

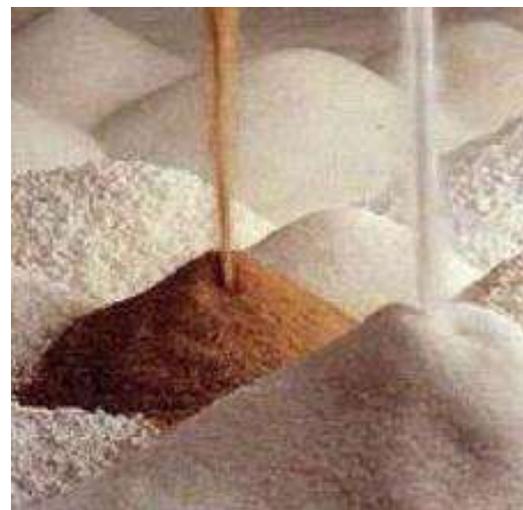
USP/ESALQ

LAN0451 Açúcar e Bebidas

EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DO CALDO

Prof. Dra Sandra H da Cruz

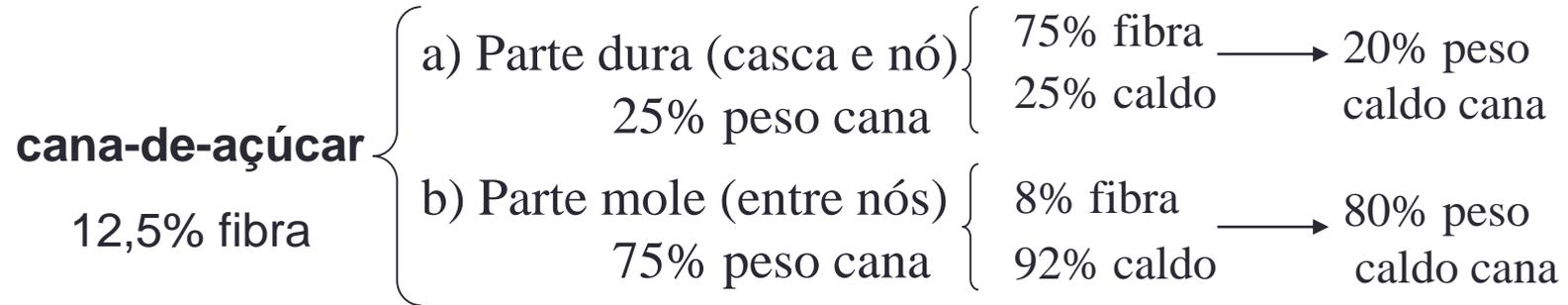
Açúcar de cana



http://web.coprodi.com.br/pages/visualizar/page:recepcao_preparo_e_moagem_de_cana



5. EXTRAÇÃO DO CALDO



- Extração em duas fases {
 - preparo da cana
 - extração do caldo {
 - moagem
 - difusão
- necessita desintegrar cana para liberar mais fácil o caldo
- resistência no preparo → função: relação das partes moles e duras. (recuperação da sacarose)

5.1 PREPARO DA CANA PARA EXTRAÇÃO

romper os tecidos da cana facilitando a remoção do caldo

OBJETIVOS:

- a. aumentar a capacidade das moendas pela maior densidade da massa fibrosa de alimentação (compacta e homogênea);
- b. romper a estrutura da cana facilitando a extração;
- c. produção de bagaço c/ embebição mais eficaz.

⇒ Outros benefícios advindos:

✓ maior eficiência das moendas:

✓ capacidade: toneladas de cana moída / h (10 a 30%);

✓ extração: pol extraído % pol da cana (5 a 10%).

✓ aumento do rendimento industrial;

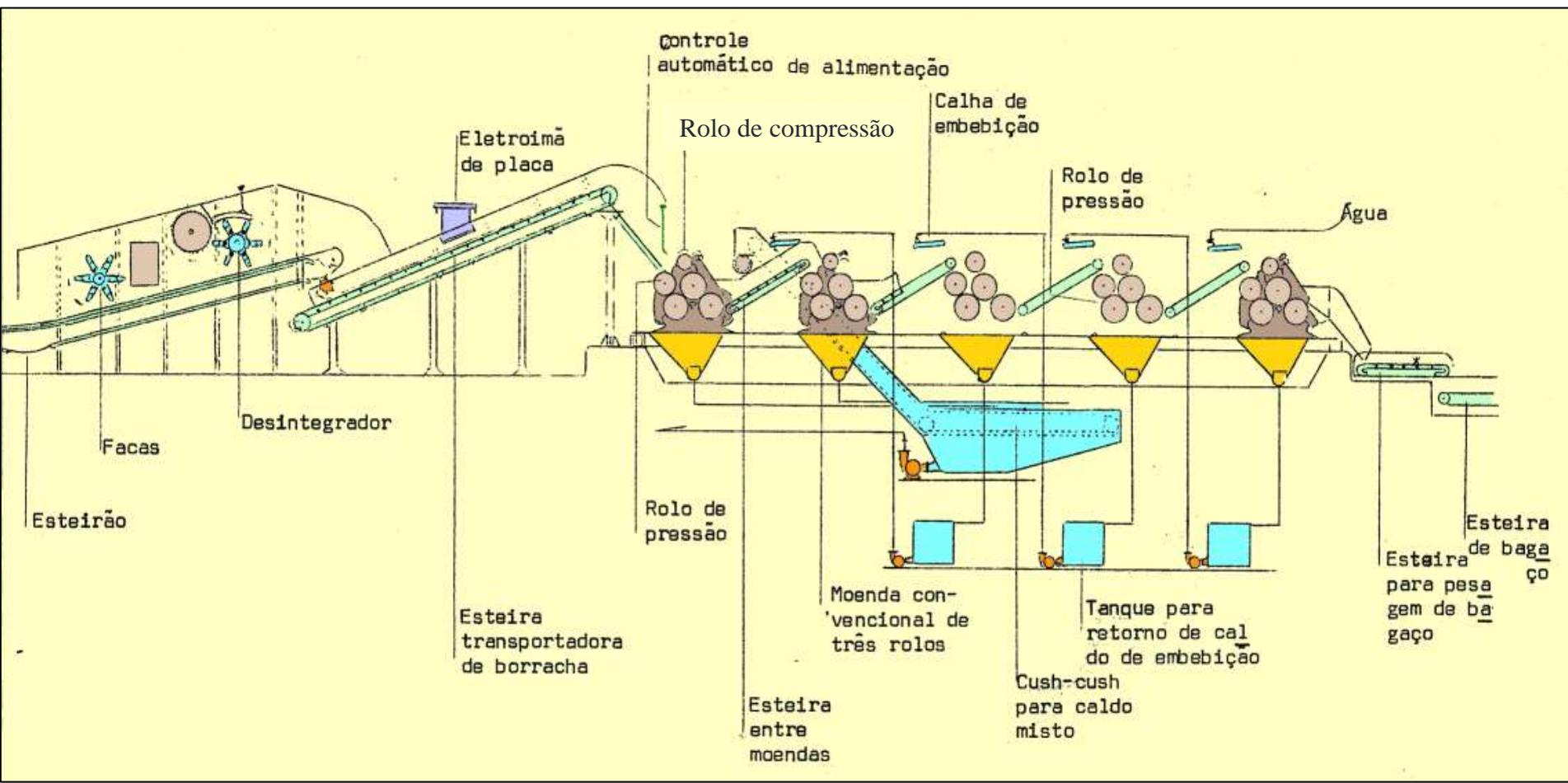
✓ regularidade de alimentação das moendas;

✓ reduzir consumo de energia;

✓ homogeneização do teor de fibra e,

✓ reduzir o desgaste e quebra das moendas.

Aparelhos do preparo {
- facas rotativas
- desfibradores ou desintegradores



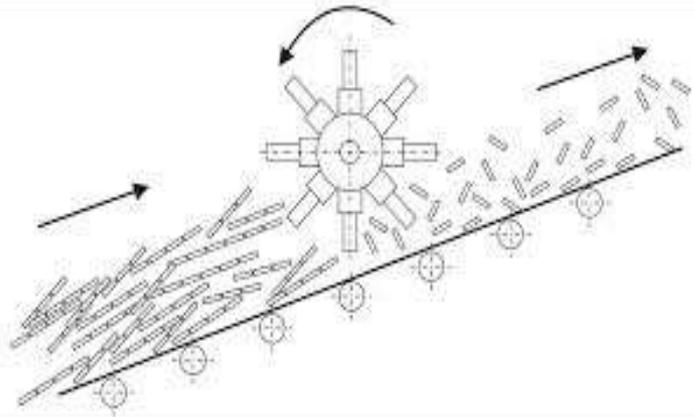
JOGOS DE FACAS



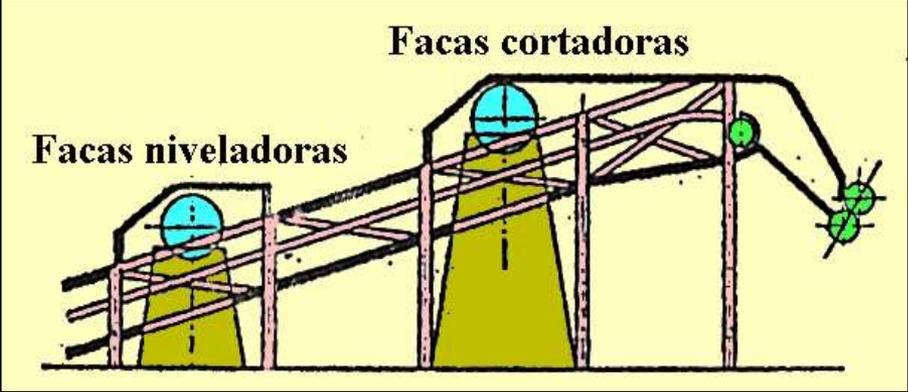
Jogos de Facas de tipo COP8 84" - Usina da Barra - São Paulo



Jogos de Facas de tipo FOL 84" - Usina da Barra - São Paulo



Comparação das Facas Niveladoras com Cortadoras

Itens	Niveladoras	Cortadoras
A - Função	- Regulariza e uniformiza o fluxo de carga de cana	- transforma a massa grosseira em camada densa com pedaços uniforme.
B - Localização		
C - Sentido de rotação e velocidade	- anti-horário e 50% adicional ao esteirão - 500 a 600 rpm	- anti-horário - 750 a 1000rpm
D - Número de facas e distância entre facas	- 36 a 48 facas (65 a 75% do nº de facas cortadoras) - 100 a 150mm	- 46 a 60 facas - 22 a 50mm
E - Ajuste no fundo da esteira	- Ajuste a 1/3 a 1/4 da altura do colhão	- 10 a 50mm do fundo
F - Potência consumida	- 2,0 a 2,5 HP/TCH - 15 a 20 HP/TCH	- 2,5 a 3,5 HP/TCH - 20 a 25 HP/TCH

Desintegradores : destruir por completo a estrutura da cana
maior extração < aumento na abertura de células e melhor embebição >
equivalente a mais um terno de moenda no tandem.

Constituintes: - tambor alimentador \approx 12 rpm
- placa desfibradora
- rotor com martelos \approx 600 a 750 rpm até 1000
- espalhador - 70 rpm

Operação \rightarrow força a passagem da cana pré-preparada entre martelo e placa denteada.



5.2 EXTRAÇÃO DO CALDO POR MOAGEM

- processo físico (pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana)
 - Extração da cana em duas fases
 - preparo para moagem
 - extração do açúcar
- Primeira fase - equipamento de alta velocidade e baixa pressão
- Segunda fase - equipamento de baixa velocidade e alta pressão - moendas

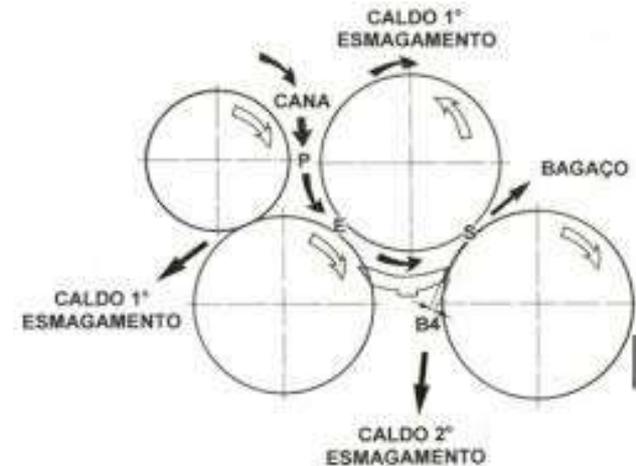
MOENDAS

equipamentos de três cilindros (terno) sustentados por uma estrutura metálica (castelo) e dispostos de maneira a formar um triângulo.

Três a sete ternos são empregados em série - conjunto de moendas ou tandem.



conjunto de moagem (4 a 6 ternos)

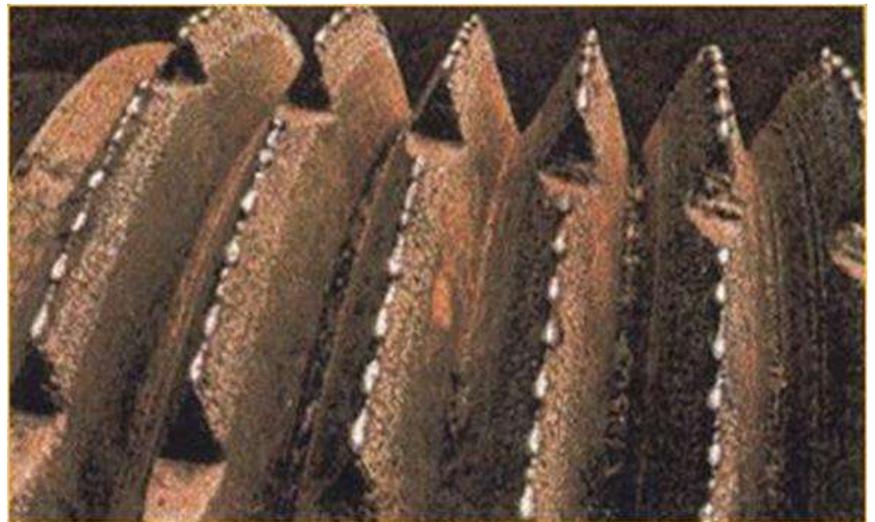


ALIMENTAÇÃO DO PRIMEIRO TERNO

1º Terno - Determina capacidade

2º Terno - Trabalha com 70%

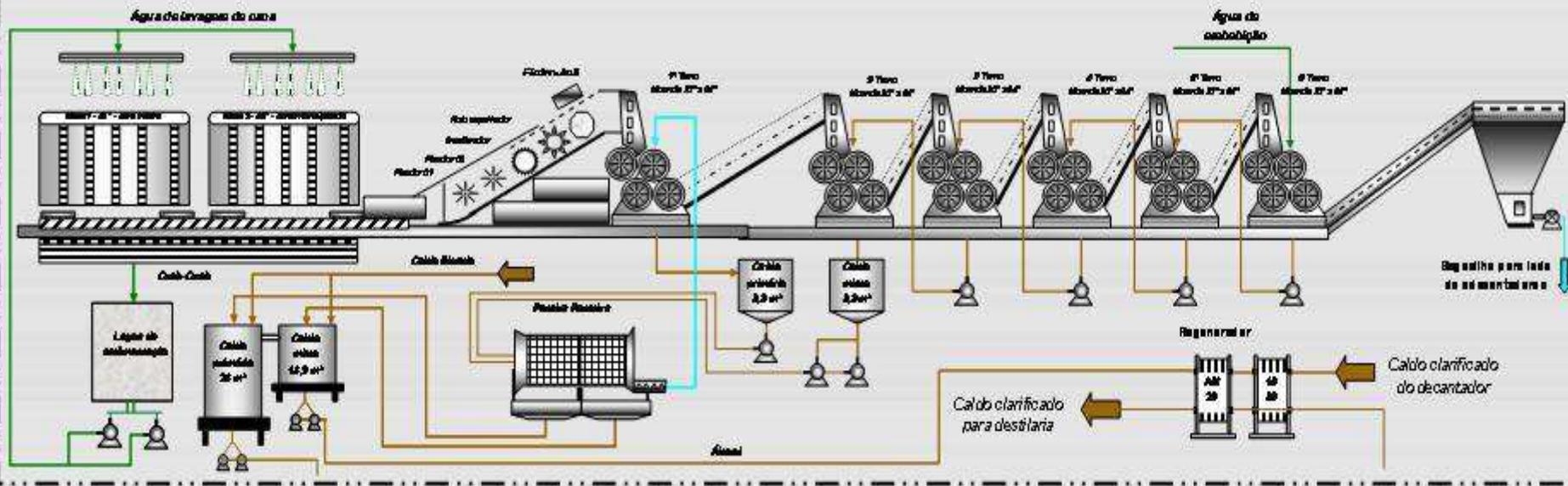
- Ranhuradas ou frisos de moendas
 - São constituídas nos cilindros com a finalidade de aumentar a sua superfície útil de contato com o bagaço
- Finalidades
 - aumentar a superfície útil do cilindro
 - melhorar a drenagem do caldo
 - melhorar a apreensão





Parâmetros de julgamento da eficiência

- **Capacidade** - é a quantidade de cana moída na unidade de tempo
 - Formas de expressar: TCH, TCD, TFH e TFD
- **Extração** - é a porcentagem de açúcar extraída em relação a quantidade existente na cana.
- Pol extraída % pol na cana
Outra forma: açúcar perdido no bagaço por cento da fibra da cana



Usina Ipiranga Mococa - Fluxograma de Processo - Açúcar e Alcool. Setor de Moendas

Legenda		
—	—	—
Caldo da cana	Vapor	Perdido a quente
—		—
Águas industriais e condensadas		Bagacão



