Apostilas Curso Mestrado
UFV – 1977 a 1979

Tecnologia de Celulose

Aulas teóricas, problemas e provas

Augusto Milanez & Celso Foelkel
1977 – 1979

CIENTEC UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332 Nº

PROGRAMA DA DISCIPLINA

Celso Edmundo B. Foelkel

Augusto F. Milanez

Belo Oriente, MG

TECNOLOGIA DE CELULOSE

1ª. Aula: 09.03.79

Sessão II: Preparo de madeira
Recebimento
Picadores

2ª. Aula: 16.03.79 / 17.03.79

Sessão I: Tratamento de água: generalidades, fundamentos teóricos, fluxograma básico, projeções de equipamentos.

Sessão II: Picadores
Classificadores
Prática

3ª. Aula: 23.03.79 / 24.03.79

Sessão I: Métodos e análises de qualidade de água
Simulação de tratamento
Teste do jarro

Sessão II: Descascadores
Transportadores
Armazenamento
Qualidade de cavacos

4ª. Aula: 30.03.79 / 31.03.79

Sessão I: Visita ao tratamento de água da Cenibra

Sessão II: Visita ao setor de preparo de cavacos da Cenibra

5ª. Aula: 06.04.79 / 07.04.79

Sessão I: Tratamento de efluentes

Sessão II: Caustificação

6ª. Aula: 13.04.79 / 14.04.79

Sessão I: Tratamento de efluentes
Métodos e análises de efluentes

Sessão II: Caustificação e forno de cal
Análises para o setor da caustificação

7ª. Aula: 20.04.79 / 21.04.79

Sessão I: Tratamento de efluentes

Sessão II: Caustificação e forno de cal

8ª. Aula: 27.04.79 / 28.04.79

Sessão I: Visita ao tratamento de efluentes da Cenibra

Sessão II: Visita à caustificação e forno de cal da Cenibra

9ª. Aula: 04.05.79 / 05.05.79

Sessão I: Digestores
Análises de licor branco

Sessão II: Conceitos sobre vapor

10ª. Aula: 11.05.79 / 12.05.79

Sessão I: Digestores

Sessão II: Evaporação e evaporadores

11ª. Aula: 18.05.79 / 19.05.79

Sessão I: Digestores e tanques de descarga

Sessão II: Evaporação
Análises em licor preto

12ª. Aula: 25.05.79 / 26.05.79

Sessão I: Visita ao setor de fabricação de celulose da Cenibra

Sessão II: Visita ao setor de evaporação da Cenibra

13ª. Aula: 01.06.79 / 02.06.79

Sessão I: Caldeira de recuperação

Sessão II: Depuração e lavagem

14ª. Aula: 08.06.79 / 09.06.79

Sessão I: Caldeira de recuperação

Sessão II: Depuração e lavagem

15ª. Aula: 15.06.79 / 16.06.79

Sessão I: Caldeira de recuperação

Sessão II: Turbina

16ª. Aula: 22.06.79 / 23.06.79

Sessão I: Caldeira a óleo e carvão

Sessão II: Turbina

17ª. Aula: 29.06.79 / 30.06.79

Sessão I: Branqueamento da celulose

Sessão II: Geração de Produtos Químicos. Eletrólise soda cloro

18ª. Aula: 06.07.79 / 07.07.79

Sessão I: Branqueamento da celulose

Sessão II: Geração de clorato

19ª. Aula: 13.07.79 / 14.07.79

Sessão I: Branqueamento da celulose

Sessão II: Geração de dióxido de cloro

20ª Aula: 16.07.79 a 19.07.79

Sessão I: Visita às caldeiras de recuperação e à óleo da Cenibra.

Visita ao branqueamento da Cenibra

Sessão II: Visita à depuração de massas branqueada e não-branqueada da Cenibra.

Visita à turbina da Cenibra.

Visita à planta química da Cenibra.

Férias : de 20.07.79 a 31.07.79

AVALIAÇÕES

Dissertação individual sobre os seguintes temas:

1. Tratamento de água e efluentes hídricos e aéreos.

2. Fabricação de celulose (Preparo de madeira, digestor e caustificação)

3. Geração de energia em fábricas de celulose kraft(evaporação, caldeira a óleo, caldeira de evaporação e turbina)

4. Geração de produtos químicos para branqueamento em uma fábrica de celulose kraft.

5. Branqueamento da celulose.

CENIBRA / UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332 Nº 1

PREPARO DA MADEIRA

Augusto F. Milanez

Março/1979

PREPARO DA MADEIRA

1 - NO CAMPO

1.1 - Corte

A madeira é cortada em dimensões padronizadas pela indústria, e isto depende do tipo de transporte a ela empregado e do tipo de picador. Normalmente as dimensões são de 1,0 a 2,5 m de comprimento e de 7 a 50 cm de diâmetro. Uma vez padronizado o tamanho a variação do mesmo torna-se restrita, exemplo: A Cenibra emprega madeira com comprimento 2,0 m ± 10 cm e diâmetro de 7 a 50 cm.

1.2 - Descascamento

Deve ser feito no campo uma vez que a casca torna-se um problema sério na fábrica.

Entretanto atualmente existem fábricas tentando inovar tecnologia utilizando de madeira com casca, e com sucessos. No Brasil esta inovação cabe a ARACRUZ S.A a qual está utilizando crescentemente percentagens de madeira com casca em sua produção.

1.3 - Transporte a fábrica

O transporte pode ser feito por meios:

a) - fluviais → mares, rios e canais.

b) - rodoviário

c) - ferroviário

a) O meio fluvial é utilizado para madeira que possuem densidade menor que 1 g/cm^3 quando totalmente impregnada com água, pois do contrário a mesma imergeria dificultando o seu manuseio.

Pode-se utilizar a energia da própria corrente do rio como transporte, ou então arrastar feixes de madeira amarrados por cabos.

Este tipo de transporte é o mais econômico dos três, no entanto, existem dificuldades como, enchentes ou vazantes, gelo, e impregnação por sal quando o transporte é marítmo.

b) O transporte rodoviário ainda é muito utilizado em nosso meio, mas com fortíssimas tendências a uso restrito, provocado pelo encarecimento da energia petróleo.

c) O transporte ferroviário recebe boa e constante aceitação desde o início de seu uso. Atualmente muitas indústrias são implantadas em função primordial do transporte ferroviário, por economicidade, segurança, rapidez e facilidade de trabalho.

2 - PÁTIO

2.1 - Descarregamento

A madeira é descarregada diretamente as correias do picador ou armazanadas no pátio. Normalmente o descarregamento é feito por tratores acoplados de braços carregadores os quais fazem o trabalho do pátio. Pode-se no entanto empurrar a madeira para as correias por tratores acoplados de arietes.

Nos países mais desenvolvidos a madeira é descarregada através de fortes cilindros hidráulicos os quais levantam o veículo ou vagão derrubando a madeira as correias.

2.2 - Estoque

O estoque no pátio deve obedecer um limite mínimo e máximo para se ter uma quantidade de madeira que proporcione a fábrica trabalhar constantemente. Deve-se ter madeira suficiente para manter a fábrica por dois meses sem a entrada de madeira. Isto é justificado por eventuais, crises, catástrofes, e problemas que possam afetar o transporte da madeira deixando a fábrica sem matéria prima para a produção de celulose.

2.2.1 - Problemas de pátios

Chão - deve ser capeados por pedras, ou se possível mesmo asfaltado, evitando-se com isto problemas operacionais dos tratores em épocas chuvosas, e sujar demais a madeira causando problemas posteriores.

Rodízio - o rodízio de utilização das toras deve ser mantido para não ocasionar problemas de envelhecimento da madeira diminuíndo com isto as características de resistência do produto final.

Cascas - as toras mal descascadas constituem em problemas, pois se entrarem no processo diminuem a qualidade do produto final, e, quando retiradas na fábrica, aumentam o custo de transporte necessitando levá-las para lugar adequado.

Algumas indústrias utilizam da casca para a produção de energia em caldeiras. Entretanto o seu poder calorífico é pequeno não justificando o seu uso atualmente como tal.

A adoção de depreciações da madeira quando na sua entrada a fábrica minimiza muitos proble - mas posteriores. Esta depreciação é feita em função da percentagem de qualificações não desejá - veis das toras ao entrar na fábrica, podendo até mesmo rejeitar a madeira que ali chega.

Quadro 1: Modelo de depreciações das toras que cheçam a fábrica com características não desejáveis

Características	Classe	%	Classe	%	Rejeito do vagão
Mal empilhadas	B	5			
Toras tortas			C	2	
Mofadas superficialmente	B	5			
Mofadas em mais de 20 %			C	7	
Cascas até 10 %	B	2			
Cascas até 20 %			C	5	
Cascas até 30 %			C	10	
ø fora de especificações	B	5			
Comp. fora de especificação					x
Forquilhas ou podres					x
Outras espécies					x
Queimadas					x
Cascas acima de 30 %					x

3 - NECESSIDADE DE MADEIRA

Para melhor explanar a necessidade de madeira, cita-se um exemplo típico em forma de problema.

- Uma indústria de celulose que produz 750 toneladas de celulose seca (ODT), pretende dimensionar o seu pátio, para se ter matéria prima suficiente para 2 meses de produção ininterruptos, sem entrada de madeira ao pátio.

São dados:

Toras

Comprimento = 2 m

Densidade = 0,55 $\frac{\text{ton}}{\text{m}^3 \text{ sólidos}}$

Altura da pilha = 3 m

1 m^3 sólido = 1,4 estéreos

Leiras = 50 x 2 m

Espaços = 5 m entre leiras ou seja 2,5 m para cada lado de leira.

Processo

Rendimento = 50 %

a) Necessidade de madeira

a.1) toneladas de madeira por dia

$$\frac{750}{0,50} = 1500 \text{ ton.}$$

a.2) estéreos de madeira por 60 dias

$$\frac{1500}{0,55} = 2727,2 \text{ m}^3 \text{ sólidos/dia}$$

$$2727,2 \times 1,4 = 3818,08 \text{ estéreos/dia}$$

$$3818,08 \times 60 = 229084,8 \text{ estéreos/60 dias}$$

b) Dimensões do pátio

b.1) Nº de leiras

$50 \times 2 \times 3 = 300\ m^3$

$\frac{229084,8}{300} = 763,6 \simeq 764$ leiras

b.2) Dimensões do pátio

$55 \times 7 = 385\ m^2$

$764 \times 385 = 294.140\ m^2$ de pátio

ou seja:

$\frac{294140}{24200} = 12,15$ ha de pátio

4 - PICADOR

Para facilitar a penetração do licor na madeira, esta é reduzida em fragmentos pequenos que na indústria recebe o nome de cavacos. O cavaco deve ter dimensões apropriadas para assim se ter uma perfeita individualização das fibras bem como facilidades para as etapas de branqueamento. Com isto os ganhos em qualidades do produto acabado são compensadores.

4.1 - Transporte a boca do picador

O transporte se dá normalmente por correias, e rolos aceleradores.

A descarga é feita em uma plataforma feita em chapas de aço, derrubando as toras em um canal por onde passa a correia transportadora com velocidade constante. Tem-se a subida de alguns metros para que assim a tora entre na boca do picador inclinada.

Passa através de chuveiros para se ter a lavagem externa das toras, ao mesmo tempo em que é "desembolada" pelos rolos aceleradores.

4.2 - Picadores Norman

4.2.1 - A teoria da picagem

Para se ter um cavaco com dimensões apropriadas, deve-se obedecer uma série de parâmetros quando na execução do corte.

Principais variáveis que influenciam no corte adequado da madeira.

Angulo de trancionamento - angulo formado entre a linha vertical e a face adjacente da faca.

Angulo de entrada da tora - angulo formado do plano vertical com a tora na boca do picador.

Velocidade dos rolos aceleradores

Densidade da madeira

Dureza dos Babich

Velocidade do picador

FABRITEC - PM - 01

SEÇÃO: PREPARAÇÃO DE CAVACOS

PICADOR NORMAN - TEORIA PRÁTICA

INTRODUÇÃO:

É dada um resumo generalizado da teoria de Picagem. Esta mostra que, se as forças direcionais produzidas, sobre uma tora são corretamentes orientadas num picador, elas irão produzir um corte de cavacos, limpos.

Os problemas que são causados por esta variação neste exemplo, estão relacionados. Os fatos levam ao desenvolvimento do Picador Norman os quais preenchem os requisitos necessários. As análises de amostras de cavacos, dos picadores' Norman são comparadas favoravelmente com os Picadores convencionais em dois gráficos.

Uma sugestão é feita para melhorar a alimentação dos picadores a fim de permitir aos Picadores Norman e outros atingirem sua capacidade total. A serragem, economia de energia e as melhorias na resistência da polpa também são discutidas.

Os Picadores Norman tem este nome a partir de um Engenheiro Norvegues, Sigurd Norman, que veio aos Estados Unidos em 1923, com valorosos conhecimentos de experiências das fábricas de Polpa Escandinavas. Ele trabalhou com Rice Banton & Fales por alguns anos, e enquanto projetava ali, um picador o qual era uma aventura neste novo campo para estes.

Este picador tinha seis facas na ocasião, quando a maioria dos fabricantes consideravam que 4 (quatro) facas eram o número máximo de facas utilizáveis. O pensamento popular era que existia uma situação na qual duas facas poderiam, estar em contato simultâneo com uma tora, e então provocaria o movimento interno da tora. Esta era uma situação a ser evita-

da. Mas Norman, introduziu esta modificação de pensamento, inalterado naqueles dias passados.

Após deixar Rice Barton, Mr. Norman passou algum tempo nas fábricas de Polpa na América do Sul. Então ingressou no quadro de engenharia da Sumner Iron Works em Everett, Washington.

Durante todos estes anos a teoria do Picador Norman, estava tomando forma em sua pesquisa e significado criativo. Em dezembro de 1939, foi concedida a patente para ele.

É lamentável que a guerra e a pouca materia comerciável impedia a construção destes picadores. Isto permaneceu até que em meados de 50, quando vieram ao mercado.

Na maioria dos casos os Picadores Norman, tinha sido de sucesso excepcional. Os melhores resultados foram obtidos primeiramente em pequenas unidades porque as facas puderam ser postas próximas uma a outra. As pequenas toras e pedaços de madeiras, exerciam pouca pressão sobre as frágeis seções de aço entre as facas próximas do centro. Posteriormente então, a experiencia demonstrou que era seguro incorporar esta caracteristica de projeto em grandes unidades.

A seguinte discussão tem por objetivo esclarecer a teoria de Picagem em geral e demonstrar que os principios de Norman, completam os requisitos que devem ser encontrados num picador, que deve fornecer os melhores resultados possíveis.

A - TEORIA DA PICAGEM.

O comprimento do cavaco, o angulo sob o qual este é cortado, a quantidade de cavacos esmagados, e o corte limpo, todas estas variáveis são planejadas para controle de um picador. Recentes desenvolvimentos no Polpeamento acentuam a necessidade para cavacos pequenos. As barras rompedoras quebram os cavacos longitudinalmente dando a eles a largura. Os picadores Norman dão a impressão que produzem cavacos mais finos que os padrões. Mas nós não incluímos o controle destas dimensões em nossa discussão porque isto é considerado de menor valor que o comprimento do cavaco.

Em certa ocasião pensava-se que um picador depen dia sobretudo da gravidade para manter a madeira em contato com o disco entre os cortes. Todavia, atualmente é incontestável que as toras são puxadas contra o disco pelas facas. Isto é ilustrado pela operação de um Picador com alimentação horizontal Onde as toras são movidas apenas pela ação de tracionamento das facas. Todavia, nosso objetivo se relaciona apenas a equipamentos de alimentação por gravidade.

A medida que a faca penetra através da tora, a face cortada da tora, segue adjacente a superfície da faca, o mais longe possível. O objetivo é puxar as toras através da face do disco de forma que nessa ocasião esta alcance a próxima ranhura de cavacos, estando então pronta para outro corte.

O angulo formado entre a linha vertical e a superfície adjacente da faca, é chamado pela Carthage por Angulo de traçionamento (PULL-IN ANGLE). O nome correto para este angulo atualmente é angulo de"Raspagem ou Abertura" (Rake or Clearance Angle) da faca. Entretanto, este angulo funciona como uma parte importante no tracionamento das toras, de forma que será mantido o nome "Angulo de Tracionamento"(Pull-in angle).

É muito importante manter este angulo reto. Angulos muito abertos causam problemas, e ângulos muito fechados provocam outros. Estão inclusos "alguns" destes proble - mas, relacionados pela Carthage conforme segue.

A - I-Angulo de Tracionamento Muito Aberto.

1 - A madeira é forçada contra a face do picador, ocasionando um desgaste extra, especialmente na extremidade externa da faca.
Sendo cortados cavacos mais longos nos pontos desgastados.

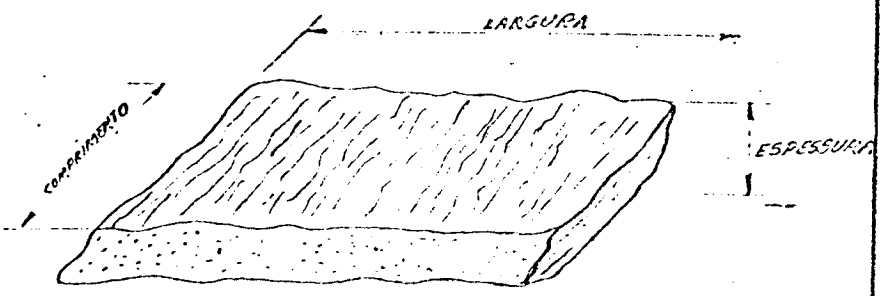


FIGURA I - Orientação das Dimensões dos Cavacos.

2 - A faca puxando a tora contra a superfície dura do disco, provoca forças que aplicam violentos esforços sobre os cavacos. Isto resulta em fibras amassadas e comprimidas, cavacos irregulares e finos.

3 - Este esforço, também é transmitido as toras de modo que esta é torcida numa posição levantada, e as facas cortam progressivamente cavacos menores a medida que estas prosseguem na tora.

4 - Se as toras pequenas são puxadas muito cedo, existe uma tendencia destas saltarem antes que a próxima faca possa entrar em contato.

A - II- Angulo de Tracionamento Muito Fechado

1 - A tora não será puxada o suficiente e resultará uma grande percentagem de cavacos curtos.

2 - Se o angulo de tracionamento é "Zero", a faca resistirá à tração, porque a extremidade de arrastamento da faca estará muito alta para permitir o escorregamento da tora na direção do disco até que a faca tenha se liberado totalmente. Algu -

mas vezes, a ponta da faca sofre desgaste até se aproximar de condições do angulo de tracionamento, com valor "Zero". Então as toras cessam o movimento interno na direção do disco-

Tem-se visto toras cujos extremos tenham sido completamente queimado por fricção contra tais facas e todavia sem cortar.

Anos atrás tentou-se um experimento com um picador com quatro facas de 88 in (2,2352 m) e facas superficiais. As facas foram montadas quase na posição usual, apenas que paralelas a superficie do disco, a angulo de tracionamento, "Zero".

Estas não somente falharam no puxamento das toras, mas as facas se aqueceram o suficiente para produzir fumaça e a tempera[illegible] era estragada em torno de lo minutos. Isto é o que ocorre largamente com um angulo de tracionamento muito fechado ou pequeno.

