa das caldeiras auxiliares.

Os gases do sistema de tratamento de condensados contaminados, antes de serem enviados a queima, passam por uma coluna de metanol, gerando metanol líquido que é utilizado como combustível no incinerador de gases.

O combustível utilizado no incinerador para sustentação de chama é o metanol, porém, na falta deste pode ser utilizado querosene como alternativa.

Os gases oxidados no incinerador são utilizados para gerar vapor de média pressão, sendo posteriormente enviados a uma lavador de SO₂ para a remoção do enxofre. O líquido de lavagem utilizado é licor branco oxidado o qual é enviado ao tanque de licor branco forte, reaproveitando-se assim o enxofre.

Os gases provenientes do sistema de branqueamento são coletados e enviados a um lavador de duplo estágio o qual utiliza efluente alcalino no primeiro estágio e solução de SO₂ no segundo estágio.

A asperção do efluente alcalino é efetuada por um sistema que utiliza ar comprimido para atomização do efluente (proporcionando maior área de contato entre o líquido de lavagem e o gás). No segundo estágio, os gases passam por um sistema de bandejas no qual é utilizada solução de SO₂ para abater o ClO₂ residual.

O efluente rico em produtos químicos do segundo estágio é enviado para diluição de massa na torre do reator de ClO₂.

O controle das emissões de material particulado na caldeira de recuperação, caldeira auxiliar e forno de cal é efetuada por precipitadores eletrostáticos.

As emissões de material particulado do tanque dissolvedor são efetuadas por um lavador venturi, que utiliza licor branco fraco como líquido de lavagem, e este é enviado ao tanque de dissolução como licor branco fraco após ser separado dos gases num separador ciclônico.

As emissões de material particulado do apagador de cal são abatidas por um lavador que utiliza água morna como líquido de lavagem, sendo este enviado ao apagador de cal do sistema de neutralização de efluentes hídricos, ou diretamente ao sistema de coleta de efluentes.

O controle das emissões de TRS na caldeira de recuperação e forno de cal são controladas por medidores contínuos de TRS, que permitem à operação ajustar os equipamentos de forma a manter o balanço de ar combustível adequado.

Mesmo com todos estes equipamentos instalados, a fábrica possui um laboratório de meio ambiente que realiza análises de TRS, SO_2 , Cl_2 , ClO_2 e material particulado para assegurar a eficiência de operação.

Benefícios do Sistema

Além da eliminação dos desconfortos provocados pelos compostos mal odorosos, destaca-se como vantagem do sistema de controle atmosférico a possibilidade de gerar calor (vapor) com o metanol produzido e a recuperação de produtos químicos como enxofre e compostos clorados.

Desta forma pode-se verificar que os recursos desperdiçados no controle de poluição são investimentos que beneficiam o meio ambiente e o investidor que em curto espaço de tempo terá o retorno destes.

TABELA I

<u>Fonte de Emissão</u>	<u>Potenciais de emissão</u>				<u>Sistema de controle</u>	<u>Efic.</u>
	TRS	Cl ₂	PART.	SO ₂		
Digestor	1.1	-	-	-	Incineração	99.8%
Evaporação	1.5	-	-	-	Incineração	99.8%
Stripper	0.9	-	-	-	Incineração	99.8%
Gases diluídos	0.25	-	-	-	Incineração	99.8%
Incinerador	△	-	-	7.5	Lav tipo spray	98.0%
* Forno de cal	0.1	-	130	-	Operação/PE	98.0%
Caldeira de Rec.	1.6	-	103	-	Operação/PE	99.5%
Tq. dissolução	0.14	-	3.6	-	Lav. Venturi	90/95%
* Caldeira óleo	-	-	-	12.5	-	-
* Caldeira biomassa	-	-	120	-	P.E.	99.5%
Planta química	-	0.40	-	-	Absorvedor	99.0%
Branqueamento	-	0.48	-	-	Lav. duplo est.	90.0%