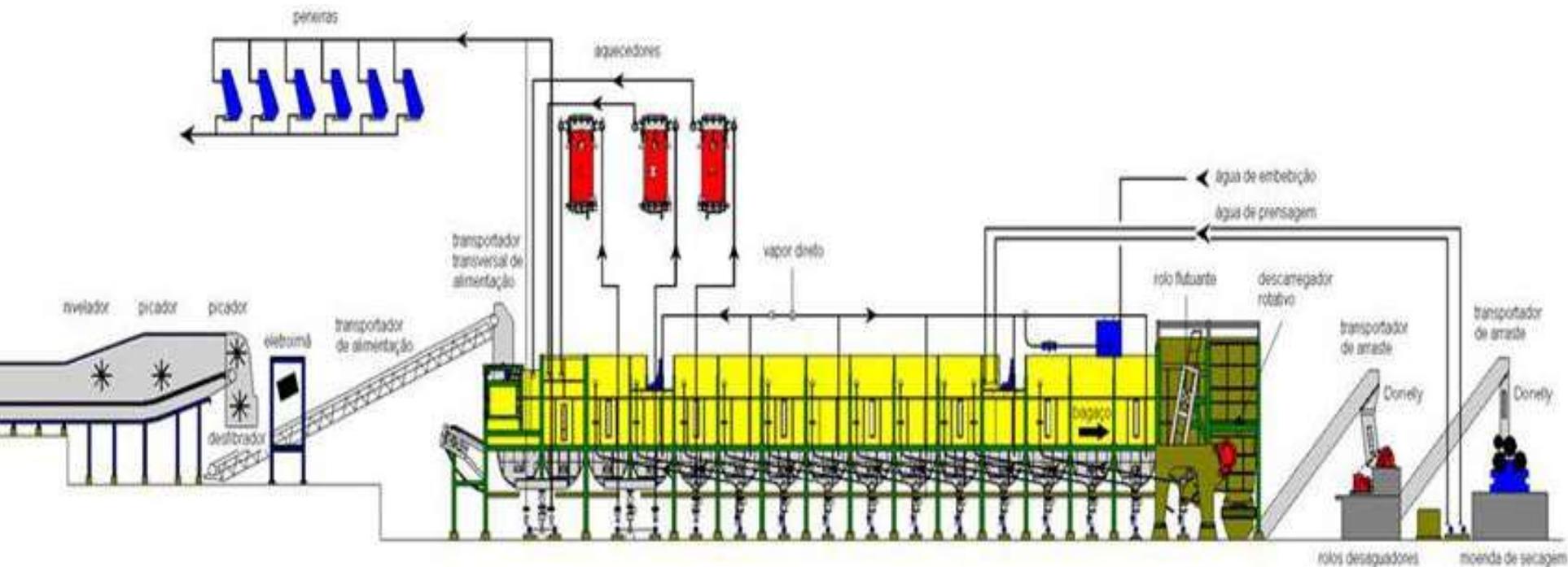
EMBEBIÇÃO

- adição de água ou caldo diluído ao bagaço entre um termo e outro (aumento da extração de sacarose)
- (1) Diluente: Dilui o caldo mais concentrado preso as células do parênquima da cana (“troca”)
 - (água ou caldo diluído)
- (2) compressão
 - Remover os açúcares retidos no bagaço

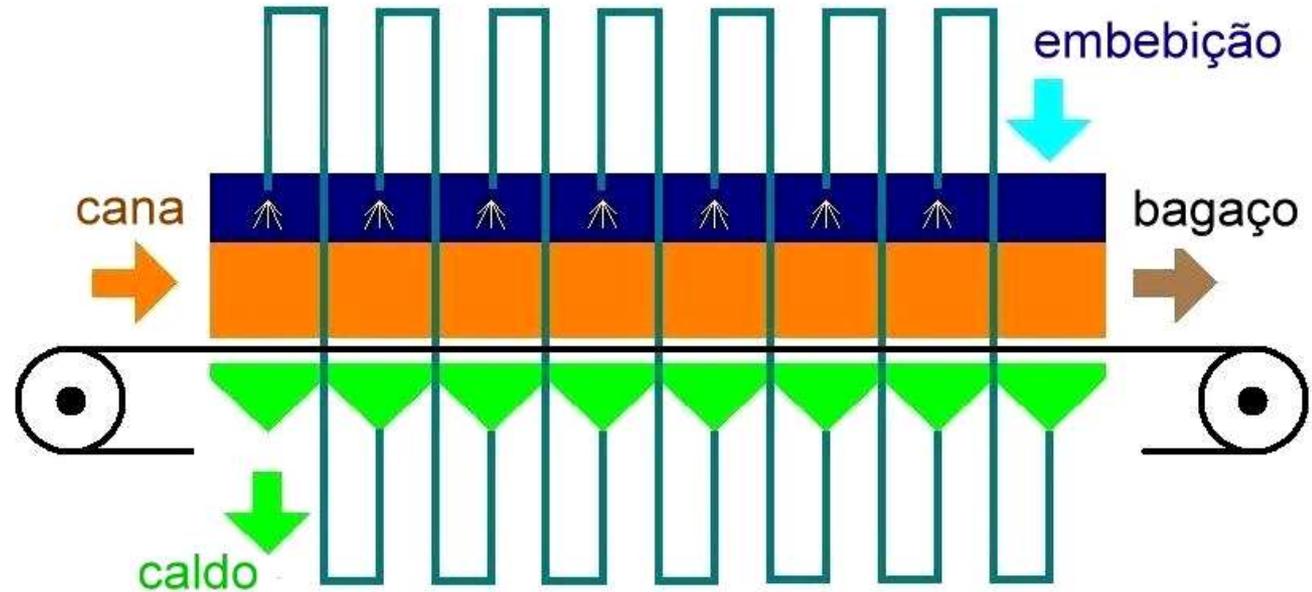
Uso correto envolve

- quantidade água
- localização
- modo de aplicação
- Temperatura 60°C (60 - 80°C)

5.3 EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO



Esquema de Funcionamento do Difusor de Cana



- Água de embebição é alimentada na parte final do difusor
- Um aquecedor por contato direto com vapor com controle automático permite manter adequada temperatura da água.
- A embebição é enviada a uma canaleta transversal que cobre toda a largura do difusor e é uniformemente distribuída sobre o colchão de bagaço; a água percola através das fibras, passa pela chapas perfuradas e é recolhida no captador de caldo
- A circulação dos caldos é feita em contra-corrente com o bagaço, permitindo assim a manutenção de um diferencial de concentração praticamente constante ao longo do difusor.

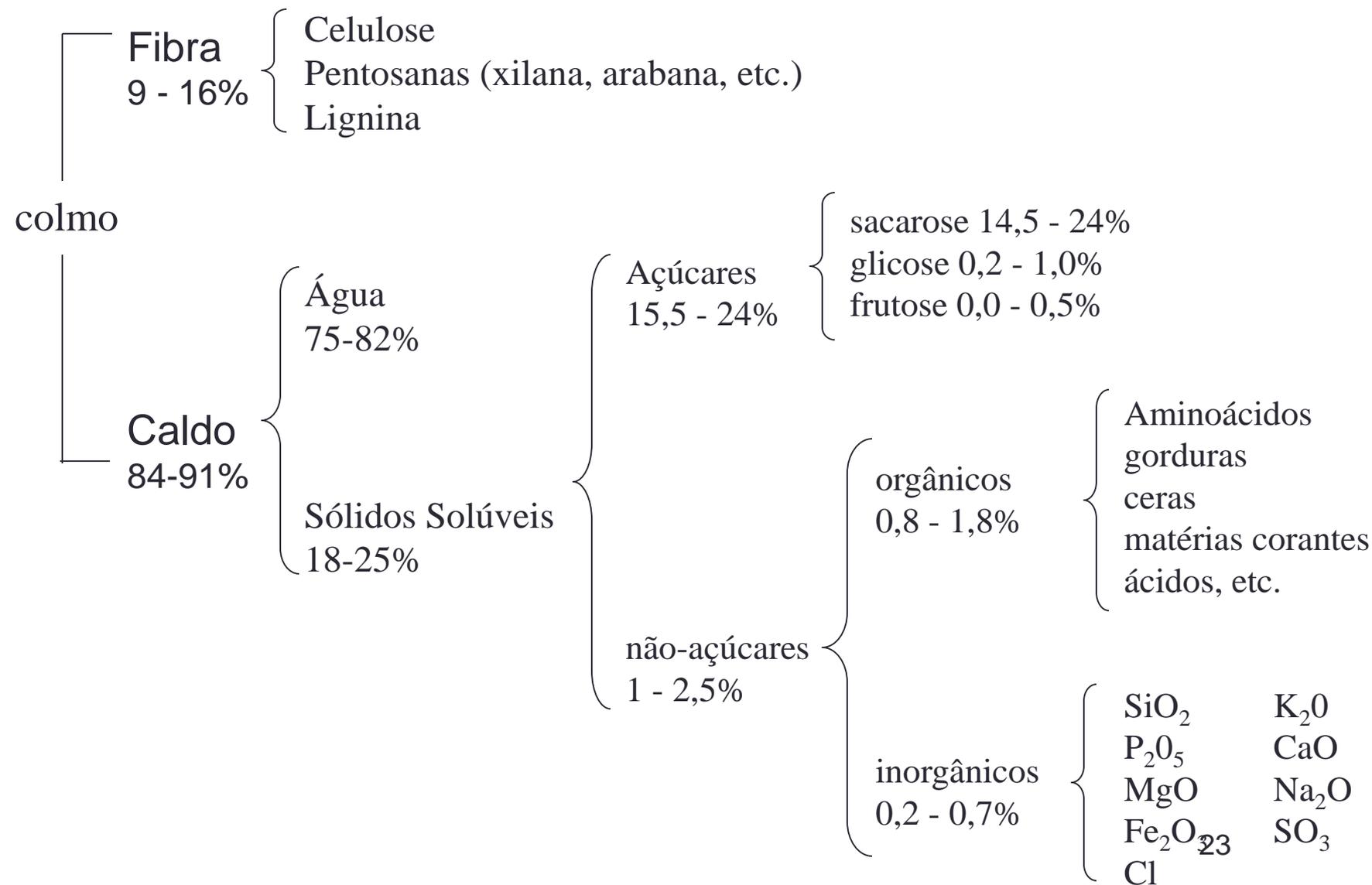
6. TRATAMENTO DO CALDO

Caldo misto = solução diluída de sacarose e contem impurezas

Fatores responsáveis pelo teor de impurezas do caldo:

- variedade e sanidade da cultura
- Tratos culturais
- Condições edafo-climáticas
- Sistema de corte e carregamento
- Tempo entre queima e processamento
corte e processamento
- Sistema de extração

COMPONENTES QUÍMICOS E TECNOLÓGICOS



COMPONENTES DO CALDO DE CANA E SEUS COMPORTAMENTOS NA PURIFICAÇÃO

Payne - define - caldo sob o aspecto físico-químico: um dispersóide que contém matéria em todos os gases de dispersão, desde partículas grosseiras até íons.

Tabela 1 - Classificação das partículas dispersas no caldo de cana (Von Weirmarn e Ostwald).

Dispersões	Diâmetro (μ)	% peso	Espécies
Grosseiras	> 1	2 – 5	bagacilho, areia, terra, gravetos
Coloidais	0,001 a 1	0,05 – 0,3	Cera, gorduras, proteínas, gomas, corantes, dextranas, amido
Moleculares e iônicas	< 0,001	8 - 21	Açúcares: sacarose, glicose, frutose, manose Sais minerais: sulfatos, cloretos, silicatos, fosfatos de K, Ca, Mg, Na Ácidos orgânicos: aconítico, oxálico, málico, etc

composição do caldo
varia

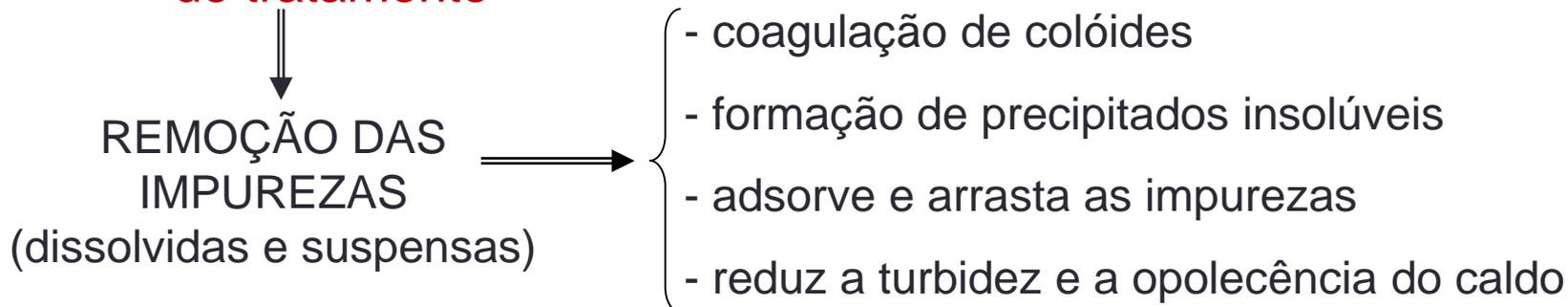
- tipo de solo;
- condições climáticas;
- adubação;
- tipo de colheita;
- tempo de queima/moagem;
- condições de moagem;
- etc.

Purificação visa eliminar > quantidade impurezas

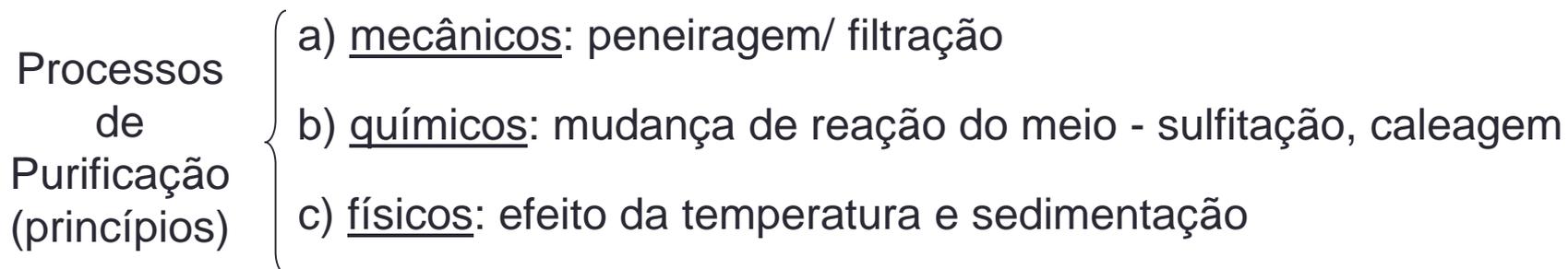
Reagentes

cal
gás sulfuroso
ácido fosfórico

Aspectos tecnológicos do tratamento



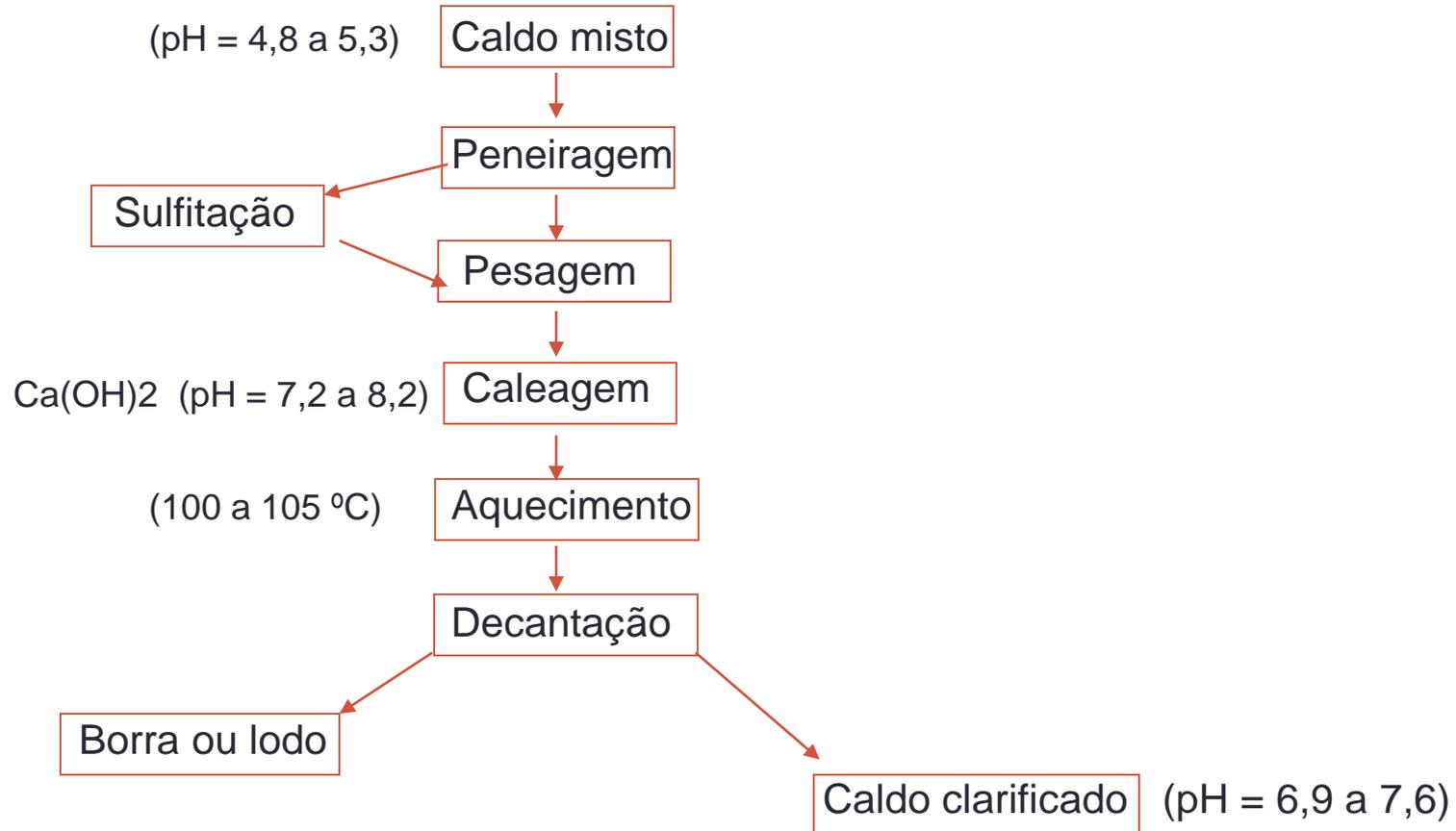
- Procedimento depende do produto final - açúcar ou álcool