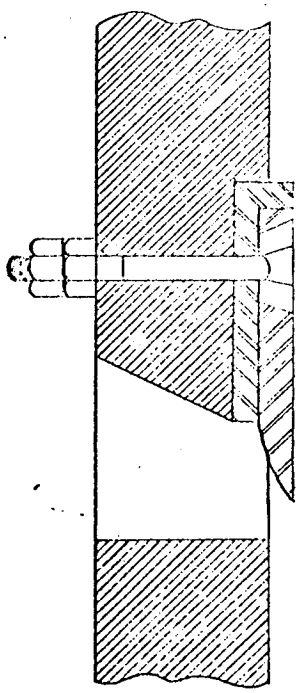


FIGURA IV - Experimento Ilustrando um Angulo de Tracionamento "Zero"

3 - Algumas vezes o corte da faca se desgasta o suficiente de modo que, existirá um efeito negativo de tracionamento. Então as toras ou pelo menos as toras curtas (tocos) finais voarão para cima da calha de alimentação.
Foram ouvidos vários acidentes causados por esta péssima condição. Isto acontece especialmente em estações frias, com madeiras muito duras ou quando é introduzido material abrasivo.
Tem sido observado que o angùlo de tracionamento não pode ser nem muito aberto nem muito fechado. Este deve ser exato ou muito próximo, de forma a manter o melhor efeito e evitar estes problemas. É preferível fazer o angulo de tracionamento o maior possível, a fim de evitar os inconvenientes de se ter este angulo muito fechado. A fim de se fazer isto, as facas devem ser fechadas adequadamente (suficientemente) em conjunto para evitar os males de um angulo muito aberto. Ajustando-se as facas para cavacos menores, isto reduz o angulo de tracionamento.
Portanto, durante a produção de cavacos curtos, é especialmente importante fechar as facas juntas. Em picadores grandes, as facas na parte externa são afastadas apesar dos melhores esforços para mantê-las juntas. Então, nestes casos, apesar disso, é muito mais importante ter-se as facas o mais próximo possível.
Isto é feito com segurança aumentando o número de facas e montando-as próximas do eixo.

B - PICADORES NORMAN

A explanação acima nos conduz a conclusão que a "superfície de controle" da faca (ver as indicações dos desenhos) devem objetivar a condução da extremidade da próxima ranhura (abertura) de cavacos, para obter os melhores resulta-

dos.

A fim de preencher estes requerimentos, o princípio de Norman proporciona em angulo de tracionamento variável. Desta forma, como a distância entre as facas aumenta de dentro para fora, consequentemente o angulo de tracionamento diminui. A superfície de controle objetiva compensar a ranhura (abertura) de cavacos seguinte, para cada ponto sucessivo ao longo da extremidade da faca.

Podemos ilustrar estes pontos, pelo que acontece algumas vezes, nos picadores padrões.

Muitos operadores de Picadores convencionais tem inadvettidamente feito o angulo de tracionamento muito aberto (grande), e verificam que a madeira que salta para trás é muito pouca. Se estes corrigirem isto e tentarem fechar para o ponto médio da próxima ranhura de cavacos, a alimentação de toras será muito melhor. Este é o princípio de Norman, atuando exatamente num ponto da extremidade da faca. Para fora deste ponto, as facas puxam muito rapidamente, e para dentro, não há rapidez sufuciente. Porém, os Picadores Norman usam este principio em toda largura da faca. Cada elemento da superfície de controle está corretamente dirigida.

A experiência tem mostrado que é indesejável um angulo de tracionamento de menos que 2°. Tem sido provado que os melhores resultados ocorrem num Picador Norman quando o angulo de tracionamento varia de 4° para a extremidade interna da faca e 2° para a extremidade externa da faca. Isto significa que as facas devem ser fechadas juntas.

A Superfície Helicoidal entre as facas é uma continuação das várias "Superfície de Controle" sobre as facas. Esta superfície atua como uma guia para a face da tora e é especialmente importante quando se está cortando madeiras pequenas.

Teoricamente deve ser possível cortar cavacos uniformes com uma faca de Base Helicoidal, sem sua intervenção sueprficial. Para nosso conhecimento, a faca helicoidal isolada, nunca foi bem sucedida. Podemos conhecer um caso específico no qual ela não obteve bons resultados.

No Picador Norman, a faca se desloca através da

tora, na direção em que esta é dirigida; então esta corta limpamente. Nos picadores convencionais, por contraste, quando as toras se movimentando para baixo são paradas, a faca possue uma ação de raspagem a qual produz cavacos amassados e serragem. O projeto do picador Norman é geométricamente correto. Os resultados de operação utilizando este picador confirmam a teoria.

C - ASPECTOS PRÁTICOS NOS PICADORES NORMAN.

C - I -Uniformidade dos Cavacos

Este é o primeiro ponto a ser considerado em qualquer avaliação de um picador. A maior uniformidade dos cavacos, a concentração mais alta de cavacos numa categoria de tamanho. Na figura VII, foram tomadas várias análises de amostras em Picadores Norman e Convencionais e mostrada a percentagem de cavacos em categorias com a mais alta concentração em cada análise.

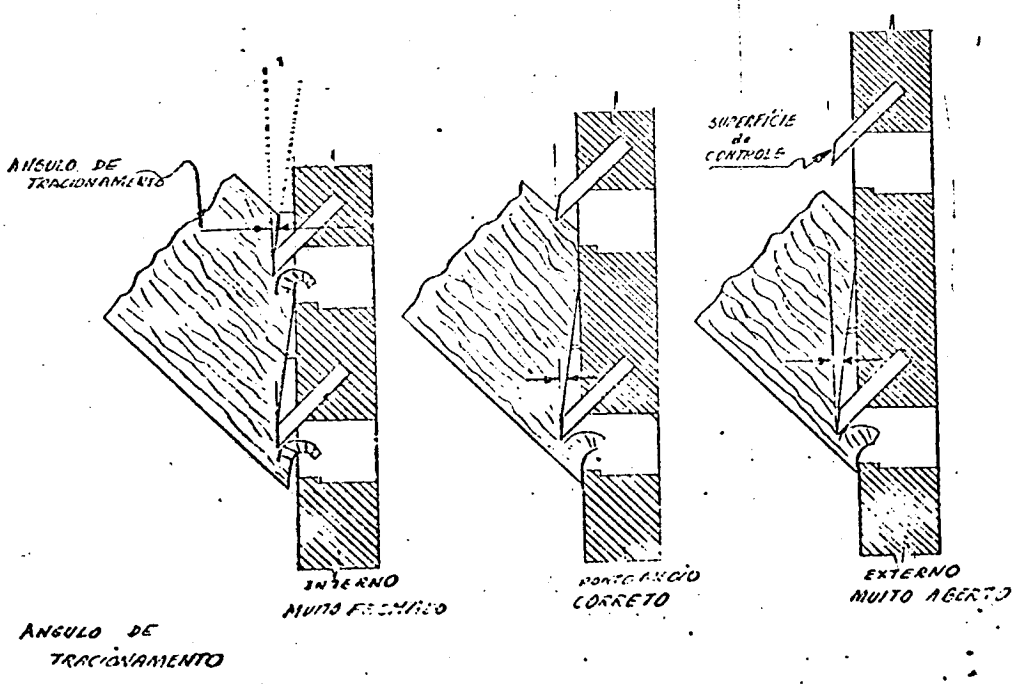


FIGURA VII - Quadro Comparativo.

Todos picadores selecionados para estes testes eram de boas instalações e estavam em perfeitas condições. Foram tomadas 14 amostras de 10 picadores Norman. As noves amostras padrões, foram tomadas de cinco picadores. Em geral, podemos ver a tendência que a uniformidade de cavacos nos Picadores Norman, é considerávelmente maior que os cavacos convencionais.

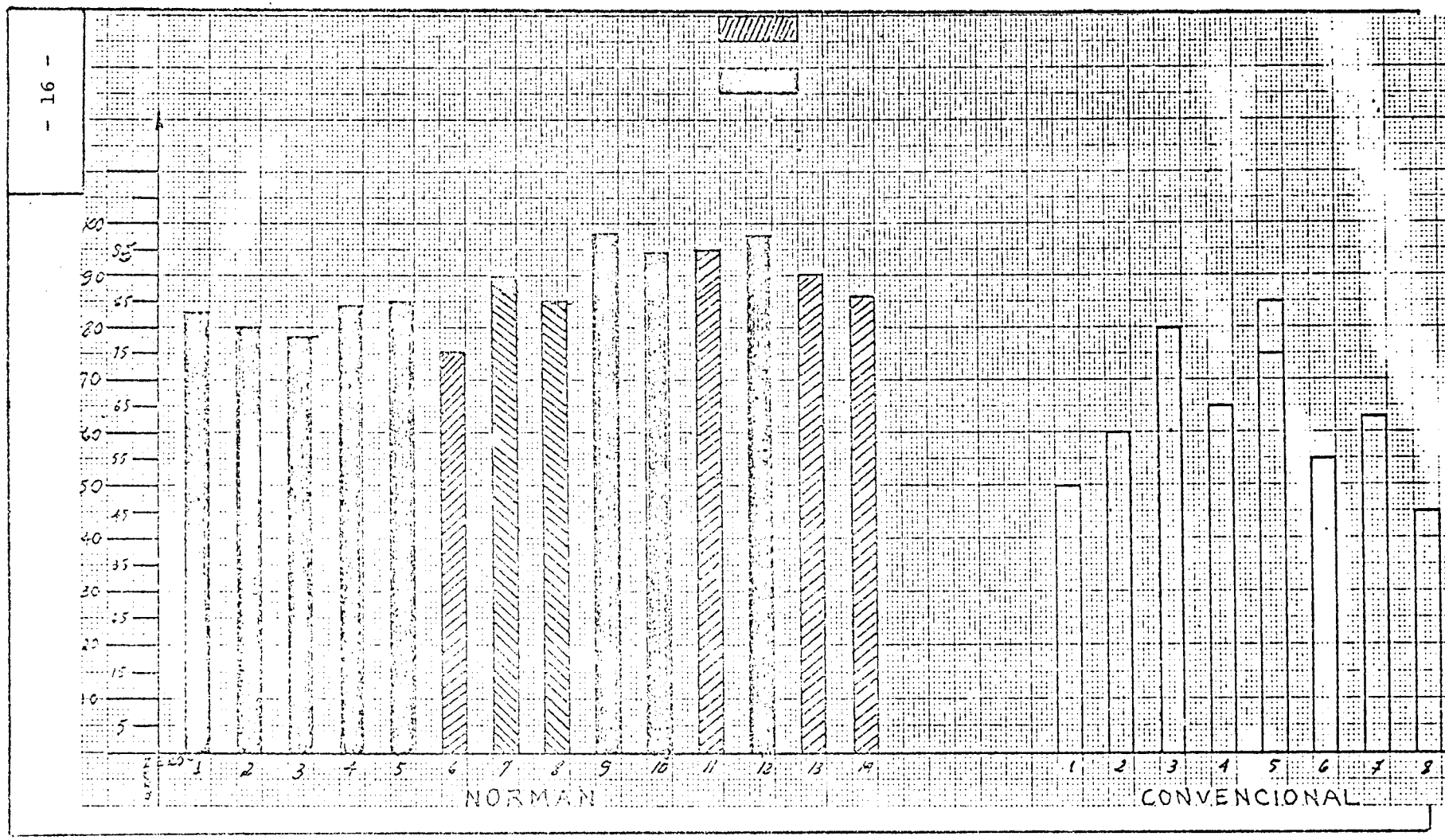
Os picadores convencionais que mostram a mais alta percentagem neste gráfico (figura 7) são aqueles com cargas reduzidas onde uma tora pode ser assentada na calha de alimentação com o devido cuidado. Isto introduz uma outra variável a qual distorce a comparação porque a maioria dos picadores Norman são operados regularmente com plena carga.

Um picador com uma calha de alimentação repleta de toras produz maior percentagem de cavacos longos que aquele com uma ou duas toras por vez. Isto está ilustrado na figura VIII. As linhas sólidas mostram as percentagens de vários comprimentos de cavacos formados durante a picagem de uma tora por vez. As linhas quebradas representam uma análise de cavacos produzidos com a calha cheia. Observe que as linhas, pontilhadas, para calha cheia apresenta uma baixa percentagem de cavacos curtos e alta percentagem de cavacos grandes. Isto nos leva a uma consideração para todos Picadores quer (Standard) convencional ou Norman. Uma alimentação pobre pode inutilizar a operação de um bom equipamento.

C - II - Alimentação dos Picadores.

Os objetivos do projeto desta boa alimentação' são duplos; o primeiro é equilibrar as pilhas de toras sobre o transportador, e a segunda, proporcionar uma calha que irá estabilizar as toras em seu escorregamento contra o disco do picador.

A primeira está ligada a movimentação do transportador em alta velocidade, exatamente um pouco abaixo da velocidade de alimentação do picador. Para um picador de 96 polegadas (2,4384 m) com 15 facas, cortando cavacos de 3/8 de polegadas (9,528 mm) a 400 rpm, dando uma velocidade de alimentação de 312 pés por minuto (95,0976 m/min=1,58496 m/seg)


100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
NORMAN
1 2 3 4 5 6 7 8
CONVENCIONAL

donde a velocidade ideal do transportador deverá ser de 312 pés por minuto (91,44 m/minuto = 1,5240 m/segundo).

Todavia. a alta velocidade no transportador traz consigo o problema do lançamento de toras ao ar e choque contra o disco antes que sua estabilização ocorra na calha de alimentação. A figura VIII, mostra uma preposição da Carthage para tais calhas conforme, de um modo geral, a tragetória da tora seguindo a esta velocidade. Esta deve o suficientemente alta, de forma tal que a calha de alimentação seja tangencial a ultima parte do arco.

Supõe-se que esta provavelmente seja a melhor solução já vista para este problema.

C - III - Uniformidade.

Um relato de uma fábrica após o picador convencional de 10 facas ter sido substituído por um picador Nor-

man de 15 facas, eles dizem ter de usar dois ou três digestores por dia de cavacos não cozidos, retonado dos separadores de nós. Atualmente reduziu-se isto a um por dia. Os separadores de nós não mais entupiram como anteriormente. Os cavacos fluiram melhor do silo de cavacos devido não mais existir qualquer fiapos ou tiras de madeiras.

Uma outra fábrica economizou uma grande soma nos custos operacionais pela eliminação do congestionameno causado pelos cavacos grandes nos transportadores.

C - IV - Finos - (Sawdust)

Este é um produto de rejeito para o qual na maioria das vezes é impossível fazer uma comparação precisa de fábrica a fábrica.

Apenas a qualidade dos cuidados com as facas é uma variável difícil de ser eliminada. A Carthage possui muitas análises de cavacos Norman com conteúdo de finos menores que 1/2% (0,5%).

Possuem também algumas para Picadores convencionais exatamente abaixo dos valores acima.

Todavia quando as amostras de cavacos são tomadas antes e após a instalação de um Norman, ou de um convencional e um Norman na mesma fábrica, muitas variáveis são eliminadas. Praticamente em cada caso, os picadores Norman demonstram uma boa economia. Um operador de uma fábrica informou a Carthage da recuperação de 3/4 (0,75) para 1% na madeira picada, após a instalação de um disco Norman.

Uma outra fábrica movimentando testes de passagem em torno de 2.000 cords (7200 m^3 St) picados em cada tipo de picador, Ambos demonstraram ótimos resultados, 0,495 % para o Norman e 0,695 % para o convencional. Esta mesma fábrica também apresentou menos finos para o Normanm em testes diários nos Classificadores Williams num período de 17 semanas. A média final era de 0,45% para o picador Norman e 0,94% para o convencional.

Estas amostras são típicas onde as comparações são as mais precisas possíveis.

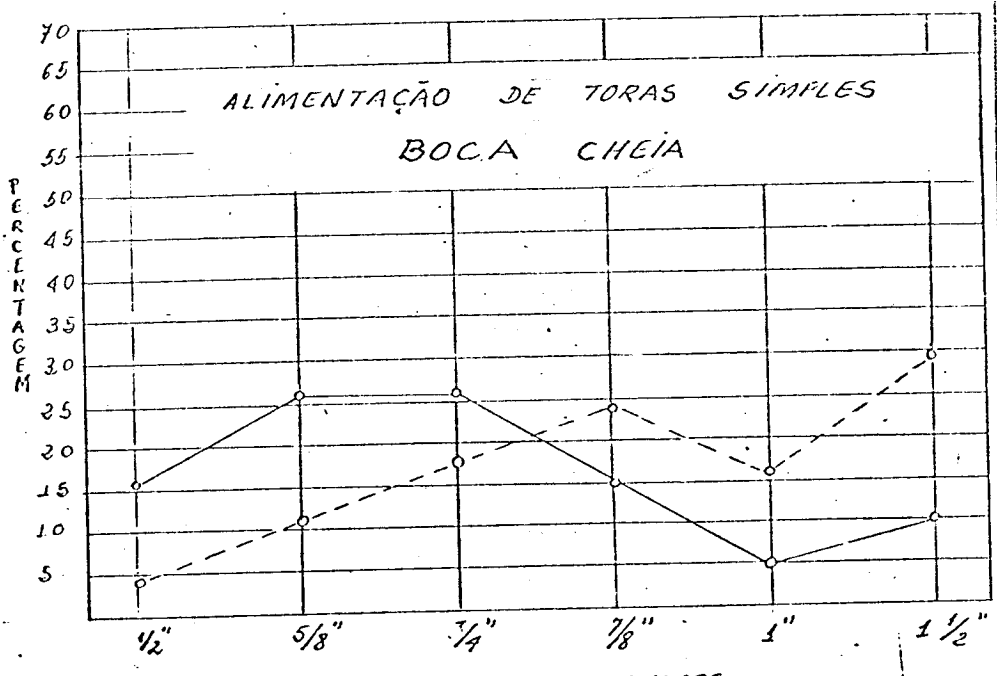
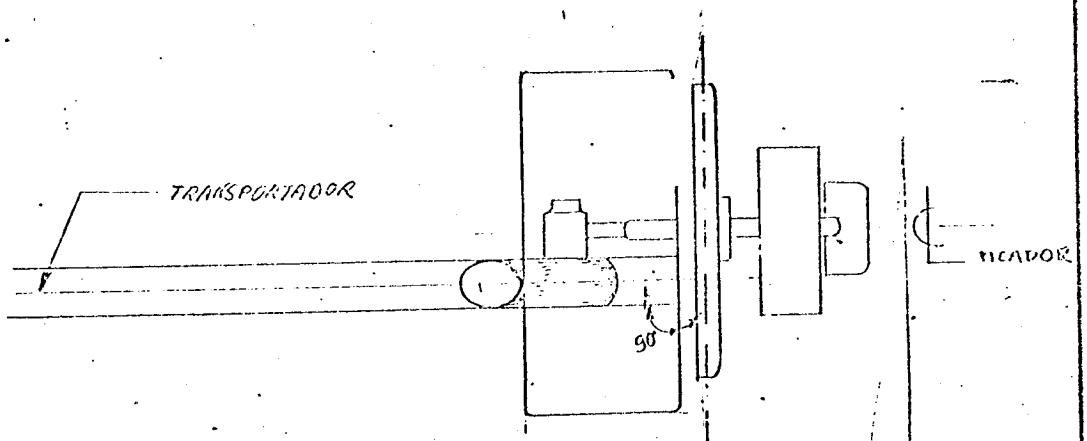

ALIMENTAÇÃO DE TORAS SIMPLES
BOCA CHEIA
PERCENTAGEM
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
1/2"
5/8"
3/4"
7/8"
1"
1 1/2"
TAMANHO DE CAVACOS

figura VIII



PICADOR NORMAN - CARTHAGE

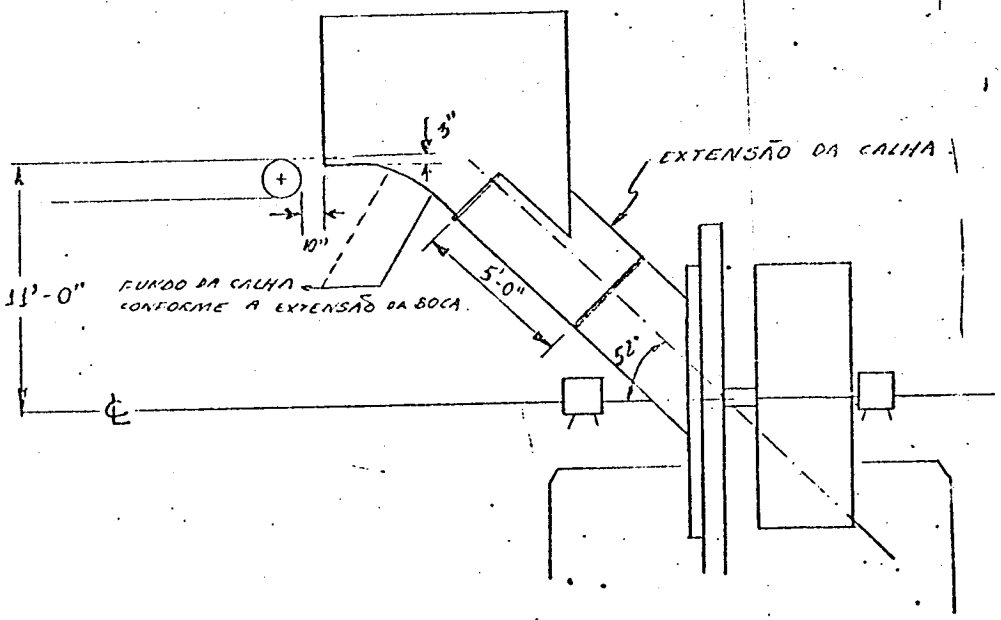


FIG - IX

Nas estações frias, os cavacos quebram mais finalmente. O angulo de tracionamento deverá ser aumentado sob estas condições para evitar os problemas descritos na parte teórica deste relato. A fim de fazer isto, sem contudo causar outros problemas, a faca deve ser ajustada mais para fora, e deve ser ajustado para cavacos longos. Quando a estação quente retornar o angulo de tracionamento, bem como o comprimento do cavaco, deverão ser restaurados para suas dimensões originais. Para as operações de inverno se um cavaco longo é indesejável, o angulo de tracionamento pode ser aumentado dentro dos limites, sem contudo modificar o comprimento do cavaco. Todavia, isto traz os prejuizos do angulo de tracionamento conforme descrito acima.

