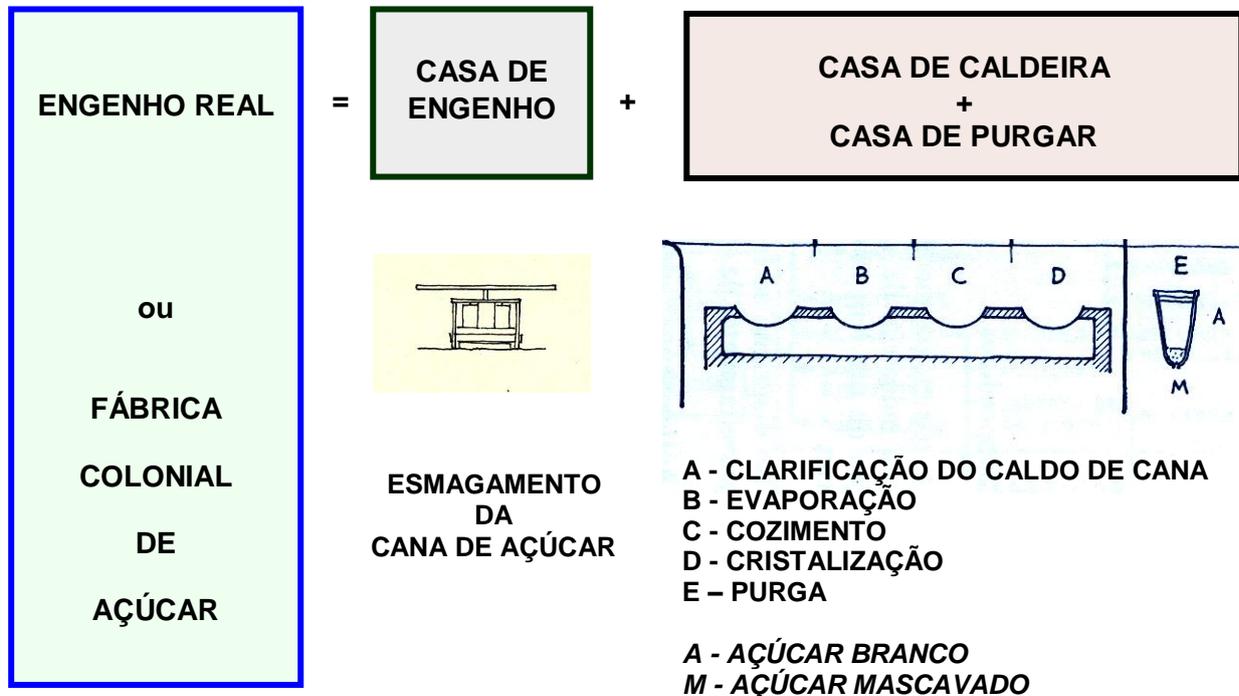


O ENGENHO REAL DE AÇÚCAR DO BRASIL COLONIAL (1711)



As grandes propriedades produtoras, como o Engenho Real, em Pernambuco, constituíam o centro da vida social, econômica e política da colônia.

ABRIL CULTURAL – Enciclopédia Abril – Volume 1, 2ª Edição, Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1976.





Nos países de passado colonial, a exploração açucareira legou métodos rudimentares de plantio e colheita.



Depois do corte, a cana é transportada para os engenhos. Em algumas regiões, esse trabalho continuou sendo realizado com o emprego de animais.



Casa de moenda

- onde se espreme a cana de açúcar, para liberar o caldo.

Casa de bagaço

- onde se guarda o bagaço de cana moída, seco ao sol, que serve como combustível das fornalhas nas caldeiras.

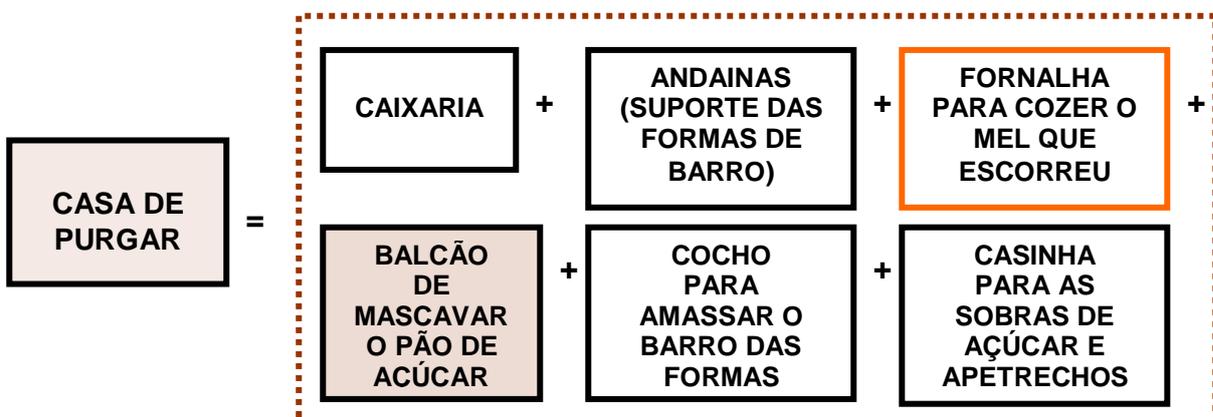


Casa das fornalhas

- onde se mete lenha e bagaço para queimar, e retirar as cinzas e borralho usados na “decoada”, que produz uma “água” para limpar o caldo nas caldeiras.

Casa dos cobres

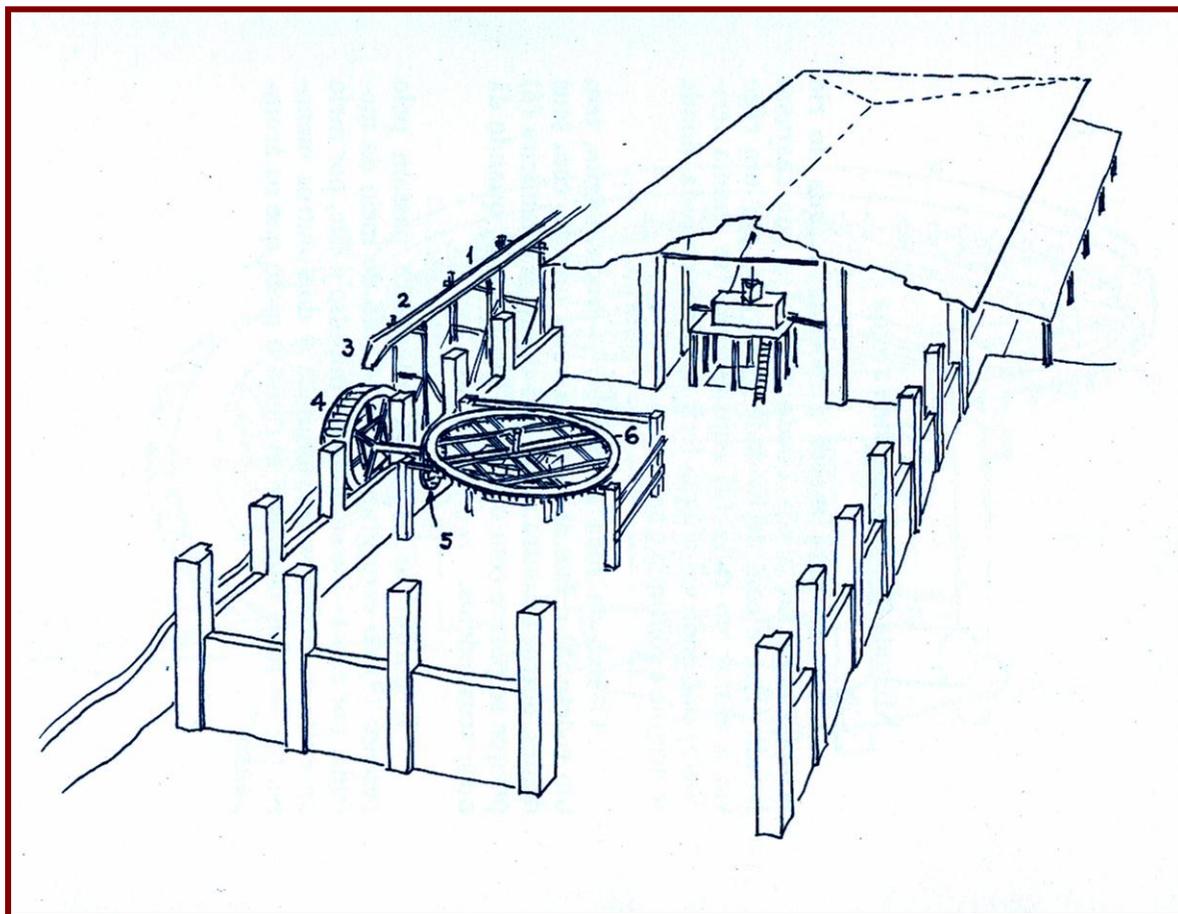
- onde os **tachos de assentamento**, agrupados em ternos (ou ordem dos cobres) servem para purificar o caldo que chega da moenda, evaporá-lo até a consistência de xarope, concentrá-lo até formar mel, iniciar a cristalização do açúcar, agitá-lo (“bater”) e reparti-lo em “têmperas” para o enchimento das fôrmas.



Casa de purgar

- onde o açúcar é posto em formas de barro (furadas) para “escorrer o mel”, alvejá-lo e secar no balcão ao ar livre.

CASA DE MOENDAS



NOMENCLATURA:

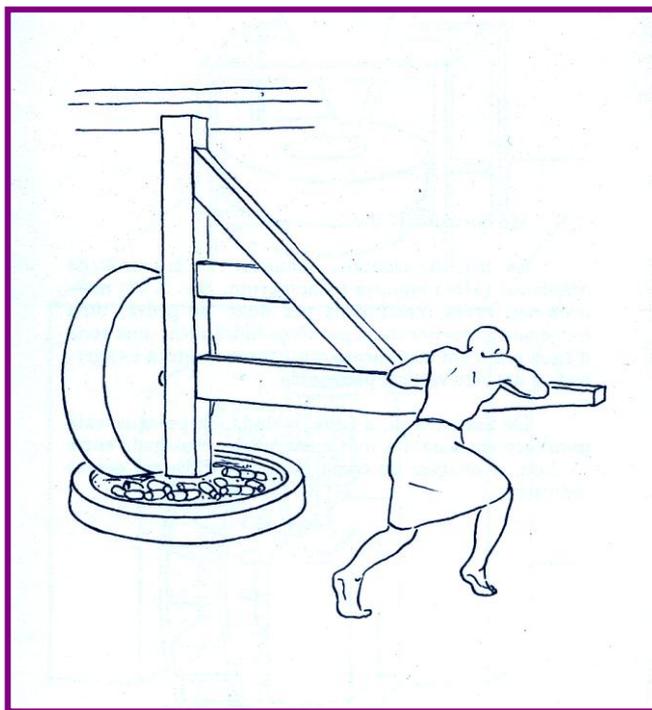
- 1 – TOMADA DE ÁGUA - JUNTO À LEVADA ONDE A ÁGUA DO RIO FAZ SUA QUEDA NATURAL,
- 2 – CALIX OU CALHA DE ÁGUA - POR ONDE A ÁGUA ESCOA ATÉ A PONTA,
- 3 – FERIDOR DA CALHA - POR ONDE A ÁGUA VAI FERIR OS CUBOS DA RODA,
- 4 – RODA D'ÁGUA (VERTICAL) – TEM UM EIXO LIGADO COM O RODETE (TAMBÉM VERTICAL),
- 5 - RODETE - POSSUI DENTES QUE IMPULSIONAM OS OUTROS DA VOLANDEIRA (HORIZONTAL);
- 6 – VOLANDEIRA– SEU EIXO TRANSMISSOR IMPULSIONA O ROLO DO MEIO DA MOENDA, QUE SE COMUNICA A DOIS OUTROS ROLOS MENORES.

NOMENCLATURA:

- 1 - TOMADA DE ÁGUA
- 2 - CALIX OU CALHA DE ÁGUA
- 3 - FERIDOR
- 4 - RODA D'ÁGUA (VERTICAL)
- 5 - RODETE
- 6 - VOLANDEIRA

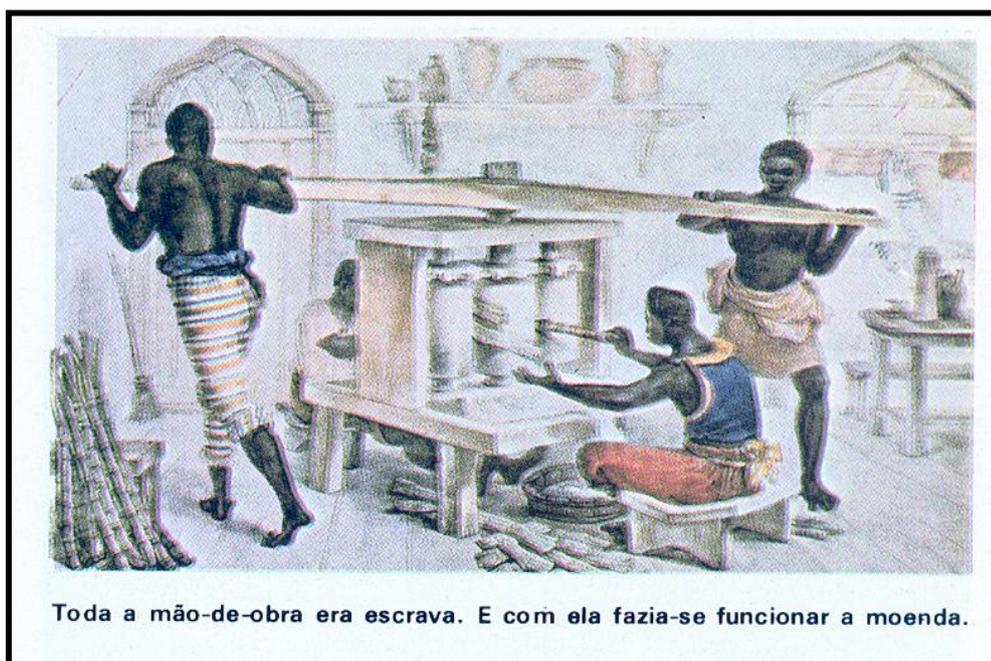
EQUIPAMENTOS DE Prensagem e Moagem do Brasil Colonial

MÓ VERTICAL DE PEDRA



Ref.: Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C., Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

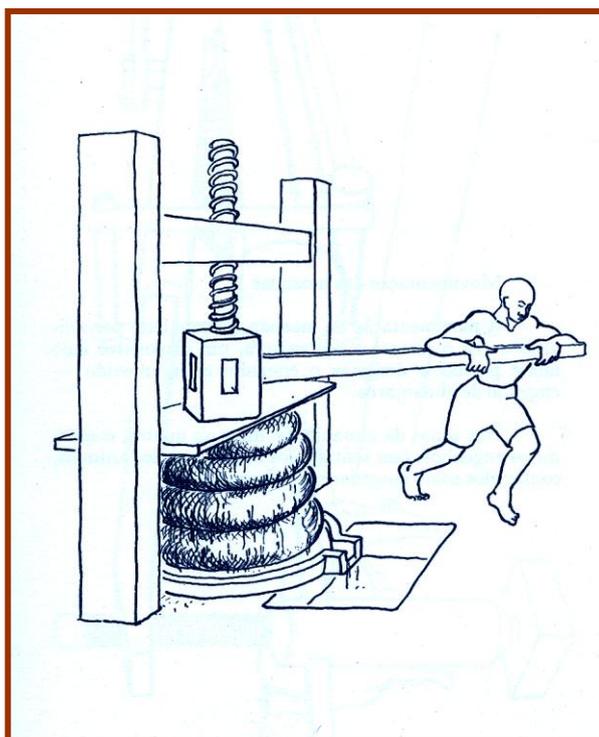
ESMAGAMENTO EM MOENDA DE 3 ROLOS VERTICAIS



Toda a mão-de-obra era escrava. E com ela fazia-se funcionar a moenda.

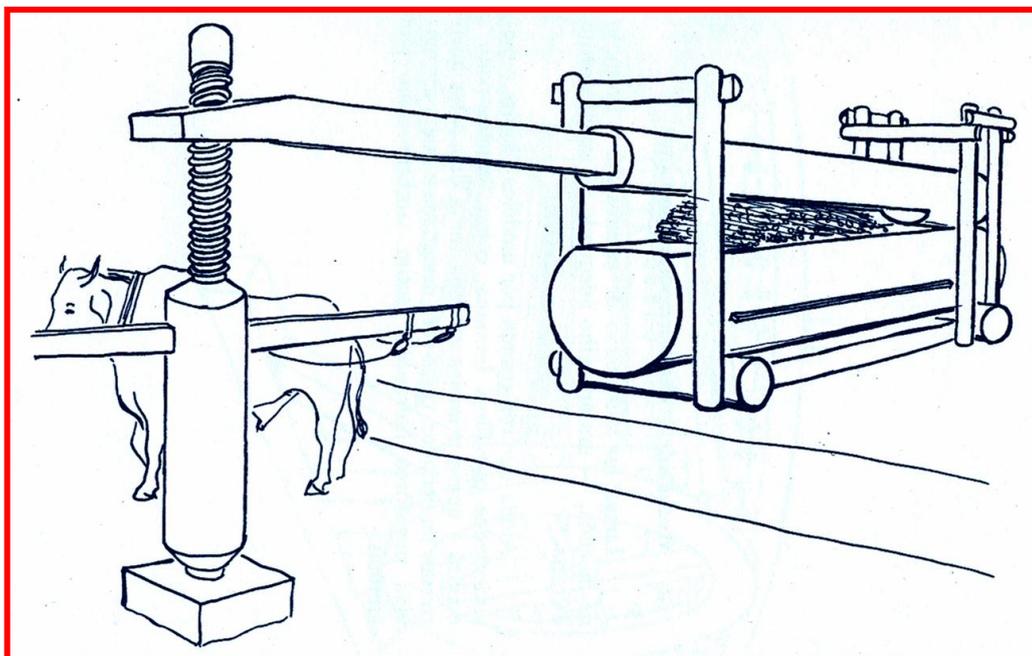
ABRIL CULTURAL – Enciclopédia Abril – Volume 1, 2ª Edição, Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1976.