Tratamento do caldo

- Peneiragem
 - Eliminação das impurezas grosseiras
- Clarificação
 - Eliminação das impurezas coloidais
- Aquecimento
- Decantação
- Filtração das borras

Esquemas Industriais de Tratamento



A. Peneiragem do caldo

Objetivo - remoção material em suspensão

Quantidade bagacilho
função

{
variedade de cana
grau de preparo da cana
assentamento da bagaceira
tipo esteira intermediária
uso de solda

quantidade terra

{
condições climática
textura solo
carregamento da cana

peneiragem

{
primária - malha grossa
secundária - malha fina

Peneiragem

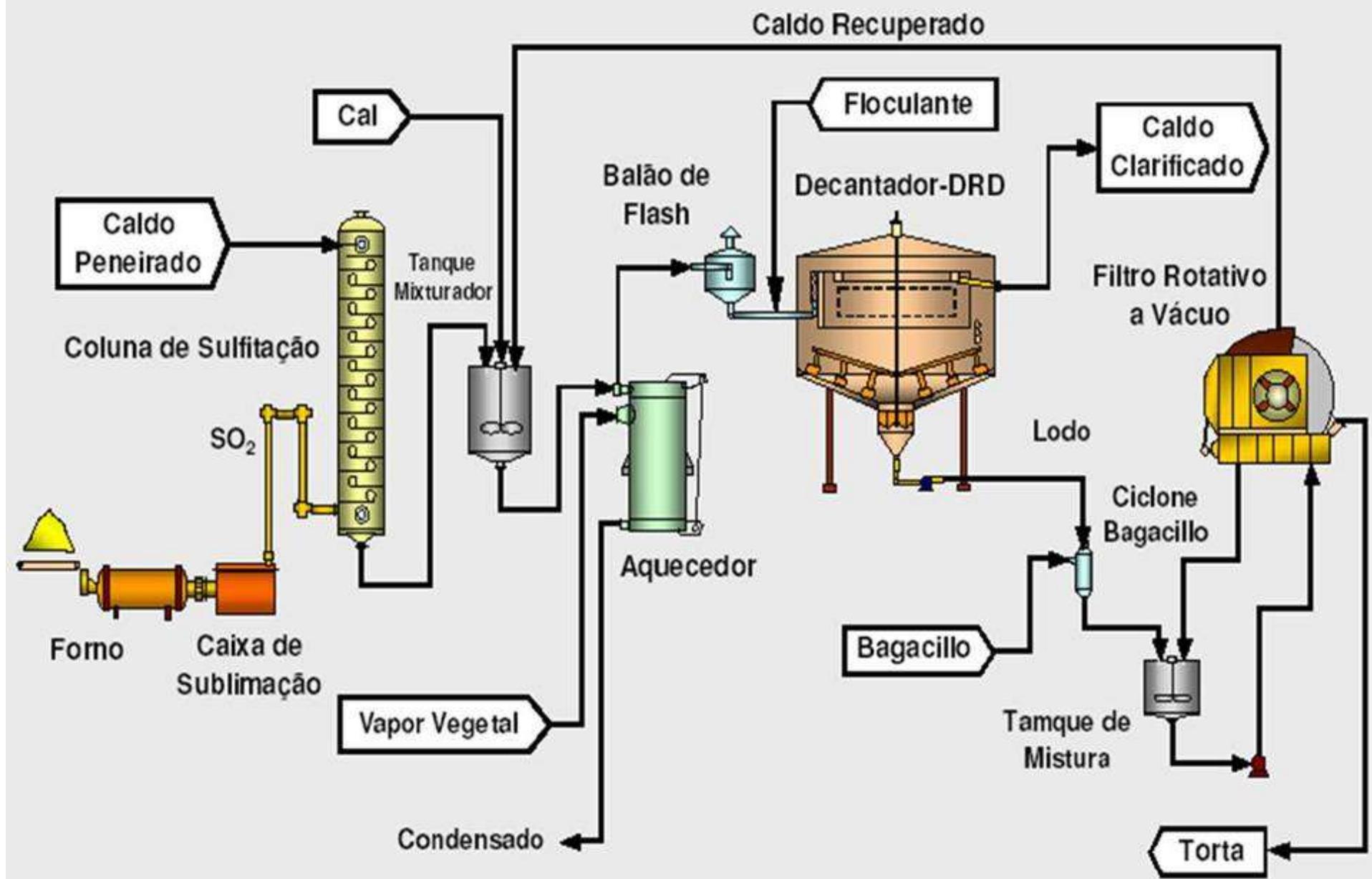
- Tipo de peneiras
 - Fixas (Peneira Cush-Cush, Peneira DSM)
 - Vibratórias ou estáticas (malhas mais finas)
 - Rotativas (menor área de exposição)
- Passa pelo cush-cush
 - Vai para peneira vibratória ou estática
- Peneira rotativa
- Peneira DMS ou vibratória

Peneiras rotativas



B. Clarificação do caldo

- Defecação simples ou caleagem
- Sulfo-defecação



OBJETIVOS DA CLARIFICAÇÃO

- remover impurezas em suspensão;
- evitar inversão de sacarose;
- evitar a destruição de AR;
- diminuição máxima de teores de não-açúcares;
- aumentar o coeficiente pureza aparente;
- produzir um caldo límpido e transparente (baixa turbidez, mínima formação de cor);
- volume mínimo de lodo;
- conteúdo mínimo de cálcio no caldo.

Caleagem

- Obtenção de açúcar cristal bruto ou demerara (MP refinarias)
- Emprego hidróxido de cálcio (mudança de reação do meio)
- Auxiliares de clarificação
 - Fosfatos
 - Bentonita
 - Polieletrólitos

SISTEMAS DE ALCALINIZAÇÃO

- ⇒ **Com leite de cal comum** (Cal hidratada- $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
- ⇒ **Com sacarato de cálcio** (cal dissolvido em solução açucarada)
- ⇒ **Com leite de cal dolomítico** (CaCO_3 MgCO_3 forma $\text{CaO} - \text{MgO}$)

REAÇÕES COM O HIDRÓXIDO DE SÓDIO

Conjuntos formados $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \\ - \text{CaHPO}_4 \end{array} \right.$

Açúcar branco > fração fosfato biácido
(pH 6,8 - 7,2)

Açúcar bruto > fração fosfato monoácido
(pH 7,5 - 8,0)

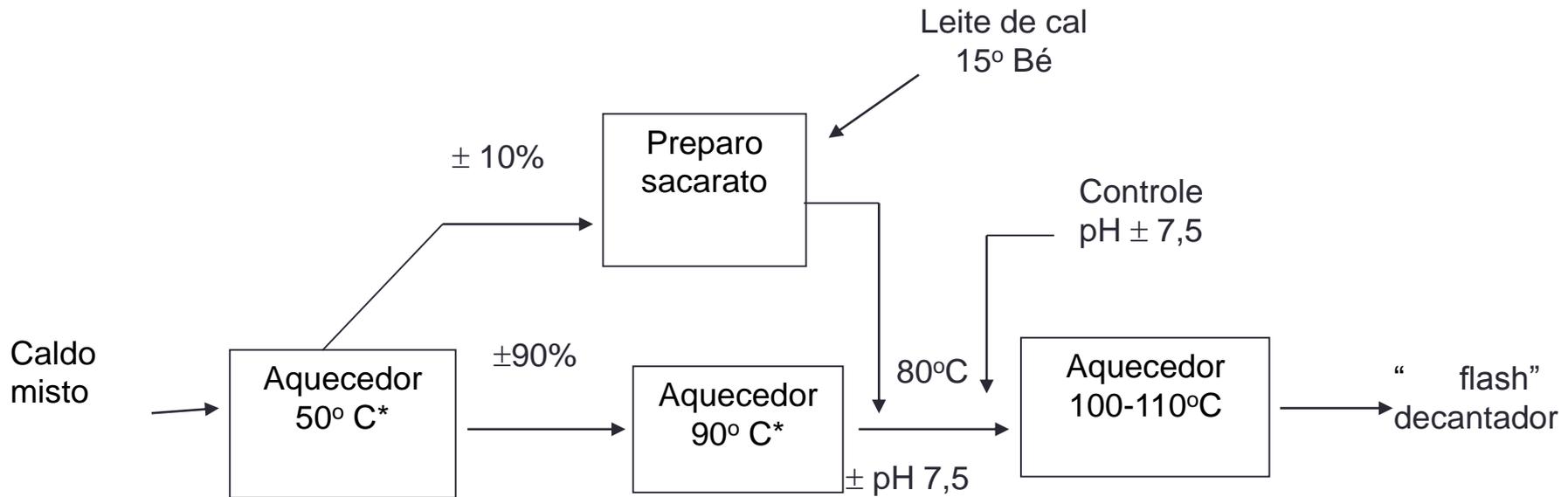
Procedimentos de seqüência de calagem e aquecimento

- Caleagem – aquecimento
- Aquecimento – caleagem – aquecimento
- Caleagem – aquecimento – caleagem – aquecimento

SACARATO COMO TÉCNICA DE CLARIFICAÇÃO

- Leite de cal (Ca(OH)_2) – suspensão – pouco em solução
- Sacarato Ca – solução – forma iônica
- Cal mais solúvel em soluções açucaradas do que em água
 - 1 kg solução de açúcar a 13% a 30°C → 14,8g de CaO
 - 1 kg água a 30°C → 1,13g de CaO

Temp. (°C)	Solubilidade de Ca(OH) g.kg ⁻¹	
	Em solução sat. de cal em água	Em solução de sacarose a 13%
20	1,23	21,2
30	1,13	14,8
40	1,04	9,9
50	0,96	6,5
60	0,86	4,5



SULFITAÇÃO DO CALDO

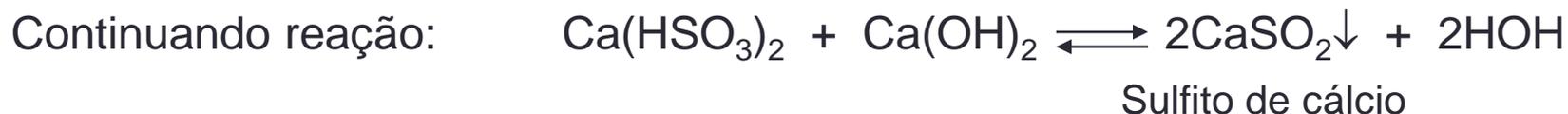
- Sistema produção de açúcar branco
- Consiste - redução pH do caldo misto de 5,2 - 5,4 para 3,8 a 4,6.
- Adição de SO_2

AÇÕES DO ANIDRIDO SULFUROSO

- purificante
- descorante
- inversiva
- neutralizante
- fluidificante
- precipitativa

SULFITAÇÃO DO CALDO

Ação precipitativa



OBTENÇÃO DE ANIDRIDO SULFUROSO (SO₂)

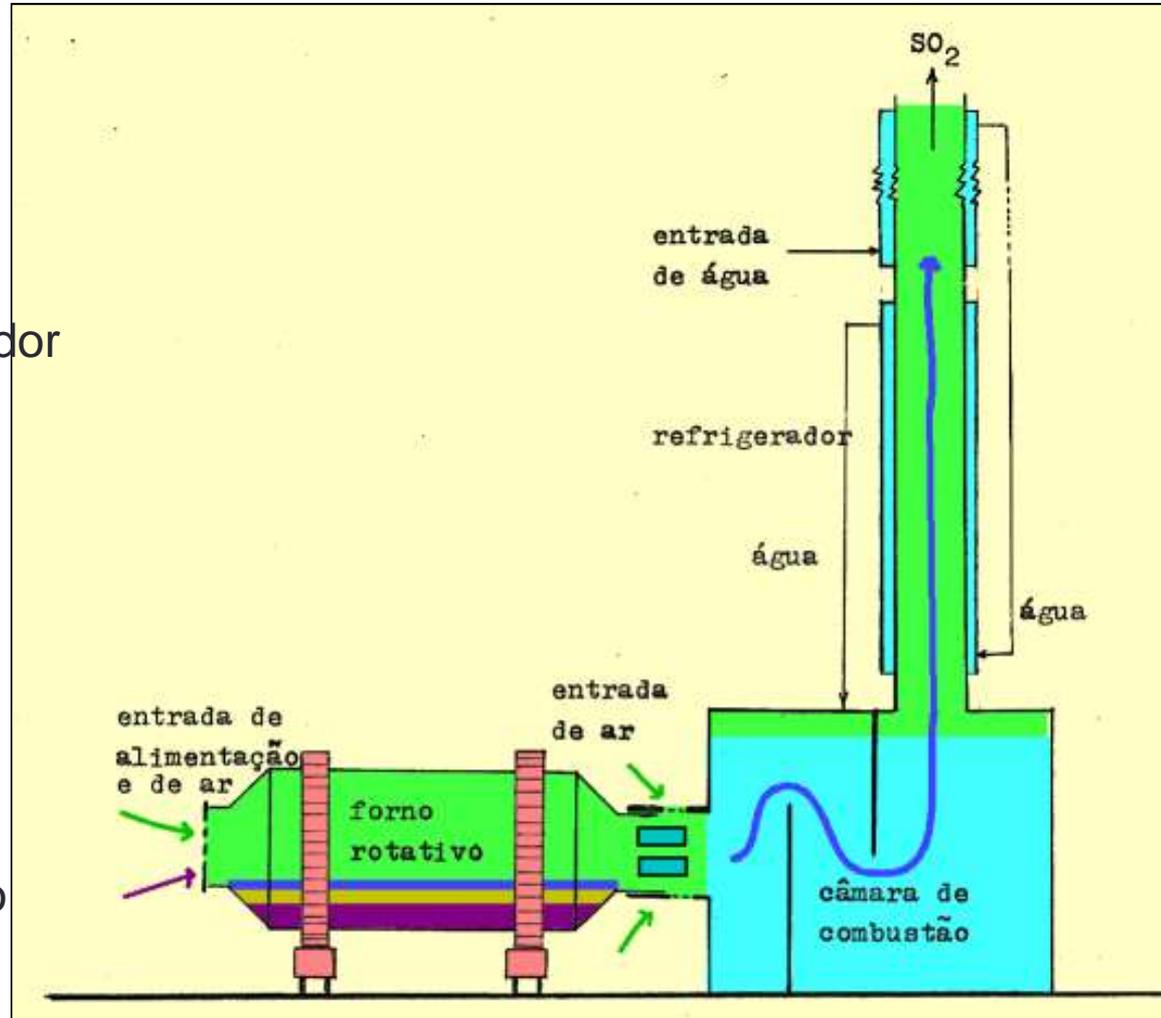
Obtenção SO₂ { fornos rotativos
forros fixos

Constituição forno rotativo:

- tambor rotativo
- câmara de combustão
- refrigerador ou sublimador



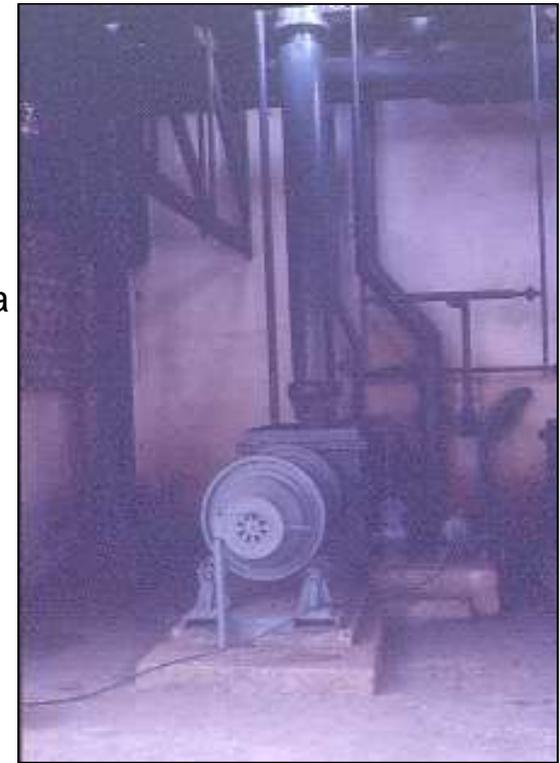
Forno rotativo





a) coluna de sulfitação

b) forno de queima de enxofre



Eficiência do equipamento de sulfitação { dimensionamento do equipamento
sistema de contato - caldo / gás
qualidade do gás

Consumo de enxofre - 280-300 g / TC

C. AQUECIMENTO DO CALDO

Objetivos do aquecimento {

- acelerar as reações
- provocar coagulação e floculação de colóides
- reduzir a densidade e viscosidade do caldo
- aumentar a velocidade de sedimentação e emersão das impurezas

Aquecimento gradual {

- Primários - 82 - 87°C
- Secundário - 100 - 105°C

Componentes básicos {

- corpo (cortado)
- cabeçote (cabeçais)
- espelho e,
- feixes tubulares.