Numa fábrica com um picador Norman grande, se tornou necessária a mudança de facas a cada 2 ou 3 horas, devido a utilização errônea no angulo de afiação. Quando este angulo foi corrigido, eles estavam prontos para operar durante 21 horas e cortaram cerca de 1000 cords (3.600 m^3 estereos) de madeira dura antes da troca de facas, A temperatura externa era - 32° F (-35,55°C).

C - V - Qualidade da Polpa.

George Tomlinson , da fábrica de Papel Howard' Smith Ltda, fez um levantamento sobre este assunto em sua fábrica de papel Magnéfita em janeiro de 1958. A polpa Magnética produzida de cavacos de madeira dura em picadores convencionais possuiam resistência um pouco menor na comparação que a polpa Sulfito feita de Spuce, a partir do mesmo picador. Porém quando os cavacos eram cortados num picador Norman a polpa magnética era um pouco mais que a polpa Sulfito Esta resistência esra. apesar disso, mais alta com os cavacos cortados em sua guilhotina de laboratório.

Isto era o resultado do menor amassamento dos cavacos.

Ele também demonstrou numa tabela que os cavacos amassados causavam uma pronunciada redução na resistência da polpa magnéfita e Sulfito. Porém isto tinha um efei-

to relativamente pequeno sobre a resistência da polpa Sulfato ou Sulfito Neutro.

C - VI - Energia.

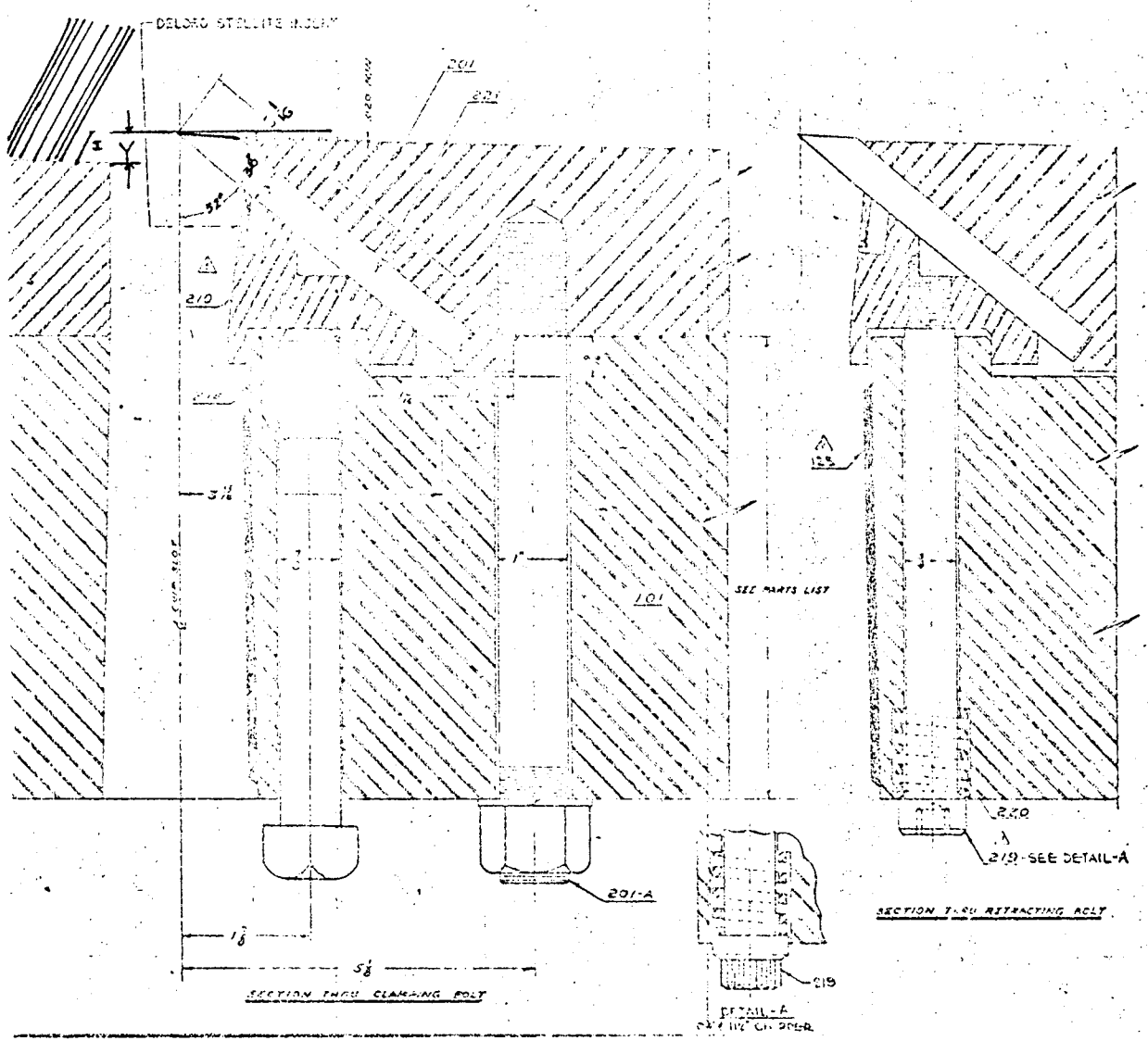
Teoricamente os Picadores Norman deverao consumir menos energia. A força requerida para puxar a tora contra a oposição do disco é eliminada. Infelizmente, nunca tem sido possível realizar qualquer teste intensivo de movimentação para se provar a teoria do menor consumo de energia num picador Norman.

Quatro picadores Norman de 15 facas substituiram quatro picadores de 10 facas e agora estão operando satisfatóriamente com os mesmos motores que movimentavam os picadores anteriores. Três destas fábricas relataram os balanços dos amperímetros. a redução era considerável, pelo projeto Norman. Uma delas diz que o pico era 1/3 menor que as medidas antigas. Uma outra com Picador de 12 facas relatou próximo ao mesmo valor. Nenhuma destas instalações ficaram subdimensionadas.

Um engenheiro poderia dizer que estas reduções, podem ser justificadas pelo aumento no efeito do volante das nossas instalações do picador quando comparado com os antigos. Para qualquer instalação capacitada por motores de anéis (Wound Rotor), as cargas de Pico podem ser normalizadas pela adição de WR^2.

Entretanto, nos faz ver que, um ajsute adequado na velocidade e volante, a mudança para 15 facas podem ser em muitos casos acoplados ao motor antigo. Uma vez isto foi tentado com um motor Síncrono acionado sem efeito adverso, mudando de um picador convencional de 10 facas para um de 12 facas Norman, mas existia neste caso provàvelmente uma margem de qualquer forma.

As evidências apresentadas mostram as tendencias dos resultados, definitivamente favoráveis ao projeto Norman. Asseguramos que se outras destas fábricas possuem dispositivos de amostragem de cavacos e balanças de serragem, como aqueles do Parque Falls, Wis, esta evidência deverá ser sempre reforcada.



PART NO.	DESCRIPTION
101	DISC
201	SEG KNIFE HOLDER
210	KNIFE CLAMP
211	CLAMPING BOLT
125	STAINLESS STL PLATE
214	STEEL INSERT
219	RETRACTING BOLT
220	" SPRING
221	DISC KNIFE
201-A	SEGMENT STUD

SPOUT ANGLE 35°	
CHIP SIZE	V DIM
1/2	.306
5/8	.385
3/4	.462
7/8	.539
1	.616
1 1/8	.633

CARTHAGE MACHINE COMPANY

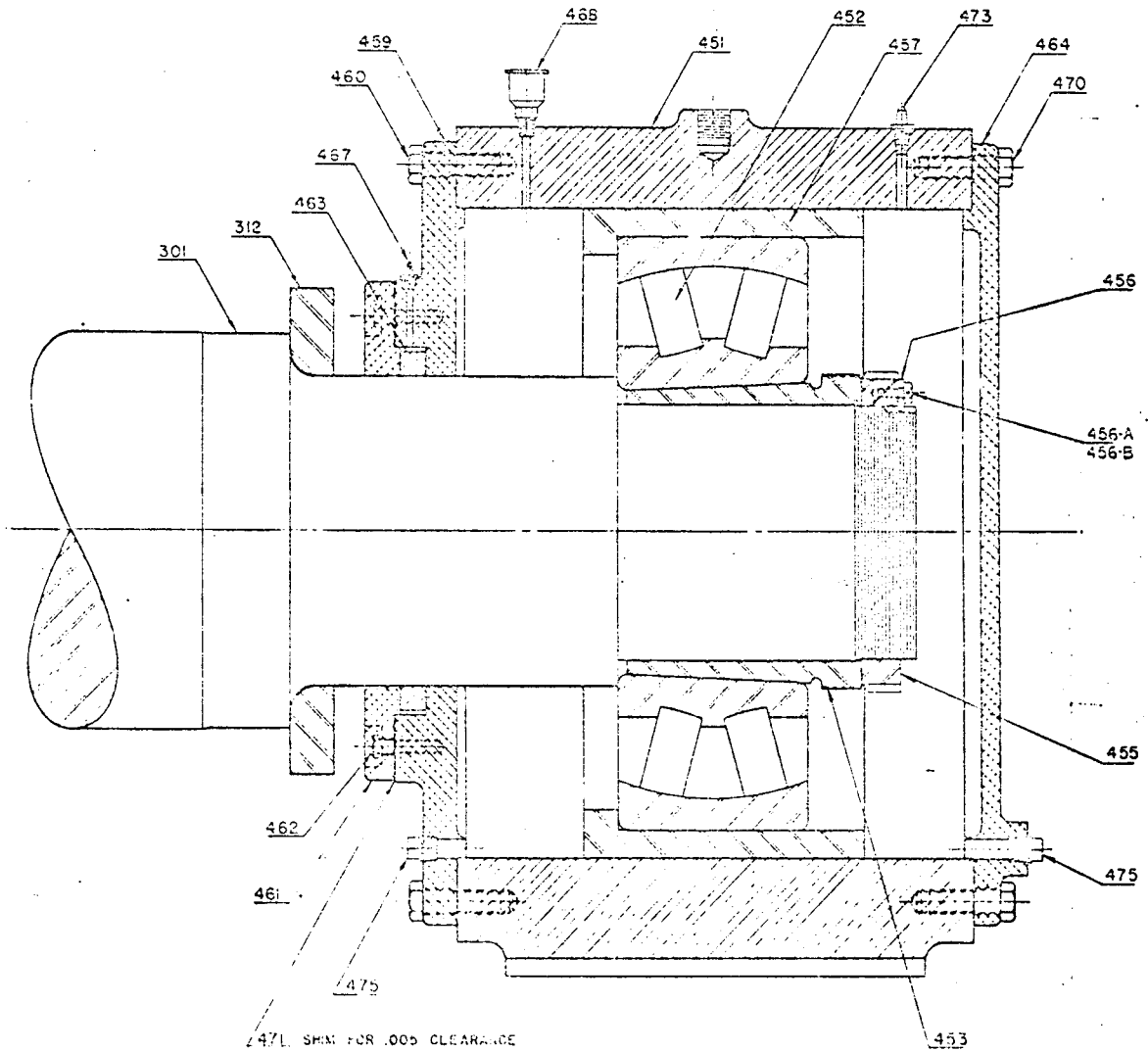
KNIFE ASSEMBLY

CARTHAGE NORMAN CHIPPER

15 KNIFE - 1/2 & 5 WIDE

FULL SIZE

Z-1136



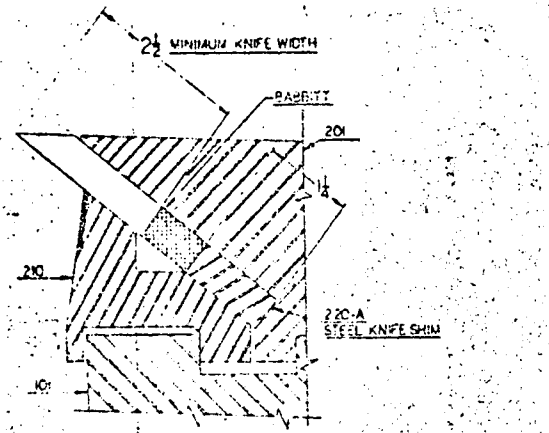
471 SHIM FOR .005 CLEARANCE
BETWEEN PART NO'S. 461 & 463

301	SHAFT
312	SLEEVE THRUST COLLAR
451	BACK BRG. HOUSING
452	BEARING
453	SLEEVE, TAPER BEARING
455	BEARING RETAINING NUT
456	LOCKPLATE
457	BEARING CARRIER SLEEVE
459	END COVER
460	CAPSCREW, COVER
461	SEAL PLATE
462	CAPSCREW, SEAL PLATE
463	SEAL RING
464	HSG. BACK PLATE
467	GREASE FITTING
468	VENT
470	CAPSCREW, BACK PLATE
471	TIMKEN SHIMS
473	GREASE FITTING
475	PIPE PLUG
456-A	CAPSCREW-LOCKPLATE
456-B	LOCKING CLIP

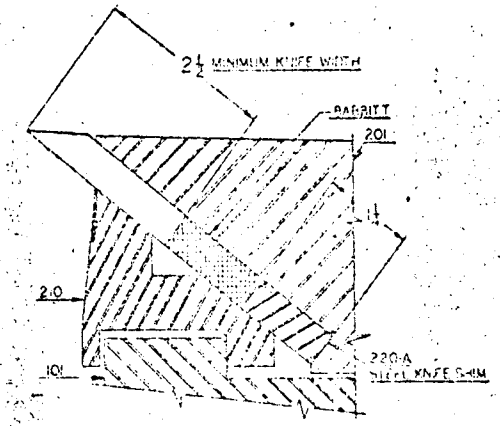
DO NOT USE FOR CONSTRUCTION UNLESS CERTIFIED

CARTHAGE MACHINE COMPANY
CARTHAGE, N.Y.