PRENSA PARA EXTRAIR ÓLEO DE OLIVA



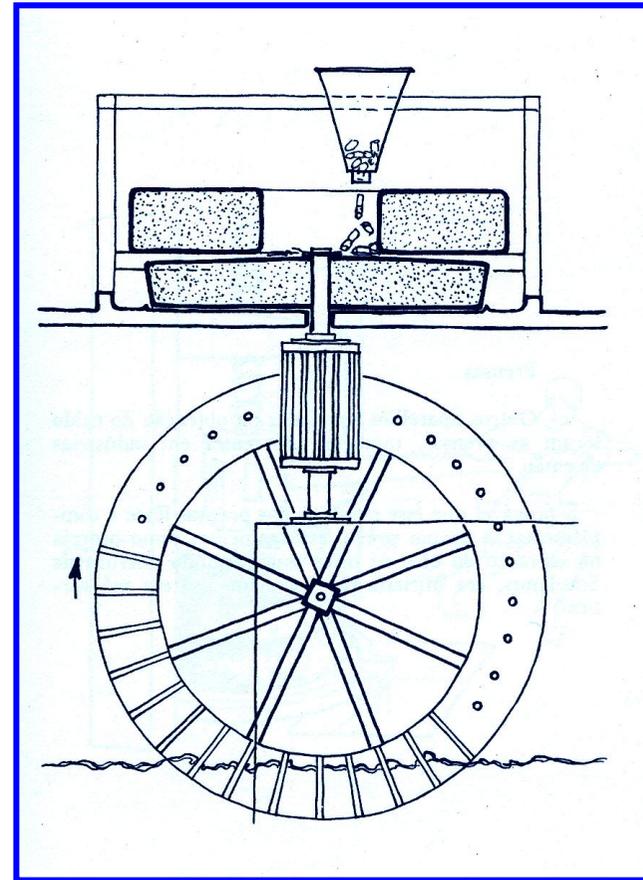
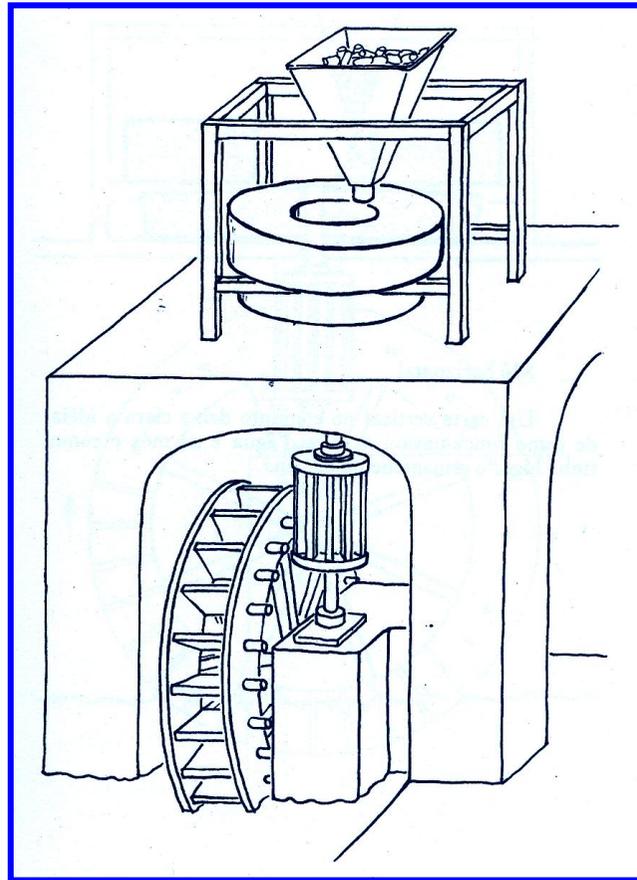
MATRIZ ENERGÉTICA COLONIAL - 1

ENGENHO DE ALMANJARRA PARA MOVIMENTAR MOENDAS

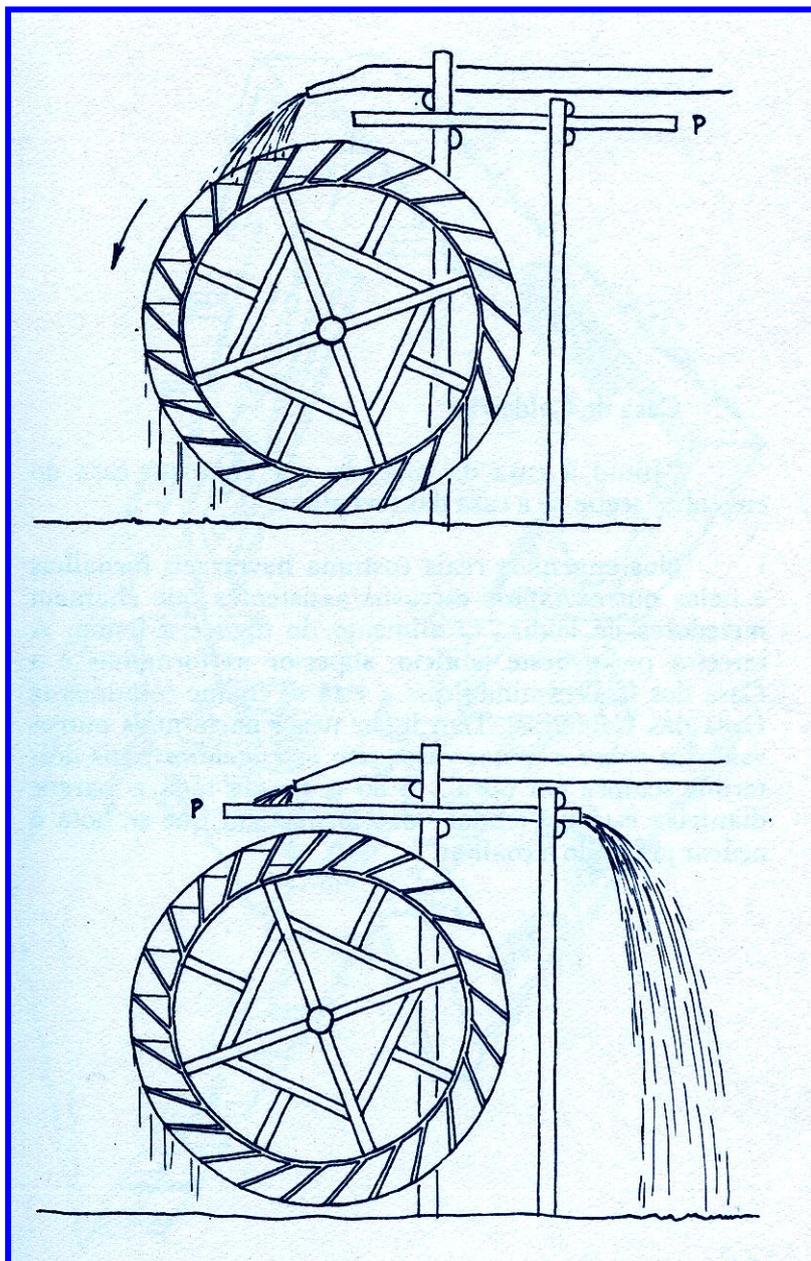


MATRIZ ENERGÉTICA COLONIAL - 2

MÓ HORIZONTAL PARA CANA DE AÇÚCAR

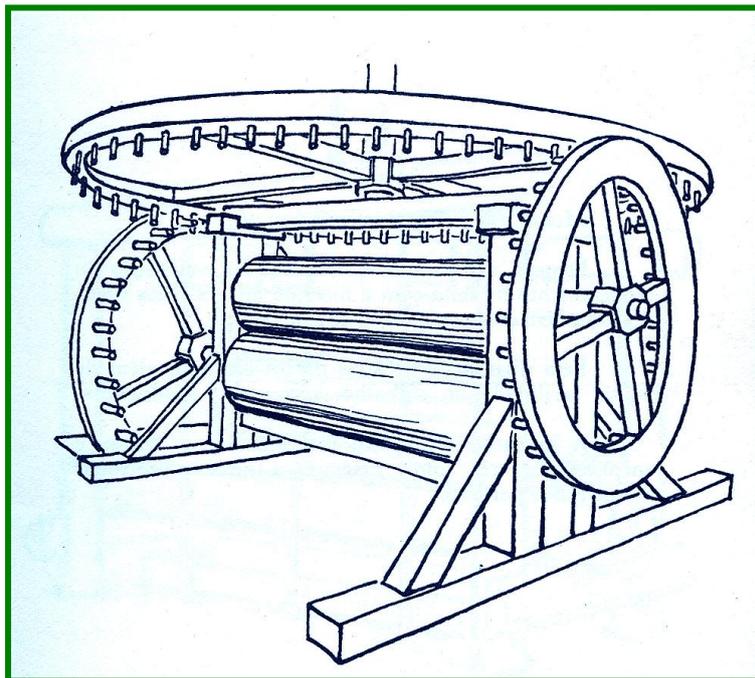


RODA 'ÁGUA

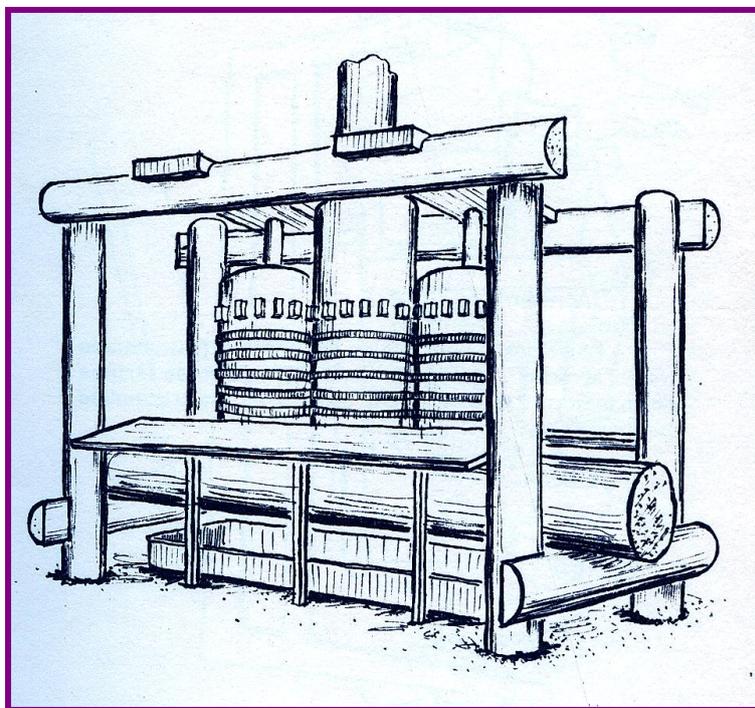


MATRIZ ENERGÉTICA COLONIAL - 3

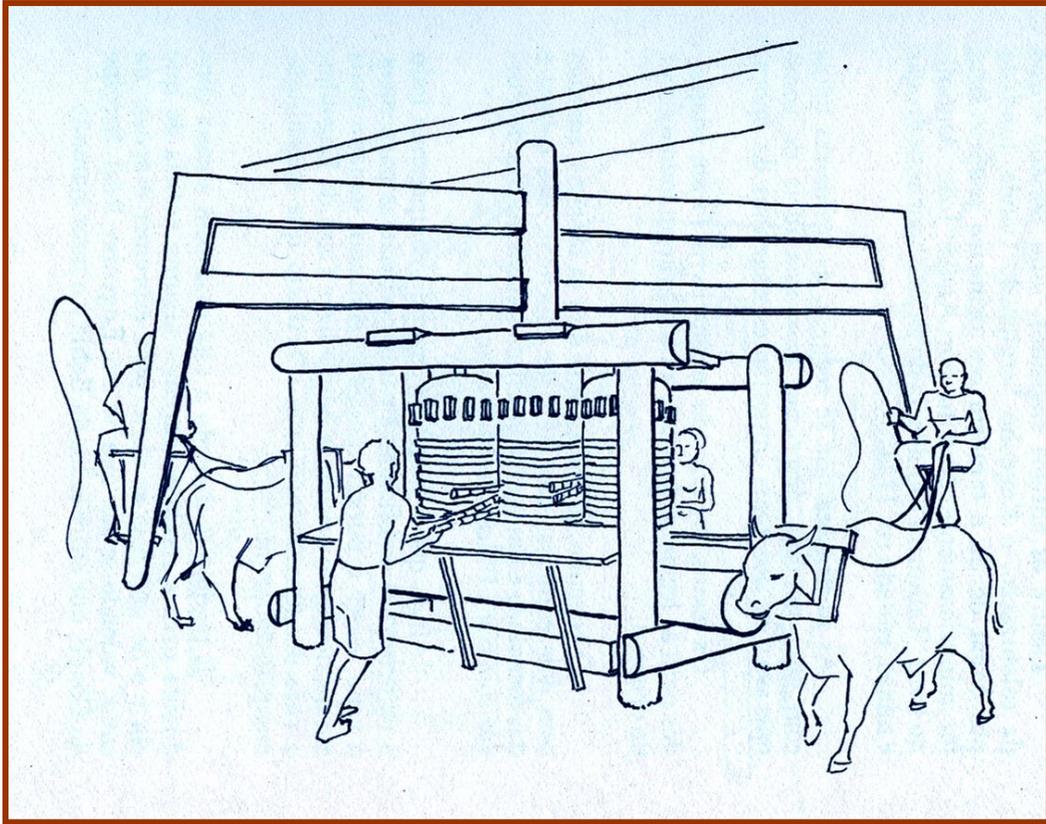
MOENDA DE 2 ROLOS HORIZONTAIS (DEITADOS)
MOVIDA POR FORÇA HIDRÁULICA OU POR ANIMAIS