Aquecedor {

- vertical {
 - multi-tubular
 - múltiplas passagens
- horizontal {
 - Dupla passagem
 - multi-tubular

D. DECANTAÇÃO DO CALDO

Eficiência do processo {
- qualidade do caldo
- qualidade da clarificação
- pH e temperatura do caldo
- tempo de retenção do caldo

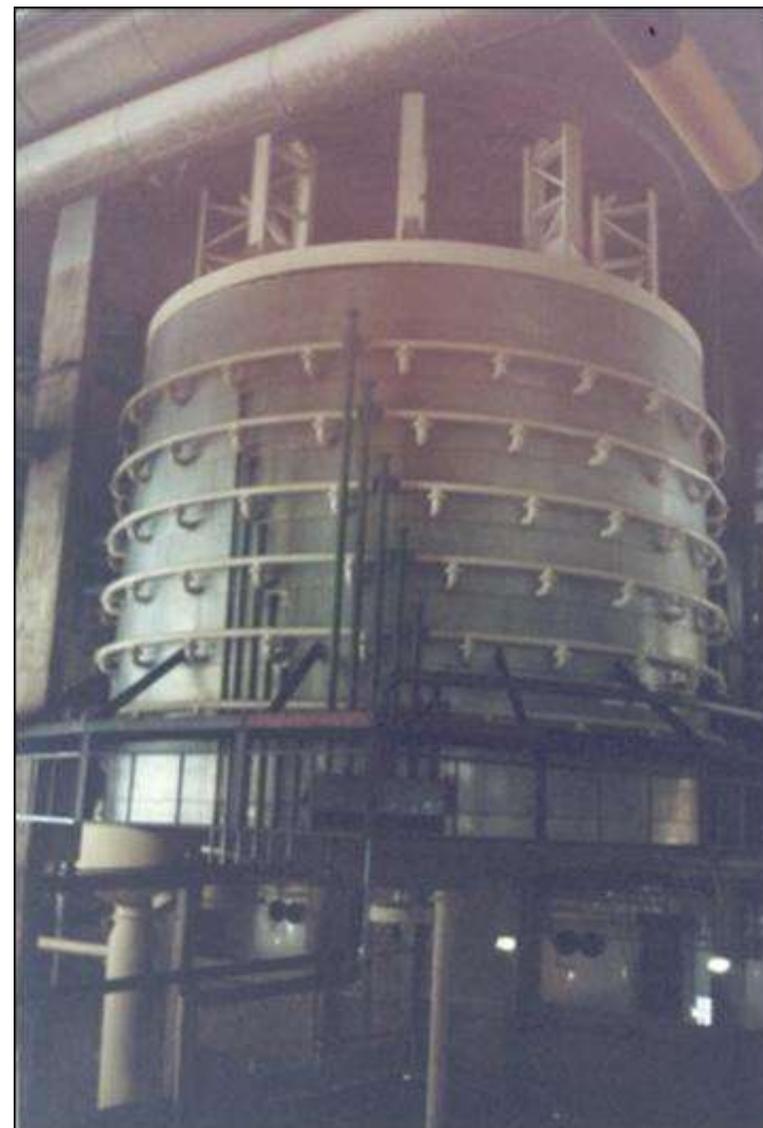
Objetivos {
- precipitação e coagulação dos colóides;
- rápida velocidade de sedimentação;
- mínimo volume de borras ou lodo;
- borras densas, e
- produção de um caldo límpido e transparente.

Velocidade sedimentação { tamanho, forma e densidade da partícula
densidade e viscosidade do meio

Lei de Stokes - sedimentação depende { resistência do meio
ação da gravidade



Decantador de caldo



Decantador "Door" com tomadas externas de caldo

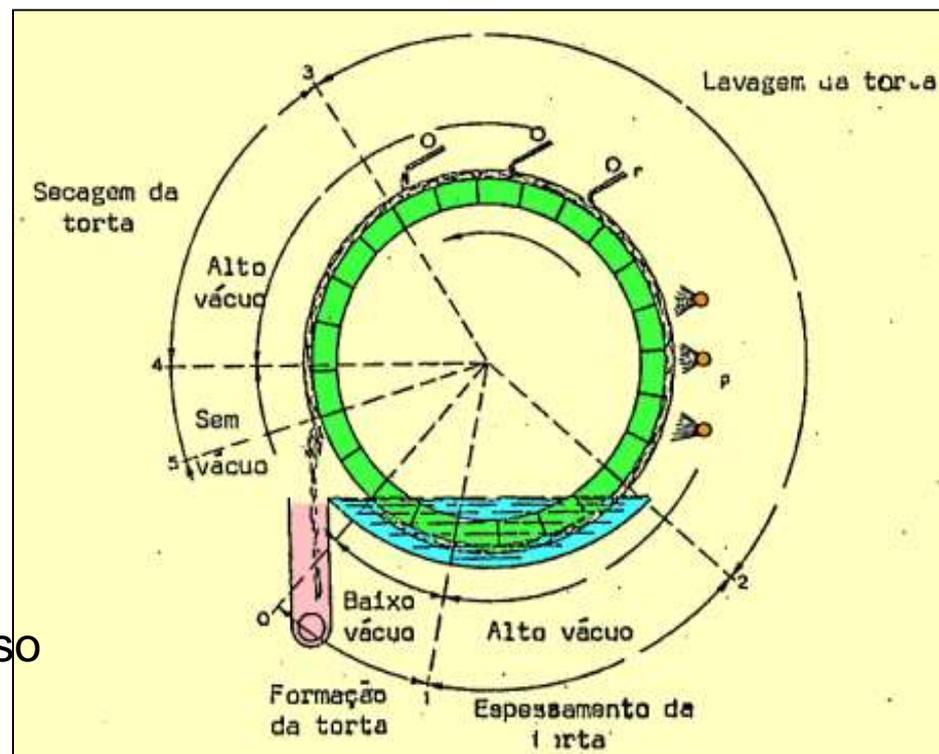
E. FILTRAÇÃO DAS BORRAS

- Objetivo → a operação de filtração visa recuperar o caldo arrastado com as borras ou lodo, o qual tem considerável teor de sacarose.
- Filtração das borras:
 - Filtro Rotativo à vácuo
 - Prensa Desaguadora

Eficiência da filtração:

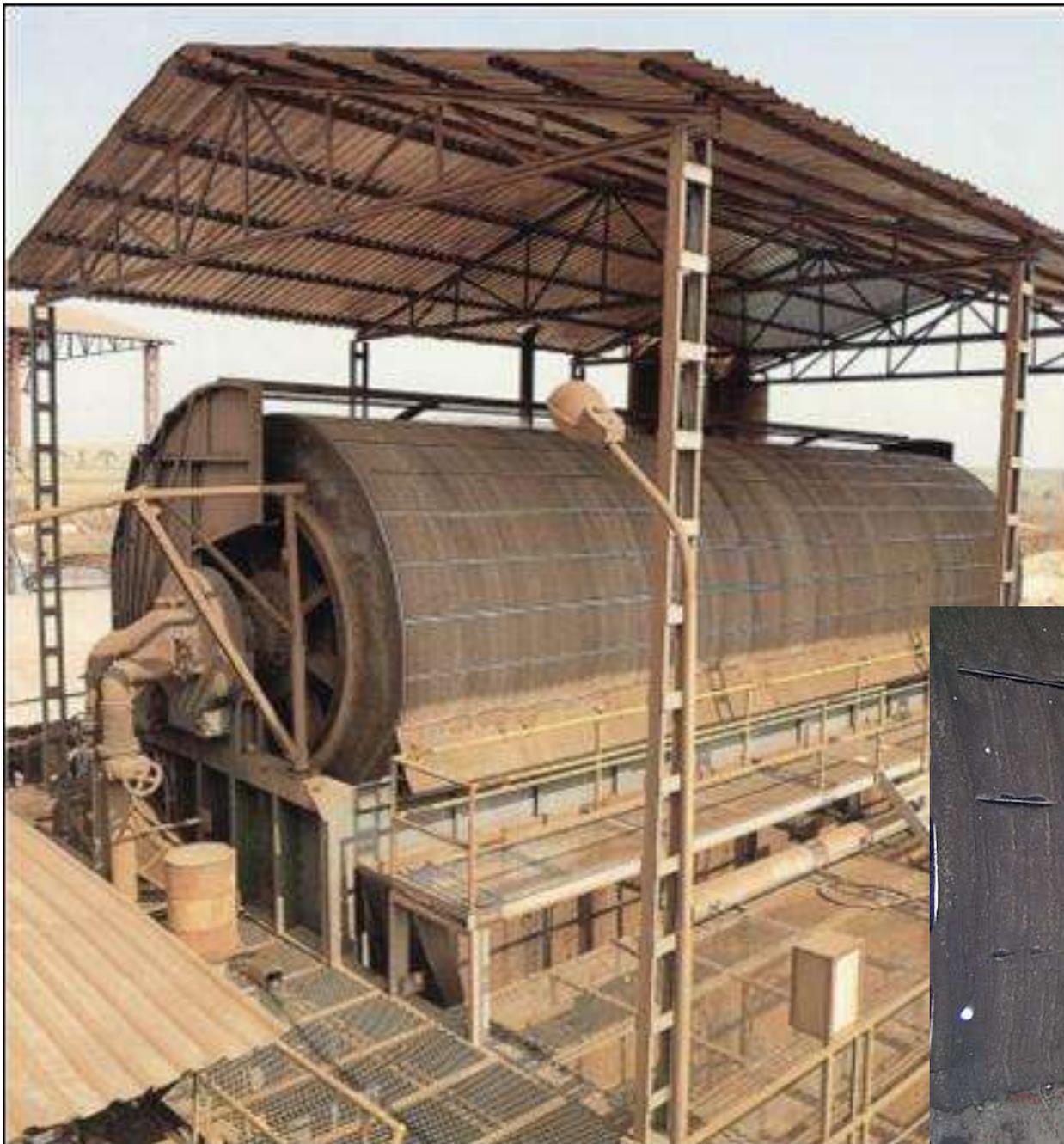
- qualidade do caldo
- concentração do caldo
- adição de leite de cal (pH 7,5 a 8,0)
- adição de bagacinho - (6 a 10 k/TC)
- quantidade de água 100 a 150% peso da torta
- temperatura da água - 75 a 80°C
- vácuo para sucção

Baixo - 10 a 25 cm Hg
Alto - 20 a 50 cm Hg



Sistema de operação do filtro rotativo à vácuo

Filtro rotativo



7. CONCENTRAÇÃO DO CALDO

caldo misto decantado - solução diluída (13 a 15°Brix)

– massa cozida (solução super concentrada - 90 - 95°Brix)

Remover água { – evaporação - sistema de múltiplos efeitos (xarope 55-65°Brix)
- 2 fases - { – cozimento - sistema de simples efeito

Evaporação contínuo → Pré-evaporação - caldeira - vapor vegetal
→ Evaporação p.p.d.

cozimento → em batelada ou intermitente
→ contínuo

temperatura caldo decantado → mais próxima da temperatura da caixa.

Justificativas:

- a) maior consumo de vapor;
- b) difícil manuseio da massa cozida;
- c) necessidade de maior número de equipamentos;
- d) necessidade de maior número de operações.

A. EVAPORAÇÃO

Fatores limitantes - concentração pela evaporação

a) xarope diluído

- maior consumo de vapor no cozimento;
- maior tempo de cozimento;
- necessidade de maior número de equipamentos;
- escurecimento da massa cozida e,
- maior cor do açúcar.

b) xarope muito concentrado

- maior dificuldade na produção do pé de cozimento;
- dificulta a condução do cozimento;
- dificulta o controle de crescimento dos cristais;
- facilita a formação de falsos cristais.

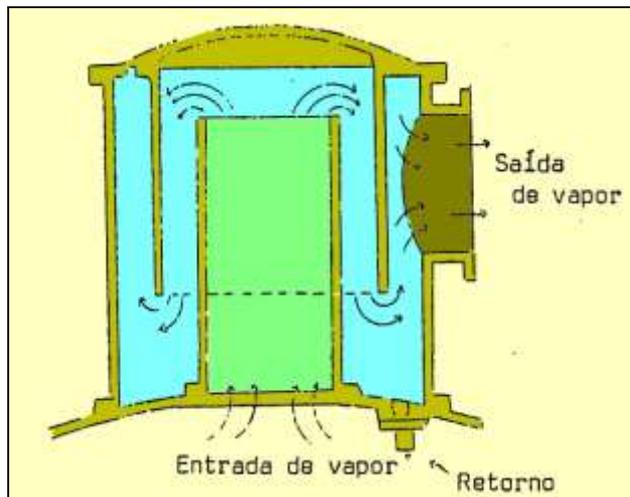
CONSTRUÇÃO DE UM MÚLTIPLO-EFEITO

Facilidade de construção
- corpos do sistema
(forma, altura, capacidade)