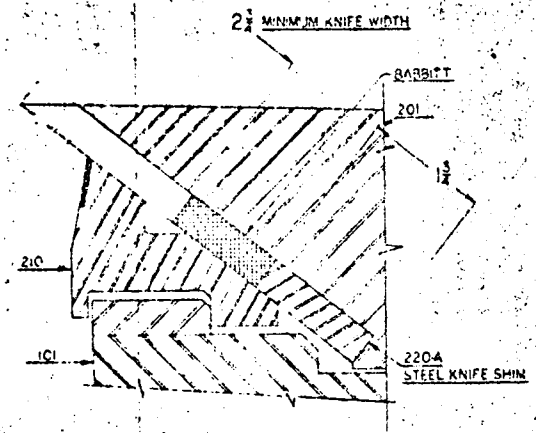
BACK BEARING ASSEMBLY
S.K.F. REMOVABLE SLEEVE



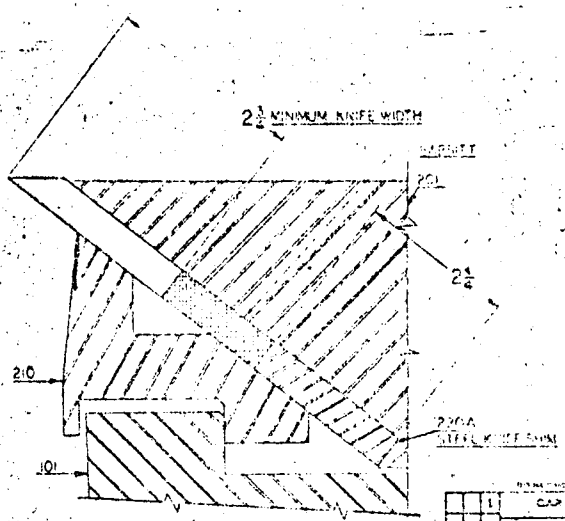
4¼ DISC KNIFE



5" DISC KNIFE



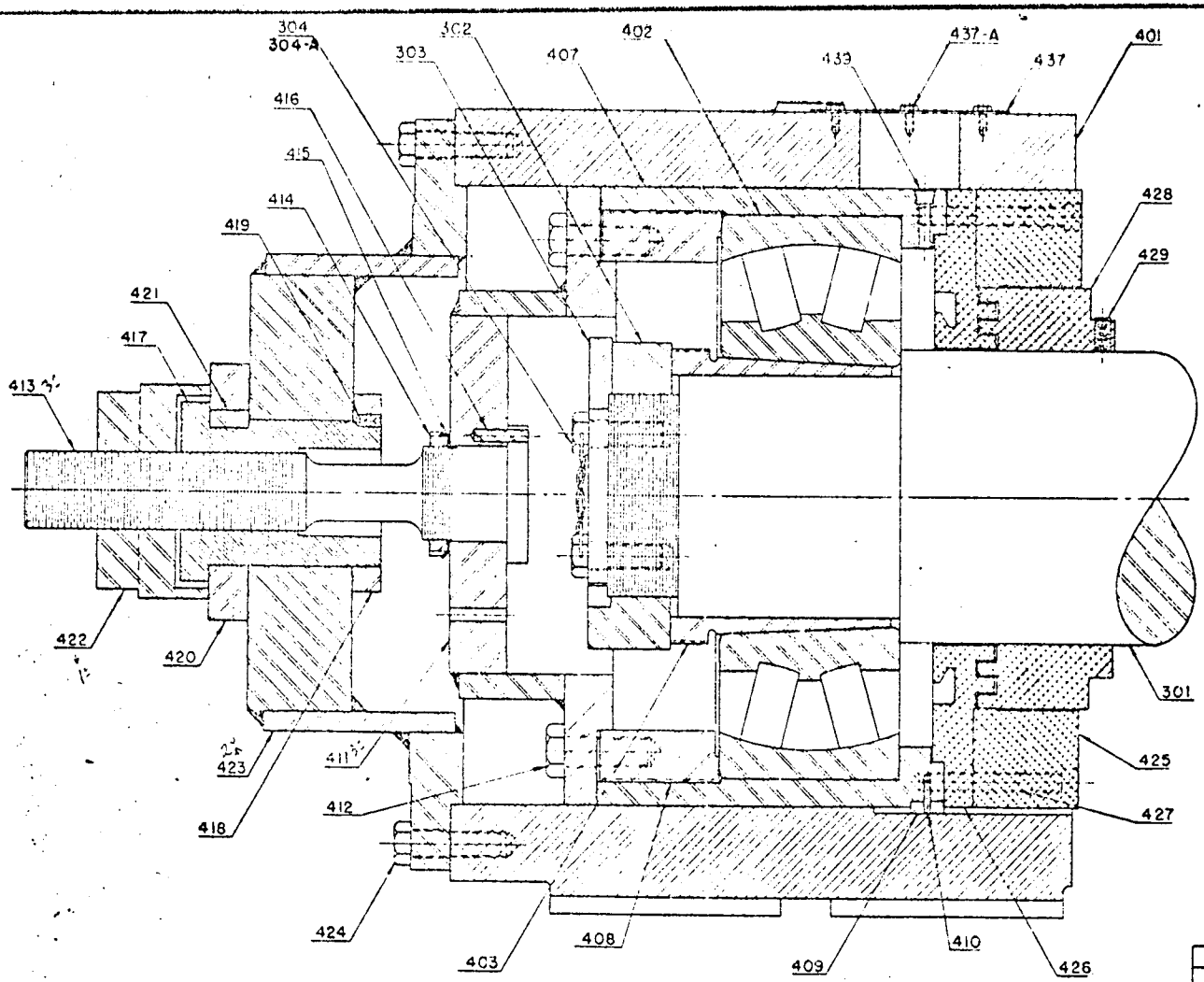
6" DISC KNIFE



6½" DISC KNIFE

KNIFE ASSEMBLIES
SHIMS & BABBITT

12-225



301	SHAFT
302	BRG. RETAINING NUT
303	LOCK KEY
304	LOCK KEY SCREW
401	THRUST BRG. HOUSING
402	BEARING
403	SLEEVE, TAPER BRG.
407	BEARING SLEEVE
408	LOCKING RING
409	SLEEVE KEY
410	PIN
411	THRUST FLANGE
412	THRUST FLANGE CAPSCREW
413	ADJUSTING SCREW
414	NUT, ADJ. SCREW
415	SCREW, ADJ. SCREW
416	COUPLING
417	ADJ. SLEEVE
418	BRG. NUT SLEEVE
419	SETSCREW, RING NUT
420	ADJ. NUT
421	KEY, NUT
422	CLAMPING NUT
423	THRUST PLATE
424	CAPSCREW, PLATE
425	SEAL PLATE
426	FILLER PLATE
427	CAPSCREW, SEAL PLATE
428	LABYRINTH SEAL
429	SETSCREW, SEAL
437	SLOT SHIELD
437-A	SLOT SHIELD CAPSCREWS
439	HEX. SOC. PIPE PLUG
304-A	LOCKING CLIP

DO NOT USE FOR CONSTRUCTION UNLESS CERTIFIED

CARTHAGE MACHINE COMPANY
CARTHAGE, N.Y.

THRUST BEARING ASSEMBLY

Z-100 | 2

C - VII - Cálculo do tamanho dos cavacos

$$H = \frac{Y}{\text{sen } \alpha}$$

onde:

sen α = angulo de inclinação da tora.

Y = cateto que corresponde a ponta da faca e o suporte.

C - VIII- Cálculo da velocidade linear de corte

$$VL = \frac{n.f \times rpm \times tc \times 10^3}{60} = m/s$$

n.f. = nº de facas

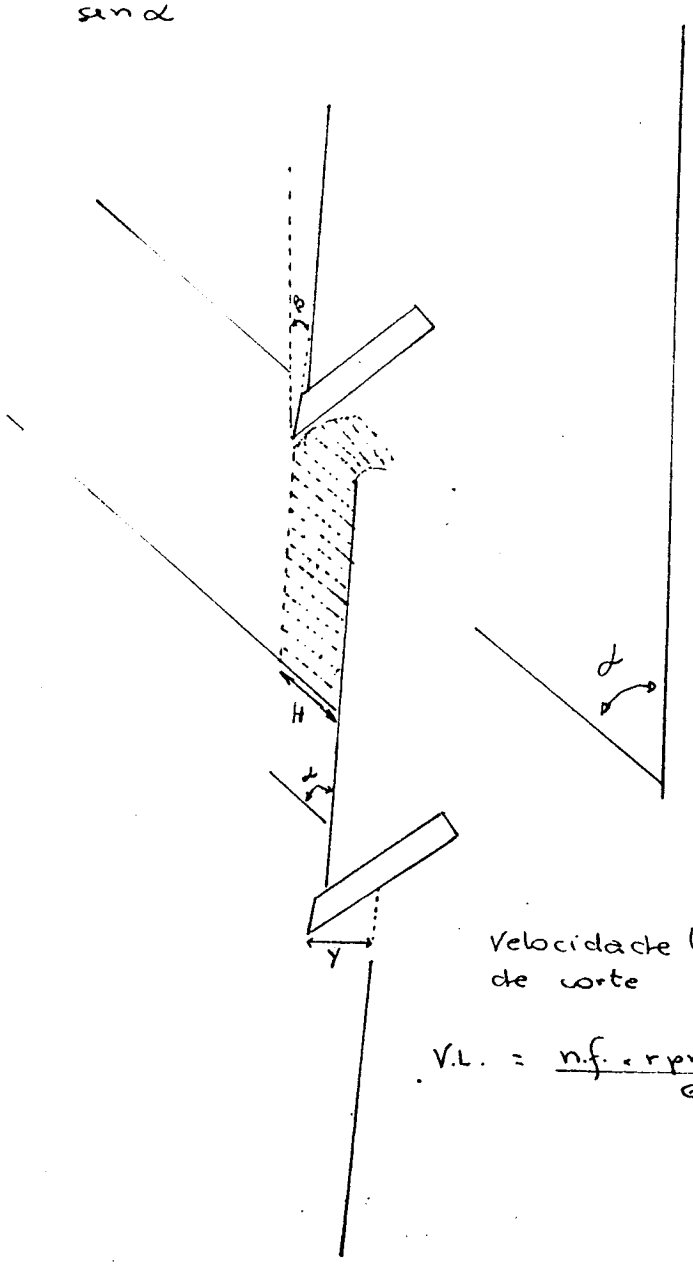
rpm = rotações por minuto

tc = tamanho do cavaco

C - VII

Cálculos dos tamanhos dos cavacos e velocidade linear de corte

$$H = \frac{Y}{\operatorname{sen}\alpha}$$



Velocidade linear de corte

$$V.L. = \frac{n.f. \cdot rpm \cdot tc \cdot 10^3}{60} : m/s$$

CENIBRA UFV	TECNOLOGIA DE CELULOSE	TEC 332 Nº 14

CONCENTRAÇÃO DE LICOR NEGRO KRAFT

Nisio Barlem

Novembro, 77

1 - GENERALIDADES

O licor preto é uma solução aquosa de componentes inorgânicos e orgânicos complexos de difícil identificação. É resultante das reações dos componentes de licor branco com a madeira, sendo sua concentração expressa em porcentagem de sólidos secos,que inclui os componentes orgânicos e inorgânicos. Para medidas práticas e de rotina usa-se normalmente,areômetro Baumé, que servem para indicar de maneira indireta a concentração do licor.

As características de um licor preto irão depender do tipo de madeira utilizada, concentração, álcali residual, tipo de cozimento, etc. Cada instalação de Evaporação de Licor, bem como todo o Sistema de Recuperação, é projetada para trabalhar dentro de condições pré-estabelecidas,que irão depender das características do licor preto, vapor disponível, eficiência de evaporação,sistema de vácuo a ser utilizado, etc.

Com o avanço da tecnologia está sendo abandonado o sistema misto de concentração de licor - por meio direto e indireto - e adotando-se cada vez mais, o sistema de evaporação até a concentração de queima em evaporadores de múltiplos efeitos, também chamados de evaporadores de contato indireto.

No sistema misto, a concentração do licor é elevada até 50 - 52% de sólidos em evaporadores de múltiplos efeitos, sendo a concentração de queima, 60 - 64% atingida por meio de evaporadores de contato direto, que utilizam os gases de saida da Caldeira de Recuperação, por meio de troca direta de calor, provocando uma evaporação final. Os evaporadores de contato direto podem ser do tipo cascata, venturi ,scrubber e venturi-scrubber.Estes serão vistos com mais detalhes como parte integrante do conjunto da Caldeira de Recuperação.

Há duas razões principais para a obtenção de alto teor de sólidos em evaporadores de múltiplos efeitos. Em primeiro lugar há uma sensível melhora na economia de calor e, em segundo, não há liberação de H_2S pelo contato direto entre

gases de saída da caldeira e o licor preto. Desta forma são reduzidas drasticamente as emissões da chaminé da Celdeira de Recuperação e, facilitada a incineração e/ou recuperação dos compostos gasosos de enxôfre liberados no processo de evaporação.

A concentração de licor preto até um teor de sólidos adequado para a queima em evaporador de contato indireto, envolve uma série de problemas, sendo os principais, deposições ou incrustações no lado de licor dos tubos, aumento da temperatura de ebulição e viscosidade alta do licor preto forte. Estudando-se estes pontos pode-se dizer que os dois primeiros podem ser mantidos em níveis aceitáveis, se o licor for tratado convenientemente na caldeira de recuperação e caustificação. As eficiências de redução e caustificação devem ser mantidas altas, como na conveniente clarificação do licor na caustificação. A viscosidade, que depende da matéria prima, processo de cozimento ou da qualidade da celulose, devem ser considerados como tal e, o evaporador projetado para atender as necessidades.

Os depósitos - quando se diz que o evaporador está sujo - são deposições na parte interna dos tubos e, solúveis em licor fraco ou água. Eles são causados principalmente, por alto teor de "sabão"-ácidos graxas saponificadas - no licor de coníferas, alto teor de sais inorgânicos como carbonato de sódio e sulfato de sódio e, alto teor de fibras que iniciam processos de cristalização e deposição. Incrustações reais não acontecem, a não ser na presença de cálcio ou sílica. Para evitar a presença de cálcio é necessário um bom funcionamento da instalação da caustificação. Incrustações muito severas ocorrem quando o licor contem sílica que pode vir com a matéria prima principalmente bambu e bagasso ou, do calcário usado na reposição de perdas na caustificação.

As deposições nos tubos são condutores de calor muito pobres, reduzindo assim a capacidade da instalação. É necessário então, a remoção periódica, antes que seu desenvolvi

mento atinja pontos onde há necessidade de limpeza química e, com prejuizo na produção.

Se as deposições não são de sílica, é normal que se faça lavagens periódicas com licor fraco ou água,mantendo-se a instalação em funcionamento. Pode-se considerar normal lavagens efetuadas uma ou duas vezes por semana.

Incrustações com sílica não pode ser retirada por lavagem. É necessário fazer uma limpeza mecânica, usualmente, com bombas de alta pressão. Em fábricas onde se preve problemas sérios com sílica, o evaporador pode ser provido com um corpo reserva, que é colocado em operação para a limpeza de um outro. Esta incrustação localiza-se nos corpos onde temos alta temperatura e concentração, em geral acima de 35 % de sólidos secos.

Um outro problema de deposição, este ligado de modo especial ao licor de folhosas e, a tendência eventual da precipitação de lignina. Usualmente, mantem-se um excesso de álcali livre no licor, para evitar este problema. É prática usual a injeção de soda cáustica ou licor branco após a lavagem para manter o álcali residual em limites aceitáveis.

A variação da elevação da temperatura de ebulição está normalmente ligada à concentração de sais de sódio.As variações maiores ocorrem em fábricas onde resíduos da fabricação de agentes de branqueamento, são aproveitados em mistura com o licor preto. É importante neste caso a manutenção de uma boa homogeinização e continuidade.

O principal fator que influencia a viscosidade é a matéria prima. O licor de algumas folhosas podem, em altas concentrações, ter viscosidade dez vezes maiores que o correspondente licor de coníferas. A viscosidade varia também com o tipo de cozimento ou tratamento que o licor recebe.

Em instalações onde há oxidação de licor, quando são atingidas eficiências elevadas de oxidação,poderá haver elevações acentuadas da viscosidade. Em baixas concentrações o

licor oxidado poderá ter o dobro da viscosidade de um licor não oxidado.

Em concentrações elevadas, acima de 50%, o aumento de viscosidade pode atingir de 10 a 15 vezes.

Em algumas instalações, onde há oxidação de licor fraco, ocorre deposições nas partes externas dos tubos, nos efeitos de baixa concentração, principalmente em instalações onde os tubos são de aço carbono. Estas deposições devem ser retiradas por limpeza química.

2 - EQUIPAMENTOS

A seleção de um determinado tipo de equipamento para a concentração do licor preto irá depender dos seguintes fatores:

1 - Eficiência de evaporação desejada, também chamada economia de vapor, que é expressa em toneladas de evaporado por tonelada de vapor.

2 - Tipo de licor a ser concentrado.

3 - Concentração final a ser atingida.

O rendimento de uma evaporação é medido pela eficiência de evaporação. O calor entregue para a concentração pode ser dividido em 3 parcelas:

1 - Aumentar a temperatura inicial do licor até a temperatura de ebulição.

2 - Dar ao licor uma energia termodinâmica mínima, para que se processe a separação entre evaporado e concentrado.

3 - Vaporizar o evaporado.

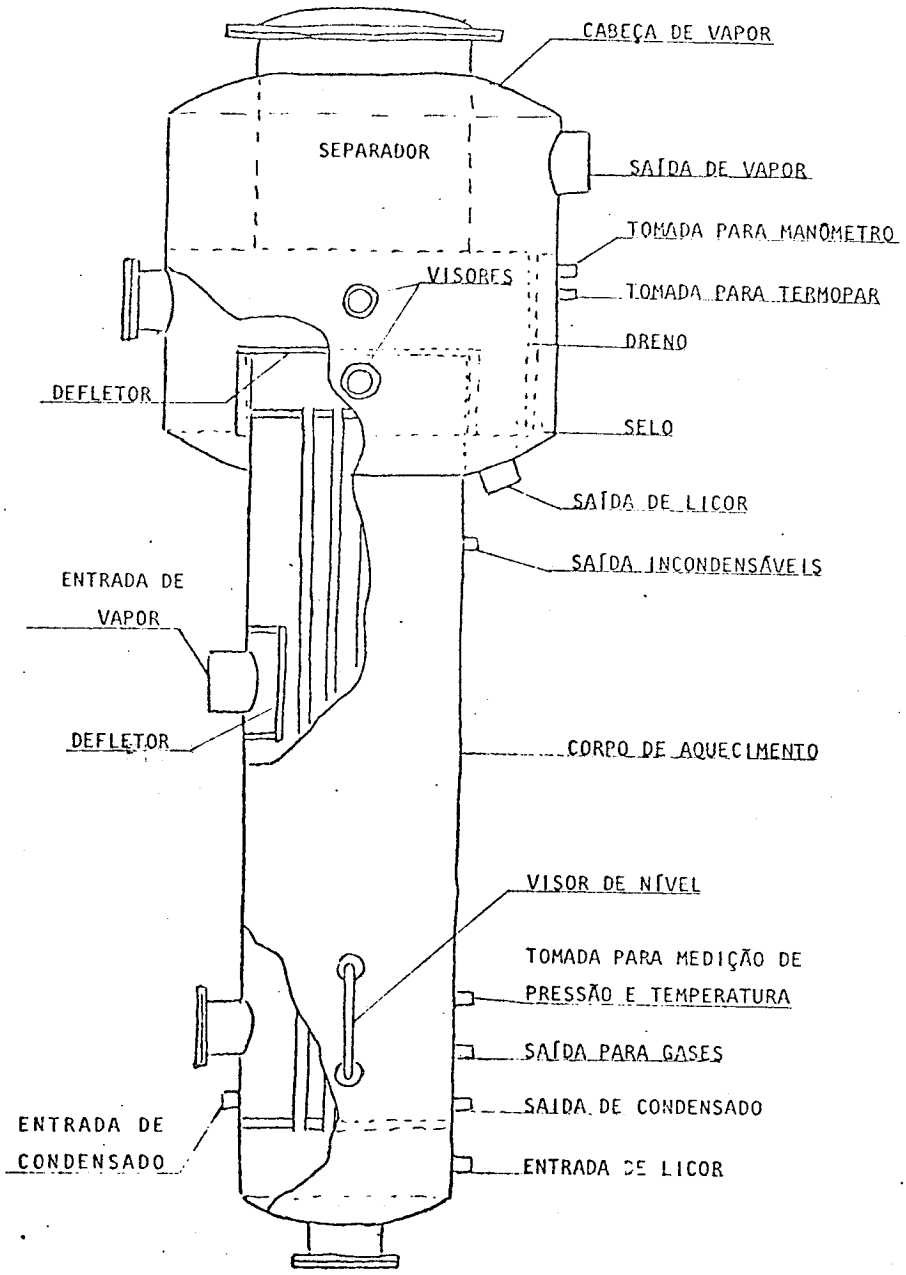

CABEÇA DE VAPOR
SEPARADOR
SAÍDA DE VAPOR
TOMADA PARA MANÔMETRO
VISORES
TOMADA PARA TERMOPAR
DRENO
DEFLETOR
SELO
SAÍDA DE LICOR
SAÍDA INCONDENSÁVEIS
ENTRADA DE VAPOR
DEFLETOR
CORPO DE AQUECIMENTO
VISOR DE NÍVEL
TOMADA PARA MEDIÇÃO DE PRESSÃO E TEMPERATURA
SAÍDA PARA GASES
SAÍDA DE CONDENSADO
ENTRADA DE CONDENSADO
ENTRADA DE LICOR

FIGURA Nº 1

Para a concentração de licor preto, a prática usual é a utilização de evaporadores de múltiplos efeitos, onde o evaporado de um efeito é o elemento de aquecimento do efeito seguinte, aonde a ebulição se dá em temperatura e pressão mais baixa.

A seleção número de efeitos de um evaporador irá depender do custo de instalação (aumenta com o número de efeitos) e de consumo de vapor (decresce com o número de efeitos). Normalmente, a escolha recairá em 4,5 ou 6 efeitos.

O sistema de vácuo adotado irá depender da disponibilidade de água fria e necessidade de água quente. Normalmente, utiliza-se um condensador de superfície, mas há casos em que é utilizada uma bomba de vácuo.

A figura nº 1 mostra um efeito convencional de um evaporador de licor preto, do tipo de tubos longos verticais, normalmente utilizado em fábricas de celulose.

O licor de alimentação de um efeito pode ser pré-aquecido em aquecedores internos - figura nº 2 - ou em aquecedores externos - figura nº 3 -. Esta prática é bastante conveniente porque assim, a superfície de troca de calor e vaporização de um efeito é menor, aumentando-se então a velocidade de licor nos tubos, com consequente decréscimo da possibilidade de formação de depósitos.