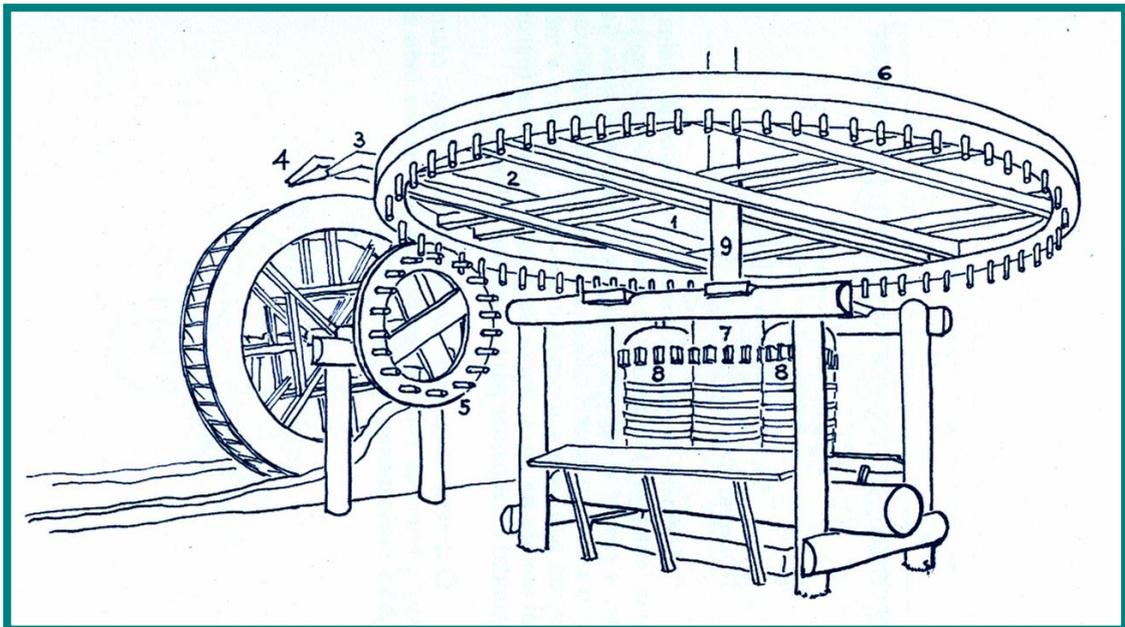
MOINHO DE 3 ROLOS VERTICAIS (EM PÉ)
DOTADOS DE DENTES E ENTROSAS



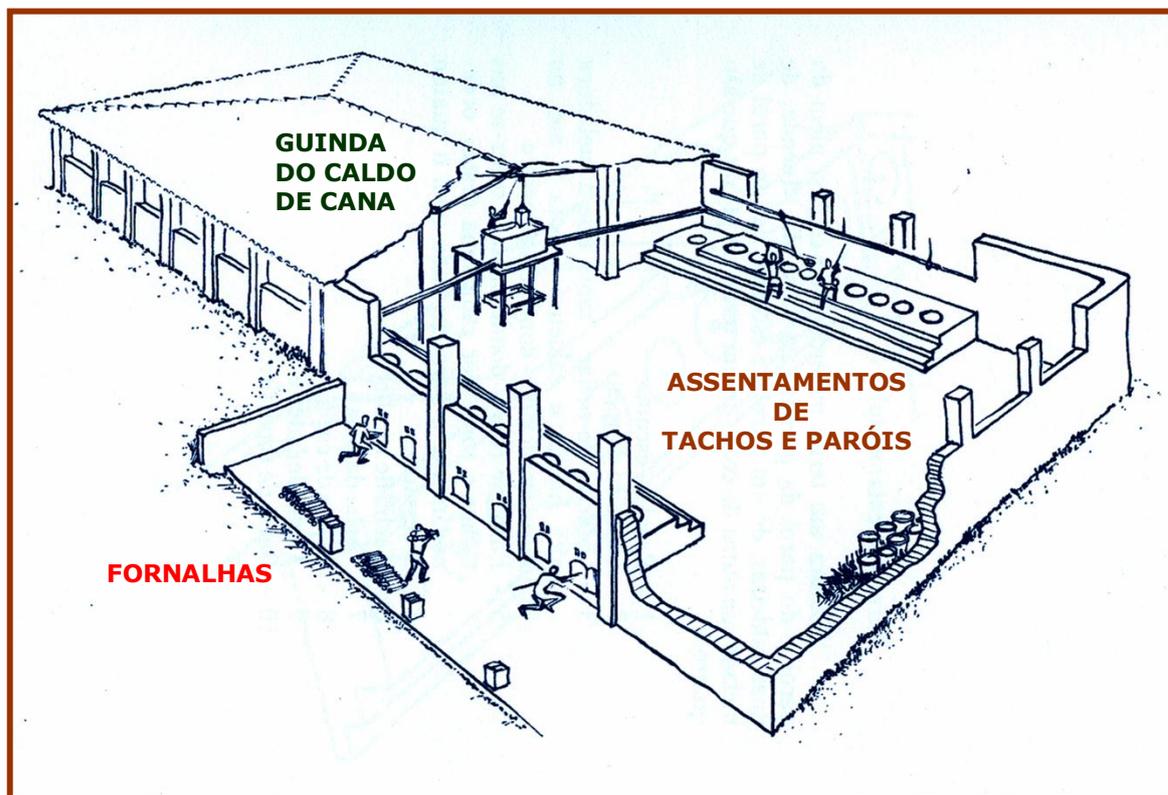
**ARRÔCHO OU PRENSA PARA O FABRICO DA FARINHA DE MANDIOCA,
COM TRAÇÃO A BOIS**



MOENDA DE 3 ROLOS MOVIDA “A ÁGUA” (FORÇA HIDRÁULICA)



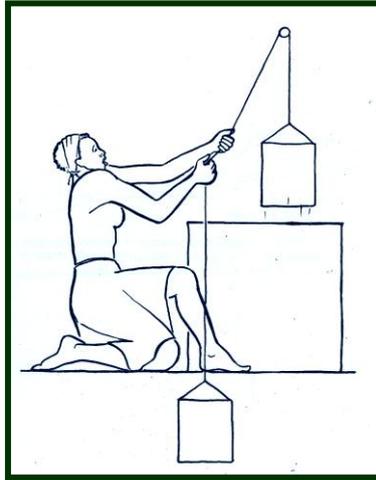
CASA DAS FORNALHAS E DOS COBRES (CALDEIRAS)



Ref.: Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canavieira n° 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

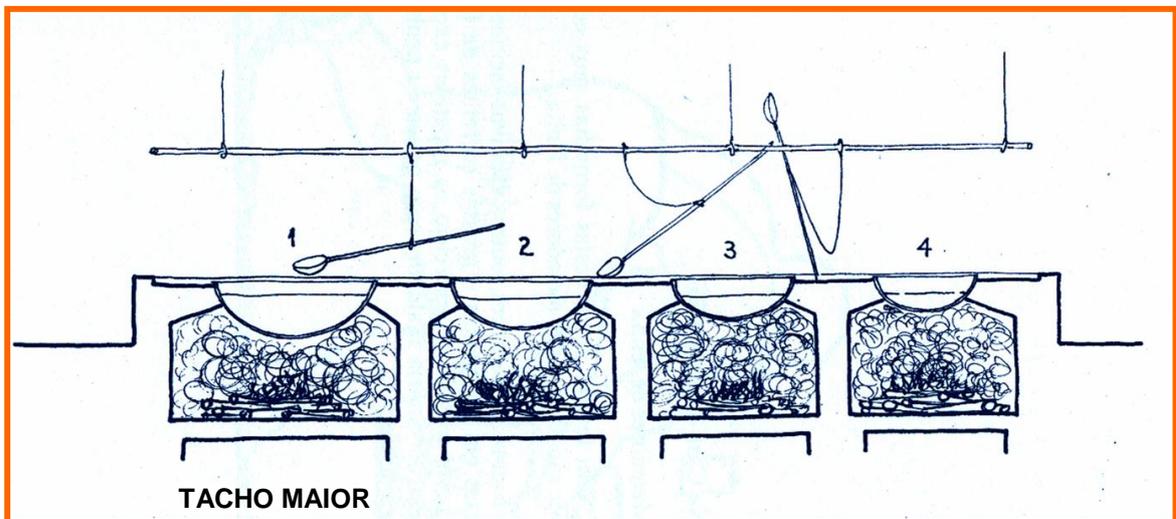
A GUINDADEIRA E A GUINDA

O CALDO DE CANA É RECOLHIDO NUM PAROL (RECIPIENTE SOB A MOENDA),
E SAI ATRAVÉS DE UMA BICA PARA OUTRO DEBAIXO DA GUINDA.

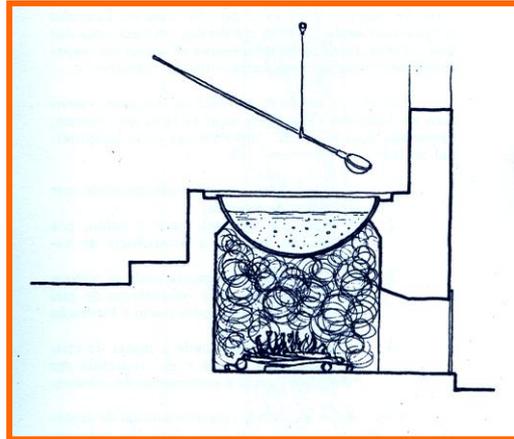


TERNO DE ASSENTAMENTO DE CALDO DE CANA COZIDO

- 1º TACHO (PURIFICADOR)** – RECEBE O CALDO PELA GUINDA E RETIRA A SUA “IMUNDÍCIA” (“CACHAÇA”).
- 2º TACHO (DO XAROPE)** – PARA EVAPORAR O CALDO E AUMENTAR A VISCOSIDADE
- 3º TACHO (DE COZIMENTO)** – PARA CONCENTRAR O XAROPE ATÉ OBTER O MEL E INICIAR A CRISTALIZAÇÃO DO AÇÚCAR
- 4º TACHO (DE BATER)** – PARA MISTURAR A MASSA DE CRISTAIS E MEL E REPARTÍ-LO EM “TÊMPERAS”

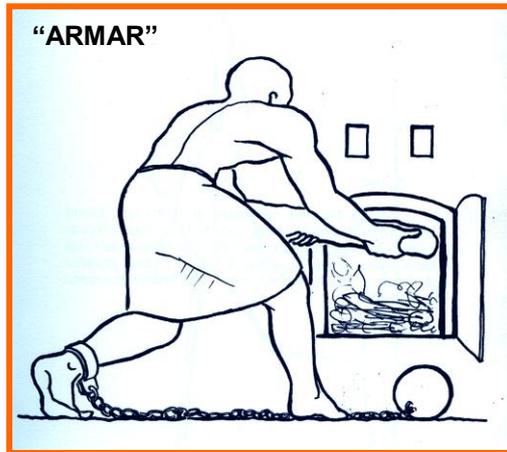


CASA DOS
COBRES
OU
CALDEIRAS



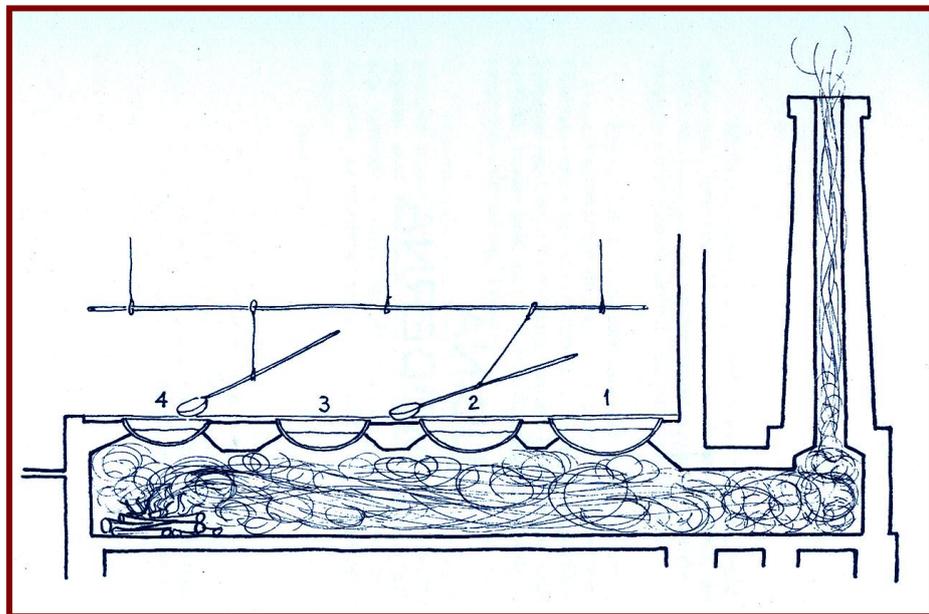
CASA
DAS
FORNALHAS

METEDOR
DE
LENHA



ERA NECESSÁRIO EMPURRAR ROLOS
E EXTENDÊ-LOS NO LASTRO USANDO
TRASFOGUEIROS (VARAS GRANDES)
E SOBRE ELES CRUZAR TRAVESSOS E
LENHA MIÚDA PARA FAZER O
PRIMEIRO APARELHO DA LENHA

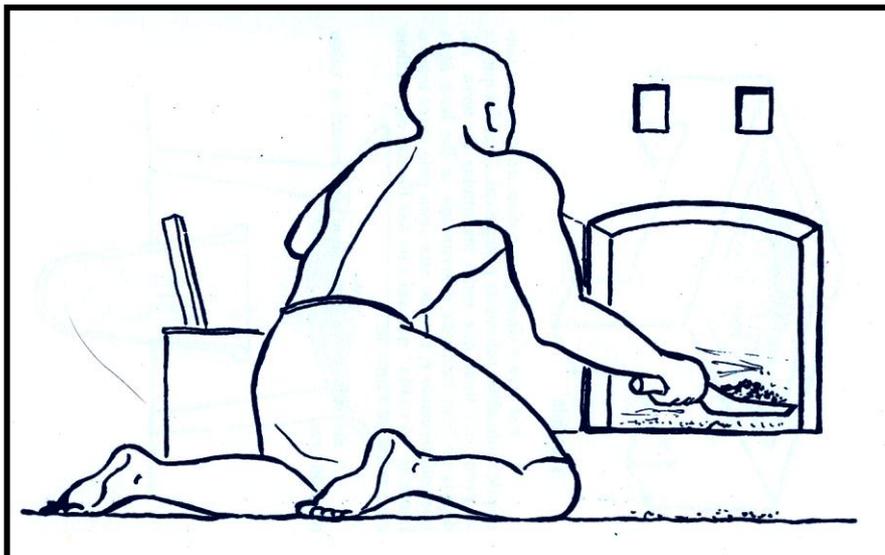
CHAMINÉ



A CHAMINÉ FOI UM APERFEIÇOAMENTO TECNOLÓGICO.
PERMITIU USAR UMA ÚNICA FORNALHA SOB O TACHO DE BATER
(QUE EXIGIA MAIS CALOR) E REALIZAR UMA TIRAGEM ÚNICA.
O CALDO IA SENDO CONCENTRADO DO TACHO 1 AO 4.

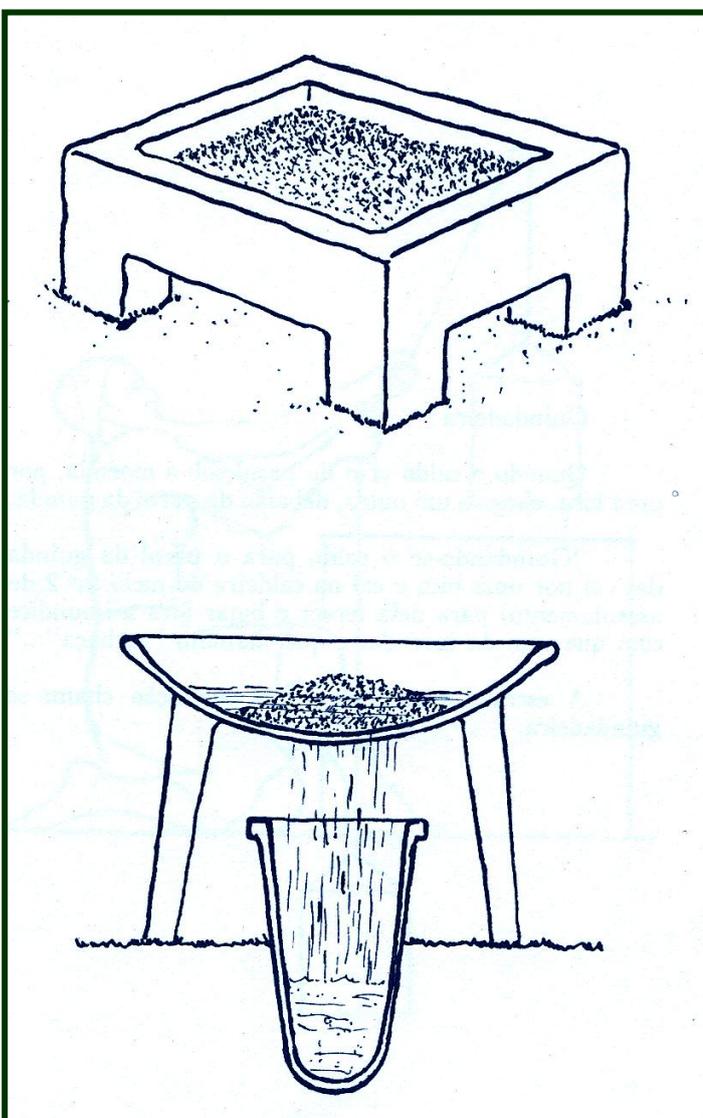
**RETIRADA
DAS CINZAS
DA
FORNALHA**

**AS CINZAS
PERMITIAM
LIMPAR O CALDO
E OBTER UM
AÇÚCAR MAIS
FORTE.**



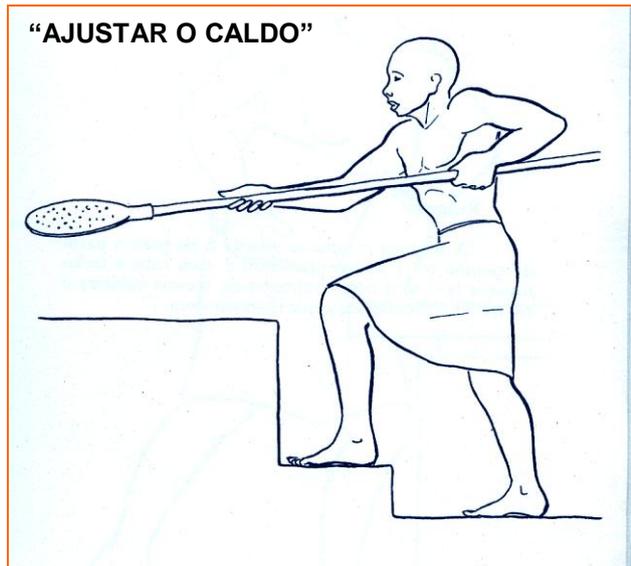
**CINZEIRO
PARA
TRANSPORTE DAS CINZAS:**