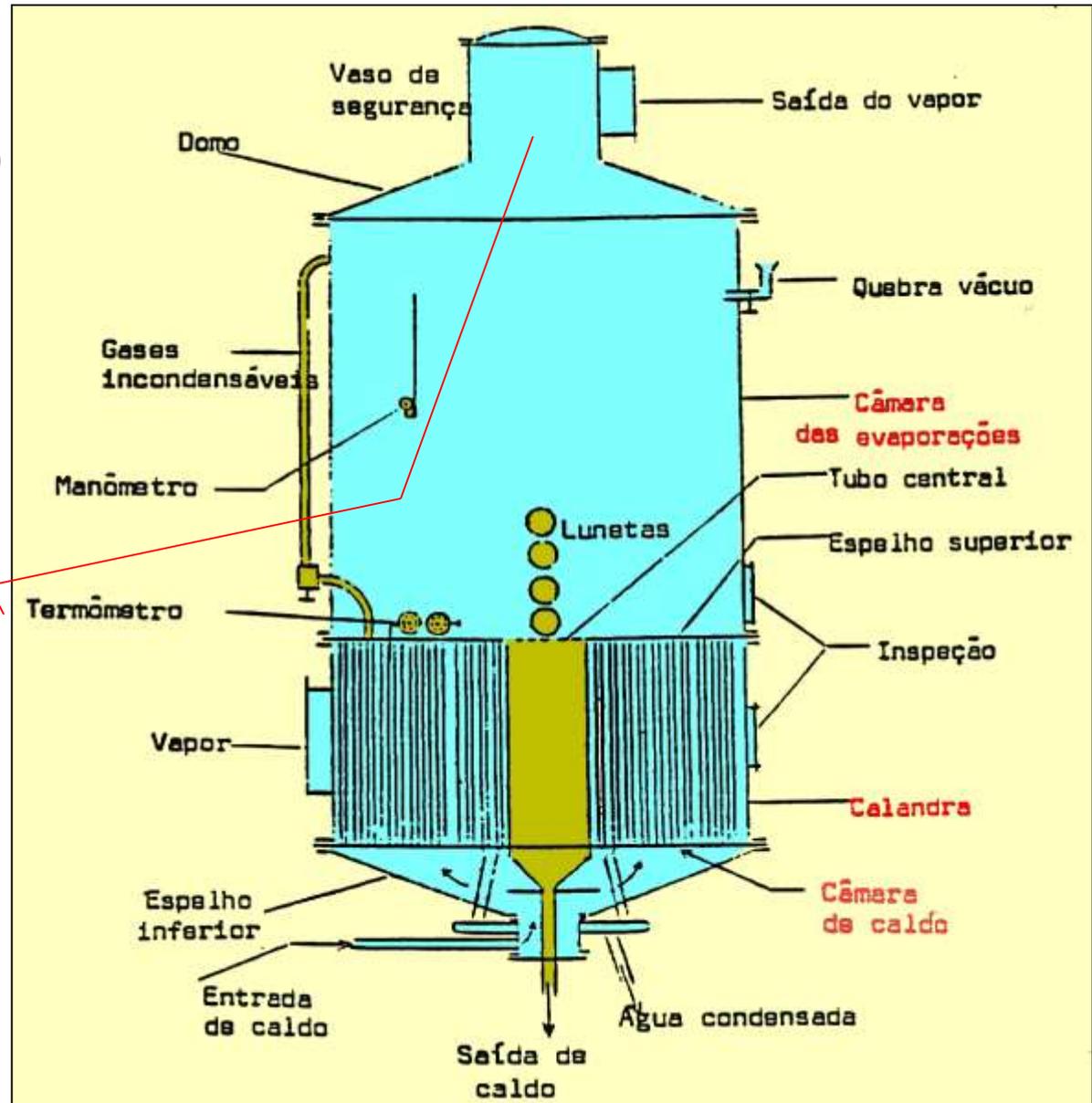
Aparelho

4 partes

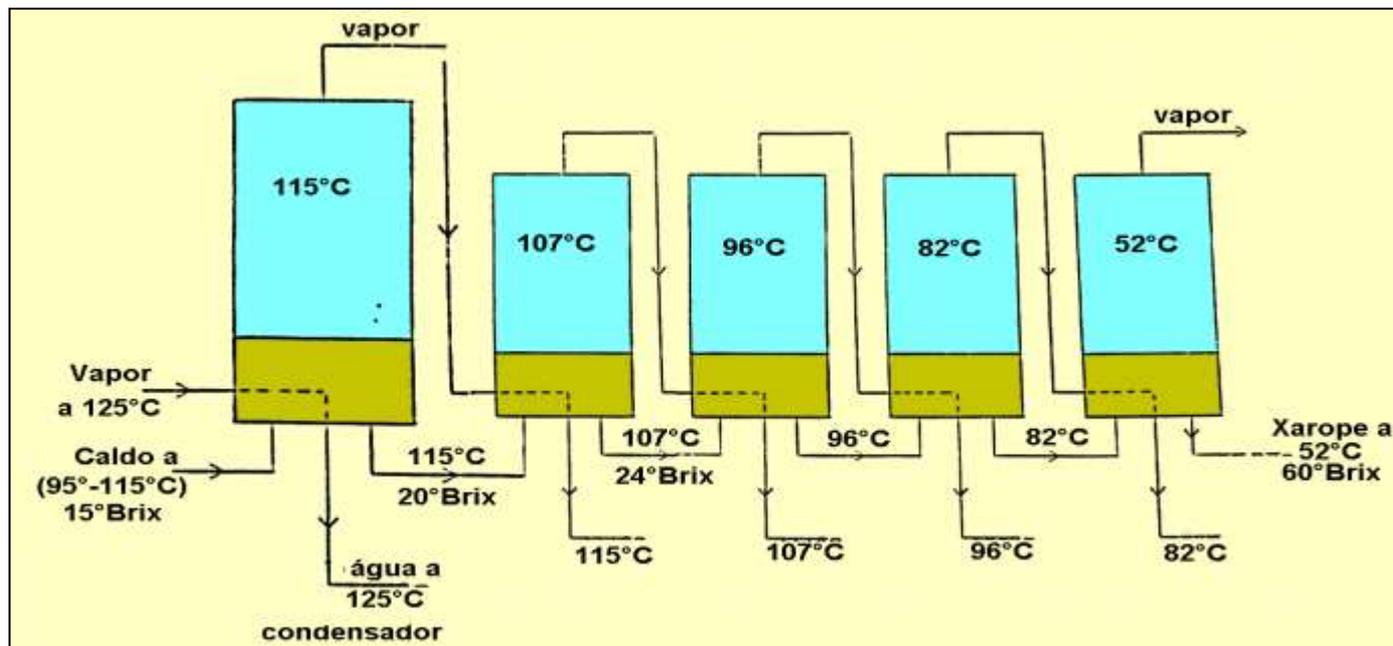
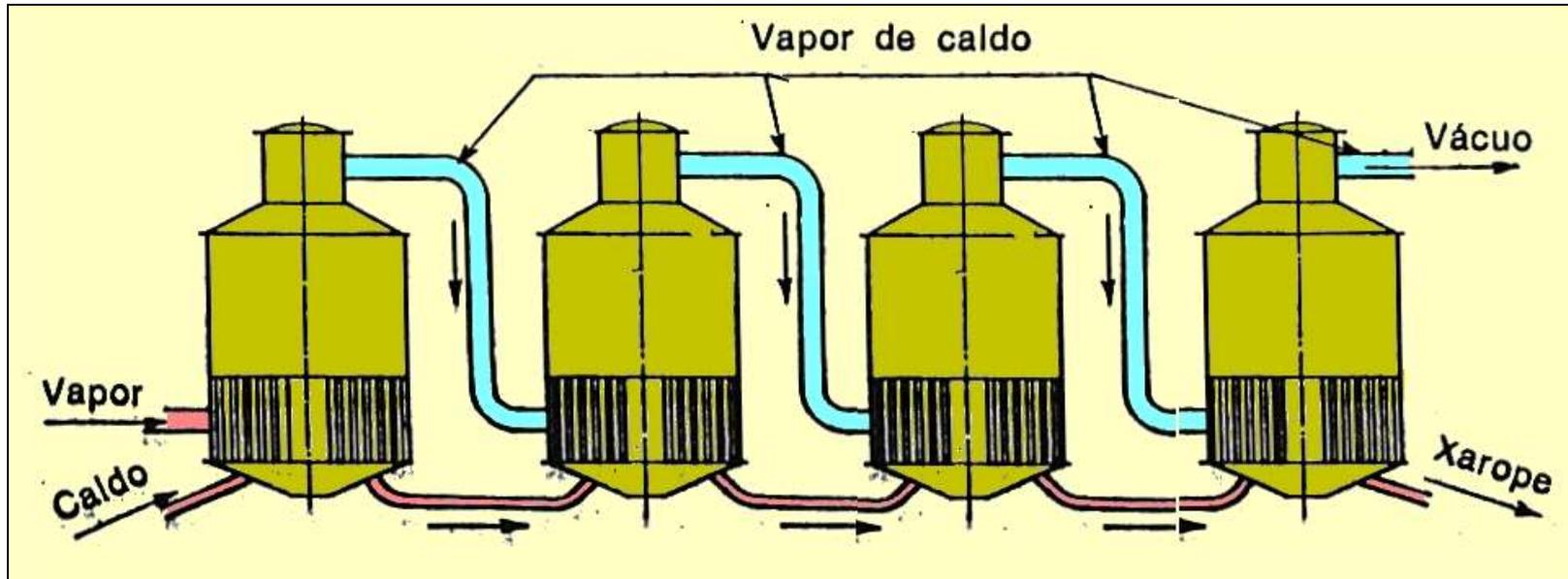
- Fundo
- calandria
- corpo cilíndrico
- cabeça



Detalhe da cabeça



EVAPORAÇÃO EM MÚLTIPLO-EFEITO



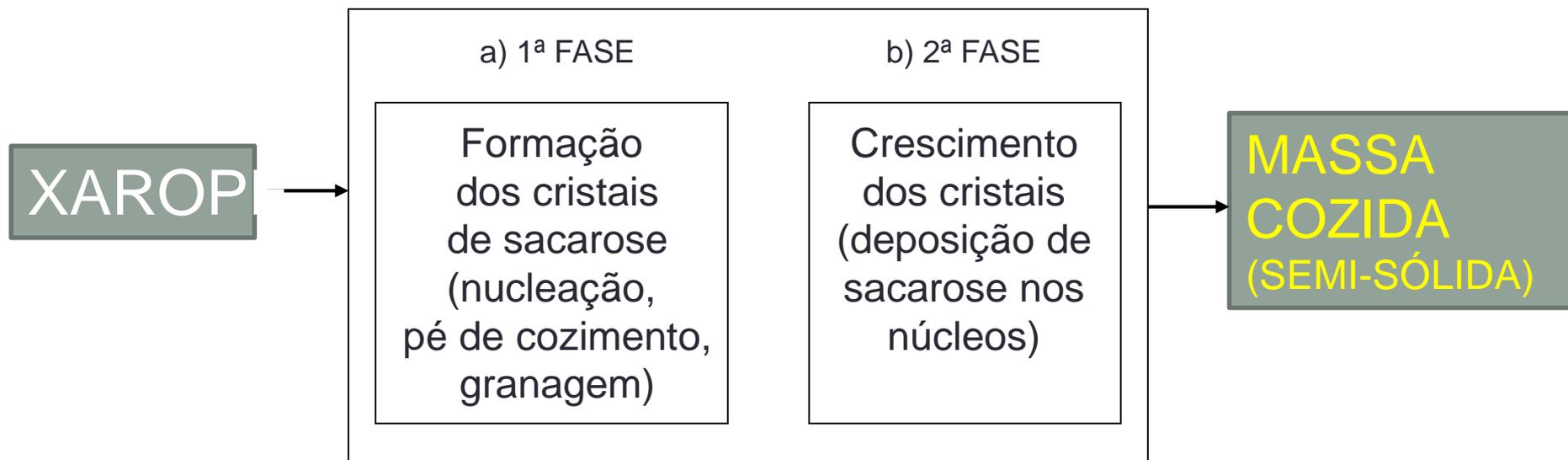
COZIMENTO, CENTRIFUGAÇÃO, OPERAÇÕES FINAIS

ESALQ/ USP

Prof. Sandra H da Cruz



7. COZIMENTO E CRISTALIZAÇÃO DO XAROPE



Aparelho simples-efeito:

Duas fases de cozimento

a) Fase inicial - granagem, nucleação ou formação de pé de cozimento.

b) Fase final - crescimento de cristais

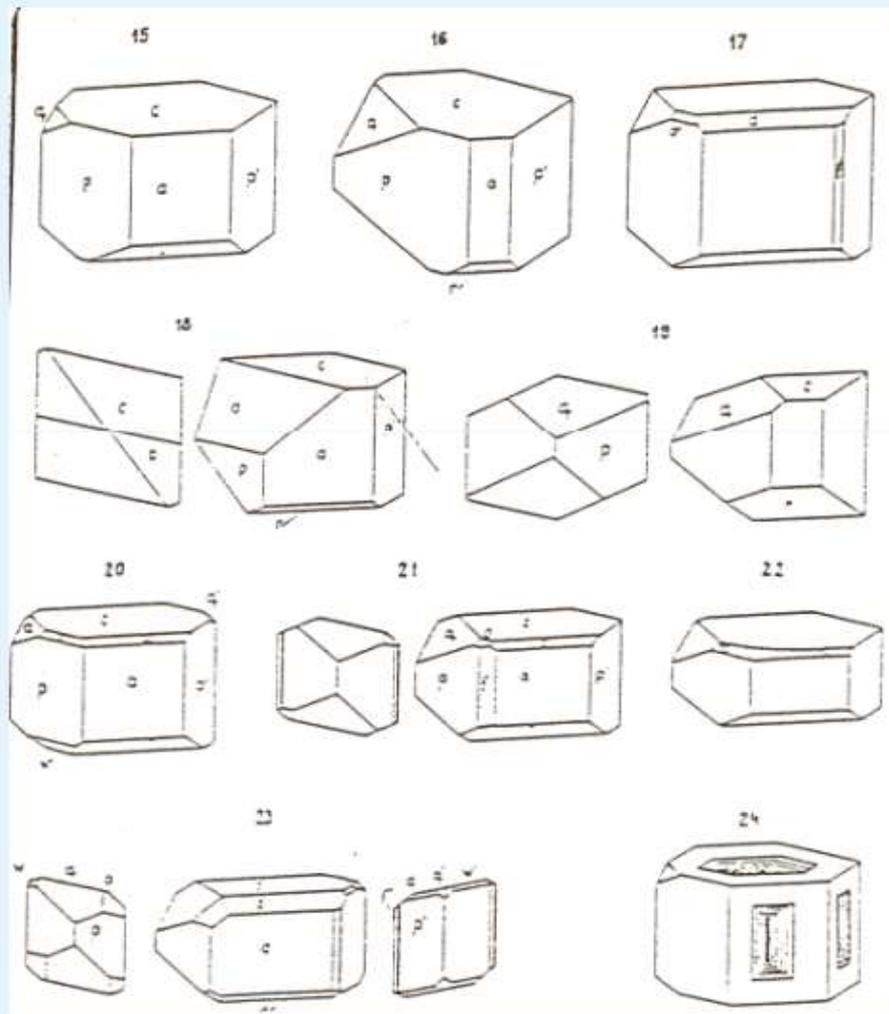
Sacarose cristaliza

- sistema monoclinico

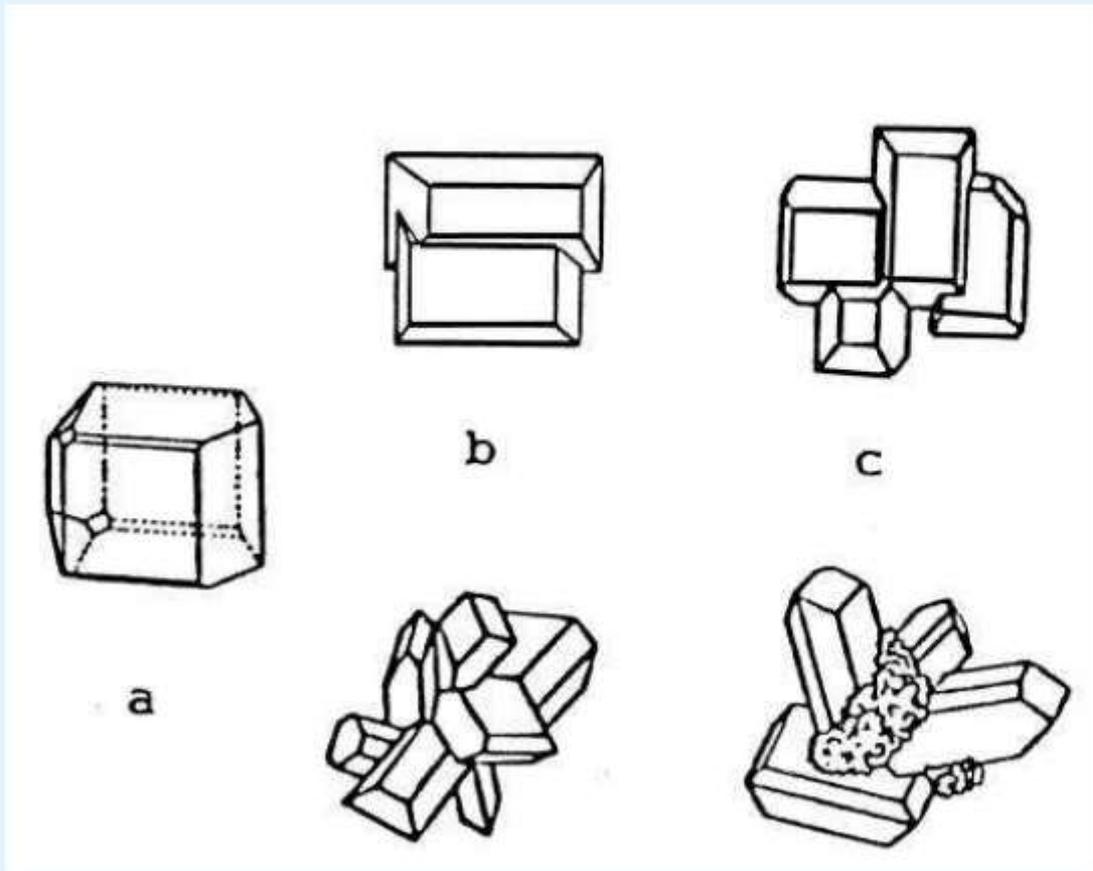
- 3 eixos: a, b e c e 3 ângulos α , β e γ

Morfologia da sacarose

Diferentes formações de cristais de sacarose



Morfologia da sacarose



- a Cristal unitário
- b Duplo ou germinado
- c Quádruplo
- d Conglomerado
- e Conglomerado com inclusão de cristais amorfos



<http://jornalatual.com.br/portal/2011/08/03/cuidado-embalagens-do-acucar-cristal-tem-particulas-de-ferro/>

SOLUBILIDADE DA SACAROSE

Solução diluída x Solução saturada x Solução supersaturada

- Diluída, instável ou não saturada
 - Concentrada, estável ou saturada
 - Super concentrada, instável ou super-saturada
- caldo cana, xarope e meis - soluções diluídas
 - cristalização - ocorre - solução super-saturadas

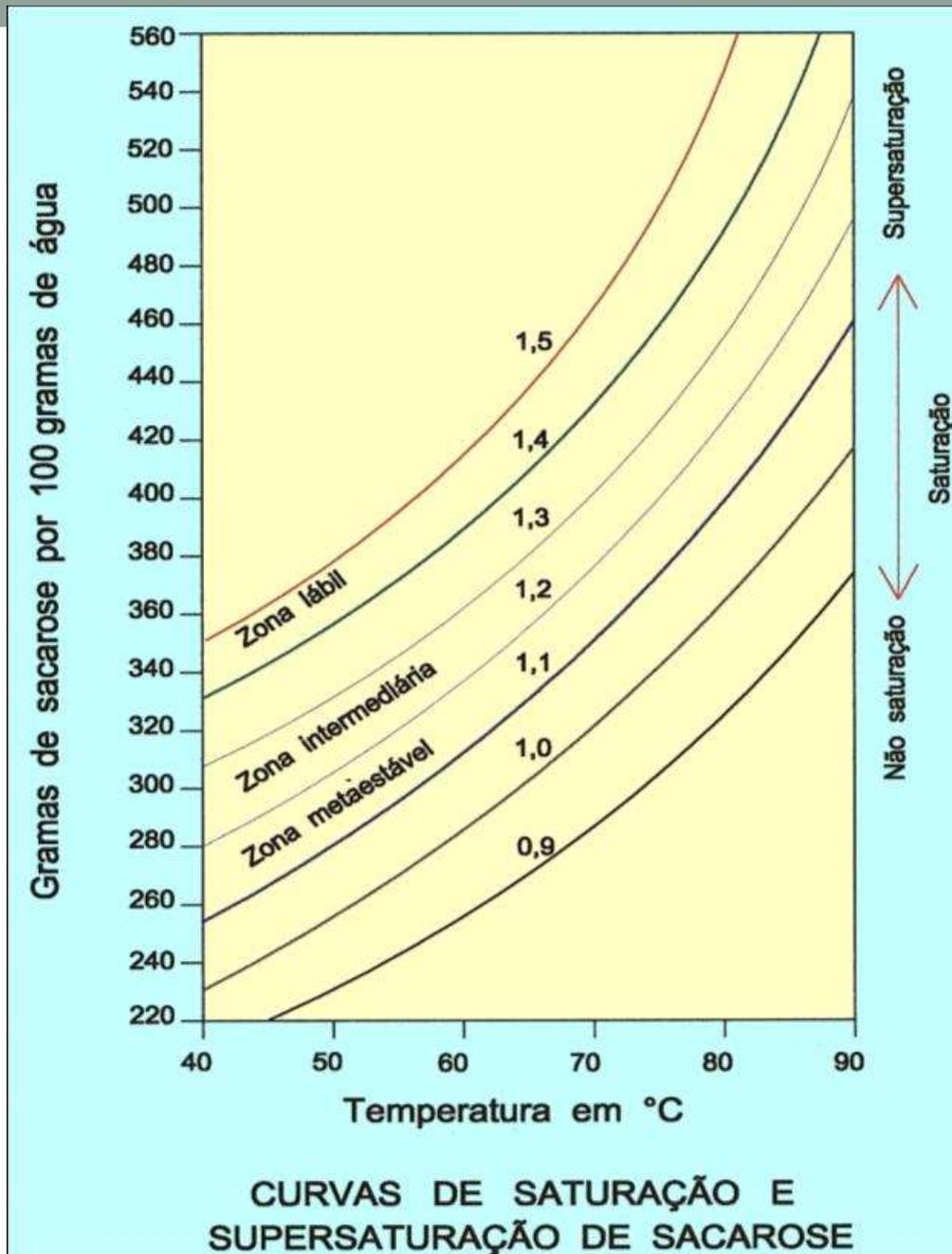
COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE

$$CS = \frac{\textit{massa de sacarose dissolvida em uma solução diluída}}{\textit{massa de sacarose dissolvida em uma solução saturada}}$$

COEFICIENTE DE SUPERSATURAÇÃO (C.S.S.)

$$CSS = \frac{\textit{massa de sacarose dissolvida em uma solução supersaturada}}{\textit{massa de sacarose dissolvida em uma solução saturada}}$$

Valor da C.S.S.	Interpretação
1	solução saturada
<1	solução não saturada ou diluída
>1	solução supersaturada



Zonas de Supersaturação e a Cristalização

1 - Zona Metaestável (CSS: 1,0 a 1,2)

- apenas crescimento dos núcleos cristalinos existentes;
- não ocorre nucleação ou formação de sacarose como cristal;
- tendência do coeficiente de supersaturação se aproximar do limite inferior.

2 - Zona intermediária (CSS: 1,2 a 1,3)

- crescimento dos cristais existentes;
- formação de novos núcleos ou de falsos cristais (falso grão);
- tendência do CSS atingir o limite superior da zona metaestável.