* Sem GNC

△ Se considerado SO₂ visto que Potencial de TRS foi considerado em 1,2,3 e 4

TRS - kg/t: Compostos reduzidos de enxofre

Cl₂ - kg/t: cloro e dióxido de cloro

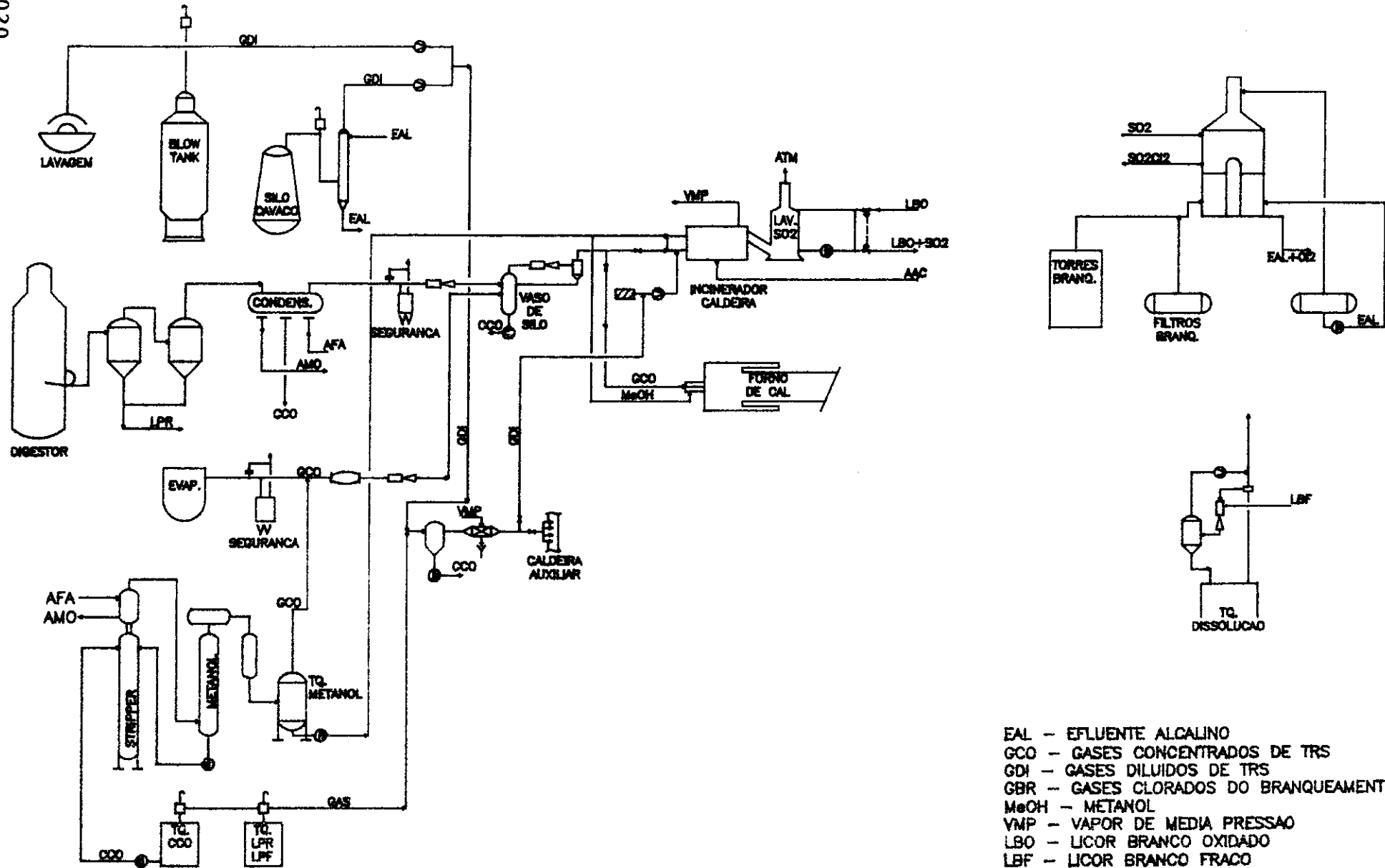
P - kg/t: material particulado

SO₂ - kg/t: dióxido de enxofre

TABELA II

Índice de Explosividade

<u>Composto</u>	<u>Concentração explosiva porcentagem de oxigênio</u>
Gás sulfídrico (H_2S)	4.3 ————— 45.0
Metil mercaptana (CH_3SH)	3.9 ————— 21.8
Dimetil mercaptana (CH_3SCH_3)	2.2 ————— 19.7
Dimetil disulfito ($CH_3S_2CH_3$)	7.8 ————— 50.6
Metanol (CH_3OH)	6.7 ————— 36.5



- EAL - EFLUENTE ALCALINO
 GCO - GASES CONCENTRADOS DE TRS
 GDI - GASES DILUIDOS DE TRS
 GBR - GASES CLORADOS DO BRANQUEAMENTO
 MeOH - METANOL
 VMP - VAPOR DE MEDIA PRESSAO
 LBO - LICOR BRANCO OXIDADO
 LBF - LICOR BRANCO FRACO
 LPR - LICOR PRETO FRACO
 AFA - AGUA FRIA
 AMO - AGUA MORNA
 ACC - AGUA ALIMENTACAO DE CALDEIRA