**QUE É UM
TANQUE DE TIJOLO SOBRE
PILARES DE PEDRA E CAL.**



**AS CINZAS:
ERAM LANÇADAS
EM TINAS
ONDE SE BOTAVA ÁGUA
FERVENDO.**

**A LIXÍVIA RESULTANTE”
SERVIA PARA LIMPAR O
CALDO NOS TACHOS**



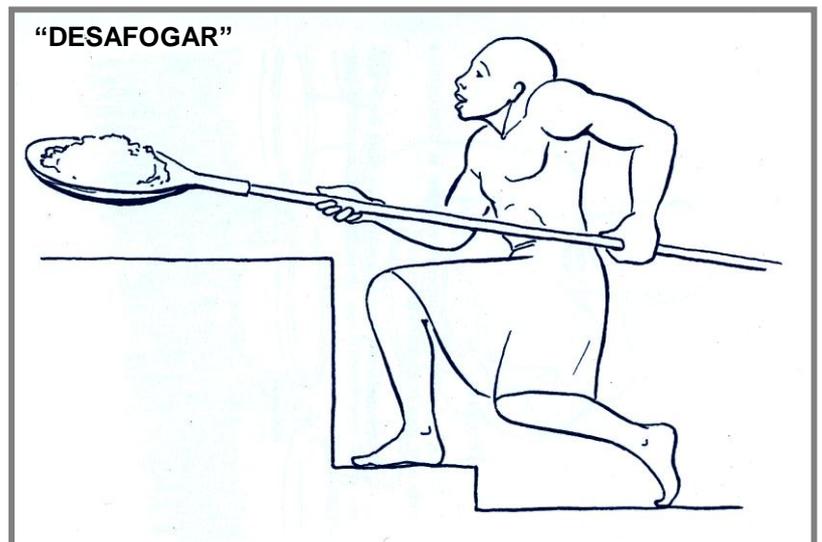
**ESCUMADEIAS DE FERRO
ERAM USADAS PARA
REMOVER A ESPUMA
DO CALDO DE CANA AQUECIDO
NO PRIMEIRO TACHO DE EVAPORAÇÃO
E REMOVÊ-LA PARA O PAROL DE ESCUMA.**



**QUANDO O CALDO APARECIA BEM LIMPO,
ERA TRANSFERIDO
COM UMA GRANDE POMBA
PARA A CALDEIRA SEGUINTE,
DE TACHO EM TACHO,
A SEU TEMPO.**



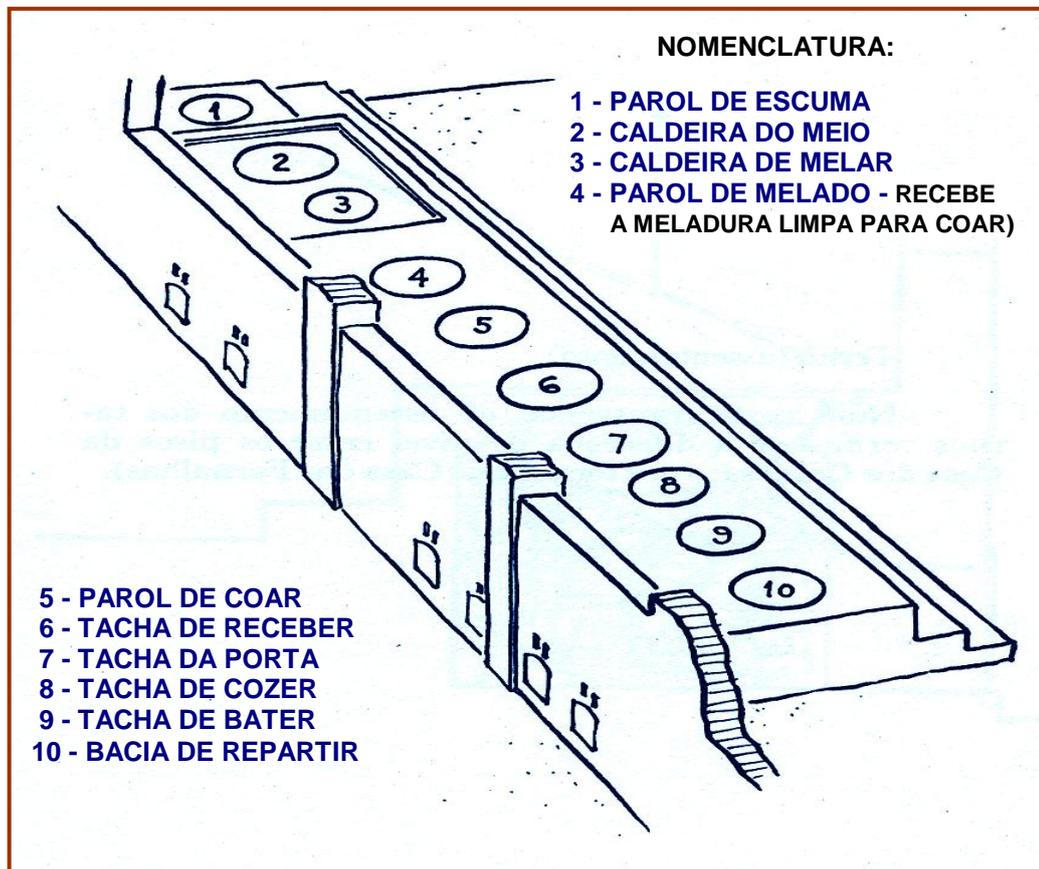
**NO TACHO DE BATER
(A ÚLTIMA DO ASSENTAMENTO)
SE MEXE COM UMA BATEDEIRA
PARA NÃO QUEIMAR O
AÇÚCAR.**



**O AÇÚCAR BEM BATIDO
E COM BASTANTE COZIMENTO
ERA LEVANTADO SOBRE A TACHA,
AO ALTO.
DEPOIS, O MELADO ERA TRANSFERIDO PARA
AS FÔRMAS.**

TERNO ou ORDEM DOS COBRES OU ASSENTAMENTO

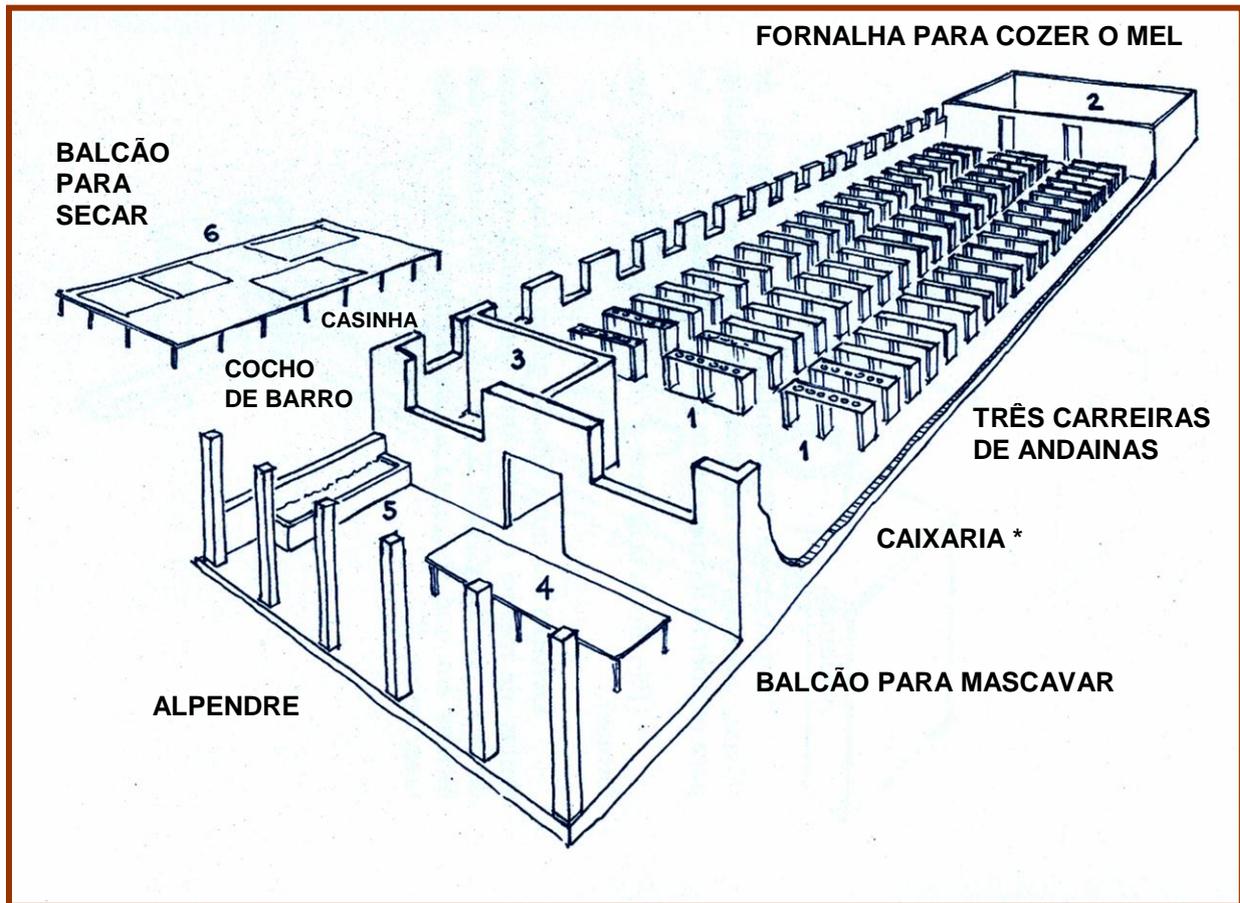
(outra concepção)



A SEGUNDA ESCUMA ERA RECOLHIDA COM CUBO E TACHO E ERA REPOSTA NO PAROL DE ESCUMA.



CASA DE PURGAR

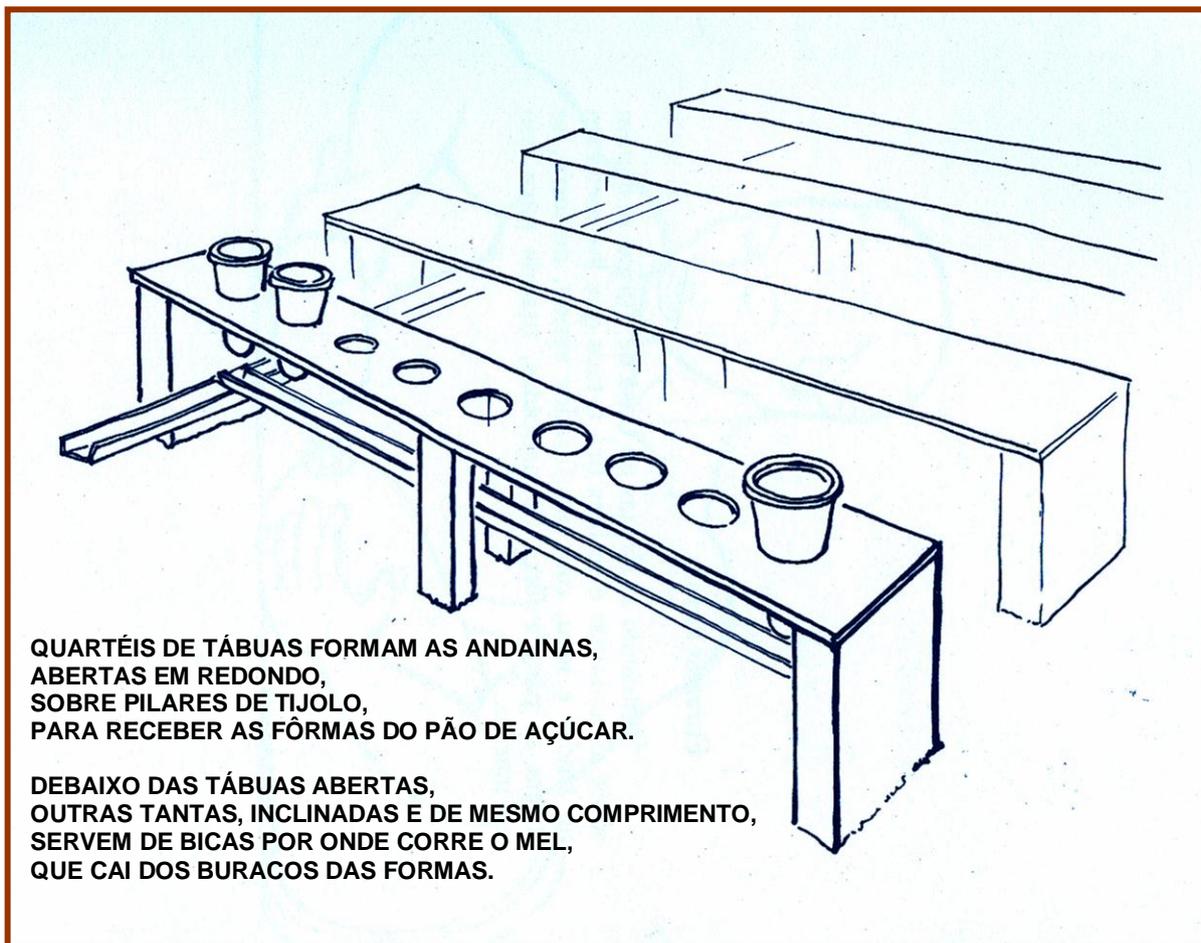


NOMENCLATURA:

- | | |
|------------------------|---|
| 1 – ANDAINAS | - SUPTES DAS FORMAS QUE SEPARAM O MEL QUE ENVOLVE OS CRISTAIS DE AÇÚCAR. |
| 2 – FORNALHA | - PARA COZER O “MEL DE FURO” QUE CAI DAS FORMAS - E TORNAR A FAZER DELE (RECICLAR) AÇÚCAR |
| 3 – CASINHA | - PARA GUARDAR O AÇÚCAR QUE SOBEJOU AO ENCAIXAR E OS DEMAIS INSTRUMENTOS DE TRABALHO. |
| 4 – Balcão de Mascavar | - PARA REMOVER A FRAÇÃO MARROM DO AÇÚCAR. |
| 5 – CÔCHO | - PARA AMASSAR O BARRO. |
| 6 - Balcão ao ar | - PARA SECAR O AÇÚCAR, SUSTENTADO POR PILARES |

OBSERVAÇÕES: * - ANTIGAMENTE, O AÇÚCAR ERA ACONDICIONADO EM CAIXAS.
- O ALPENDRE ERA O ESPAÇO INCLUÍA O COCHO E O BALCAO DE MASCAVAR.

ANDAINAS



DEITA-SE CADA FÔRMA SOBRE A ANDAINA E SE LHE TIRA O TACO QUE LHE METERAM NO TENDAL (ONDE FOI MOLDADA).

COM UM FURADOR AGUDO DE FERRO FURAM-SE OS PÃES COM PANCADAS USANDO PARA ISSO UM MACÊTE.

**LEVANTAR
AS FORMAS**



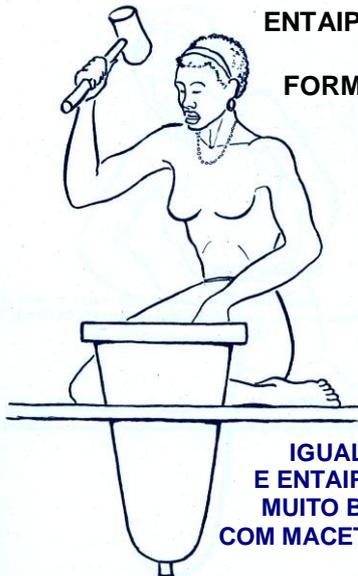
**E FURADOS OS PÃES,
SE LEVANTAM E
ENDIREITAM AS FORMAS
E SE DEIXAM PURGAR,
POR 15 DIAS SEM BARRO,
PINGANDO PELO BURACO
O PRIMEIRO MEL,
RECEBIDO DEBAIXO NAS
BICAS E CORRE ATÉ DAR
NO SEU TANQUE.**

**CAVAR
AS FORMAS**



**PASSADOS OS 15 DIAS, SE PODE BARREAR,
CAVANDO O AÇÚCAR JÁ SECO
COM CAVADORES DE FERRO
NO MEIO DA CARA DA FORMA,
QUE É A PARTE SUPERIOR.**

**ENTAIPAR
AS
FORMAS**

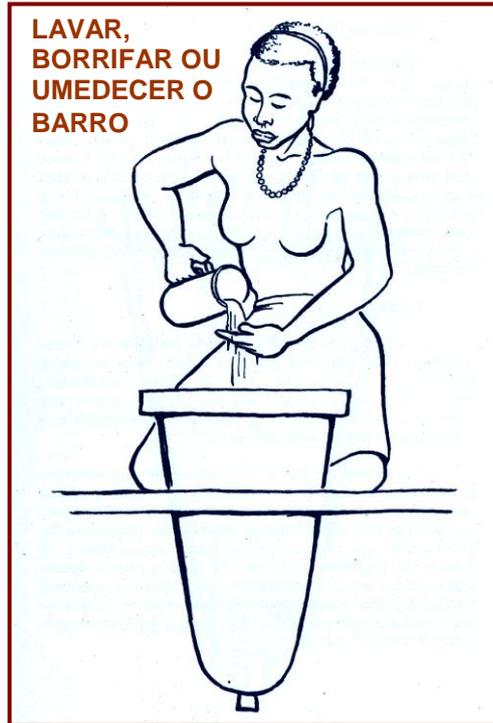


**IGUALAR
E ENTAIPAR
MUITO BEM
COM MACETES**

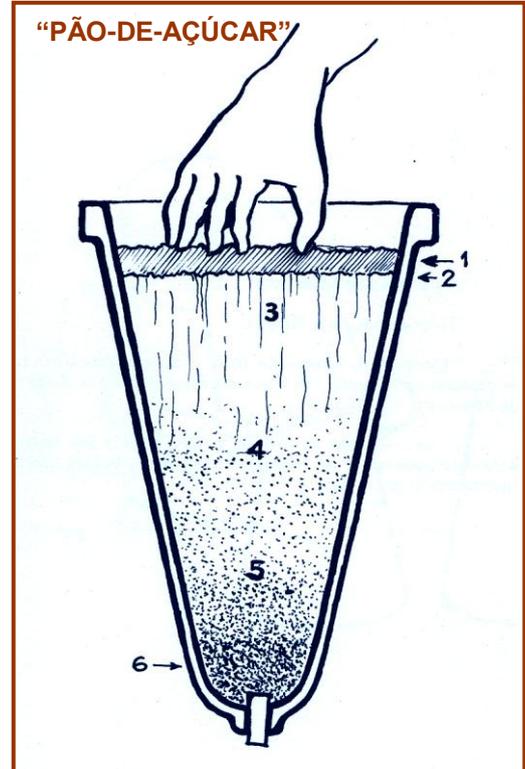
**BARREAR
AS
FORMAS**



**BOTAM-LHE
O PRIMEIRO BARRO,
E, COM A PALMA DA MÃO,
O ESTENDEM SOBRE
TODA A CARA DA FORMA.**



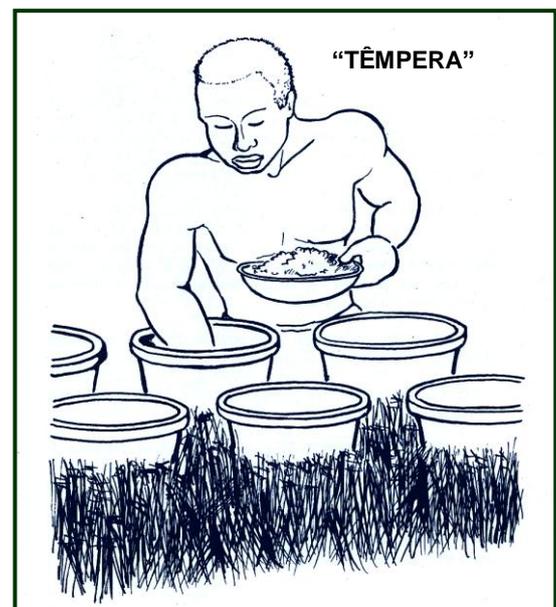
AO SEGUNDO OU TERCEIRO DIA BOTAM EM CIMA DO MESMO BARRO UMA CUIA E MEIA D'ÁGUA E PARA QUE NÃO CAIA NO BARRO DE PANCADA E CAINDO FAÇA COVAS, RECEBEM-NA SOBRE A MÃO ESQUERDA.