3 - Zona lábil (CSS: $\geq 1,3$)

- ocorrência de nucleação espontânea da sacarose;
- tendência de abaixamento do CSS para limite superior da zona intermediária.

Formação dos cristais de sacarose (rel. xarope/ pé de cozimento)

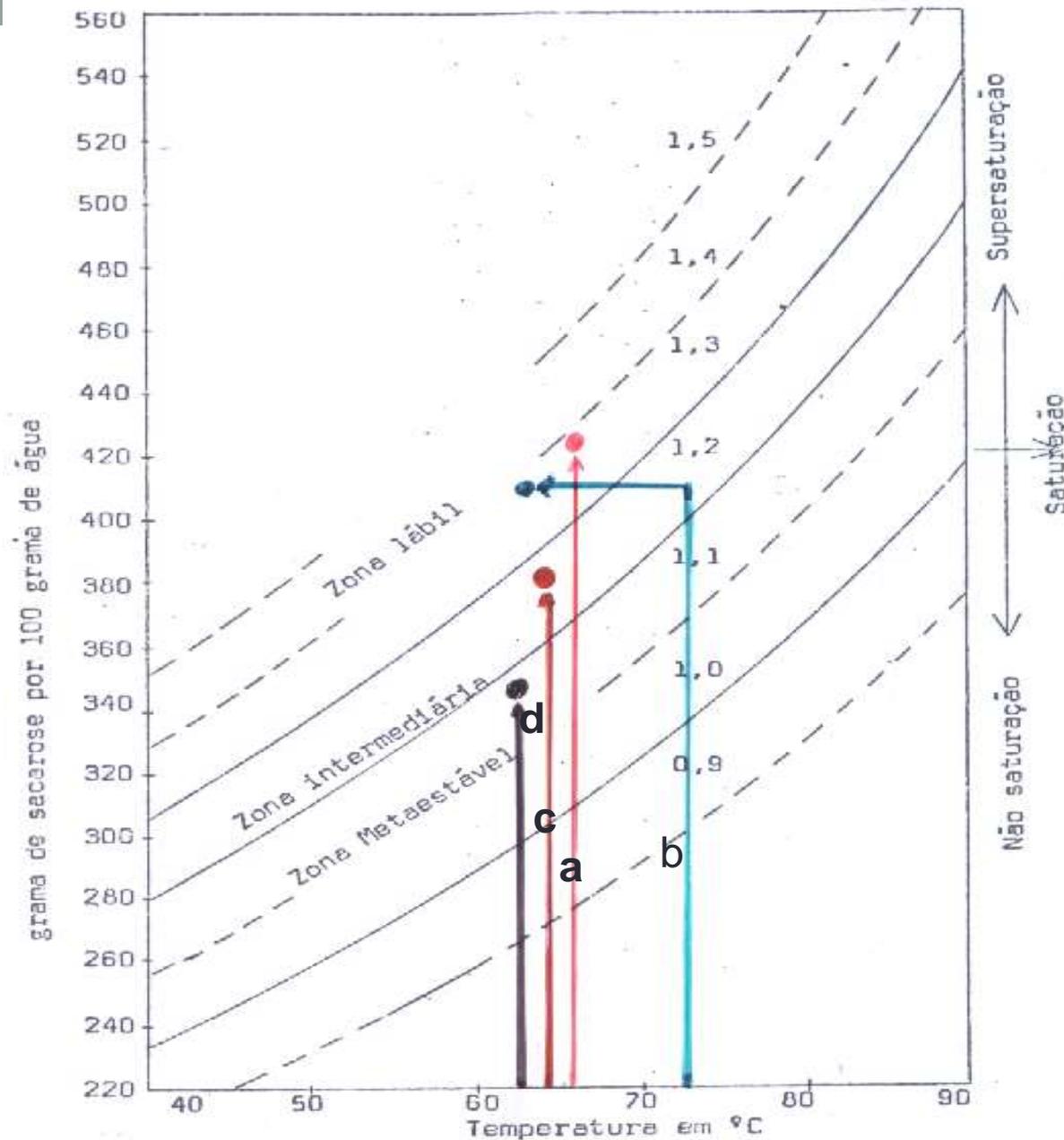
Métodos de
formação
dos cristais

(1) **Espera**: aparecimento espontâneo de cristais em condição de supersaturação na zona lábil

- Identificação do ponto: (a) aparelho de controle (índice de refração, elevação de temp., pureza, etc); (b) observação visual (velocidade de escorrimento do xarope no vidro da luneta).

(2) **Choque**: obtida em condições de temperatura mais elevada (72°C) e sob vácuo ($\pm 24''$ - 50cmHg) → temperatura cai rápido (60cmHg - t = 61°C) atingida a zona lábil e forma cristais

(3) **Indução ou Semeadura** : insere-se um número de núcleos , determinando-se e controlando o tamanho dos cristais. O crescimento dos cristais mantido na zona metaestável (CSS de 1,1 a 1,2).



Nucleação da sacarose

- a = Espera
- b = Choque
- c = Indução
- d = semente

Crescimento dos cristais

Crescimento de cristais



controle

(visual na luneta)



condição

Vazio e temperatura normais.

Alimentação gradual c/ xarope,
mel rico e pobre.

EQUIPAMENTOS DE COZIMENTO

DESCRIÇÃO DE UM COZEDOR INTERMITENTE CLÁSSICO



Usina Bom Retiro

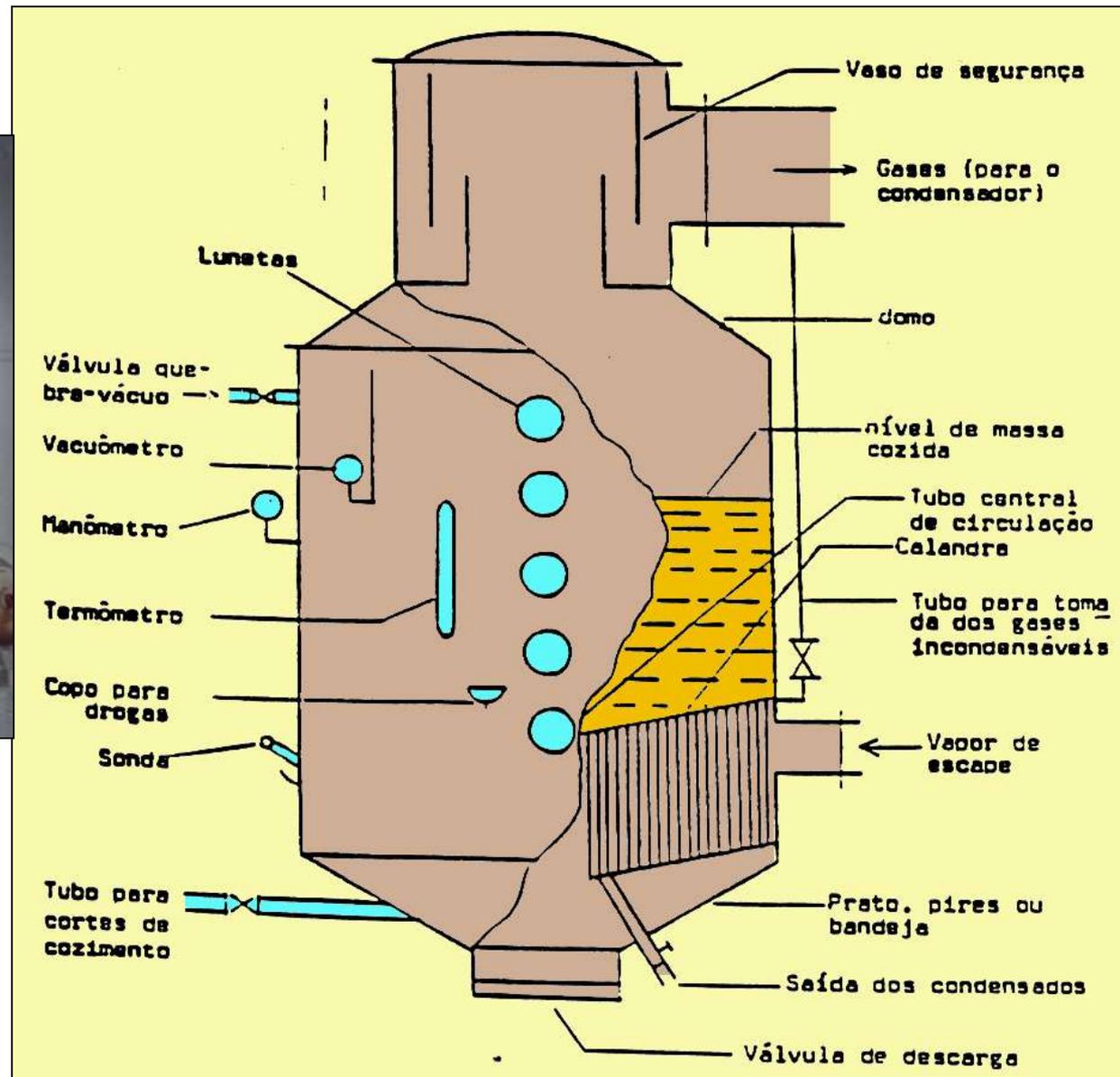




Figura 4.1: Cozedor 12

SISTEMAS DE COZIMENTO

Diferentes sistemas visam

- obter cristais de tamanho médio e uniforme
- esgotamento do mel
- maior recuperação de açúcar

Recirculação de méis causam

- maior recuperação
- menor pureza do mel
- maior viscosidade

CONDUÇÃO DE UM COZIMENTO

COZEDORES – CONCENTRADORES DE CALDO



FIM DA CONCENTRAÇÃO DO CALDO POR COZIMENTO E INICIO DA CRISTALIZAÇÃO



Sistema de 2 massas

Dia : 17/7/2005

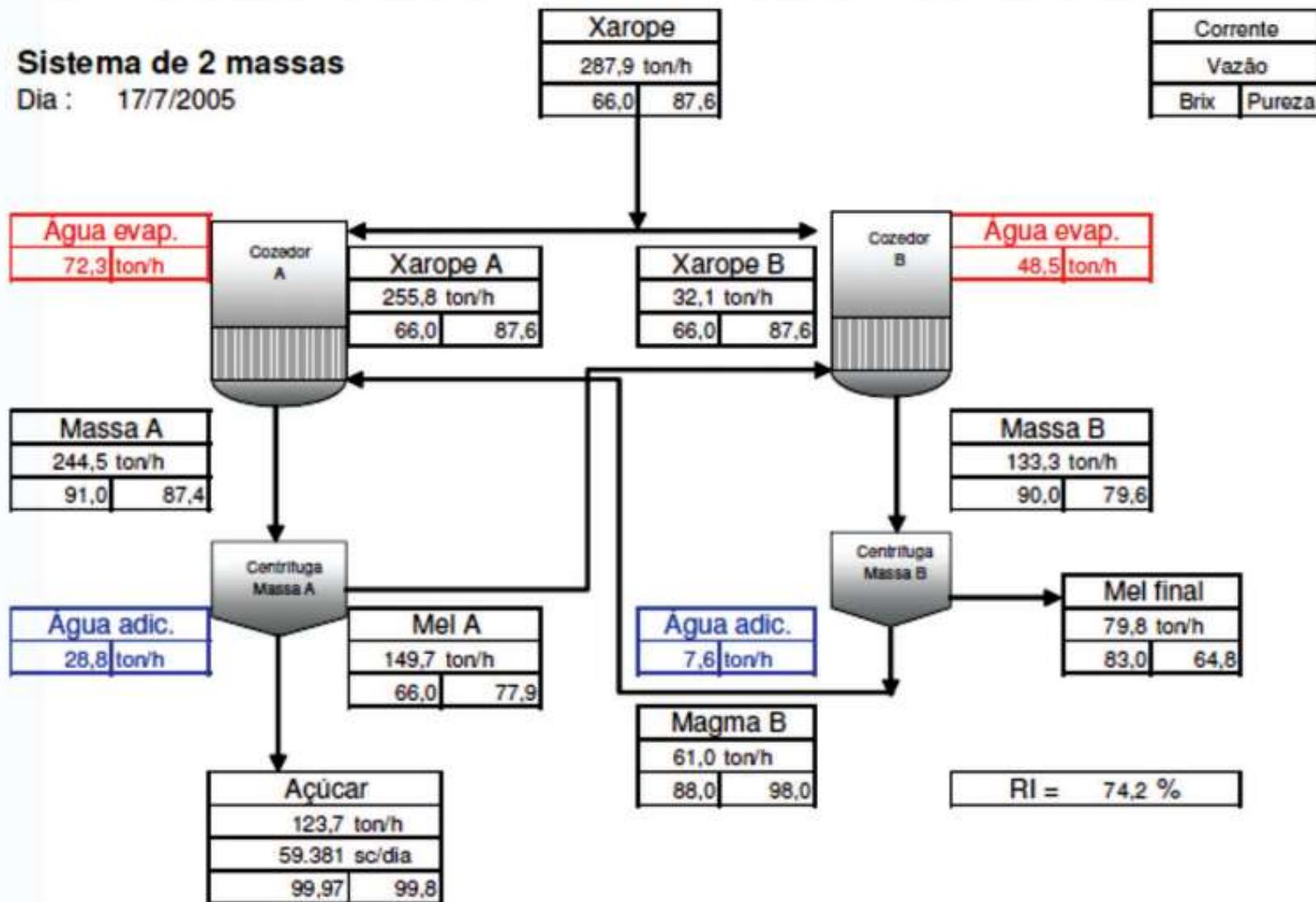


Figura 4.2: Exemplo de balanço de massa para produção de açúcar

Fonte: Lopes, 2010

TEMPO NECESSÁRIO PARA A CRISTALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

Tempo de permanência

- a) tipo de massa cozida
- b) tipo de cristalizadores
- c) condições técnicas da usina

Literatura - tempos médios:

- massa cozida A - 12h
- massa cozida B - 24h
- massa cozida C - 72h
- massas de baixa pureza: cristalizadores - 48h

FALSOS CRISTAIS, GEMINADOS E AGLOMERADOS

FALSOS CRISTAIS OU POEIRA

- Fatores de formação de falsos cristais:
 - existência de poucos núcleos,
 - ebulição muito rápida,
 - xarope e méis com impurezas, estas sevem de núcleo,
 - existência de núcleos nos méis de alimentação,
 - erro na concentração da massa mudando estado de super-saturação
 - choque térmico com entrada de xarope e mel frio
- **Eliminação:**
 - **elevação da temperatura ou introdução de água quente na MC, é mais difícil eliminar os falsos cristais quando formados final do cozimento.**

GEMINADOS, são cristais unidos pelas faces ou arestas

AGLOMERADO OU CONGLOMERADO : é um agrupamento de cristais interligados pelas faces e arestas. Nas reentrâncias retêm impurezas, méis e água.

Constatações observadas:

- formam com mais frequência em MC de altas purezas,
- massas de baixa pureza quase nunca se forma,
- a semente para pé de cozimento pode conter conglomerados que crescem com o açúcar,
- a conglomeração pode se formar no limite superior da zona metaestável.

(1) Conglomerados e geminados:
→ retenção de mel entre cristais;
→ lavagem p/ atingir a reflectância
e a pol do açúcar final;
→ mel final no processo;
→ umidade no açúcar
dificulta secagem (↑empedramento).

(2) Rendimento:
rendimento na fabricação
(cristalização paralisada)

(3) Falsos cristais

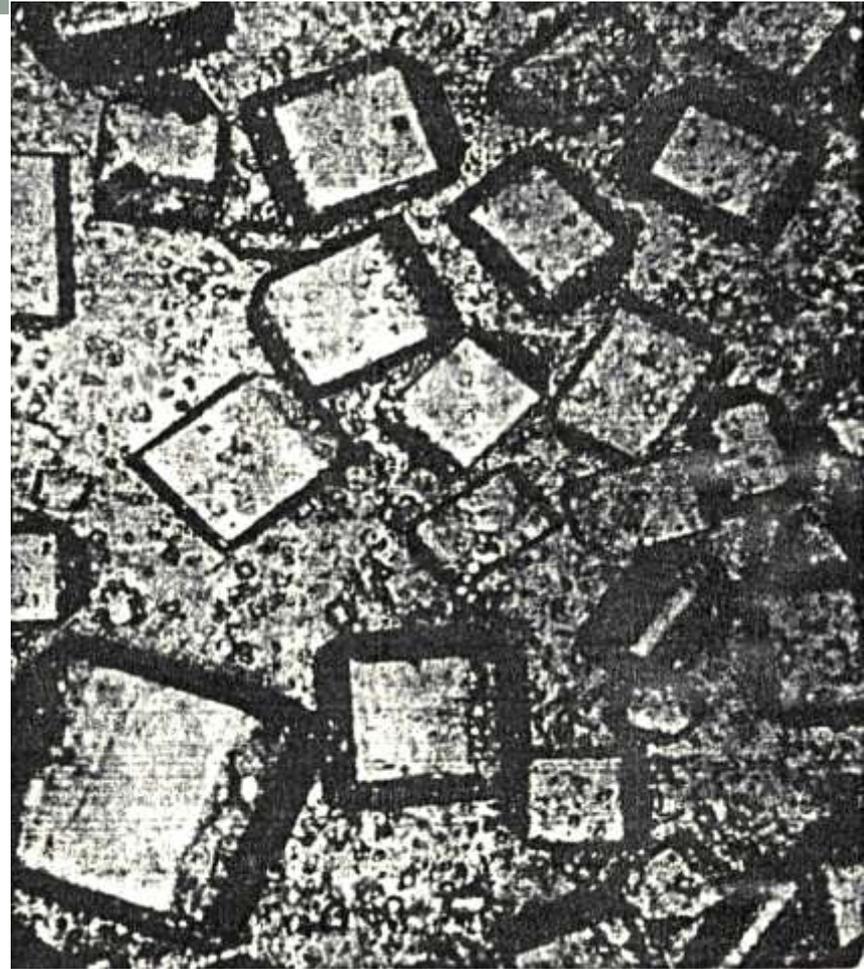


- Formação do “falso grão”
→ tendência: ↑CSS no licor-mãe
(geração)
→ dificuldades na centrifugação

- (4) Escurecimento da Massa Cozida.
→ dificuldades nas operações posteriores.
→ qualidade do açúcar.