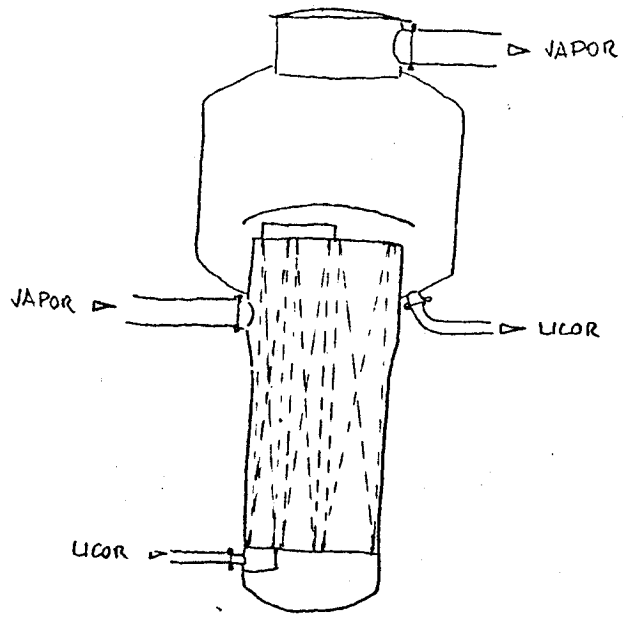


FIGURA Nº 2 - AQUECEDOR DE LICOR INTERNO

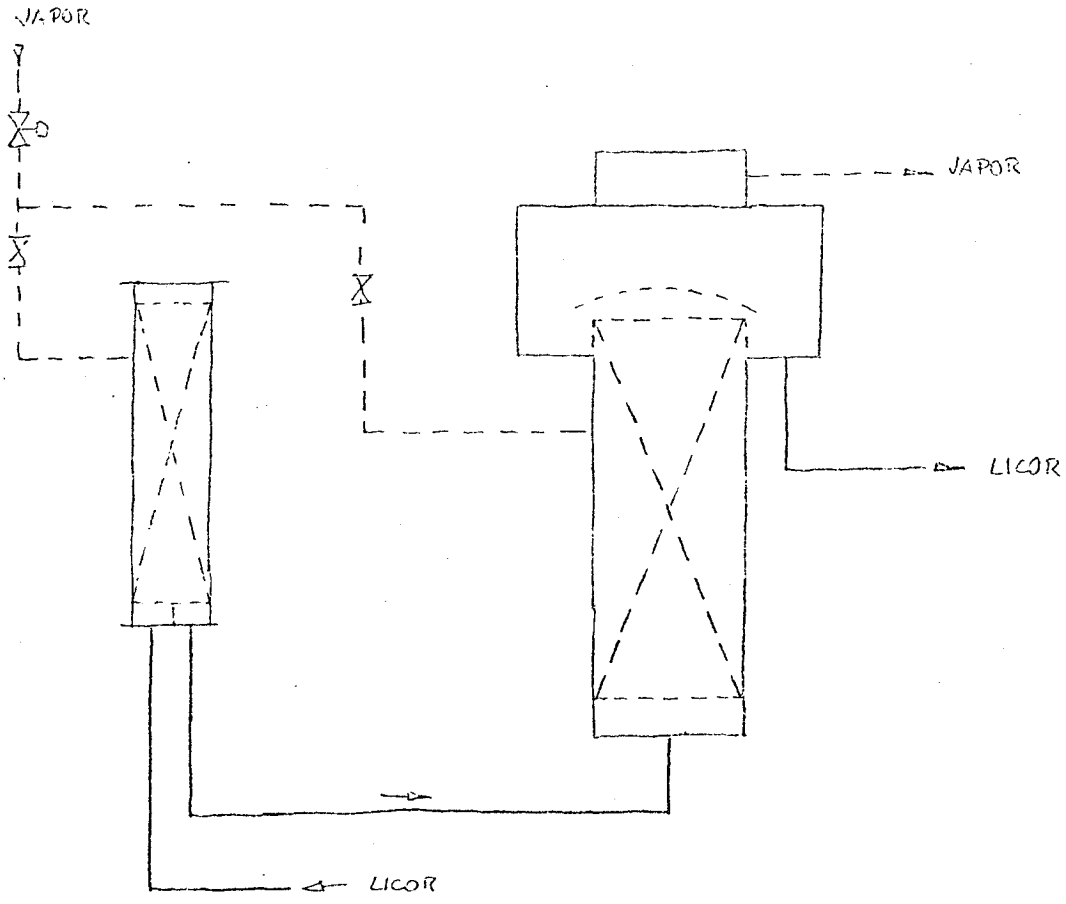


FIGURA Nº 3 - AQUECEDOR EXTERNO DE LICOR

Nos efeitos onde a concentração do licor é maior e, portanto a tendência à formação de depósitos é grande, utilizam-se corpos com dois ou três passes, sendo então o licor mais fraco de alimentação utilizado para a limpeza dos passes. A figura nº 4 mostra um corpo com 2 passes e o esquema de operação. É também prática comum, a utilização de circulação nestes efeitos.

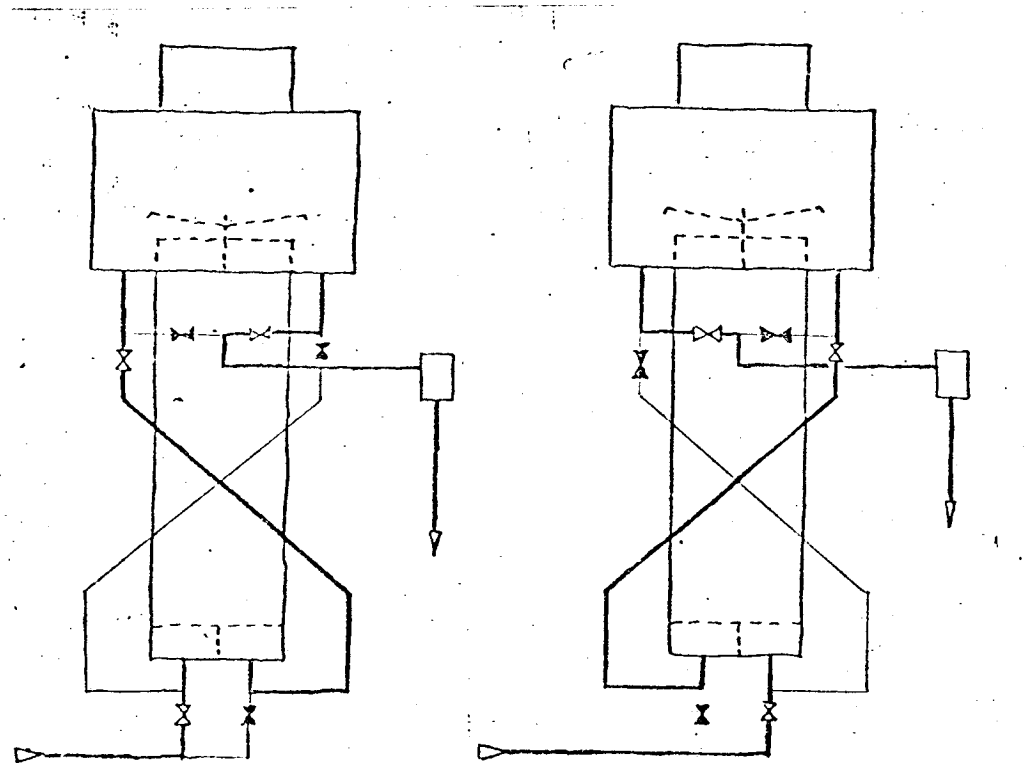


FIGURA Nº 4 - EFEITO COM DOIS PASSES

A figura nº 5 mostra um condensado de superfície que é utilizado para a manutenção de vácuo no evaporador. O sistema de vácuo é completado por ejetores que têm dupla finalidade, dar o vácuo inicial ao sistema e, manter o vácuo em operação normal, com a retirada de ar e incondensáveis. Algumas instalações têm ejetores de partida em separado dos ejetores normais. A figura nº 6 mostra um sistema de ejetores em dois estágios,com condensador barométrico intermediário.

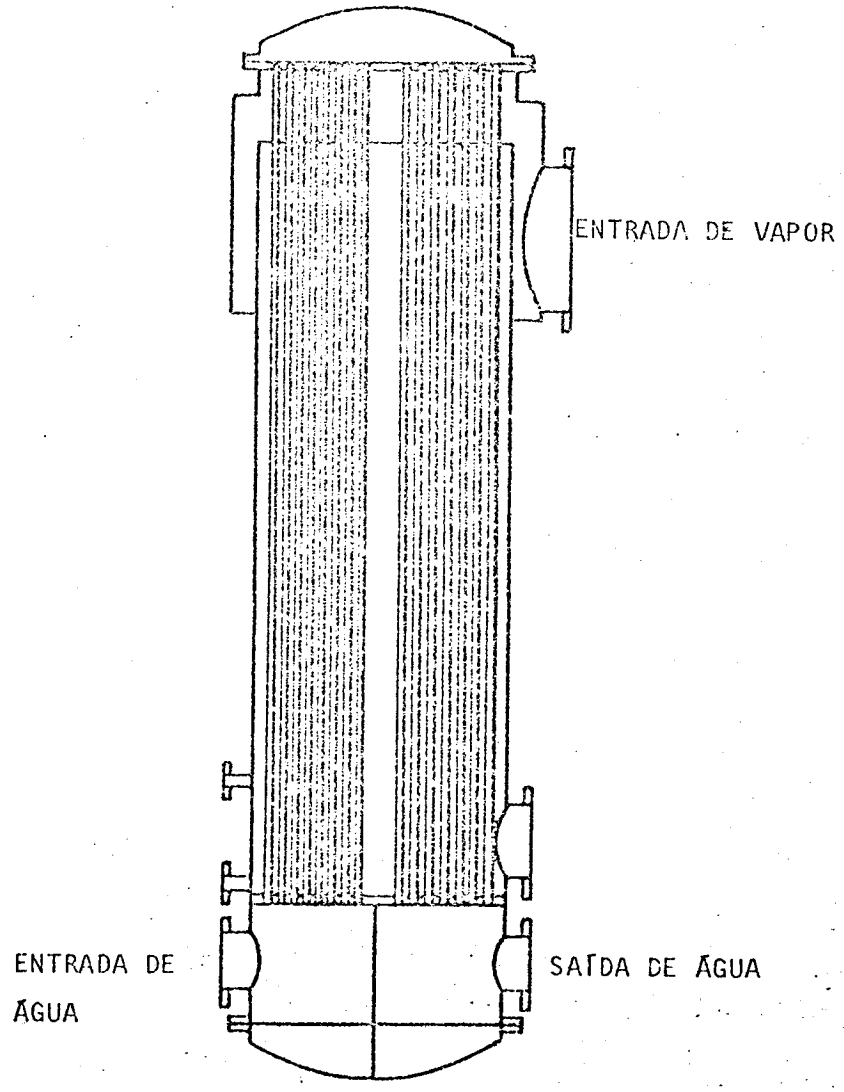


FIGURA Nº 5 - CONDENSADOR DE SUPERFÍCIE

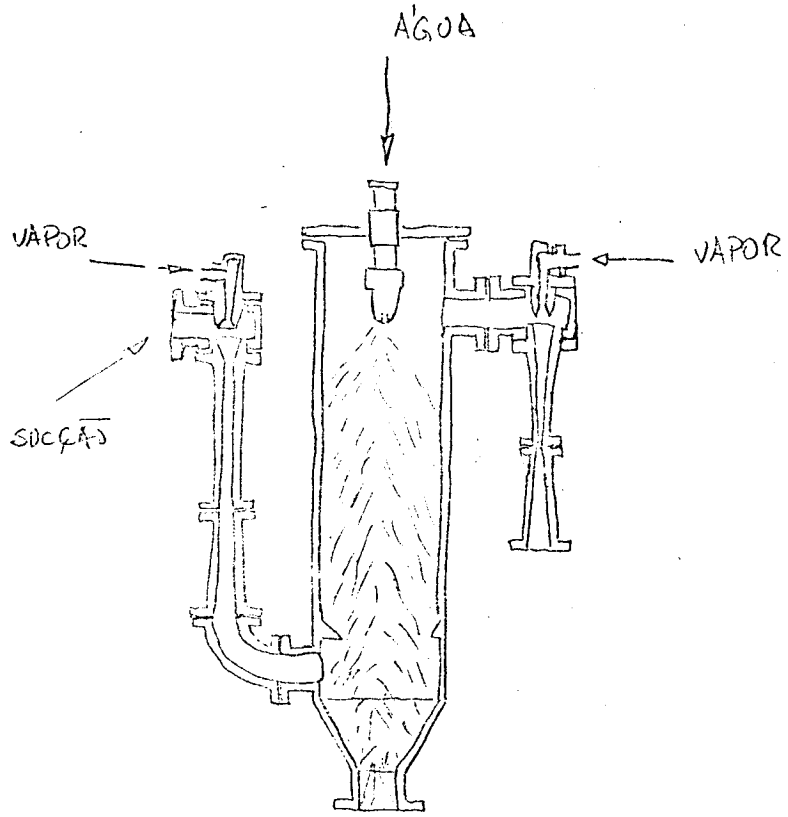


FIGURA Nº 6

Em um sistema de evaporação com múltiplos efeitos, há diversos arranjos que podem ser utilizados, de acordo com as diferentes condições de projeto. As figuras 7, 8, 9 são exemplos de sistemas de evaporação.

A figura nº 10 apresenta um esquema de evaporação com tratamento de condensado contaminado. O licor preto contem normalmente, mercaptanos e metanol. Valores normais são de 1 kg de compostos orgânicos de enxôfre por tonelada de celulose, calculado como enxôfre e, 4 a 5 kg de metanol por tonelada de celulose. Estes compostos são facilmente separados com a ebulição do licor preto, assim cerca de 95% de todos os componentes de enxofre e os que resultam em alto DBO, são separados do licor preto nos efeitos 3, 4 e 5. Com uma coluna de destilação do condensado contaminado, podemos separar estes compostos, que são levados a câmaras de combustão ou caldeiras.

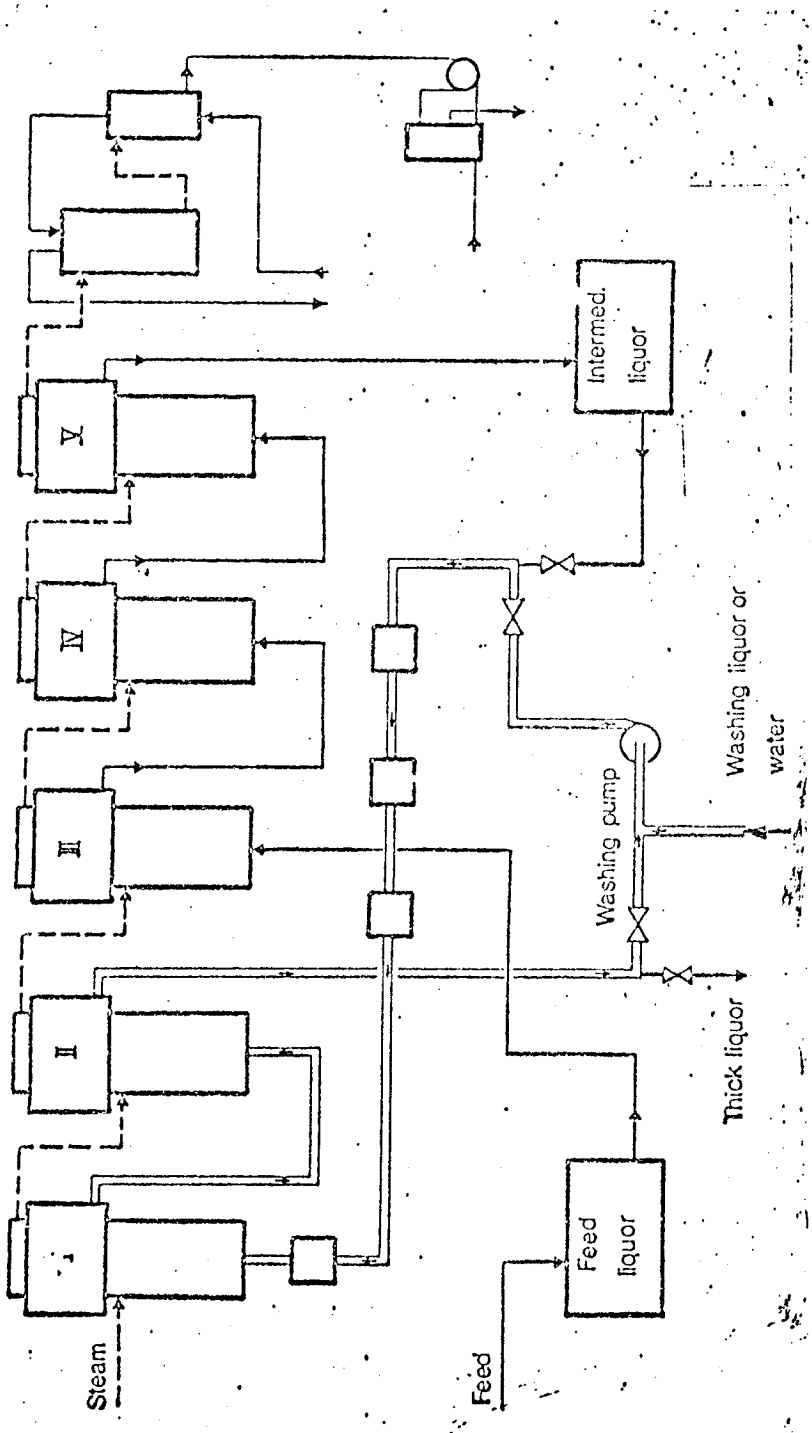

Intermed. liquor
V
IV
III
II
I
Washing liquor or water
Washing pump
Thick liquor
Feed liquor
Steam
Feed

FIGURA Nº 7

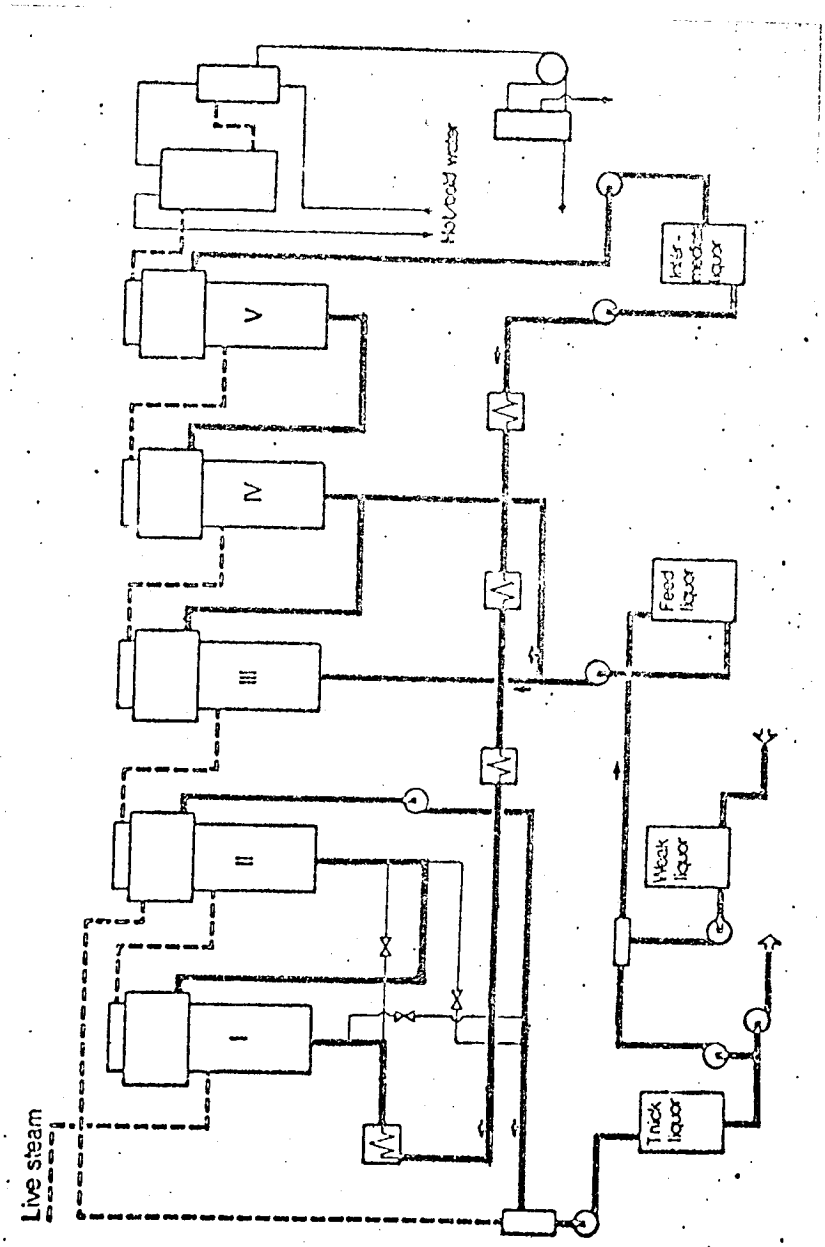

Live steam
I
II
III
IV
V
Thick liquor
Weak liquor
Feed liquor
Inter-mediate liquor
Natural water