A ÁGUA CHEGA AO BARRO (1) QUE FICA ÚMIDO. A MÃO DIREITA MEXE LEVEMENTE O BARRO, EVITANDO BULIR NA CARA DO AÇÚCAR (2). APÓS SEIS DIAS, O BARRO ESTÁ SECO, E É RETIRADO. CAVA-SE OUTRA VEZ O AÇÚCAR, NO MEIO, E ENTAIPA-SE O SEGUNDO BARRO. REPETEM-SE SEIS, SETE OU MAIS VEZES AS ETAPAS DE UMEDECIMENTO, CONFORME A QUALIDADE DO AÇÚCAR.

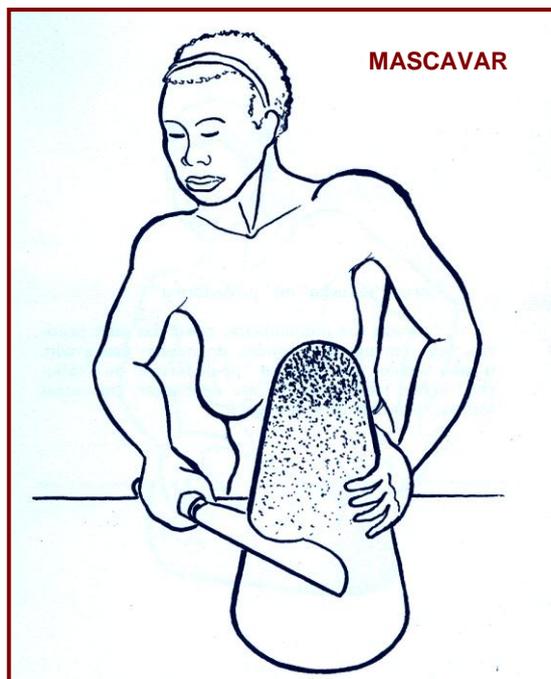
O AÇÚCAR VAI BRANQUEANDO, MAIS NA PARTE SUPERIOR (3). MENOS NA DO MEIO (MASCÁVADO) (4), POUCO NA ÚLTIMA (5) E QUASE NADA NOS PÉS DAS FORMAS (CABUCHOS) (6).

ERAM USADAS TRÊS TÊMPERAS DIFERENTES CADA UMA LEVANDO COZIMENTO DIVERSO PARA SE PODER BRANQUEAR E PURGAR O AÇÚCAR POSTO NAS FORMAS.



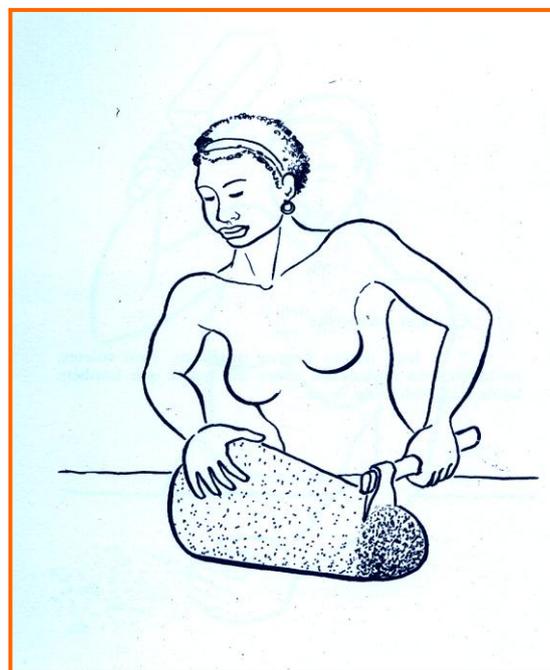


O MEL QUE CAI DAS FORMAS, DEPOIS DE LHE BOTAREM BARRO, TORNA A COZER-SE E A BATER-SE NAS TACHAS, PRODUZINDO O AÇÚCAR “BRANCO BATIDO”. E DÁ, TAMBÉM, O SEU “MASCAVADO BATIDO”, DO QUAL SE DESTILA DELE A “AGUARDENTE”, QUE DIFERE DA “CACHAÇA” OU GARAPA AZÊDA, FEITA COM A ESCUMA DA PRIMEIRA FERVURA DO CALDO.

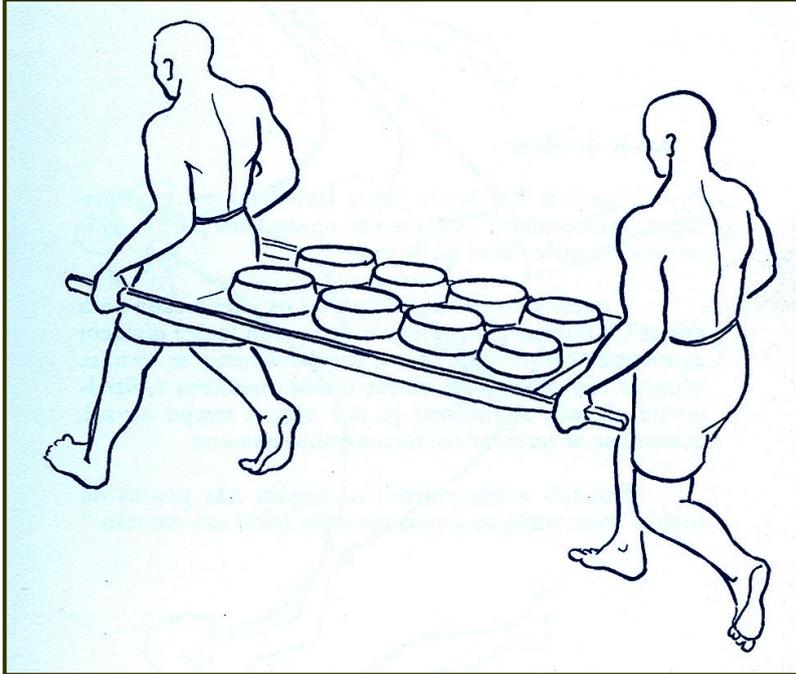


COM UM FACÃO
RETIRA-SE A PARTE INFERIOR
(AÇÚCAR MAL PURGADO E DE COR PARDA),
QUE SE CHAMA “MASCAVADO” E
FICA LOGO ABAIXO DA CARA DO PÃO,
OU SEJA, DO AÇÚCAR BRANCO.

CORTAR “CABUCHO” OU “PÉ-DE-FORMA”

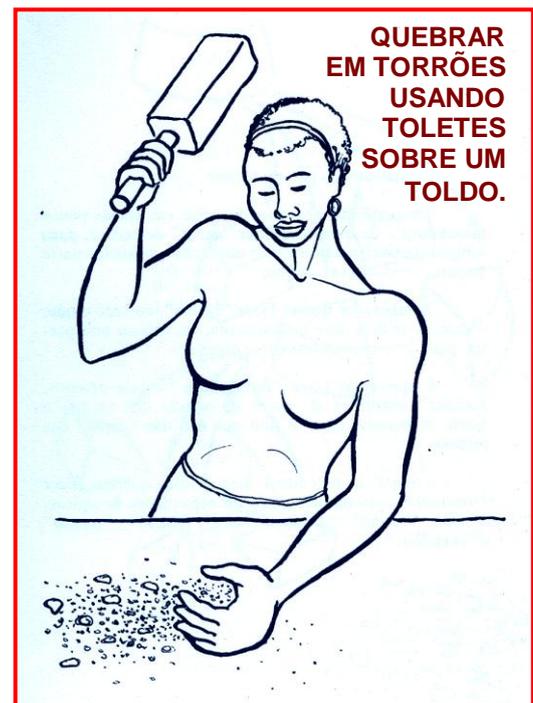
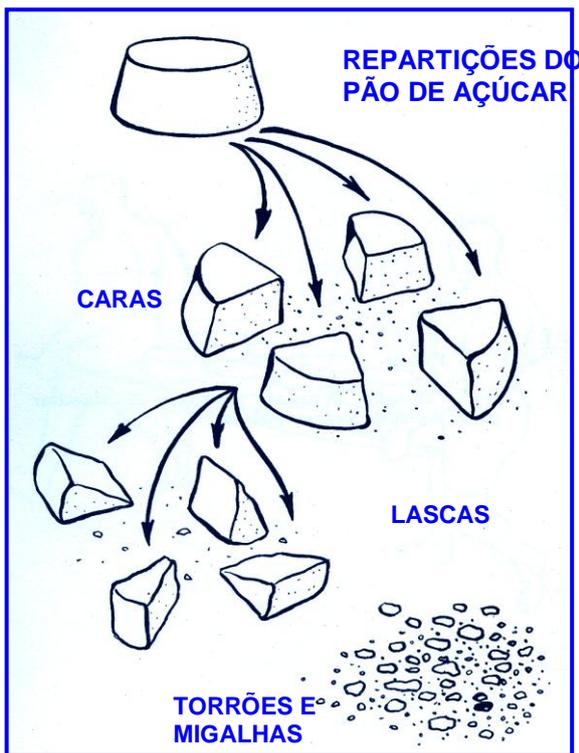


PADIOLAS.

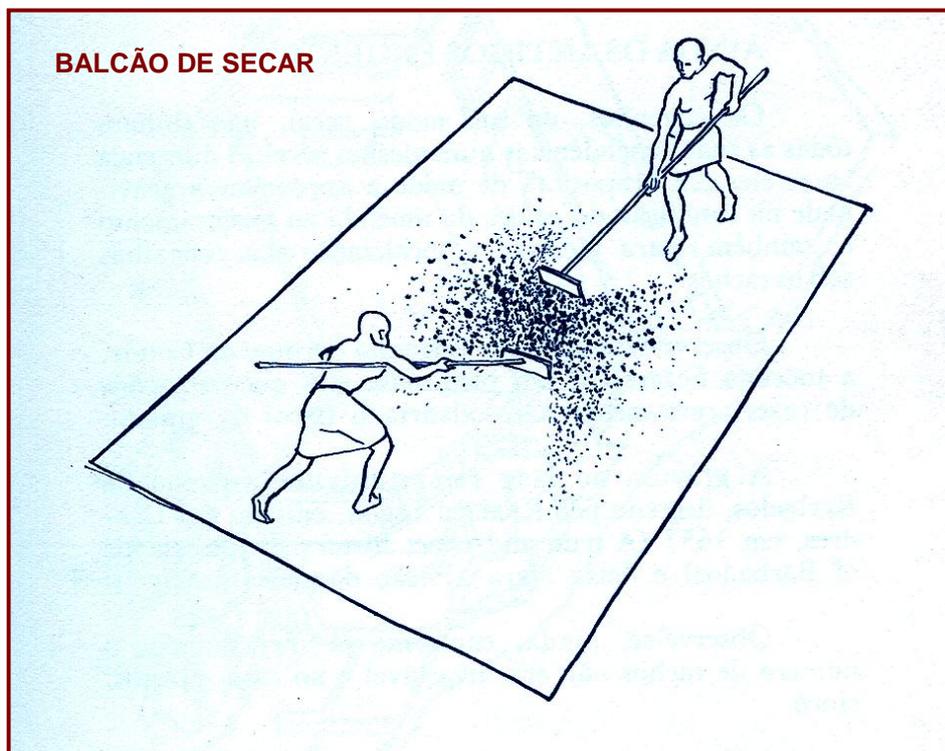


**A PERFEIÇÃO DOS PÃES
CONSISTE EM
TEREM POUCO MASCAVADO.**

**O AÇÚCAR É PASSADO
DO BALCÃO DE MASCAVAR
PARA O
BALCÃO DE SECAR
EM CIMA DE PADIOLAS.**

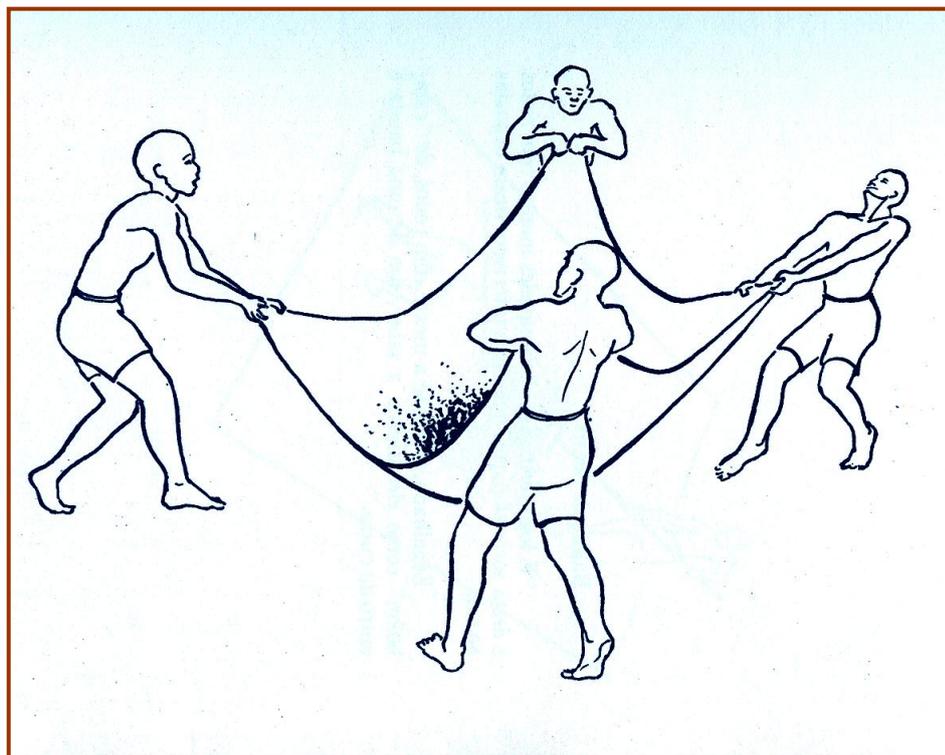


**QUEBRAR
EM TORRÕES
USANDO
TOLETES
SOBRE UM
TOLDO.**



AO ABRIREM OS MONTES COM OS RODOS, AS PARTES INTERIORES FICAVAM EXPOSTAS AO SOL.
“MEXER DE CAMBOÃM” SIGNIFICA UM DE UMA BANDA E OUTRO DA OUTRA.
SÃO USADOS TANTOS TOLDOS QUANTOS NECESSÁRIOS PARA SECAR O AÇÚCAR.

APÓS SECAREM, POR ALGUM TEMPO AO SOL, OS TORRÕES SE QUEBRAM EM PEDAÇOS MENORES.
AS PONTAS DO TOLDO LEVANTADAS PERMITEM REUNIR OS PEDACINHOS NUM MONTÃO.