Objetivo:

- promover um estreito contato entre cristais e o mel: crescimento e esgotamento do mel.

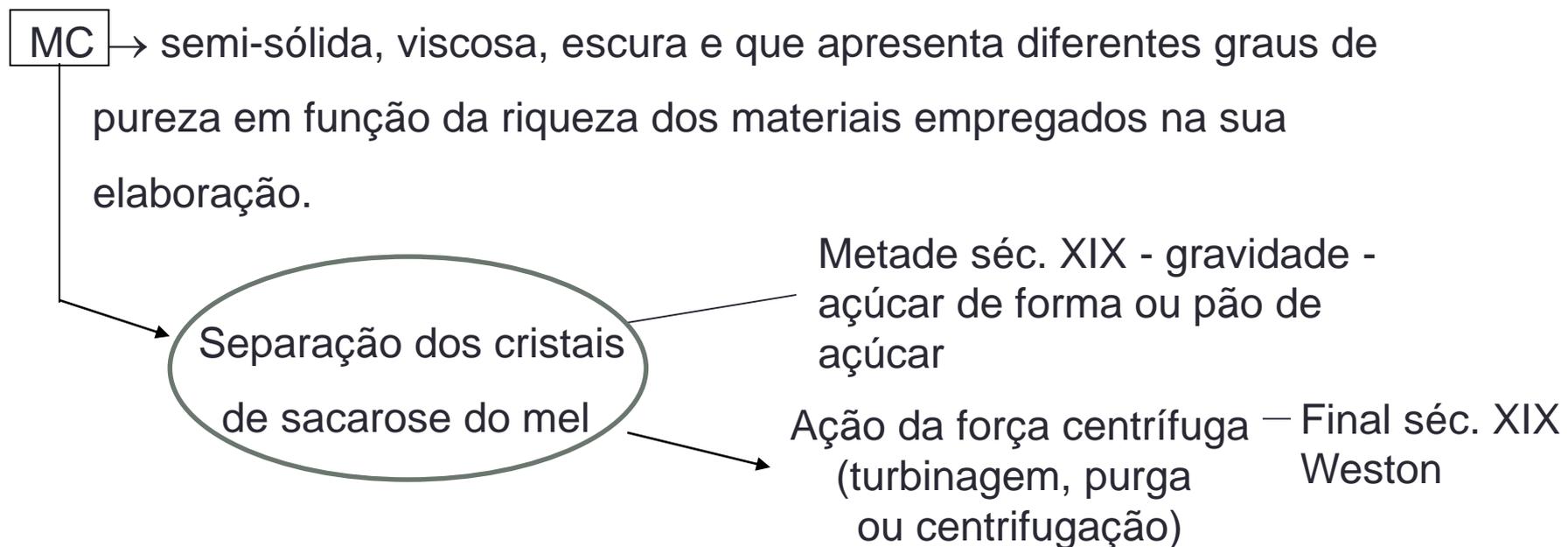


8. CENTRIFUGAÇÃO DA MASSA COZIDA

Massa cozida (MC) - constituída de duas fases:

a) fase sólida: cristais de sacarose;

b) fase líquida: mel ou licor mãe.

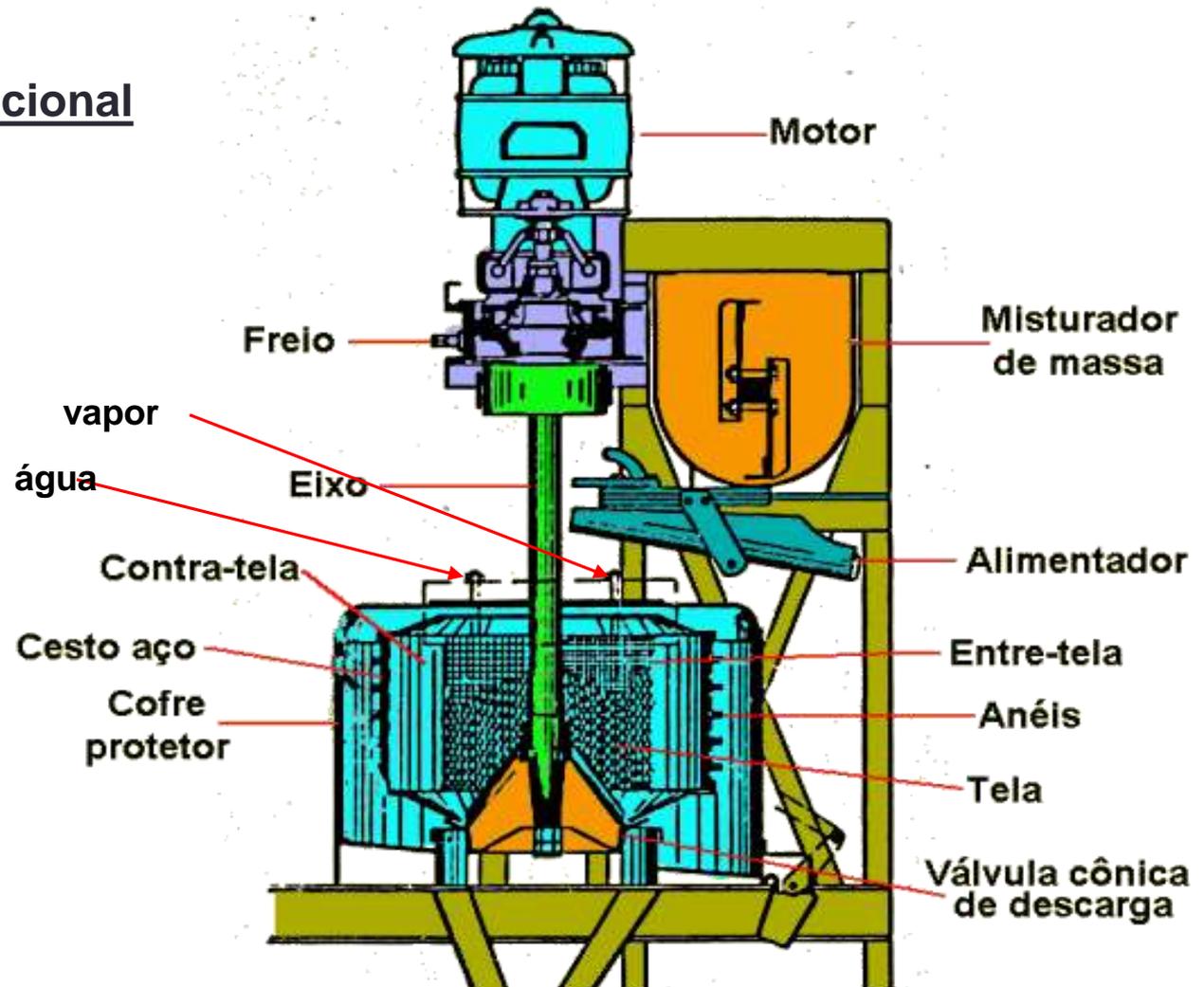


Centrífuga

Constituição {
 equipamento {
 mecânico
 pneumático
 elétrico

Descrição

centrífuga convencional



Ciclo de centrifugação → fases:

- a) arranque → início da operação (sai da inércia - 50rpm);
- b) carga-aceleração → velocidade de 200rpm, a carga começa a processar até a velocidade de 600rpm. $t_1 \rightarrow 0,5 \text{ a } 1 \text{ min}$
- c) velocidade total → velocidade plena (1000 a 1800rpm) com lavagem do açúcar com água e vapor; $t_2 \rightarrow 0,5 \text{ a } 1 \text{ min (lavagem c/ água)}$
 $t_3 \rightarrow 1,0 \text{ a } 2 \text{ min (lavagem c/ vapor)}$
- d) parada → frenagem do cesto e reduz para 200 rpm; $t_4 \rightarrow 0,5 \text{ min}$
- e) descarga → velocidade reduz para 50 rpm e a descarga do açúcar (manual ou mecânica). $t_5 \rightarrow 0,5 \text{ min}$

$$\Sigma t = 3 \text{ a } 5 \text{ min}$$

Definições - mel rico
 mel pobre

Tempo de centrifugação

Fatores que influenciam:

- viscosidade da massa;
- concentração da massa;
- tamanho e regularidade dos cristais;
- rapidez da aceleração;
- força centrífuga: velocidade/ diâmetro;
- tempo de freagem e descarga.

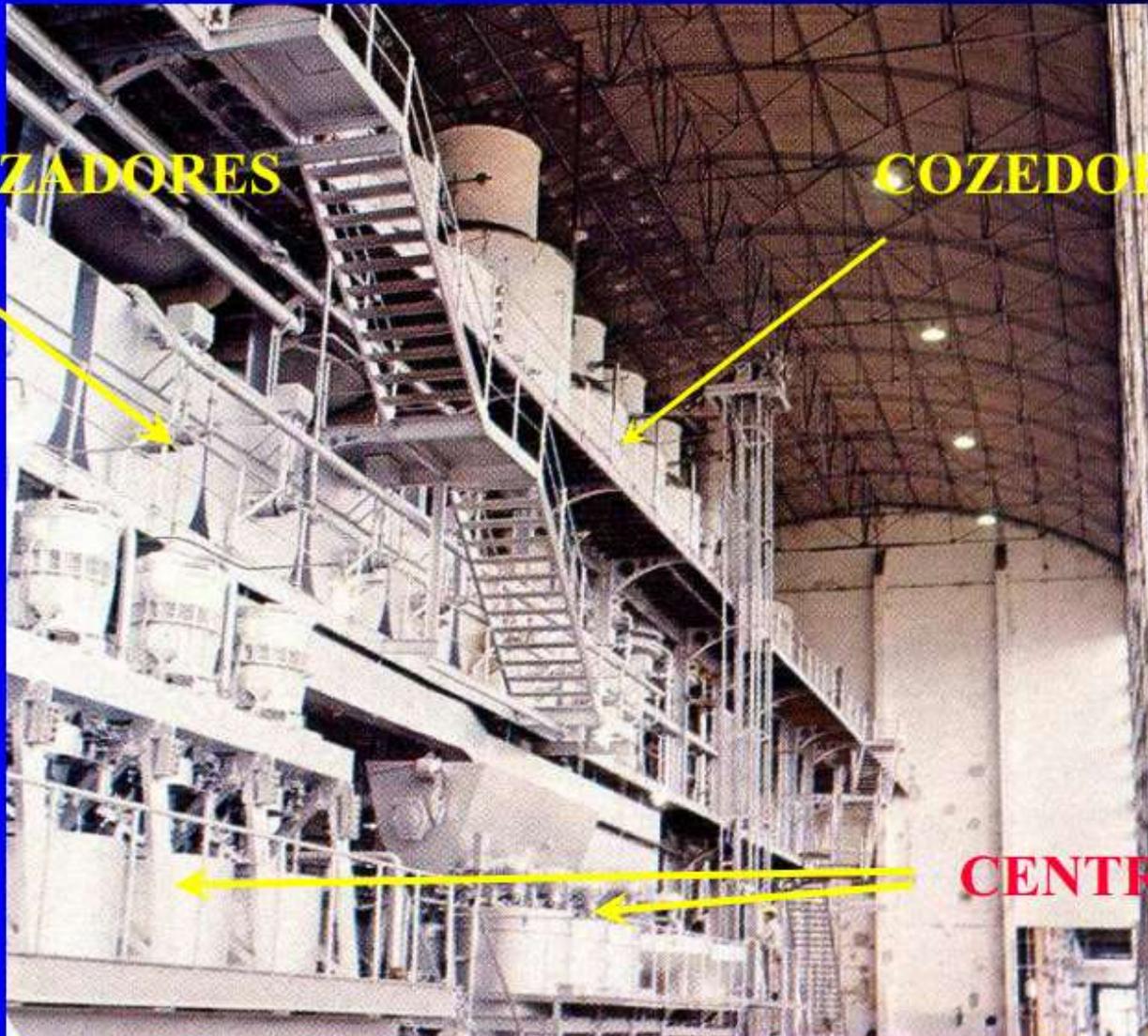
Valores segundo tipo de massa cozida

	tempo(min)	nº ciclo/h
Massa A	— 2 a 6	— 30 - 10
Massa B	— 4 a 10	— 15 - 6
Massa C	— 10 a 45	— 6 - 1,3

VISTA COMPLETA DA FABRICAÇÃO

CRISTALIZADORES

COZEDORES



CENTRÍFUGAS

9. OPERAÇÕES FINAIS

- SECAGEM,
- CLASSIFICAÇÃO E
- ARMAZENAMENTO DO AÇÚCAR

Açúcar centrífuga – umidade (0,5 - 2,0%)
– temperatura (50-60°C)

- Sem condição de ensacamento e armazenamento
- Secagem e resfriamento

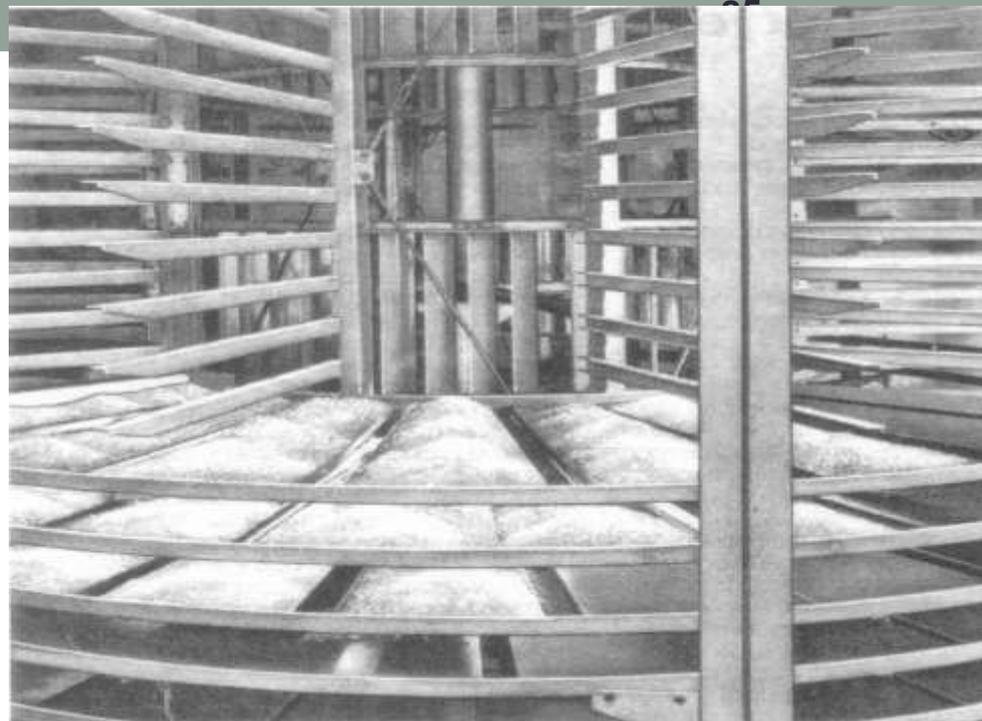
Condições ideais para secagem / resfriamento

Regra geral (Copersucar, 1988) → a umidade final após secagem relacionam os fatores e condições do açúcar produzido:

- temperatura elevada do açúcar exigiria a secagem com ar frio, enquanto a temperatura baixa requer ar com baixa umidade relativa, e aquecido;
- a UR do ar $\leq 60\%$ para garantir a absorção da água presente;
- Cristais maior de açúcar secam facilmente;
- Conglomerados dificultam a secagem resultando em uma umidade residual mais elevada;
- Massas cozidas de pureza mais elevada resulta em umidade residual mais baixa e vice-versa;
- Cristalização regular contribui para uma melhor secagem do açúcar.