FIGURA Nº 8

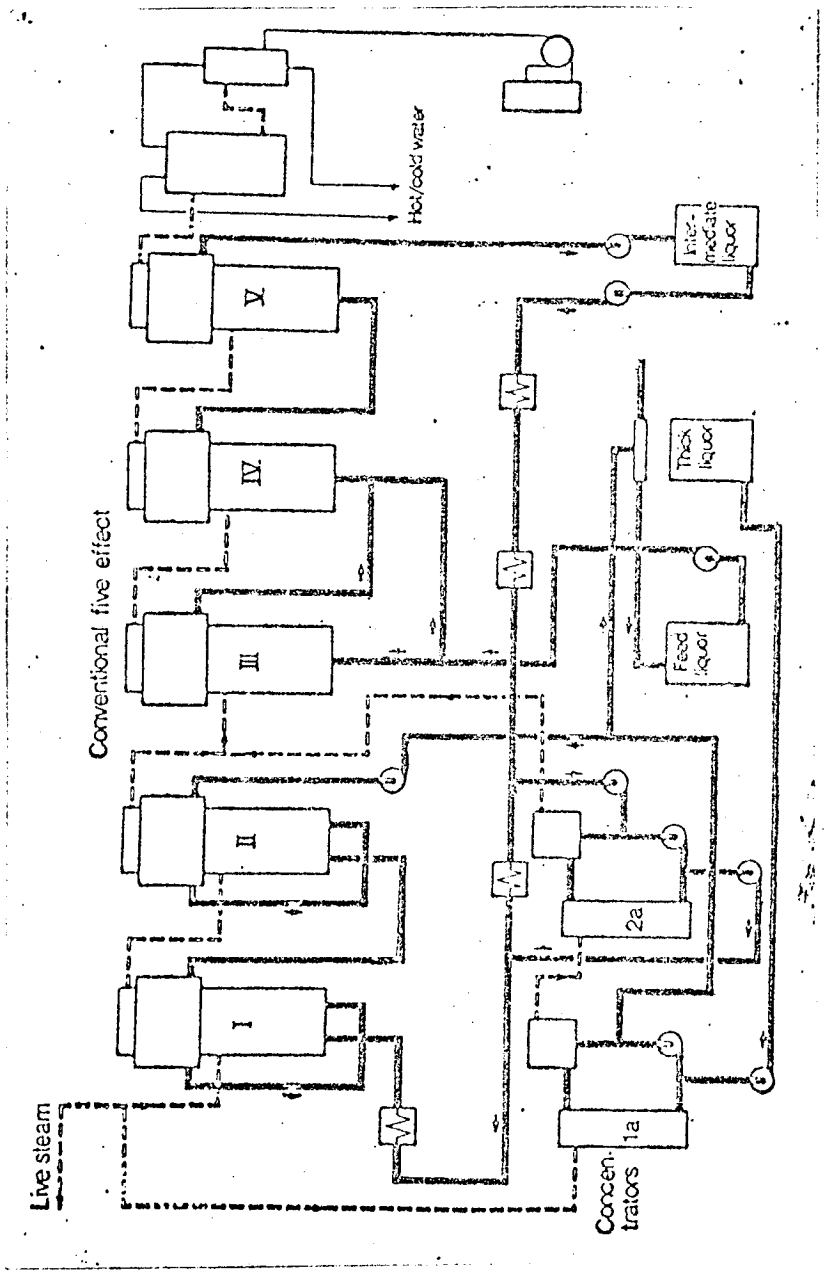

Hot/cold water
Inter-mediate liquor
V
IV
III
II
I
Conventional five effect
Thick liquor
Feed liquor
2a
1a
Live steam
Concen-trators

FIGURA Nº 9

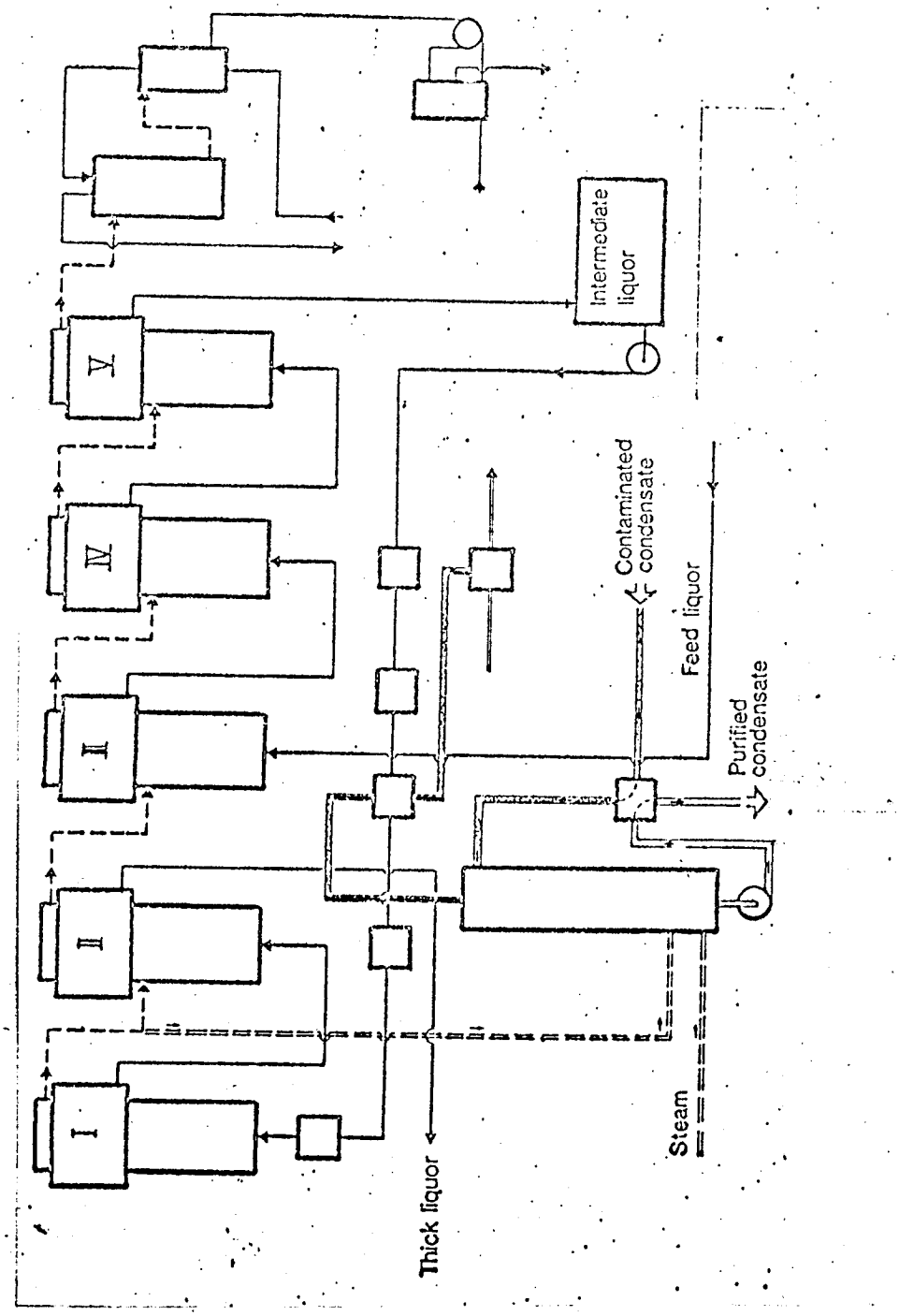

Intermediate liquor
V
IV
III
II
I
Contaminated condensate
Feed liquor
Purified condensate
Steam
Thick liquor

FIGURA Nº 10

3 - PROBLEMAS DE OPERAÇÃO

Os principais problemas de operação estão listados abaixo, juntamente com as possíveis causas.

Condensado contaminado	- nível alto de licor na cabeça de vapor - vazamento em tubos - pressão anormal no último efeito - operação acima da capacidade - problemas no separador centrífugo. - defletor quebrado.
Pressão alto no último efeito	- baixa pressão de vapor aos ejetores - baixa pressão de água ao condensador - temperatura de água de resfriamento muito alta - vazamento de ar - problemas nos ejetores - depósito no condensador.
Baixa capacidade	- pressão alta no último efeito - tubos sujos - acúmulo de incondensáveis - tubos entupidos - baixa concentração de alimentação.
Formação de depósito ou incrustações	- tubos ficam meio cheios por operação em baixa capacidade - altas concentrações em arranques ou em períodos com problemas - baixa capacidade de circulação - baixa eficiência de caustificação - alto teor de sílica - baixa redução na caldeira de recuperação - formação de "sabão" - alto teor de fibras no licor.

CENIBRA UFV	TECNOLOGIA DE CELULOSE	TEC 332 Nº 15

OXIDAÇÃO DE LICOR PRETO

Nisio Barlem

Novembro, 77

OXIDAÇÃO DE LICOR PRETO

1 - GENERALIDADES

A oxidação de licor preto é utilizada para a redução de emissões de compostos gasosos de enxôfre que produzem o odor característico em fábricas de celulose. Quando o licor preto fraco é oxidado, há a redução do DBO do efluente da evaporação e menor corrosão nos efeitos, podendo-se então utilizar uma maior porcentagem de aço carbono. Em fábricas onde há o evaporador de contato direto, a prática comum é a oxidação de licor forte, após a evaporação ou ambas. O grande inconveniente é que a viscosidade do licor oxidado aumenta drasticamente, cerca de duas vezes para licor fraco e, de 10 a 15 vezes para licor forte.

O mau cheiro é ocasionado, principalmente, pelo mercaptano de metila (CH_3SH) e gás sulfídrico (H_2S), ambos perceptíveis em baixíssimas concentrações, da ordem de 0,5 a 5 ppb. Outros compostos que contribuem para a formação de odor são o dióxido de enxôfre (SO_2) e o sulfeto de dimetila (CH_3SCH_3), este último aparecendo em pequenas quantidades.

As principais fontes de emissão destes compostos são: tanque de descarga do digestor, lavagem de celulose, evaporação e caldeira de recuperação.

Através de reação de sulfeto de sódio do licor branco com a madeira, há a formação de metilmercaptano de sódio (CH_3SNa). Estes, por meio da reação aquosa forma o mercaptano de metila.

$$CH_3SNa + H_2O \rightarrow NaOH + CH_3SH$$

O gás sulfídrico forma-se por reação de hidrólise do sulfeto de sódio.

$$Na_2S + H_2O \rightleftarrows NaHS + NaOH$$

$$NaHS + H_2O \rightarrow NaOH + H_2S$$

Através da oxidação o mercaptano de metila é transformado no bissulfeto de dimetila, mais estável e de odor menos agressivo.

$$4\ CH_3SH + O_2 \rightarrow 2\ CH_3S_2CH_3 + 2\ H_2O$$

A formação de gás sulfídrico é impedida quando é oxidado a tiossulfito de sódio.

$$Na_2S + H_2O \rightarrow NaHS + H_2O$$

$$NaHS + 2\ O_2 \rightarrow Na_2S_2O_3 + H_2O$$

O gás sulfídrico é também oxidado.

$$3\ H_2S + 3\ O_2 \rightarrow 2\ SO_2 + H_2O$$

Na fornalha da caldeira de recuperação teremos a redução do tiossulfito de sódio.

$$Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2SO_3 + S$$

$$2\ Na_2SO_3 + 3\ C \rightarrow 2\ Na_2S + 3\ CO_2$$

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Nas altas temperaturas da fornalha temos a formação de dióxido de sódio.

$$Na_2O + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3$$

$$Na_2CO_3 + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + CO_2$$

E finalmente o sulfito é oxidado a sulfato de sódio:

$$Na_2SO_3 + 1/2\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4$$

Em um evaporador de contato direto há a reação de CO_2 e SO_2 com NaOH.

$$2\ NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

$$2\ NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

Ambas as reações deslocam o equilíbrio de hidrólise do sulfeto de sódio, no sentido de formação de H_2S. Há uma relação linear entre concentração de Na_2S no licor e emissão de H_2S. Quando o licor tem alto grau de oxidação, há apenas o consumo da soda cáustica residual, sem liberação de H_2S. Como há a fixação do SO_2 sem a consequente liberação de H_2S, as perdas em enxôfre pela chaminé diminuem. O pH do licor tem grande influência nesta reação de fixação.

2 - EQUIPAMENTOS

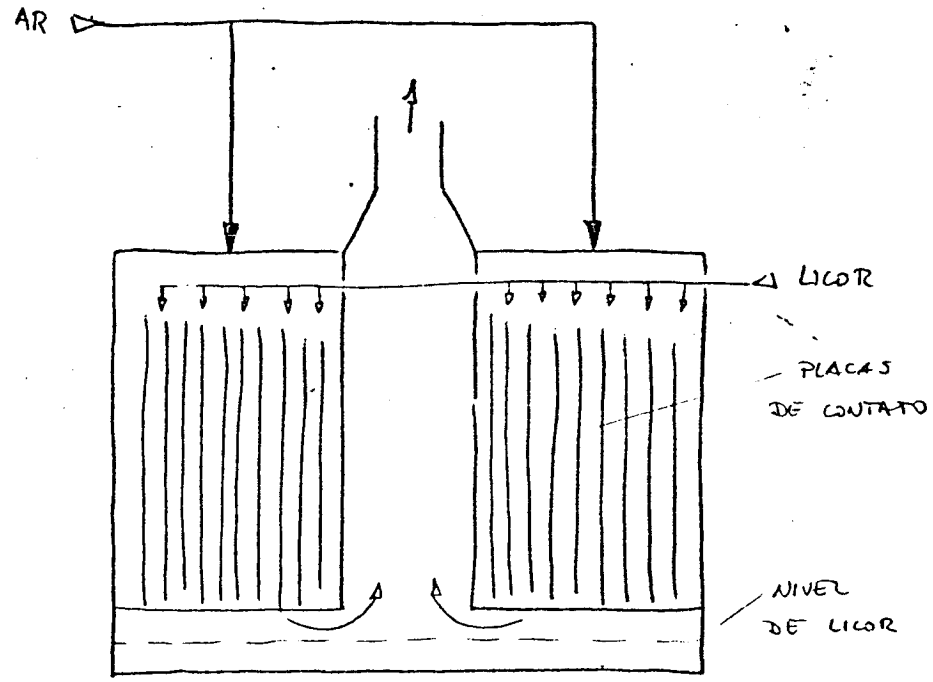
Há uma grande variedade de equipamentos utilizados para a oxidação de licor, sendo o princípio básico o contato íntimo entre o licor e ar, com sistema de separação de espuma.

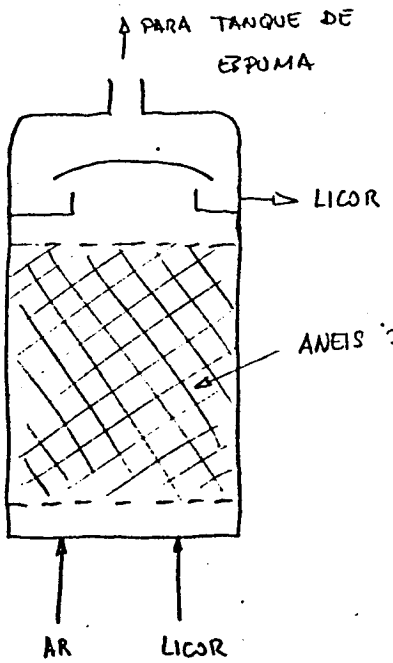
Tomando-se a equação geral da oxidação de licor,

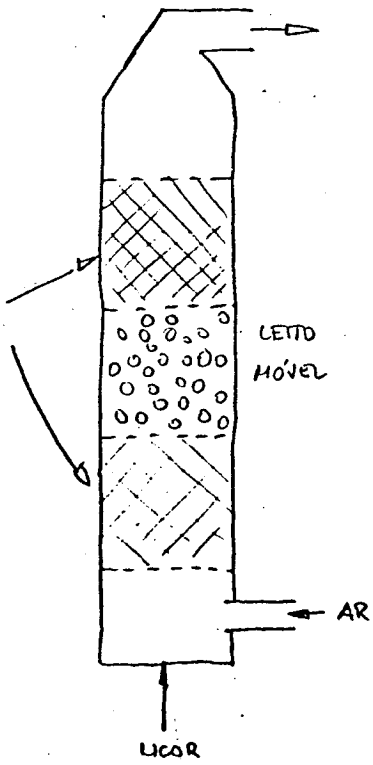
$$2\ Na_2S + 2\ O_2 + H_2O \rightarrow Na_2S_2O_3 + NaOH + \text{calor}$$

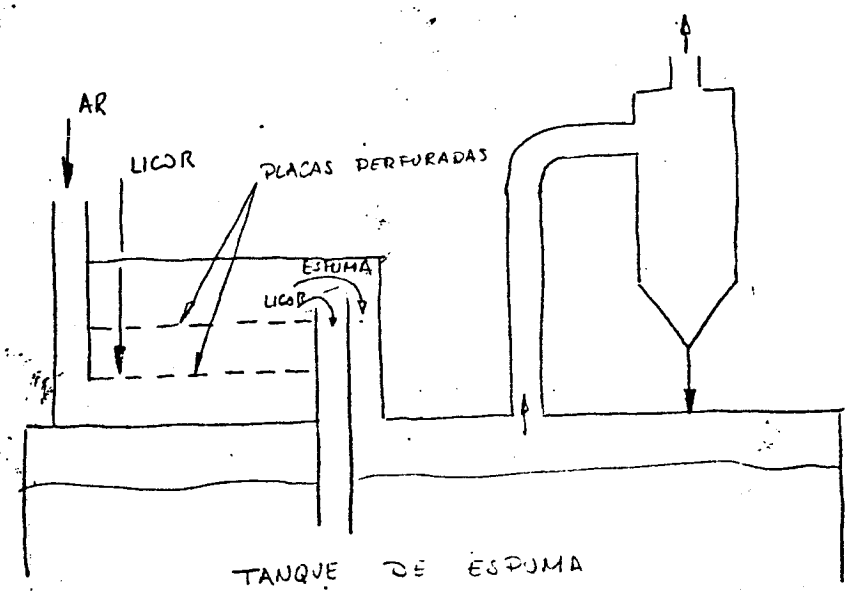
temos que teoricamente 15 a 20 unidades de volume de ar por unidade de volume de licor, seriam necessárias para a oxidação. Entretanto, como média geral, em todos os tipos de instalação há a necessidade de injeção de cerca de 100 unidades.