A FABRICAÇÃO MODERNA DE AÇÚCAR

- **As usinas transformam a cana em açúcar e álcool, armazenando-os. O trabalho conjunto entre as áreas agrícola e industrial, visa escolher as variedades de cana a ser plantadas com maiores teores de sacarose, o seu corte e o processamento na hora certa, para evitar perdas.**

- **A obtenção do açúcar ocorre na usina pela evaporação do caldo de cana, via:**
 - 1º - **extração do caldo pelo esmagamento da cana-de-açúcar lavada;**
 - 2º - **purificação do caldo-de-cana;**
 - 3º - **aquecimento do caldo com vapor d'água ao invés de fogo direto, e;**
 - 4º - **separação a vácuo de fases sólidas e fluidas.**

- **O açúcar produzido numa usina é do tipo cristal, e, mesmo com alta pureza, não satisfaz ao paladar para consumo direto, pois comunica certo gosto e cheiro de melaço, além de turvar os líquidos aos quais é acrescentado.**

- **A refinação do açúcar visa eliminar os inconvenientes acima, e dispor o produto na sua função de agente adoçante, através de:**
 - 1º - **purificação do produto;**
 - 2º - **homogeneização da sua composição;**
 - 3º - **seu branqueamento;**
 - 4º - **sua transformação de açúcar cristal em variedade amorfa, e;**
 - 5º - **provimento de um excelente aspecto sanitário.**

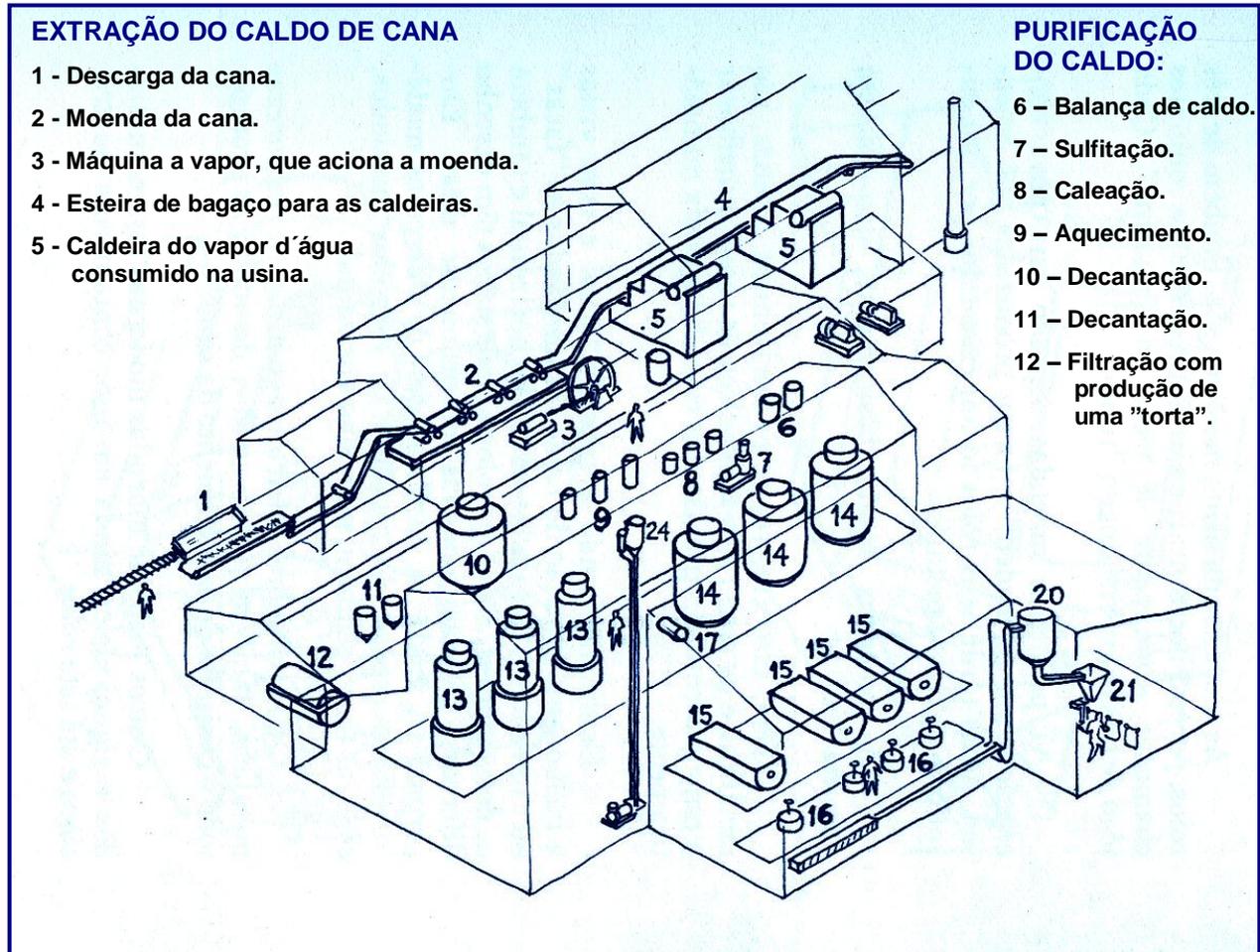
Referências:

- 1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Álcool, ontem e hoje** – Coleção Canavieira n° 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.
- 2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

PRODUÇÃO DO AÇÚCAR DE CANA

ENVOLVE 3 GRUPOS DE PROCESSAMENTO:

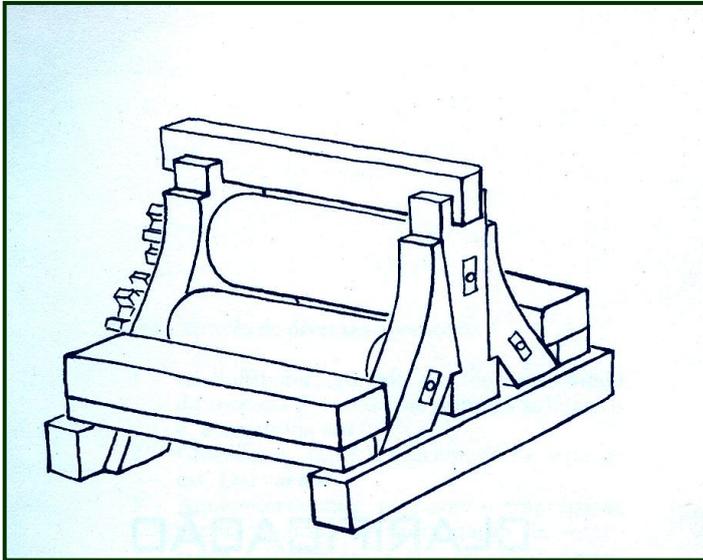
**EXTRAÇÃO DO CALDO-DE-CANA,
PURIFICAÇÃO DO CALDO-DE-CANA E
EVAPORAÇÃO DO CALDO, COZIMENTO E CRISTALIZAÇÃO**



CONVERSÃO DO CALDO DE CANA EM CRISTAIS DE AÇÚCAR

- 13 - Evaporação (com vácuo) – o caldo adquire a consistência de xarope.
- 14 - Cozimento a vácuo – o xarope se converte num mel e inicia-se a cristalização.
- 15 - Cristalização final - movimenta-se a “massa-cozida”, esgota-se o “licor-mãe”, e se resfria.
- 16 - Centrifugação – promove a separação dos cristais do açúcar a partir do mel esgotado.
- 17 - Sementeira - contém os cristais de açúcar que provocam o início da cristalização do xarope.
- 20 – Silo de açúcar.
- 21 – Pesagem e ensacamento do açúcar.
- 24 – Coluna barométrica – produz o vácuo usado nos evaporadores e cozedores, para remover os vapores não-condensáveis.

MOENDAS DE CANA DE AÇÚCAR



MOENDA DE 3 ROLOS HORIZONTAIS

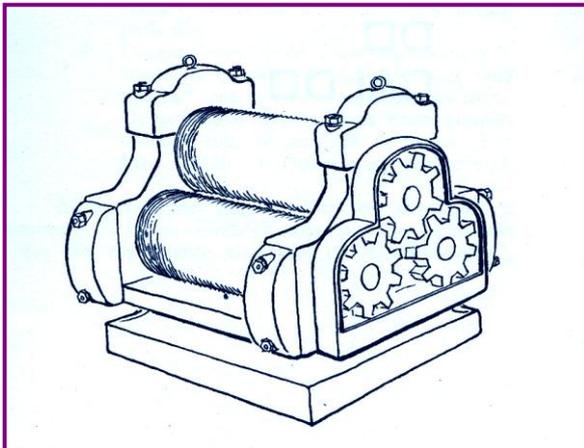
São usadas em conjuntos de trens ou "tandens".

Cada jogo de 3 rolos é chamado de "terno".

As primeiras moendas eram de madeira, produzidas por Smeaton.

Depois, foram revestidas por um envoltório de chapa metálica.

Os rolos das atuais moendas metálicas apresentam **sulcos** de modo a melhorar o **esmagamento**, cuja **pressão é regulada automaticamente**.



Outras melhorias feitas:

- A - **Facas ou navalhas** foram instaladas num eixo horizontal.
- B - **Modificou-se o desenho dos sulcos dos 2 rolos esmagadores.**
- C - **Uso de desfibradores.**
- D - **Uso de martelos** instalados num eixo horizontal.
- E - **Separadores eletromagnéticos** de impurezas metálicas, purificam o caldo e protegem o conjunto de esmagamento da cana.
- F - **Alguns jogos de moendas** contam com 4, 5 e até sete rolos.

CLARIFICAÇÃO DO CALDO-DE-CANA

A PURIFICAÇÃO DO CALDO-DE-CANA ENVOLVE AS SEGUINTE ETAPAS:

- 1 – SULFITAÇÃO – O CALDO BRUTO É TRATADO POR VAPORES SULFUROSOS.**
- 2 – CALEAÇÃO – É FEITA COM LEITE DE CAL (SOLUÇÃO AQUOSA DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$).**
- 3 – AQUECIMENTO A VAPOR – FACILITAM A PRECIPITAÇÃO DE IMPUREZAS E SUA POSTERIOR DECANTAÇÃO.**
- 4 – DECANTAÇÃO – SEPARA O CALDO CONTINUAMENTE DAS IMPUREZAS DA BORRA E DO BAGACILHO.**

Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira n° 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

Apesar do tratamento preliminar, o caldo de cana contém ainda impurezas menores que podem ser solúveis, coloidais ou insolúveis.

Assim, o tratamento químico visa principalmente à coagulação, à floculação e à precipitação destas impurezas, que são eliminadas por sedimentação. É necessário, ainda, fazer a correção do pH para evitar inversão e decomposição da sacarose.

O caldo tratado pode ser enviado à fabricação de açúcar ou de álcool. No segundo caso, a etapa de sulfitação, descrita a seguir, não é obrigatória.

Sulfitação do caldo

Consiste na absorção do SO_2 (anidrido sulfuroso), pelo caldo, baixando o seu pH original a 4,0 - 4,4.

A sulfitação é realizada usualmente em uma coluna de absorção que possui, em seu interior, pratos perfurados. O caldo é bombardeado na parte superior da torre e desce por gravidade pelos pratos em contracorrente com o SO_2 gasoso, aspirado por um exaustor ou ejetor instalado no topo da coluna.

Devido à grande solubilidade SO_2 na água, pode-se obter uma absorção de até 95% com este equipamento.

O SO_2 gasoso é produzido na usina através da queima do S (enxofre) na presença de ar, em fornos especiais:

A sulfitação tem como objetivos principais:

- Inibir reações que causam formação de cor;
- A coagulação de colóides solúveis;
- A formação de precipitado CaSO_3 (sulfito de cálcio);
- Diminuir a viscosidade do caldo e, conseqüentemente, do xarope, massas cozidas e méis, facilitando as operações de evaporação e cozimento.

Calagem

Trata-se do processo de adição do leite de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ao caldo, elevando o seu pH a valores da ordem de 6,8 a 7,2.

A calagem é realizada em tanques ou em linha, num processo contínuo, para obter o controle do pH final.

O leite de cal também é produzido na própria usina por meio da "queima" da cal virgem (CaO) em tanques apropriados (piscina de cal ou hidratador) segundo a reação:



O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produzido apresenta uma concentração de 3° - 6° "Baumé", antes de ser adicionado ao caldo.

Esta neutralização tem por objetivo a eliminação de corantes do caldo, a neutralização de ácidos orgânicos e a formação de sulfito e fosfato de cálcio, produtos estes que, ao sedimentar, arrastam consigo impurezas presentes no líquido.

O consumo da cal (CaO) varia de 500 mg/TC a 1.00 g/TC, segundo o rigor do tratamento exigido.

Aquecimento

O aquecimento do caldo é realizado em equipamento denominado trocador de calor, constituído por um feixe tubular, no qual passa o caldo, localizado no interior de um cilindro por onde circula vapor de água saturado.

O caldo é aquecido a aproximadamente 105 °C, com a finalidade de acelerar e facilitar a coagulação e floculação de colóides e não-açúcares protéicos, emulsificar graxas e ceras, ou seja, aumentando a eficiência da decantação, além de possibilitar a degasagem do caldo.

Sedimentação

É a etapa de purificação do caldo, pela remoção das impurezas floculadas nos tratamentos anteriores.

Este processo é realizado de forma contínua em um equipamento denominado clarificador ou decantador, que possui vários compartimentos (bandejas), cuja finalidade é aumentar a superfície de decantação, ou ainda em decantadores modernos de bandeja única. A adição de polímeros em torno de 2 g/TC acelera a velocidade de decantação e favorece a obtenção de um caldo de melhor qualidade.

O caldo decantado é retirado da parte superior de cada compartimento e enviado ao setor de evaporação para concentração. As impurezas sedimentadas com uma concentração de sólidos de aproximadamente 10^o Bé constituem o lodo, que normalmente é retirado do decantador pelo fundo e enviado ao setor de filtração para recuperação do açúcar nele contido.

O tempo de resistência do caldo no decantador depende do tipo de equipamento empregado e pode variar de 45 minutos a 4 horas. A quantidade de lodo retirada representa de 15 a 20% do peso do caldo que entra no decantador.

Filtração

Antes de ser enviado aos filtros rotativos, o lodo retirado do decantador recebe a adição de, aproximadamente, 5 kg de bagacilho/TC, que irão agir como auxiliar de filtração.

Esta filtração tem como objetivo recuperar o açúcar contido no lodo, fazendo com que este retorne ao processo na forma de caldo filtrado. O material retido no filtro recebe o nome de torta e é enviado à lavoura para ser utilizado como adubo.

É importantíssimo controlar a perda de açúcar na torta, pois seu valor não deve ser superior a 1%.

Evaporação

O caldo clarificado obtido nos decantadores é submetido a um processo de concentração através da eliminação da água presente.

A primeira etapa da concentração é realizada em um equipamento chamado evaporador, que opera de forma contínua.

O evaporador é formado por caixas, normalmente em número de quatro ou cinco, ligadas em série, de maneira que o caldo sofra uma concentração progressiva da primeira à última. Para isto, é necessário injetar vapor somente na primeira caixa, pois a própria água evaporada irá aquecer o caldo nas caixas seguintes.

Este procedimento, conseguido devido à diferença de pressão existente entre os corpos, é mantido por um sistema gerador de vácuo, ligado à última caixa.

Inicialmente o caldo apresenta, uma concentração de 14 - 16^o Brix, chegando, ao final, a 60 - 68^o Brix, quando recebe a denominação de xarope.

Cristalização do açúcar

Após deixar os evaporadores, o xarope é enviado a outra etapa de concentração, onde ocorrerá a formação dos cristais de açúcar, em decorrência da precipitação da sacarose dissolvida na água. Há dois tipos de cristalização: cristalização evaporativa ou cozimento e cristalização por resfriamento.

Cozimento

São utilizados equipamentos denominados cozedores, tachos, etc., semelhantes às caixas dos evaporadores, que trabalham individualmente sob vácuo, de forma descontínua ou contínua.

A evaporação da água dá origem a uma mistura de 50% de cristais envolvidos em mel (solução açucarada) que recebe o nome de massa cozida.

A concentração desta massa cozida é de aproximadamente 91 - 93^o Brix, e sua temperatura, ao ser descarregada, é de 65 °C.

Dependendo das conveniências, pode-se trabalhar com os sistemas de uma, duas ou três massas cozidas.

Cristalização por resfriamento

A massa cozida é descarregada dos cozedores nos chamados cristalizadores - tanques em forma de U, dotados de agitadores -, onde irá ocorrer o resfriamento lento, geralmente com auxílio de água ou ar. Esta operação visa recuperar

parte da sacarose que ainda se achava dissolvida no mel, pois pelo resfriamento haverá deposição da sacarose nos cristais existentes, aumentando inclusive o tamanho dos mesmos.

Centrifugação do açúcar

Dos cristalizadores, a massa cozida resfriada segue para o setor de centrifugação e é descarregada nas centrífugas. Estas são construídas por um cesto perfurado, fixado a um eixo e acionado por um motor que o gira a alta velocidade.

A ação da força centrífuga faz com que o mel atravesse as perfurações da tela do cesto, ficando retidos, em seu interior, somente os cristais de sacarose.

O processo se completa pela lavagem do açúcar com água e vapor, ainda no interior do cesto.

O mel removido é coletado em um tanque e retorna aos cozedores para recuperação do açúcar dissolvido ainda presente, até que se atinja um maior esgotamento do mesmo. A partir deste ponto, o mel passa a ser denominado mel final ou melaço e é enviado para a fabricação de álcool.

Secagem

O resfriamento e a secagem do açúcar são realizados em um secador, um tambor metálico através do qual passa, em contracorrente, um fluxo de ar succionado por um exaustor.

Ao deixar o secador, com uma temperatura entre 35 a 40 °C e umidade na faixa de 0,03 a 0,04%, o açúcar está pronto para ser enviado ao ensaque. porém, ao passar pelo secador o ar arrasta consigo uma pequena quantidade de pó de açúcar, sendo necessária a lavagem do ar para recuperar o açúcar arrastado, retornando-o posteriormente ao processo.