Os esquemas básicos de instalações de oxidação de licor são dados a seguir.

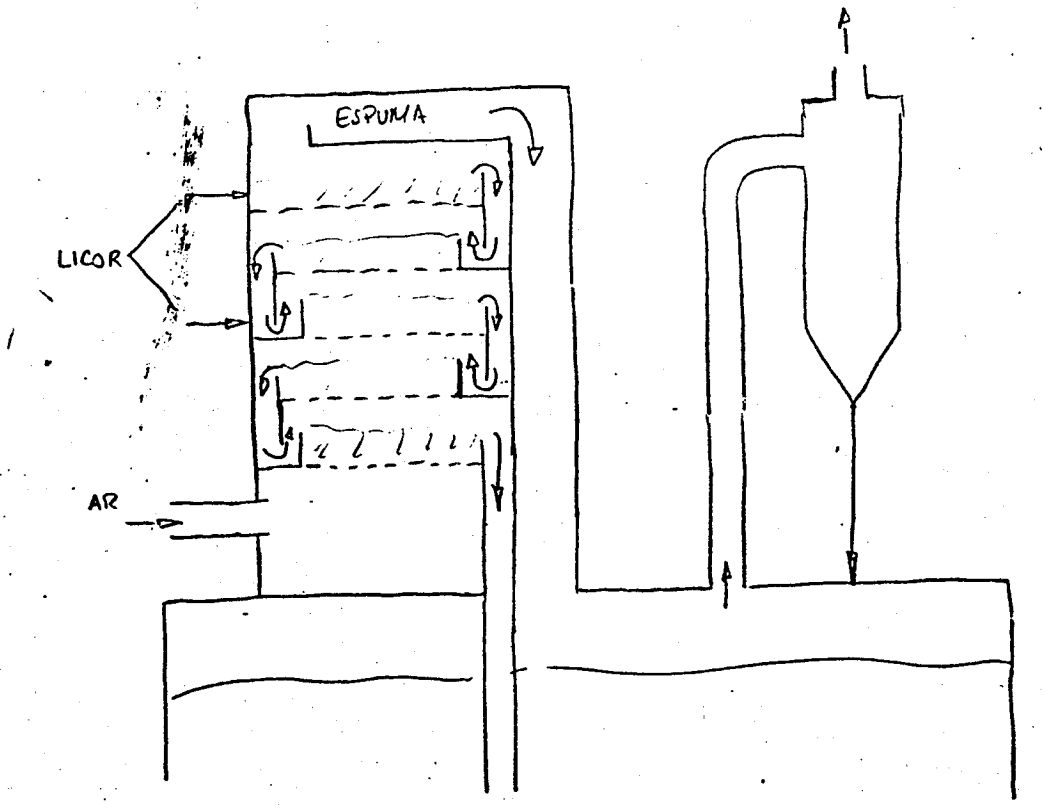

AR
LICOR
PLACAS
DE CONTATO
NIVEL
DE LICOR

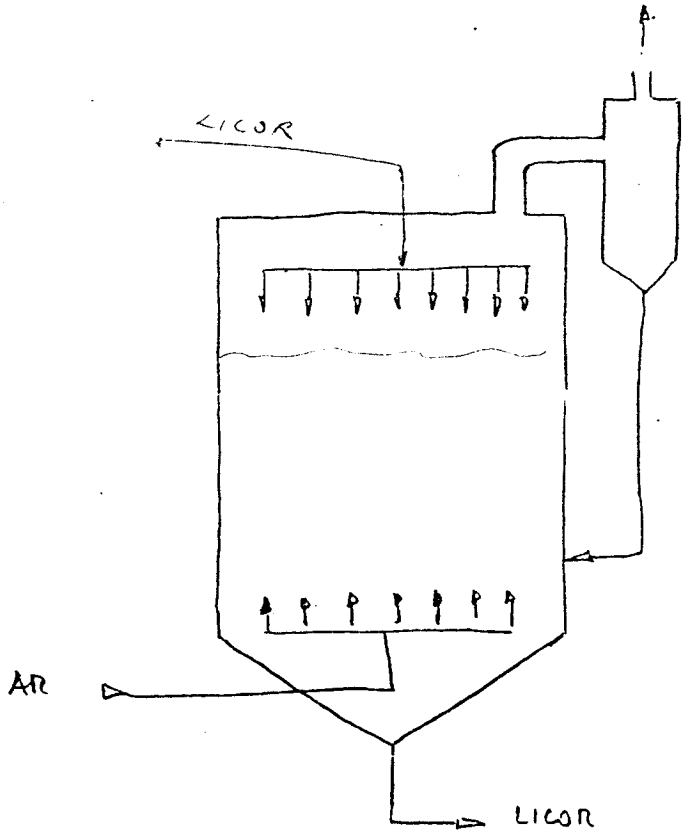

PARA TANQUE DE
ESPUMA
LICOR
ANEIS DE RASHIG
AR
LICOR


LEITO
MÓVEL
AR
LICOR



TANQUE DE ESPUMA




LICOR
AR
LICOR

ENGENHARIA UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332 Nº P.1

MÉTODOS PARA ANÁLISE DE ÁGUA

Belo Oriente, MG

Abril, 1979

MÉTODOS PARA ANÁLISE DE ÁGUA

1. ACIDEZ

a) Pipetar 100 ml de água e transferir para erlenmeyer de 250ml.
b) Adicionar gotas de fenolftaleína.
c) Titular com NaOH 0,02 N.

Viragem: incolor → rosa

d) Gasto = A ml

Acidez como ppm $CaCO_3$ = A x 10

Dedução:

$$\text{Acidez} = \frac{A \times 0{,}02 \times 50 \times 10^3}{100}$$

0,02 = N da NaOH
50 = eq. grama do $CaCO_3$, em gramas
10^3 = conversão de g para mg
100 = amostra de água em ml
Acidez = mg $CaCO_3$/l ou ppm

2. ALCALINIDADE

a) Pipetar 100 ml da água e transferir para erlenmeyer de 250ml.
b) Adicionar gotas de fenolftaleína e titular com H_2SO_4 0,02 N.

Viragem: rosa → incolor

c) Gasto = "F" ml
d) Adicionar duas gotas de metil orange e continuar a titulação com H_2SO_4 0,02 N

Viragem: incolor → vermelho rosado

e) Gasto: "M" ml (M contem F)

f) Interpretação

$F = NaOH + 1/2\ CaCO_3$

$M = NaOH + CaCO_3 + Ca(HCO_3)_2$

$M - F = 1/2\ CaCO_3 + Ca(HCO_3)_2$

g) Cálculos

Resultados das titulações	Alcalinidade em ppm $CaCO_3$		
	Hidróxido	Carbonato	Bicarbonato
F = 0	-	-	M x 10
F < 1/2 M	-	2 F x 10	(M - 2 F) x 10
F = 1/2 M	-	2 F x 10	-
F > 1/2 M	(2 F - M)x 10	(2 M - 2 F)x10	-
M = F	F x 10	-	-

Alcalinidade total = M x 10

$$Alc.\ Total = \frac{M \times 0,02 \times 50 \times 10^3}{100}$$

0,02 = normalidade do H_2SO_4

50 = eq. grama do $CaCO_3$, em g

10^3 = transformação de g, em mg

100 = volume de água, em ml.

h) Observações

F = 0 → solução incolor à fenolftaleína

F = M → solução rosada ao metil orange

F < 1/2 M → gastou mais titulante na 2a. titulação. Não há presença de hidróxido, apenas CO_3^{2-} e HCO_3^-

F = 1/2 M → não há hidróxido e nem bicarbonato, apenas CO_3^{2-}

F > 1/2 M → gastou mais titulante na 1a. titulação. Não há presença de bicarbonato, apenas OH^- e CO_3^{2-}.

4. DUREZA TOTAL

a) Pipetar 100 ml de água e transferir para erlenmeyer de 250 ml

b) Adicionar 20 ml de buffer
pH = 9,5 a 10,0

c) Titular com EDTA 0,01 M usando EBT como indicador.

Viragem: vermelho → azul puro

d) Gasto = A ml

e) Cálculo

$$\text{Dureza total ppm } CaCO_3 = A \times 10$$

$$\text{Dureza total} = \frac{A \times 0{,}01 \times 100 \times 10^3}{100}$$

0,01 = Molaridade do EDTA

100 = Mole de $CaCO_3$, em g

10^3 = transformação de g em mg

100 = volume da amostra

f) Observações

Dureza total corresponde a todo cálcio e magnésio presente na água. O buffer tem a função de tamponar a solução numa faixa de pH (9,5 a 10) em que se titula Ca e Mg ao mesmo tempo.

Na determinação da dureza Ca, usa-se NaOH para manter o pH numa faixa altamente alcalina (pH = 12 a 13), para permitir a titulação apenas do cálcio, sem interferência do magnésio. O Mg é titulável numa faixa menos alcalina (pH 9,5 a 10).

4. DUREZA CÁLCIO

a) Pipetar 100 ml da água e transferir para erlenmeyer de 250 ml

b) Adicionar uma "pitada" de cal-red (indicador), após a adição de 20 ml de NaOH 20 %.

c) Titular com EDTA 0,01 M .

Viragem: rosa → azul puro

d) Gasto = B ml

e) Cálculo

$$\text{Dureza Ca ppm } CaCO_3 = B \times 10$$

$$\text{Dureza Ca} = \frac{B \times 0{,}01 \times 100 \times 10^3}{100}$$

0,01 = Molaridade do EDTA

100 = Mole de $CaCO_3$, em g

10^3 = conversão de g em mg

100 = volume da amostra

5. DUREZA MAGNÉSIO

Dureza Mg = Dureza total - Dureza cálcio.

6. SÓLIDOS TOTAIS

a) Homogeneizar completamente a amostra.
b) Pipetar 100 ml numa cápsula de porcelana limpa e tarada (T)
c) Levar à secura num banho-maria a ± 100ºC
d) Secar em estufa a ± 105ºC e pesar (P)

$$ST_{ppm} = \frac{(P - T) \times 10^6}{v}$$

P = peso da amostra e cápsula, em g

T = tara

v = volume da amostra = 100 ml

$$ST = \frac{(P - T)}{100} \times \underset{\text{conversão a 1000 ml}}{1000} \times \underset{\text{conversão de g a mg}}{1000}$$

7. SÓLIDOS SUSPENSOS

a) Filtrar 1000 ml da amostra (água tratada) ou 500 ml (água bruta), num funil de Buchner, usando papel de filtro Whatman 42, tarado num pesa-filtro (T)
b) Lavar o resíduo com água destilada e secar em estufa a ± 105ºC
c) Resfriar num dessecador e pesar (P)
d) Cálculos

$$SS_{ppm} = \frac{(P - T) \times 1000 \times 1000}{v}$$

$$SS = \frac{(P - T) \times 10^6}{v}$$

1000 = conversão para 1000 ml

1000 = conversão de g para mg

P = peso dos sólidos + papel

T = peso do papel

v = volume da amostra

8. OXIGÊNIO CONSUMIDO

a) Pipetar 100 ml da água e transferir para um erlenmeyer de 250ml

b) Adicionar 10 ml de H_2SO_4 1:1 e aquecer à ebulição

c) Juntar 10 ml de $KMnO_4$ 0,0125 N e ferver por 10 minutos.

d) Após fervura juntar 10 ml de oxalato de amônio 0,0125 N e titular imediatamente com $KMnO_4$ 0,0125 N.

Viragem: ligeiramente rósea

e) Gastos = A ml

f) Cálculo

O_2 consumido (ppm) = A

$$O_2 \text{ consumido (ppm)} = \frac{A \times 0,0125 \times 8 \times 1000}{100}$$

0,0125 = Normalidade do $KMnO_4$

8 = equivalente grama do O_2

1000 = conversão de grama a mg

100 = volume da amostra.

g) Observações

Toda matéria-orgânica presente na amostra é determinada como O_2 consumido, ou se preferir, em $KMnO_4$ consumido.

O oxalato de amônio ou de sódio tem como função a de reduzir o excesso de $KMnO_4$ que não foi consumido pela amostra.

O residual do oxalato é titulado pelo $KMnO_4$, obtendo-se assim, a quantidade de $KMnO_4$ correspondente ao consumo pelo amostra.

O $KMnO_4$ oxida toda a matéria-orgânica presente na amostra. Oxida também outros compostos minerais possíveis de serem oxidados.

Para se expressar a análise como $KMnO_4$ consumido, usa-se a relação:

$$\text{Consumo } KMnO_4 \text{ (ppm } KMnO_4) = A \times 3,95$$

ou

$$\text{Consumo } O_2 \text{ (ppm } O_2) \times 3,95 = \text{Consumo } KMnO_4 \text{ (ppm).}$$

3,95 é um fator correspondendo à relação entre o equivalente grama do $KMnO_4$ e do O_2.

9. CLORETOS

a) Pipetar 100 ml da amostra e transferir para erlenmeyer de 250ml.

b) Adicionar 10 gotas de difenil carbazona + azul de bromofenol (indicador).

Viragem: roxo.

c) Adicionar HNO_3 gota a gota até coloração amarela.

d) Titular com $HgNO_3$ 0,014 N (nitrato de mercúrio) até viragem para roxo.

e) Fazer prova em branco.

f) Cálculo

B = gasto prova em branco

A = gasto no teste

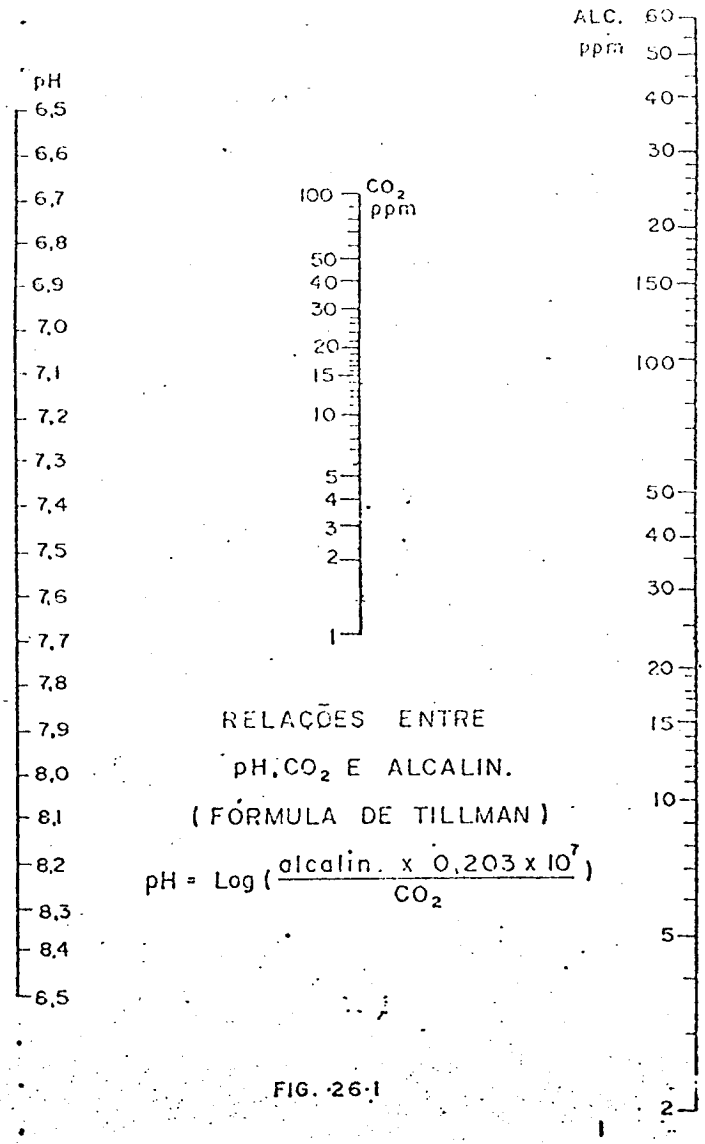
$$\text{ppm } Cl^- = \frac{(B - A) \times N \times 35,5 \times 10^3}{100}$$

g) Observações

O HNO_3 tem como função oxidar o cloreto presente na amostra

10. CO_2 LIVRE

Obtido pelo nomograma a seguir:



RELAÇÕES ENTRE

pH, CO_2 E ALCALIN.

(FÓRMULA DE TILLMAN)

$$pH = \text{Log}\left(\frac{\text{alcalin.} \times 0{,}203 \times 10^{7}}{CO_2}\right)$$

FIG. 26-1

11. FERRO TOTAL (Fe T)

a) Pipetar 50 ml da amostra e transferir para erlenmeyer de 250ml.

b) Adicionar 2 ml de HCl concentrado e 1 ml de hidroxilamina.

c) Ferver até reduzir o volume a ± 20 ml.

d) Resfriar à temperatura ambiente.

e) Transferir para balão de 100 ml

f) Adicionar 10 ml de buffer acetato de amônio e 3 ml de fenantrolina.

g) Deixar 10 minutos em repouso.

h) Aferir e homogeneizar.

i) Ligar o fotocolorímetro durante 10 minutos.

j) Aferir o aparelho com água destilada, em 0 % de Transmitância (filtro branco) e em 100 % T com filtro verde (520 nm).

l) Fazer a prova em branco usando todos os reagentes e substituindo a amostra por água destilada.

m) Fazer a leitura da prova em branco e da amostra.

n) Cálculos

$$\text{ppm Fe} = \frac{\mu g}{\text{ml da amostra}}$$

μg = leitura na tabela

% T = (100 - P. br.) + leitura da amostra.

TABELA PARA TRANSFORMAR % T EM µg

% T	µg	% T	µg
75	105,0	88	48,5
76	100,0	89	44,0
77	95,0	90	40,0
78	92,5	91	35,5
79	87,5	92	31,0
80	82,5	93	27,0
81	77,5	94	22,5
82	75,0	95	18,0
83	70,0	96	14,0
84	65,0	97	10,0
85	61,5	98	6,0
86	57,5		
87	52,5		

o) Observações

O HCl é usado para dissolver todo o ferro e a hidroxilamina para reduzi-lo.

O buffer acetato de amônio é usado para tampo - nar a solução numa faixa de pH entre 4,5 e 4,7.

A fenantrolina dá coloração ferruginosa na presença de ferro.

12. SULFATOS

a) Pipetar 50 ml da amostra em um erlenmeyer de 250 ml.

b) Adicionar 2,5 ml de reagente para sulfato.

c) Adicionar ± 0,1 g de $BaCl_2$ (cristais).

d) Agitar durante 1 minuto.

e) Fazer prova em branco usando 50 ml de água destilada.

f) Ligar o aparelho durante 10 minutos.

g) Ajustar a leitura da prova em branco em 0 % de transmitância (filtro branco) e em 100 % de transmitância no filtro azul escuro (415 nm).

h) Cálculos

% T → leitura da amostra.

ppm SO_4 = leitura na tabela.

TABELA PARA TRANSFORMAR % T EM ppm DE SO_4

SULFATO

% T	ppm	% T	ppm	% T	ppm
31	55,0	56	29,0	81	11,0
32	54,0	57	28,0	82	10,5
33	53,0	58	27,0	83	10,0
34	51,5	59	26,5	84	9,0
35	50,0	60	26,0	85	8,5
36	49,0	61	25,0	86	8,0
37	48,0	62	24,0	87	7,5
38	46,5	63	23,5	88	6,5
39	45,0	64	23,0	89	6,0
40	44,0	65	22,0	90	5,5
41	43,0	66	21,0	91	5,0
42	42,0	67	20,5	92	4,0
43	41,0	68	20,0	93	3,5
44	40,0	69	19,0	94	3,0
45	39,0	70	18,5	95	2,5
46	38,0	71	18,0	96	2,0
47	37,0	72	17,0	97	1,5
48	36,0	73	16,5	98	1,1
49	35,0	74	15,5	99	0,5
50	34,0	75	15,0	-	
51	33,5	76	14,5	-	
52	32,5	77	14,0	-	
53	31,5	78	13,0	-	
54	31,0	79	12,5	-	
55	30,0	80	12,0	-	

i) Observações

Reagente para sulfato: composto de glicerina, álcool etílico, cloreto de sódio e HCl concentrado. É usado para preparar a amostra num pH em que é possível a precipitação do sulfato, usando cristais de $BaCl_2$. A variação do pH é de 4,0 a 4,3 (viragem do metil-orange).