Ensaque, pesagem e armazenamento do açúcar

Do secador, o açúcar é recolhido a uma moega com fundo afunilado, que o despeja, de forma descontínua, diretamente no saco localizado em cima de uma balança, realizando, portanto, a operação de ensaque e pesagem. Após ser fechado por máquinas industriais de costura, o saco está pronto para ser armazenado.

O açúcar é armazenado em sacos de 50 kg e em locais previamente determinados, facilitando o controle de qualidade.

A eficiência global dos processos de fabricação de açúcar e álcool está em torno de 87%.

SULFITAÇÃO DO CALDO-DE-CANA

Objetivos principais:

- 1º - inibir reações que causam formação de cor;**
- 2º - inibir a coagulação de colóides solúveis;**
- 3º - inibir a formação do precipitado CaSO_3 (sulfito de cálcio);**
- 4º - diminuir a viscosidade do caldo e, conseqüentemente, do xarope, massas cozidas e méis, facilitando as operações de evaporação e cozimento.**

Consiste na absorção do SO_2 (anidrido sulfuroso), pelo caldo, baixando o seu pH original a 4,0 - 4,4.

A sulfitação é realizada usualmente em uma **coluna de absorção que possui, em seu interior, pratos perfurados.**

O caldo é bombeado na parte superior da torre e desce por gravidade através dos pratos em contracorrente com o SO_2 gasoso, aspirado por um exaustor ou ejetor instalado no topo da coluna.

Devido à grande solubilidade de SO_2 na água, pode-se obter uma absorção de até 99,5% com este equipamento.

O SO_2 gasoso é produzido na usina através da queima do S (enxofre) na presença de ar, em fornos especiais.

O consumo médio de enxofre pode ser estimado em 150 g/saco de 50 kg de açúcar.

CALEAÇÃO¹ OU CALAGEM² DO CALDO-DE-CANA

Trata-se do processo de adição do leite de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ao caldo, elevando o seu pH a valores da ordem de 6,8 a 7,2.

É o processo de neutralização que visa:

- 1º - eliminar corantes do caldo,
- 2º - neutralizar ácidos orgânicos
- 3º - formar sulfito e fosfato de cálcio, que sedimentam e arrastam consigo impurezas presentes no líquido.

A calagem é realizada em tanques ou em linha, num processo contínuo, objetivando o controle do pH final.

O leite de cal é produzido na própria usina através da "queima" da cal virgem (CaO), em tanques apropriados (piscina de cal ou hidratador), segundo a reação:



O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produzido apresenta uma concentração de 3 a- 6º "Baumé", antes de ser adicionado ao caldo.

O consumo da cal (CaO) varia de 500 a 1.000 g/TC, segundo o rigor do tratamento exigido.

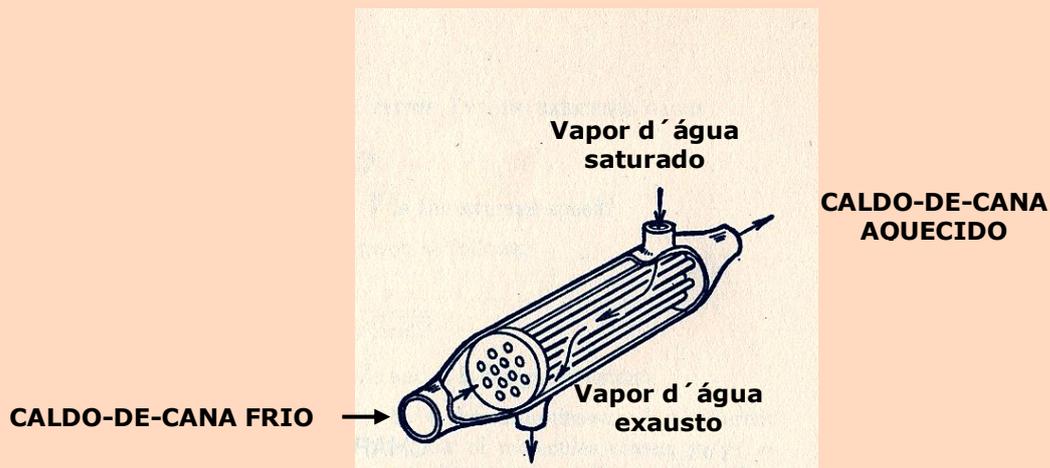
Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canavieira n° 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

AQUECIMENTO DO CALDO DE CANA CALEADO

É REALIZADO NUM **TROCADOR DE CALOR DO TIPO "CASCO E TUBOS"**, CONSTITUÍDO POR UM FEIXE TUBULAR, NO QUAL PASSA O CALDO, LOCALIZADO DENTRO DE UM ENVOLVÓRIO CILÍNDRICO (CASCO), POR ONDE CIRCULA VAPOR D'ÁGUA SATURADO.



O CALDO É AQUECIDO A APROXIMADAMENTE 105°C, PARA:

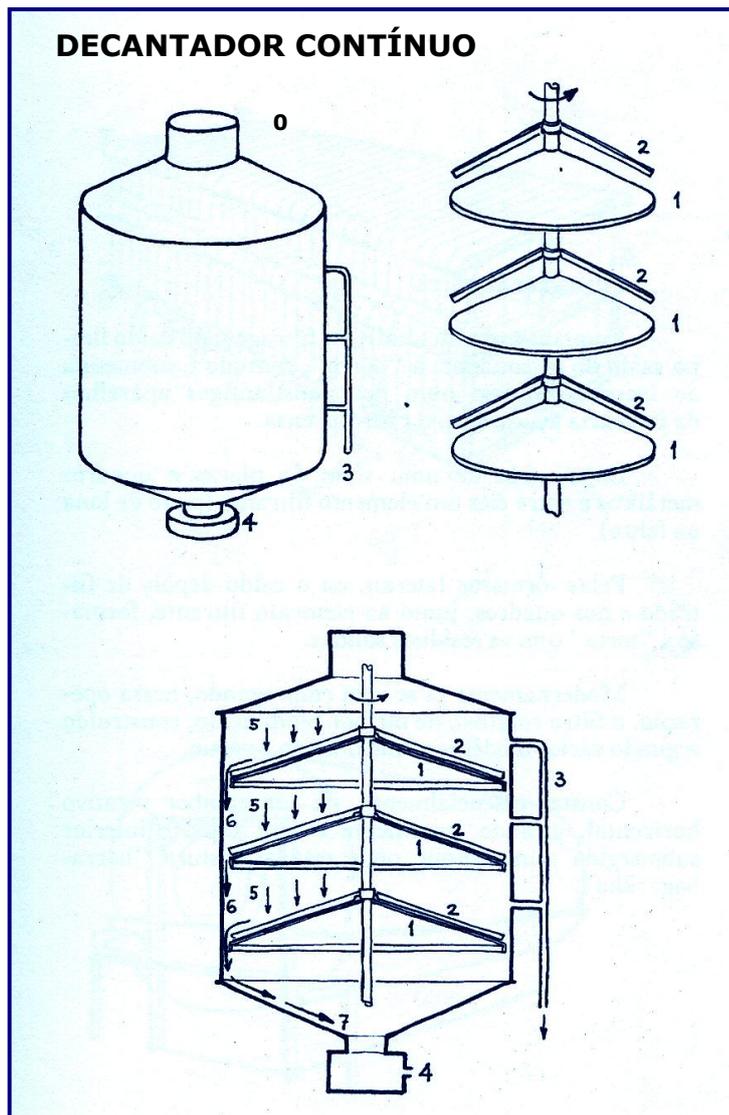
- 1º - ACELERAR E FACILITAR A COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO DE COLÓIDES E NÃO-AÇÚCARES PROTÉICOS,**
- 2º - EMULSIFICAR GRAXAS E CERAS,**
- 3º - POSSIBILITAR A DEGASEIFICAÇÃO OU DEGASAGEM DO CALDO**
- 4º - AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA DECANTAÇÃO E ACELERAR O PROCESSO QUÍMICO DE CLARIFICAÇÃO,**

Referências:

- 1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.
- 2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.
- 3- Rohsenow, W.M. e Choi, H.Y. – Heat, Mass and Momentum Transfer – Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1961.

DECANTAÇÃO DO CALDO DE CANA APÓS SULFITAÇÃO E CALEAÇÃO

- Remove as impurezas sólidas e as floculadas que formam a "borra" ou "lodo" ou "cachaça".
- Os primeiros decantadores ("clarificadores") eram tanques simples, com serpentinas de vapor imersas e operação descontínua.
- O caldo decantado é retirado da parte superior de cada compartimento e enviado ao setor de evaporação para concentração.



0 – BOCAL DE ENTRADA DO CALDO-DE-CANA OBTIDO NAS MOENDAS.

1 - BANDEJAS CÔNICAS FIXAS.

2 - RASPADEIRAS.

3 - DUTOS DE RETIRADA DO CALDO LIMPO.

4 - BOCAL DE DESCARGA DA BORRA PARA LEVAR AOS FILTROS.

5 – FLUXO DE CALDO-DE-CANA DENTRO DO DECANTADOR.

6 – PERCURSO DAS IMPUREZAS.

7 – FUNDO DO DECANTADOR.

• O tempo de residência do caldo no decantador varia de 45 min a 4 h.

• A quantidade de lodo retirada representa de 15 a 20% do peso do caldo que entra no decantador.

• A adição de polímeros em torno de 2 g/tc acelera a velocidade de decantação e favorece a obtenção de um caldo de melhor qualidade.

Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canavieira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

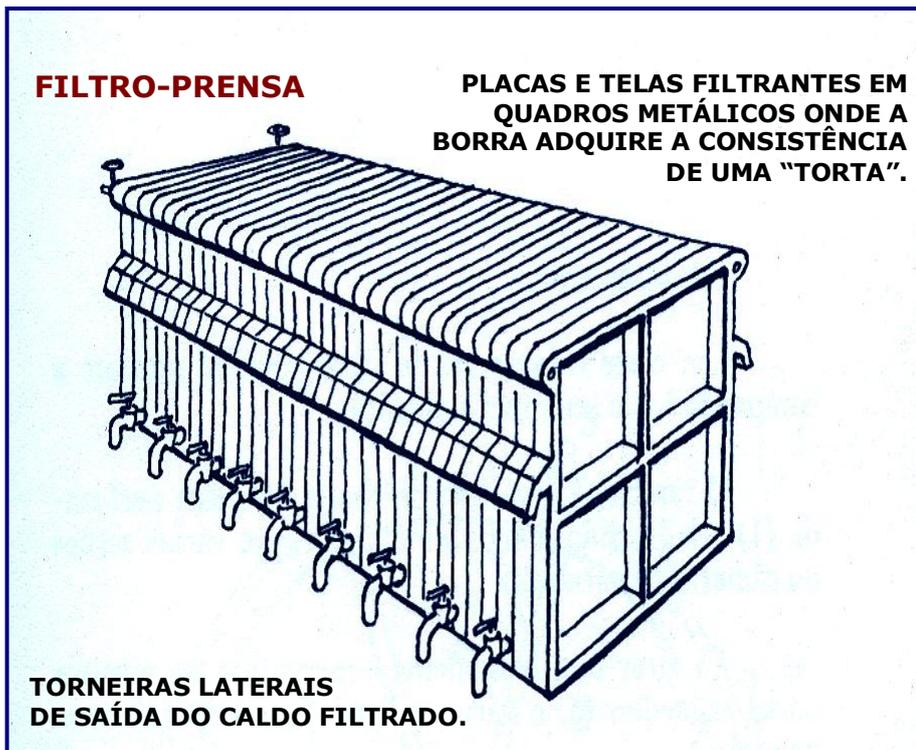
FILTRAÇÃO DA BORRA

ANTES DE SER ENVIADO AOS FILTROS (HOJE, ROTATIVOS), O LODO RETIRADO DO DECANTADOR RECEBE A ADIÇÃO DE, APROXIMADAMENTE, 5 kg DE BAGACILHO/tc, QUE AGE COMO AUXILIAR DE FILTRAÇÃO.

A FILTRAÇÃO VISA RECUPERAR O AÇÚCAR CONTIDO NO LODO, PROMOVENDO SEU RETORNO AO PROCESSO NA FORMA DE CALDO FILTRADO.

A TORTA RETIDA É ENVIADA À LAVOURA PARA SER USADA COMO ADUBO.

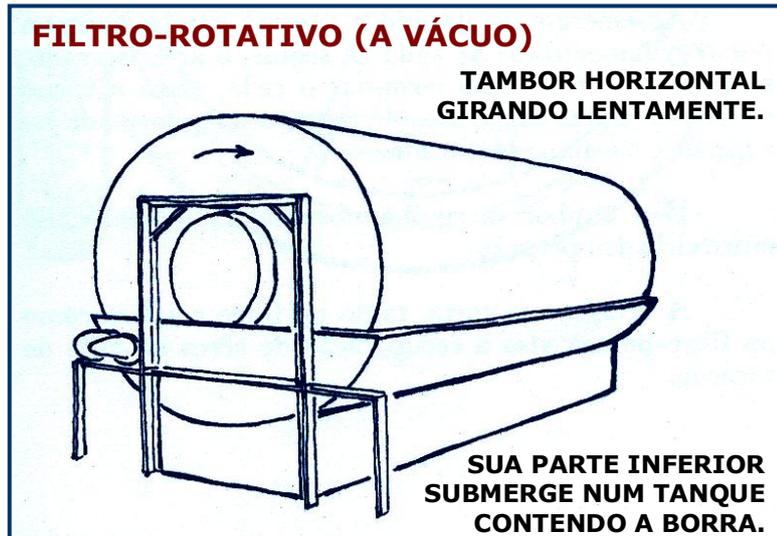
É IMPORTANTE CONTROLAR A PERDA DE AÇÚCAR NA TORTA, POIS SEU VALOR NÃO DEVE SER SUPERIOR A 1%.



Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.



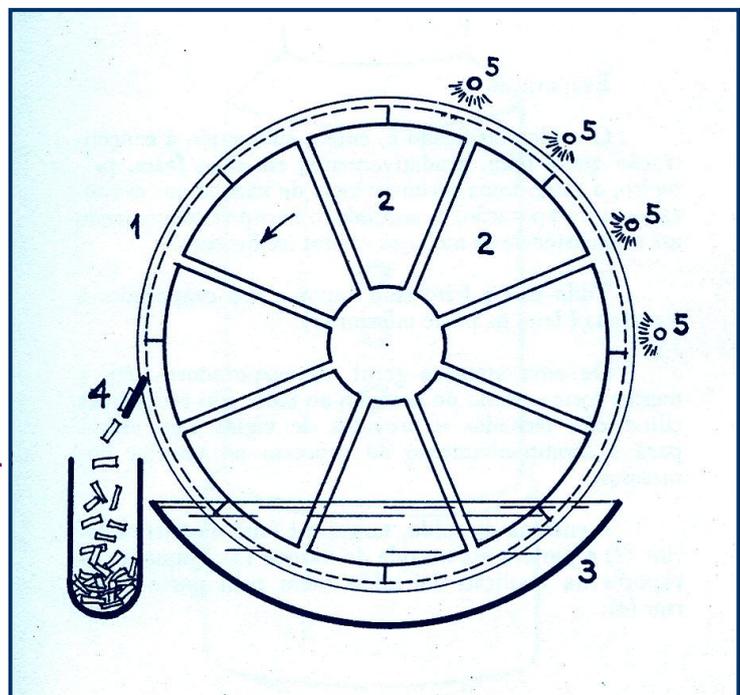
CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS:

- 1 – REVESTIMENTO DE CHAPA DE COBRE PERFURADA.
- 2 – SEÇÕES OU CÂMARAS DE VÁCUO.
- 3 – TANQUE INFERIOR COM A MISTURA BORRA-BAGACILHO.

CICLO DE FILTRAÇÃO A VÁCUO:

- 1 - O TAMBOR, AO GIRAR MUI LENTAMENTE, MERGULHA UMA SEÇÃO NA MISTURA. AUTOMATICAMENTE, O SISTEMA DE VÁCUO É LIGADO NESSA SEÇÃO.
- 2 - O CALDO TURVO PENETRA PELAS PERFURAÇÕES E, POR CANAIS RADIAIS, SEGUE PARA UM DEPÓSITO DE CALDO, ENQUANTO SOBRE A CHAPA FORMA-SE A TORTA.
- 3 - O TANQUE INFERIOR CONTÉM O LÍQUIDO DA BORRA-BAGACILHO.
- 4 - A RASPADEIRA RETIRA A TORTA E DESCARREGA-A NUM RECIPIENTE.
- 5 - AO EMERGIR DO TANQUE INFERIOR, A TORTA É LAVADA POR JATOS DE ÁGUA.
- 6 - A SEGUIR, O AR É ASPIRADO, SECANDO A TORTA.
- 7 - AO TERMINAR ESSA FASE DO CICLO, O VÁCUO É DESLIGADO E A RASPADEIRA RETIRA O MATERIAL
- 8 - COM NOVO MERGULHO DA SEÇÃO, REINICIA-SE O CICLO.

A LAVAGEM DA TORTA PERMITE RECUPERAR QUASE 50% DA SACAROSE NELA CONTIDA.

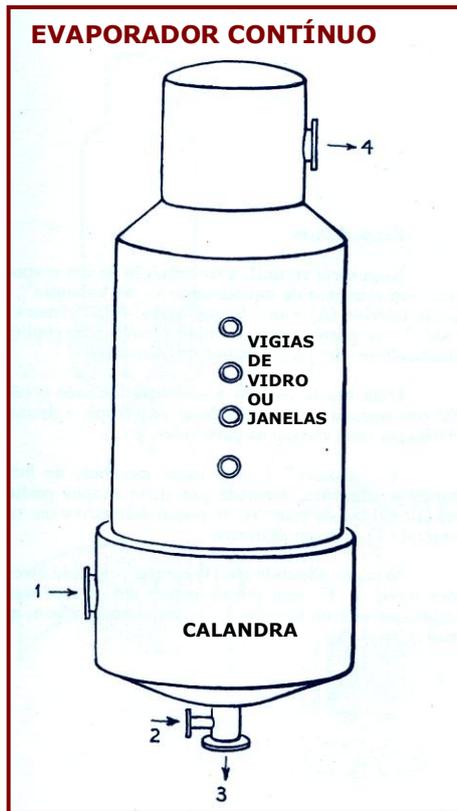


Referências:

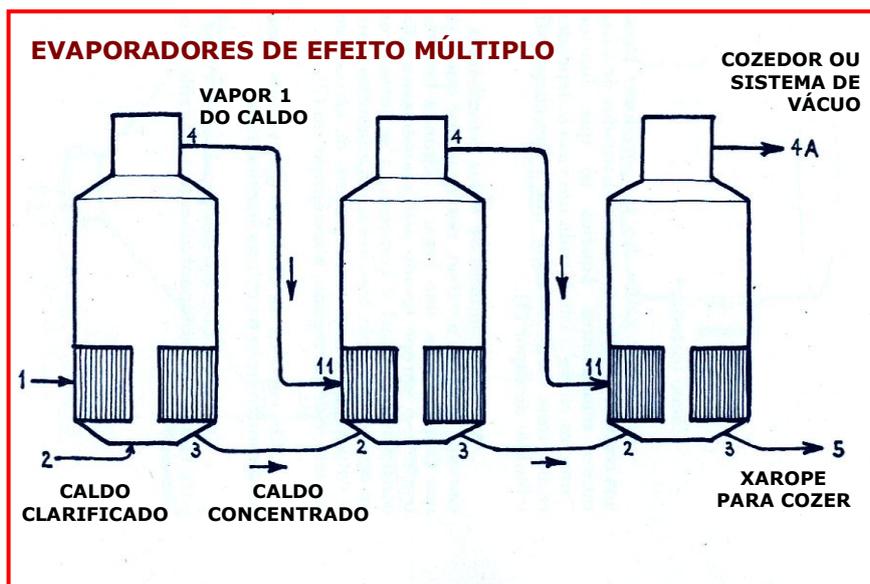
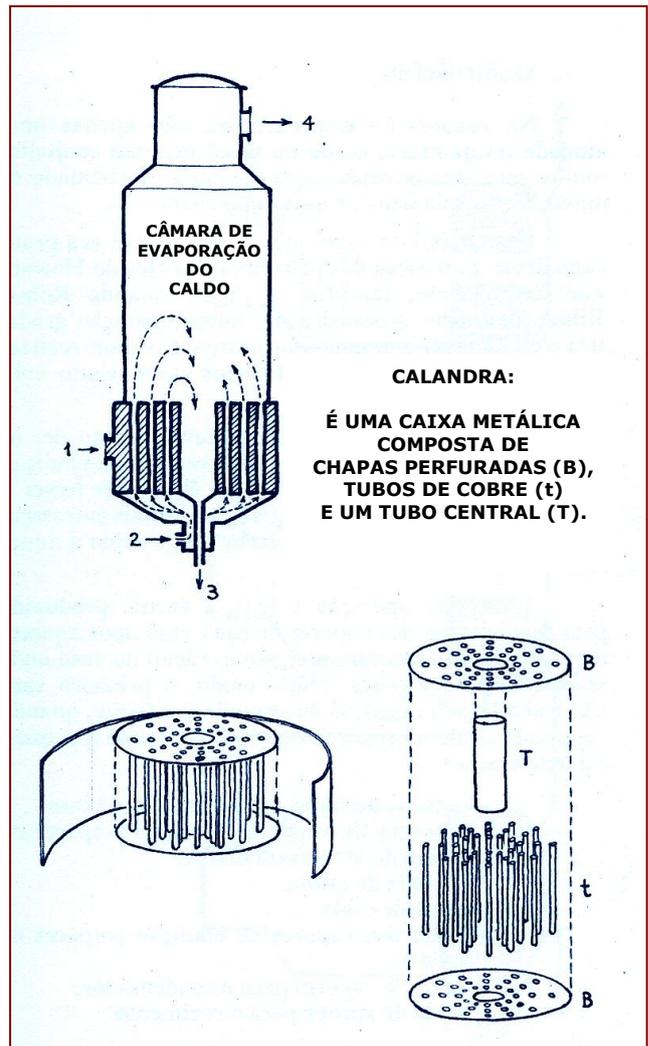
1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

EVAPORAÇÃO DO CALDO-DE-CANA CLARIFICADO



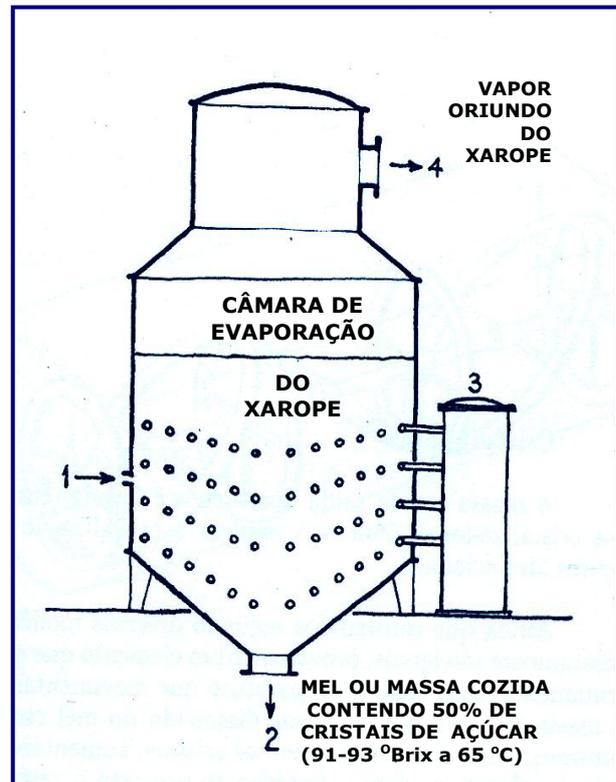
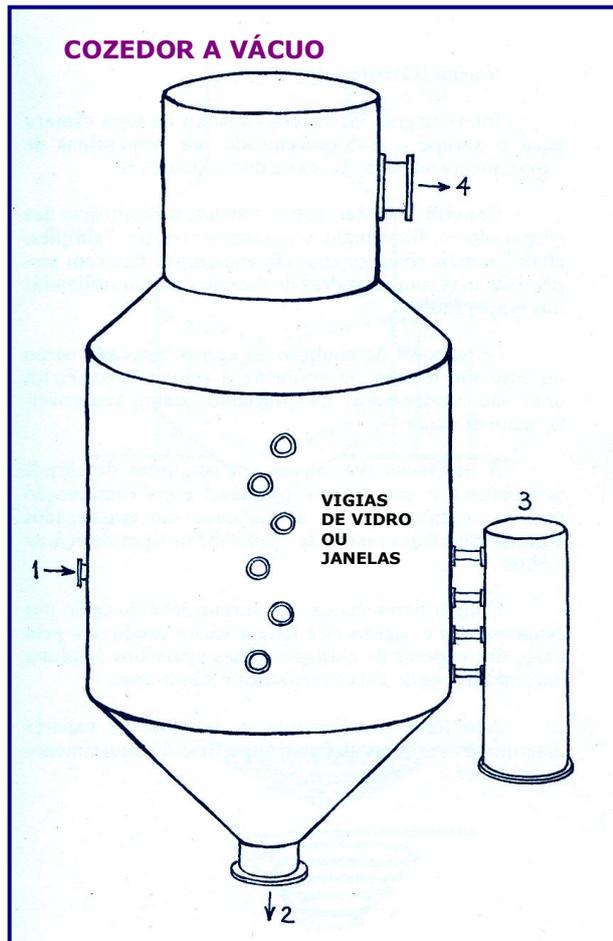
- 1 – Entrada de vapor d'água de aquecimento do caldo.
- 2 – Entrada do caldo clarificado
- 3 – Saída do caldo concentrado ou xarope.
- 4 – Saída do evaporado do caldo.



- O VAPOR DA EBULIÇÃO DO PRIMEIRO EFEITO AQUECE O CALDO DO SEGUINTE.
- O PRIMEIRO EFEITO NÃO OPERA SOB VÁCUO.
- OS DEMAIS EFEITOS OPERAM SOB VÁCUO.
- O VAPOR PRODUZIDO EM CADA EFEITO É SUPER-AQUECIDO, QUE PASSA NUM TAMBOR DE FLASH PARA SE TORNAR SATURADO E GARANTIR UMA TEMPERATURA UNIFORME NO EFEITO SEGUINTE.

COZIMENTO A VÁCUO DO XAROPE

- Cada cozedor opera em regime de simples efeito.
- O vapor de cada ebulição é sugado por uma coluna barométrica de água onde é condensado, não sendo reaproveitado em outro cozedor.
- A carga de vapor de aquecimento chega por um distribuidor individual.



- 1 – Entrada de xarope do caldo.
- 2 – Descarga do mel contendo cristais.
- 3 – Distribuidor de vapor de aquecimento.
- 4 – Saída do evaporado do xarope para condensação em coluna barométrica.



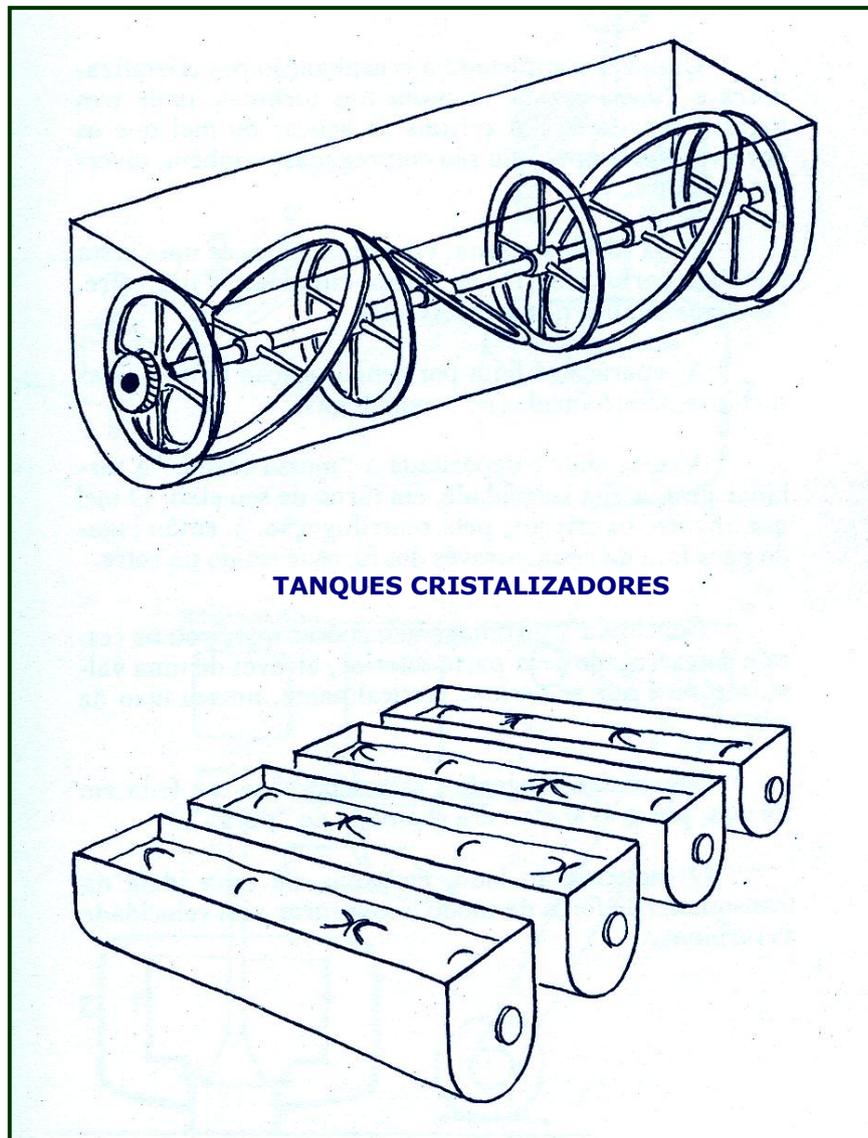
Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

CRISTALIZAÇÃO DO AÇÚCAR DA MASSA COZIDA

- A formação dos cristais inicia-se no cozimento, pela evaporação de água até a super-saturação do xarope e o surgimento da consistência do mel.
- Os cristais aumentam de tamanho e em número e volume por adição de sacarose oriunda da fase líquida.
- A agitação suave da massa cozida e o resfriamento lento favorecem o aumento do rendimento da cristalização.
- O resfriamento é feito por meio de água ou ar na camisa externa do tanque.



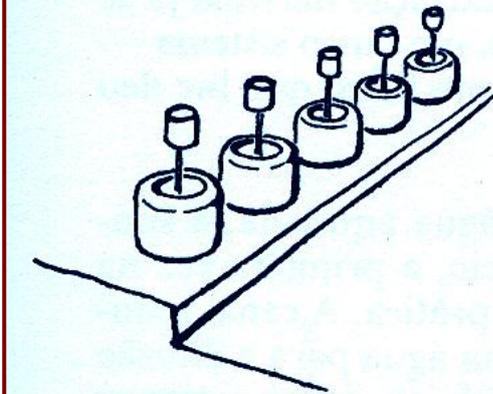
Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canaveira nº 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

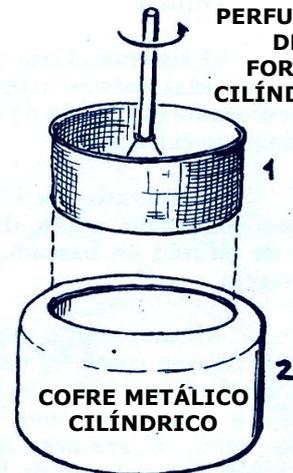
2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.

CENTRIFUGAÇÃO DO AÇÚCAR

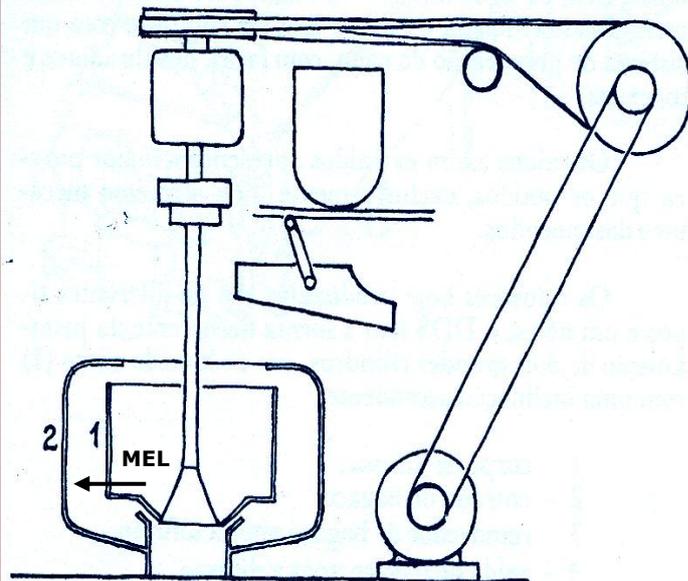
CONJUNTO DE CENTRÍFUGAS (“TURBINAS”)



CESTA METÁLICA PERFORADA DE FORMA CILÍNDRICA



SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE FORÇA



- A CESTA, CONTENDO A MASSA CRISTALIZADA, GIRA EM ALTA VELOCIDADE EM TORNO DO SEU EIXO.
- O MEL REMANESCENTE DA CRISTALIZAÇÃO É JOGADO PARA FORA DA CESTA, ATRAVÉS DOS SEUS FUROS E FICA RETIDO NO COFRE.
- CONCLUÍDA A TURBINAGEM, O AÇÚCAR RETIDO NA CESTA É DESCARREGADO POR MEIO DE UMA VÁLVULA CÔNICA QUE SE DESLOCA VERTICALMENTE, ATRAVÉS DO EIXO DA CESTA.

- O PROCESSO SE COMPLETA PELA LAVAGEM DO AÇÚCAR COM ÁGUA E VAPOR, AINDA NO INTERIOR DO CESTO.
- O MEL REMOVIDO RETORNA AOS COZEDORES PARA RECUPERAÇÃO DO AÇÚCAR DISSOLVIDO, ATÉ QUE SE ATINJA UM MAIOR ESGOTAMENTO DO MESMO.
- A PARTIR DESTA PONTO, O MEL PASSA A SER DENOMINADO “MEL FINAL” OU “MELAÇO” E É ENVIADO PARA A FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL.

Referências:

1 - Fernandes, Hamilton – **Açúcar e Alcool, ontem e hoje** – Coleção Canavieira n° 4, Serviço de Documentação, Divisão Administrativa, Instituto do Açúcar e do Alcool, Ministério da Indústria e do Comércio, M.I.C. – Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, 1971.

2 - Portal Única - Açúcar e Alcool Sem Mistérios, www.unica.com.br, acessado em 13 de maio de 2004.