13. COR APARENTE

a) Medir na cubeta ± 50 ml da amostra bem homogeneizada.

b) Fazer a leitura usando filtro azul escuro (410 nm).

c) Aferir o aparelho em 0 % T (filtro branco) e em 100 % T (filtro azul escuro), usando água destilada.

d) Cálculo

ppm cor aparente = obtida em gráfico relacionando % T e ppm cor

e) Observação

A cor aparente é a cor devida aos sólidos suspensos e dissolvidos.

14. COR VERDADEIRA

a) Medir ± 50 ml da amostra e transferir para bequer de 250ml

b) Adicionar ± 2 ml de solução de $Al_2(SO_4)_3$ a 20 %.

c) Agitar para floculação dos sólidos.

d) Filtrar usando papel de filtro branco (médio).

e) Corrigir o pH da amostra para 7,6 .

f) Fazer a leitura usando filtro azul escuro.

g) Verificar os ppm de cor em gráfico de correlação entre % T e ppm.

h) Observação

A cor verdadeira é aquela determinada em solução livre de sólidos suspensos, os quais foram floculados e removidos.

O pH é corrigido para ± 7,6 porque a floculação se processa com maior intensidade neste pH.

15. SÍLICA

a) Pipetar 1 ml da amostra e diluir para 50 ml em proveta.

b) Transferir para erlenmeyer de 250 ml.

c) Adicionar 1 ml de HCl 1:1 e 2 ml de molibdato de amônio a 10 %.

d) Deixar de 5 a 10 minutos em repouso.

e) Adicionar 1,5 ml de ácido oxálico 10 %.

f) Deixar 5 a 10 minutos em repouso.

g) Adicionar 2 ml de molibdato de amônio 10 %.

h) Deixar 5 a 10 minutos em repouso.

i) Adicionar 2 ml de ácido 2 - amino-naftol-sulfônico.

j) Deixar 5 minutos em repouso.

l) Ligar o fotocolorímetro durante 10 minutos.

m) Ajustar em 0 % T (filtro branco) e 100 % T (filtro vermelho, 660 nm) usando a prova em branco.

n) Fazer a leitura da amostra.

o) Cálculos

$$\text{ppm } SiO_2 = \frac{\mu g}{\text{ml amostra}}$$

$\mu g \rightarrow$ leitura em tabela

% T → leitura da amostra

p) Observação: o volume final da amostra e reagente é de 56,5ml

q) Prova em branco

- Medir 50 ml da amostra numa proveta.
- Transferir para erlenmeyer de 250 ml.
- Adicionar 1 ml de HCl 1:1 e 1,5 ml de solução de ácido oxálico 10 %
- Homogeneizar
- Aferir o aparelho.

TABELA PARA TRANSFORMAR % T EM µg

SÍLICA

% T	µg	% T	µg	% T	µg
25	225,0	51	105,0	77	35,0
26	218,0	52	102,0	78	32,0
27	211,0	53	99,0	79	30,0
28	205,0	54	96,0	80	28,0
29	200,0	55	93,0	81	26,0
30	194,0	56	90,0	82	24,0
31	188,0	57	87,0	83	22,0
32	183,0	58	83,0	84	20,0
33	178,0	59	80,0	85	19,0
34	172,0	60	78,0	86	17,0
35	169,0	61	75,0	87	15,0
36	165,0	62	72,0	88	14,0
37	160,0	63	69,0	89	12,0
38	155,0	64	67,0	90	11,0
39	150,0	65	64,0	91	10,0
40	146,0	66	61,0	92	8,0
41	143,0	67	59,0	93	7,0
42	139,0	68	56,0	94	5,0
43	135,0	69	53,0	95	4,0
44	130,0	70	51,0	96	3,0
45	127,0	71	49,0	97	2,0
46	123,0	72	46,0	98	1,0
47	120,0	73	44,0	99	0,0
48	115,0	74	41,0	-	
49	112,0	75	39,0	-	
50	109,0	76	37,0	-	

r) Comentários

O HCl 1:1 tem como função cristalizar a sílica presente na amostra e que esteja na forma de outros compostos de silício.

O molibdato de amônio é usado para complexar a sílica.

O ácido oxálico é usado para excluir fosfato como elemento interferente.

O ácido 2-amino-naftol-sulfônico reduz a sílica e dá uma coloração azulada à amostra.

A intensidade da cor é proporcional à quantidade de sílica.

16. HIDRAZINA

a) Pipetar 50 ml da amostra e transferir para erlenmeyer de 250 ml.

b) Adicionar 10 ml de HCl 10 % e 10 ml de paradimetil amino - benzaldeído 2 %.

c) Deixar em repouso por 10 minutos.

d) Fazer uma prova em branco usando 50 ml de HCl 10 % e 10 ml de paradimetilaminobenzaldeído.

e) Aferir a leitura do fotocolorímetro em 0 % T (filtro branco) e 100 % T (filtro azul claro = 500 nm) com a prova em branco.

f) Cálculos

ppm de N_2H_4 → vide tabela

% T → leitura da amostra.

TABELA PARA TRANSFORMAR % T EM ppm N_2H_4

HIDRAZINA

% T	ppm	% T	ppm
79	1,10	91	0,26
80	1,02	92	0,20
81	0,96	93	0,12
82	0,88	94	0,06
83	0,82	-	
84	0,75	-	
85	0,68	-	
86	0,61	-	
87	0,54	-	
88	0,47	-	
89	0,40	-	
90	0,34	-	

g) Observações

O HCl é usado para acidular o meio evitando perda de N_2H_4.

O paradimetilaminobenzaldeído dá coloração amarelada à solução.

CENIBRA UFV	Disciplina TECNOLOGIA DE CELULOSE	TEC 332 Nº

P R O B L E M A S

Celso Edmundo B. Foelkel

maio, 1979

Problema 1 :

Qual o volume total de digestores descontínuos que uma fábrica de celulose kraft de Pinus (densidade básica = 0,4 kg/m^3; relação st/m^3 sólido = 0,7; relação st/m^3 cavacos = 1:2) deve possuir, sabendo-se:

a) produção diária = 500 t a.d.
b) rendimento do cozimento = 45%
c) número de ciclos diários= 4

Problema 2 :

Dispõe-se de um licor branco com as seguintes características:

NaOH = 80,5 g/l como NaOH
Na_2S = 37,7 g/l como NaOH
Álcali total = 118,2 g/l como NaOH
Sulfidez = 31,87 %

Como corrigir a sulfidez para 25% em um litro desse licor, dispondo-se de soluções estoque de NaOH (50 g/l de NaOH) e Na_2S (45 g/l de Na_2S) ?

Problema 3 :

Uma fábrica de celulose possui 6 digestores descontínuos, cada um com capacidade para 200m^3 de cavacos. A fábrica opera cada digestor em um esquema de 8 ciclos por dia. O rendimento médio do cozimento é de 45% em celulose. A produção diária é de 1000 t/dia de celulose a.d. branqueada. O rendimento do branqueamento é de 92%. Qual a densidade a granel dos cavacos no interior dos digestores ?

Problema 4 :

Dispõe-se de :

a) Licor branco
   AA = 130 g NaOH/l
   AT = 145 g NaOH/l
   S = 25%
b) Digestor descontínuo com 350m^3 de volume
c) Madeira de eucalipto com densidade a granel na pilha de cavacos

de 170 kg/m^3 e umidade igual a 30%

d) Relação licor madeira = 4/1

Calcular :

a) Volume de licor branco quando o álcali ativo base madeira for de 18% de NaOH

b) Volume de água quente a adicionar para compor o licor de cozimento

c) No caso de se desejar cozinhar a madeira com um licor a 20 % de sulfidez, como se deveria proceder ? Qual volume de qual solução a 50% deveria ser adicionado ?

PROBLEMA

Tratam-se 6000 m^3/hora de água bruta com turbidez 100 ppm. A dosagem de $Al_2(SO_4)_3$ ferroso usada era de 30 ppm e a de soda 12ppm, para floculação. O sulfato de alumínio utilizado era dosado de uma solução a 20 % e a de soda cáustica de uma solução a 4 %. Calcular os fluxos de soda e sulfato em t/h e m^3/h.

DEPARTAMENTO DE ENG. FLORESTAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

TEC 330 - CONSTITUIÇÃO QUÍMICA E MORFOLÓGICA DA MADEIRA

SABATINA

10/04/79

QUESTÕES

1 – O papel e a celulose são constituidos principalmente de fibras que são elementos filamentosos diminutos. Estas fibras encontradas na natureza são quase que totalmente provenientes dos vegetais, embora existam também fibras animais, minerais e artificiais. Dê razões para que as fibras vegetais sejam a principal fonte de suprimentos à indústria de celulose.

2 – Entretanto nem todo tipo de vegetal se presta para a fabricação de papel e celulose. Citar 6 condições fundamentais que uma boa matéria-prima deve preencher:

3 – Completar:

3 – 1. A conceituação do Brasil como produtor de papel e celulose .....
....., mas como consumidor é .....

3 – 2. Segundo o levantamento estatístico pelas revistas especializadas no ramo o primeiro e segundo país produtor de celulose no mundo.....
.....e.....
situando-se o Brasil na ..... classificação.

No que diz respeito a produção de papel e papelão o Brasil se situa na ..... classificação e os dois países maiores produtores são .....e.....

4 – Esquematizar em um tronco de madeira as seções de estudo mostrando em um corte transversal suas partes fundamentais.

5 – Dê algumas características de células do lenho inicial e lenho tardio na madeira.

6 – Como é formada a parede primária e secundária da célula adulta (Descrever o processo de formação).

7 – Em que fase da formação da parede celular começa a ocorrer a formação da lignina.

8 – O que é pontuação, como são classificadas quanto a forma em que o par apresenta e em que tipos de células esses diferentes pares de pontuações são típicos.

9 – Definir:

- Anéis de crescimento
- Cambio
- Fibras
- lúmem
- floema
- xilema
- cortex
- cerne
- alburno
- medula
- corte transversal
- corte tangencial
- corte radial
- parenquima
- poro
- raios
- traqueidos
- vasos

10 – Para determinação da densidade básica da madeira, descrever:

- Método da balança hidrostática
- Método do máximo teor de umidade
- Método da proveta

11 – Sabendo-se que um bloco de madeira no seu ponto de máxima saturação teve seu peso determinado igual a 42 g, esse mesmo bloco foi secado em estufa até o ponto de saturação das fibras e apresentou um peso de 33 g. Pede-se estimar o volume e o teor de vazios desse bloco de madeira. Sabendo-se que as dimensões do bloco no seu ponto de máxima saturação são: 4 cm x 3 cm x 5 cm (comprimento, largura, expessura)

CENIBRA UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332

PROVA PARCIAL

Celso Edmundo B. Foelkel

Fevereiro, 1978

1 - Qual a relação kg de sólidos do licor negro por kg de vapor de 65 kgf/cm^2 e 450ºC ?

2 - Como controlar a altura e a largura da camada na caldeira de recuperação ?

3 - Como controlar o fluxo de ar na caldeira de recuperação ? Qual a medição levada em conta para se saber quanto ar adicionar? Qual deve ser a faixa de variação deste parâmetro ?

4 - Em que consiste a purga da caldeira ? Quando se torna necessário fazê-la ? Qual a taxa de concentração da água em uma caldeira de recuperação ?

5 - Como saber aproximadamente as condições da camada ?

6 - Quais as principais funções da turbina ?

7 - Características da água de alimentação da caldeira.

8 - Dar as relações para a fábrica da Cenibra:

a) toneladas de vapor a 65 kgf/cm^2 por tonelada de celulose a.d.

b) toneladas de vapor a 65 kgf/cm^2 por tonelada de óleo combustível

c) toneladas de vapor a 65 kgf/cm^2 por tonelada de licor preto.

d) toneladas de óleo combustível por tonelada de celulose a.d.

9 - Explicar e esquematizar o sistema de se aquecer ar para a caldeira a óleo da Cenibra.

10 - Concentrador do sistema de evaporação HPD: dissertar com esquemas.

11 - Esquematize:

a) caldeira de recuperação CE

b) caldeira de força

c) turbo-gerador

d) sistema de evaporação em cinco efeitos seguido de evaporador de contato direto e de scrubber.

12 - Qual a eficiência média de uma caldeira de recuperação como geradora de vapor ?

Belo Oriente, 1º de fevereiro de 1978

CEBF/amla

CENIBRA UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332

PROVA PARCIAL

Celso E. B. Foelkel

Novembro, 1978

PROVA PARCIAL

1) Dimensionar um pátio de madeiras para toras de 2 m de comprimento de madeira de eucalipto para abastecer uma fábrica de celulose kraft de 500 t/dia de capacidade. Desenhar a disposição e dimensões das pilhas, bem como os acessos e vias internas do pátio. Localizar o picador no pátio. Comentar sobre como proceder ao rodízio da madeira no pátio. Todas as hipóteses feitas devem ser grifadas.

2) Esquematizar um sistema de depuração hidrociclônica em quatro estágios, com todos os fluxos.

3) Vantagens e desvantagens do sistema de deslignificação contínuo sobre o descontínuo.

4) Citar quatro tipos de digestores contínuos.

5) Esquematizar e explicar o sistema de alimentação de cavacos e licor do digestor contínuo Kamyr.

CENIBRA UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332 nº 2

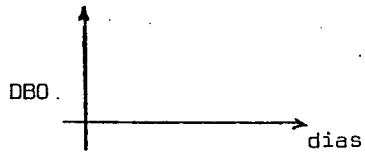
PROVA PARCIAL

Celso E. B. Foelkel

Maio, 1979

Efluentes e meio-ambiente

1. Definir DBO, descrever o método convencional de teste e relacionar em gráfico a variação da DBO em função do tempo:



2. Definir DQO e descrever o procedimento convencional de análise.

3. Citar as etapas do processamento kraft responsáveis pela cor e DBO do efluente hídrico e pela poluição aérea.

4. Citar pelo menos cinco substâncias responsáveis pela poluição hídrica do processo kraft e dizer a procedência de cada substância (p.e., preparo de madeira, formada durante o cozimento etc).

5. Citar as principais fontes de SS em uma fábrica de celulose. Quais os efeitos adversos que estes SS causam ao meio-ambiente ? Descrever alguns métodos recomendáveis para remoção de SS dos efluentes de fábricas de celulose kraft.

6. Qual o principal componente do material particulado que é expelido pelas chaminés de fábricas de celulose kraft ?

7. Descrever o funcionamento de um "scrubber" a seco.

8. Descrever o funcionamento de um precipitador eletrostático.

9. Qual o princípio básico do tratamento biológico do lodo ativado ? Mostrar em esquema como ele é realizado.

10. Discutir as principais formas de se reduzir a poluição hídrica de fábricas de celulose. Quais as vantagens e desvantagens de cada uma ?

CENIBRA / UFV	Disciplina Tecnologia de celulose	TEC 332 Nº

PROVA PARCIAL

Celso Edmundo B. Foelkel

Março, 1979

TRATAMENTO DE ÁGUA

QUESTÕES

1. Explicar, com esquemas, o funcionamento de um filtro rápido de areia.
2. Qual a finalidade da floculação e sedimentação? Explique o mecanismo químico da coagulação e precipitação.
3. Fluxograma básico: desmineralização.
4. Função de um desaerador.
5. Por quais razões se trata a água de alimentação das caldeiras de vapor ?
6. Citar 4 razões pelas quais os sólidos suspensos são indesejáveis em uma fábrica de celulose.
7. Citar três formas de remover sólidos suspensos e turbidez da água.
8. Citar uma maneira de se remover sólidos dissolvidos da água.
9. Citar uma maneira de se remover cor da água.
10. Quais as características que deve ter uma água para fabricação de papel de alta alvura e pureza ?

CENIBRA UFV	TECNOLOGIA DE CELULOSE	Nº 5

Prova parcial

Celso E. B. Foelkel
Augusto F. Milanez

Maio, 1979

Prova parcial : digestores, lavagem, depuração, problemas

1) Comparar os sistemas contínuos de cozimento com os procedimentos descontínuos ou em bateladas

2) Quantos estéreos de madeira de eucalipto podem, aproximadamente, ser carregados em um digestor com $50m^3$ de volume ?
Apresentar os cálculos e os valores tomados para efeitos de cálculo.

3) Um licor branco possui as seguintes características:

A.A. = 130g/l (NaOH)
AT = 154g/l (NaOH)
S = 20%

Dispõe-se de duas soluções estoques: uma de NaOH, com 180g NaOH/l e outra de Na_2S, com 80g/l de Na_2S, como NaOH e 8g/l de NaOH , como NaOH.
Quantos ml de qual solução devem ser adicionados a 1,5 litros deste licor, para a sulfidez tornar-se 25% ?. Qual passará a ser o novo AA e AT do licor resultante ?

4) Uma fábrica de celulose produz polpa na forma de folhas úmidas , com 45% de consistência. Outra produz o mesmo tipo de celulose , mas com uma consistência de 85%. Ao se adquirir 100 t.a.d. de cada uma dessas fábricas, qual será a diferença no peso bruto em celulose, entre as duas cargas ?

5) Quando se altera a produção de um digestor contínuo kamyr deve - se alterar também a operação de outros equipamentos dentro do sistema de produção.
Quais são eles ?
Explicar o porque em poucas palavras.

6) Desenhar fluxograma completo de um sistema de produção de celulose contínuo, desde a entrada do cavaco no alimentador de baixa pressão até a lavagem da massa UKP inclusive.

CENIBRA UFV	TECNOLOGIA DE CELULOSE	Nº 5

Prova parcial

Celso E. B. Foelkel
Augusto F. Milanez

Maio, 1979

Prova parcial : digestores, lavagem, depuração, problemas

1) Comparar os sistemas contínuos de cozimento com os procedimentos descontínuos ou em bateladas

2) Quantos estéreos de madeira de eucalipto podem, aproximadamente, ser carregados em um digestor com $50m^3$ de volume ?
Apresentar os cálculos e os valores tomados para efeitos de cálculo.

3) Um licor branco possui as seguintes características:

A.A. = 130g/l (NaOH)
AT = 154g/l (NaOH)
S = 20%

Dispõe-se de duas soluções estoques: uma de NaOH, com 180g NaOH/l e outra de Na_2S, com 80g/l de Na_2S, como NaOH e 8g/l de NaOH , como NaOH.
Quantos ml de qual solução devem ser adicionados a 1,5 litros deste licor, para a sulfidez tornar-se 25% ?. Qual passará a ser o novo AA e AT do licor resultante ?

4) Uma fábrica de celulose produz polpa na forma de folhas úmidas , com 45% de consistência. Outra produz o mesmo tipo de celulose , mas com uma consistência de 85%. Ao se adquirir 100 t.a.d. de cada uma dessas fábricas, qual será a diferença no peso bruto em celulose, entre as duas cargas ?

5) Quando se altera a produção de um digestor contínuo kamyr deve-se alterar também a operação de outros equipamentos dentro do sistema de produção.
Quais são eles ?
Explicar o porque em poucas palavras.

6) Desenhar fluxograma completo de um sistema de produção de celulose contínuo, desde a entrada do cavaco no alimentador de baixa pressão até a lavagem da massa UKP inclusive.