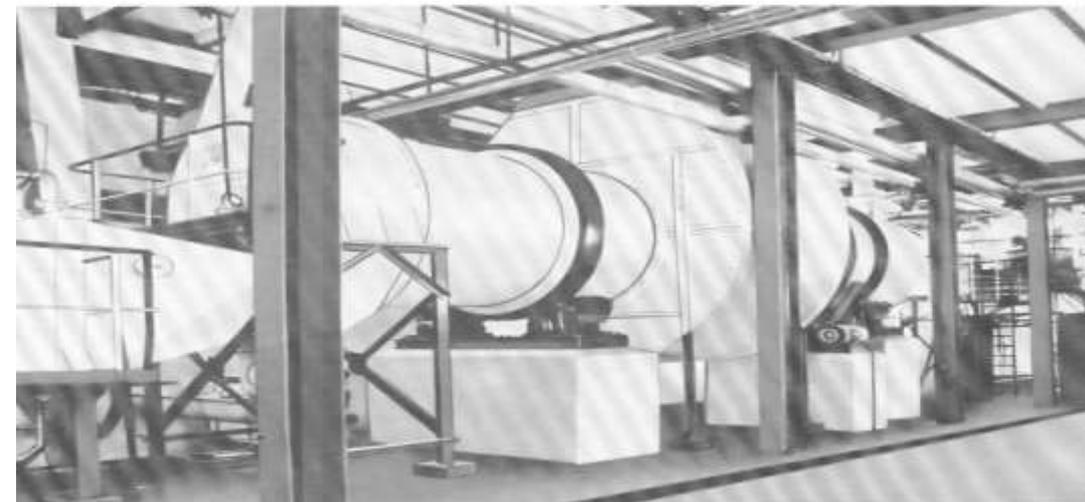


SECADOR ESFRIADOR MAUSA



SECADORES VERTICAIS

Interior do secador da NG-Dedini



**SECADORES DE
AÇÚCAR HORIZONTAIS**

PESAGEM DO AÇÚCAR

controle do açúcar seco

em armazenamento

(granel)

3 depósitos (balanças)

- a) superior: recebe o açúcar;
- b) intermediário: faz a pesagem;
- c) inferior: recebe o açúcar pesado e alimenta o sistema de transporte.

balanças automáticas ou comuns (sacos)

balanças para “big bags”

ENSACAMENTO DO AÇÚCAR

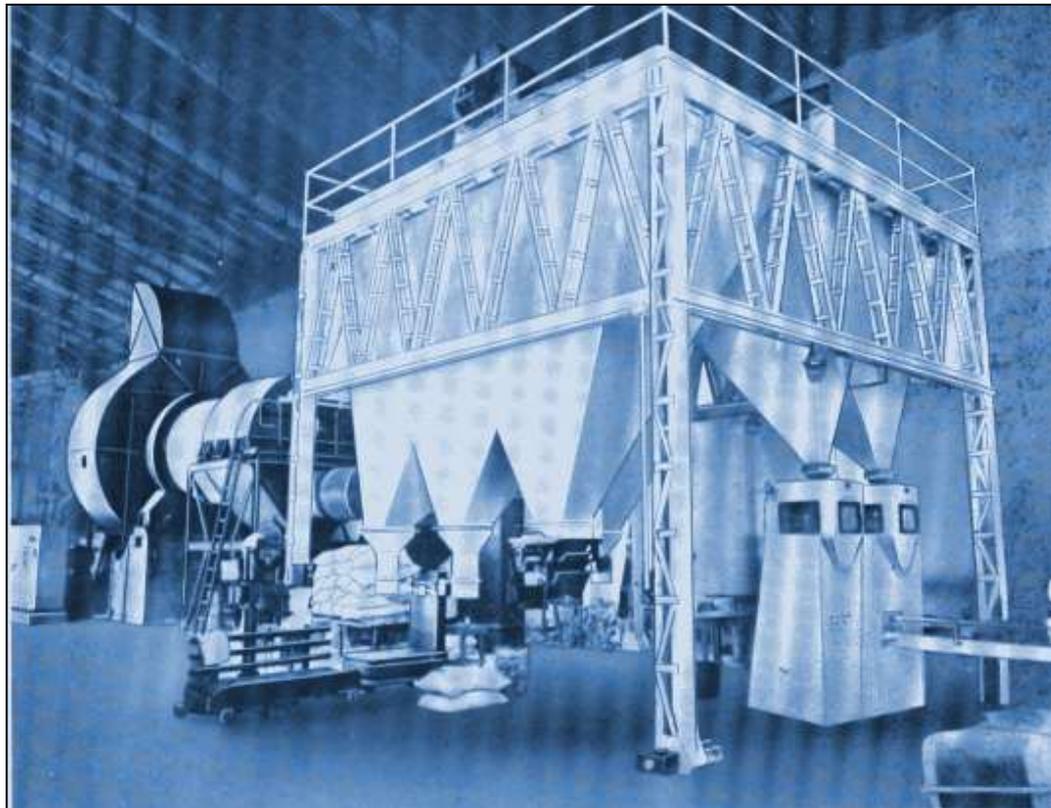
Manejo e acondicionamento
de açúcar

tendências:

a granel

containers ou big bag (900 a 1200kg)

sacos - 50kg







ESTOCAGEM DO AÇÚCAR

Armazenamento {
saco
a granel

CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM

- não permite desenvolvimento de microrganismo (deterioração microbiológica → modificação físico-químicas)

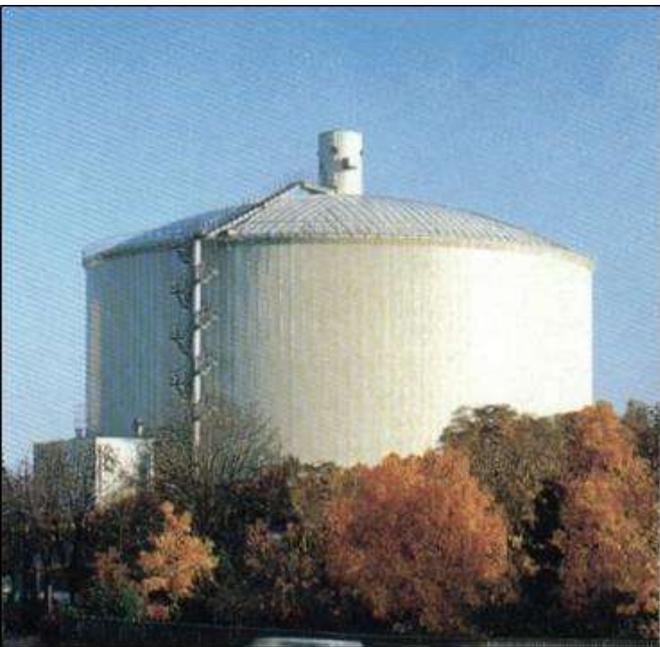
{
bactérias
fungos
leveduras

- deterioração depende {
composição impurezas
teor de umidade

— microrganismo → inversão de sacarose

- Umidade relativa de Equilíbrio (URE)
- Umidade ambiente - 65% equilíbrio
(não perde e nem absorve umidade)

Armazém de açúcar



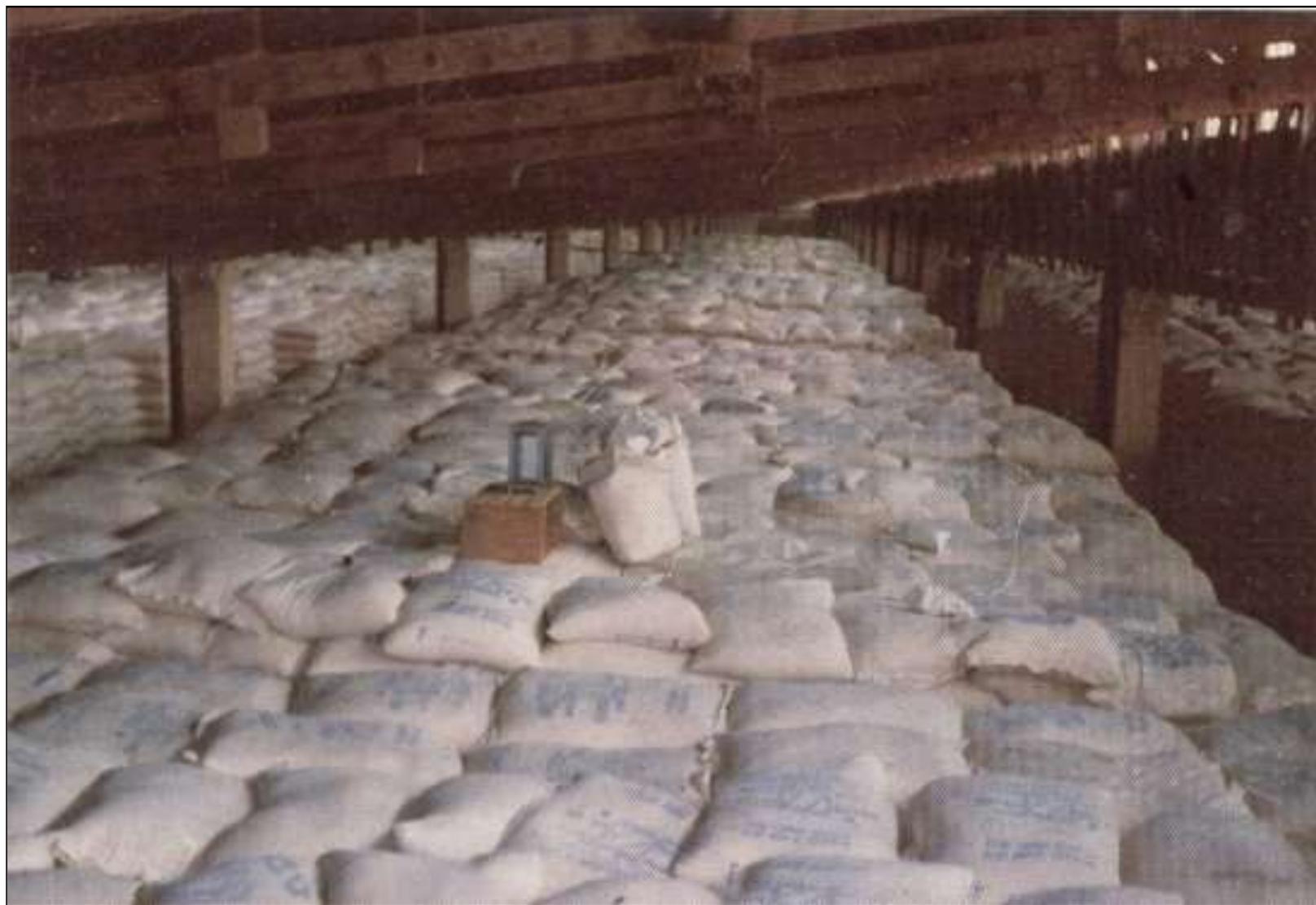
Terminal de armazenamento de açúcar da Copersucar em Ribeirão Preto – SP
<http://www.unica.com.br/documentos/>



Figura 2.3: Acondicionamento de açúcar em *big-bags*

Fonte: <http://conflex.com.sapo.pt/caract.htm>

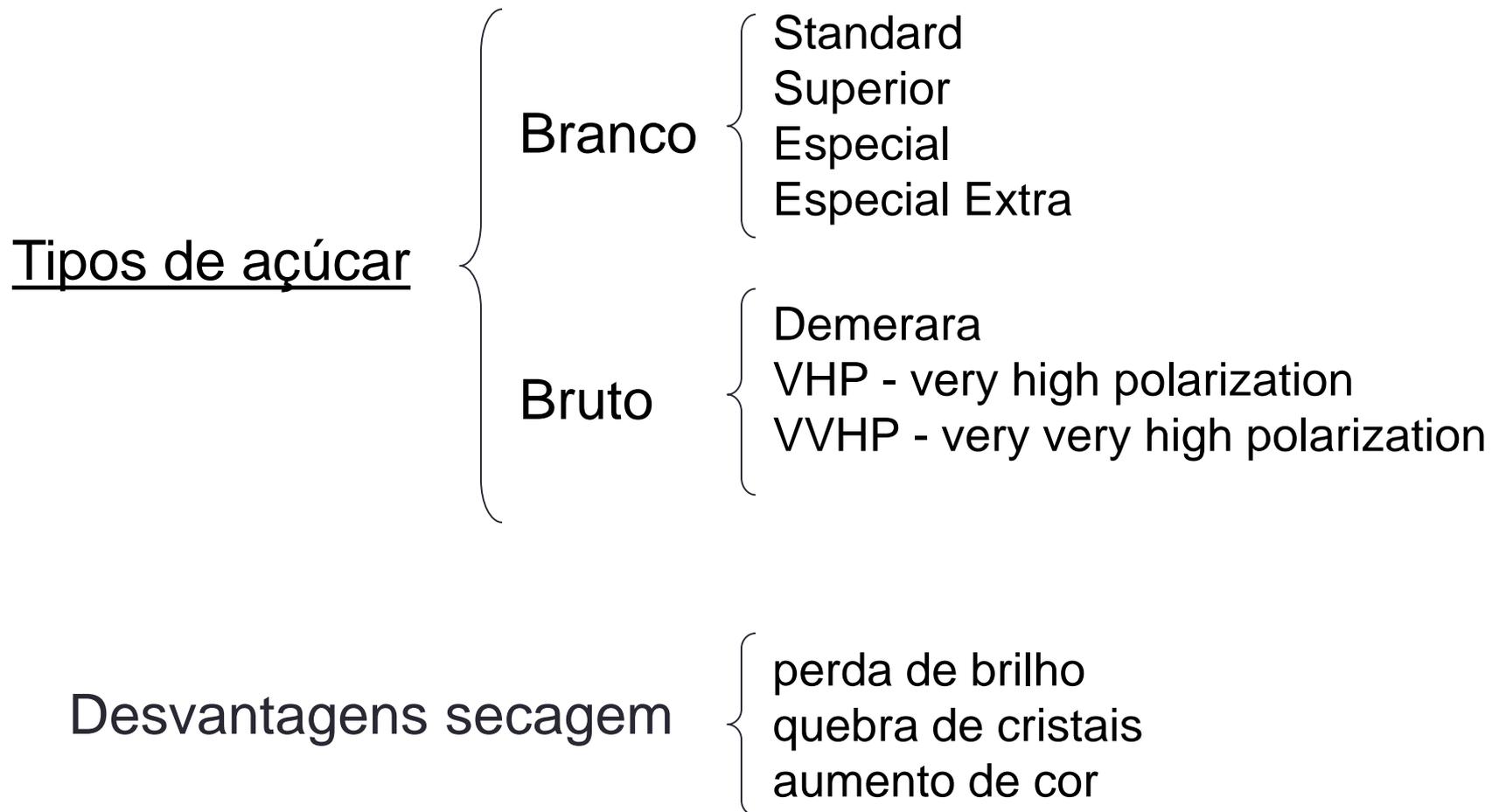
http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_tec_fabric_acucar.pdf



Posição dos sacos ensacados e do termohigrógrafo no topo da pilha do armazém ventilado.

Cuidados gerais no armazenamento do açúcar (a granel/ ensacado):

- (1) Vedação do piso, parede e teto.
- (2) Cobertura (teto) com material com bom coeficiente isolante térmico e elevado índice de reflexão.
- (3) Circulação de ar - portas fechadas. URE \cong 65, umid. < 60% (açúcar bruto em pedra)
- (4) Dimensiona para capacidade de comercializar
- (5) As pilhas de açúcar devem ser feitas sobre estrados de madeira ou sobre papel betuminado ou lona plástica;
- (6) As pilhas devem ser compactas e as mais próximas possíveis; com o objetivo de diminuir a superfície de exposição e maior circulação de ar
- (7) Pilhas devem ser cobertas com material betuminado ou lona plástica.
- (8) A granel angulo de talude 33 a 36° quando seco, açúcar úmido até 53°.



Índices Técnicos da Secagem

a) Fator Segurança

$$\text{F.S.} = \frac{\text{umidade\%}}{100 - \text{Pol}} = \frac{\text{umidade\%}}{(\text{Umidade} + \text{não Pol})}$$

Não Pol = 100 - Pol = representação de não-açúcares presentes no açúcar.

F.S. → Brasil ≤ 0,25

b) Indicador de diluição*

$$\text{I.D.} = \frac{\text{umidade\%}}{100 - (\text{pol} + \text{umidade\%})} \times 100$$

ou

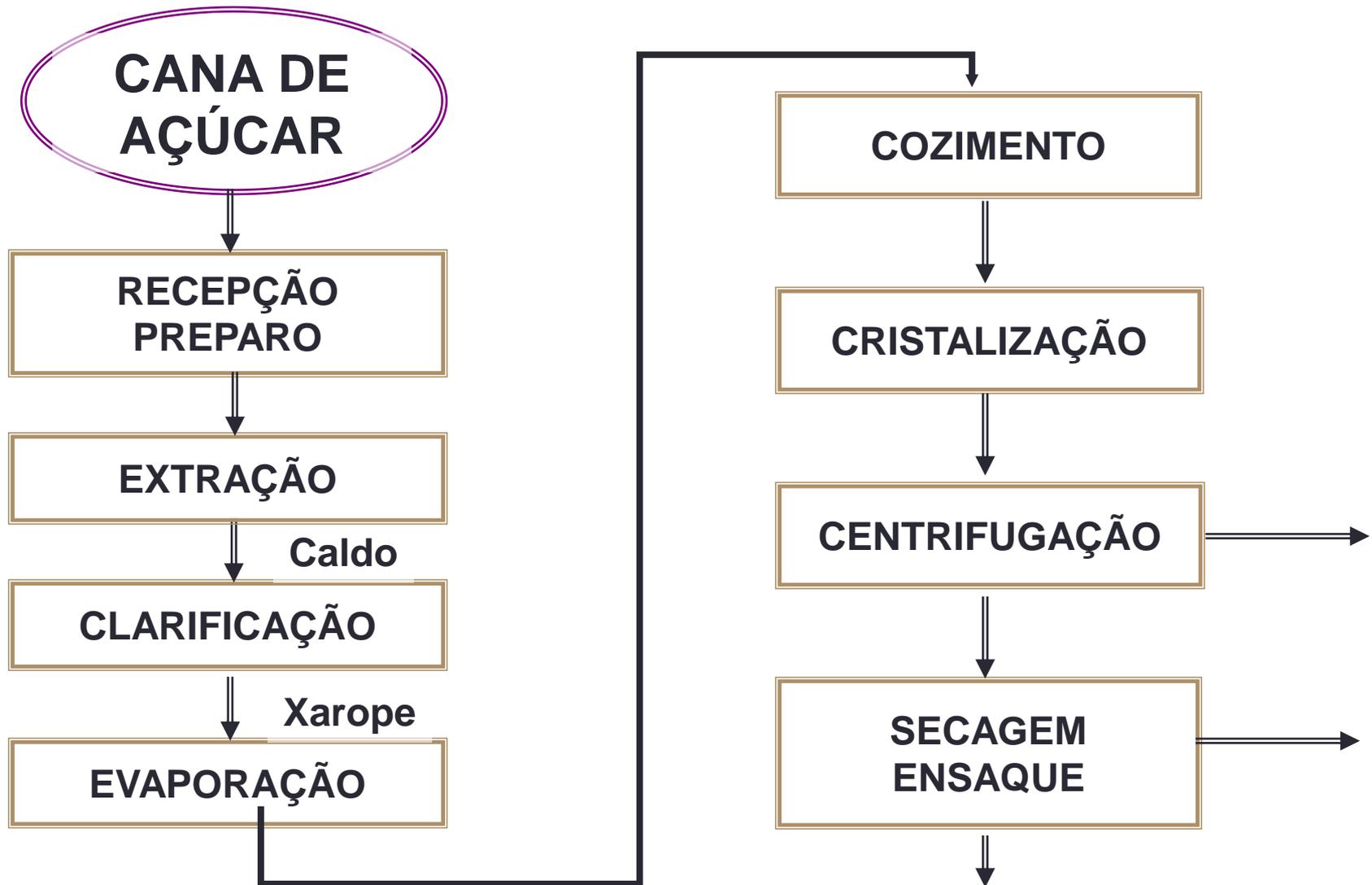
$$\text{I.D.} = 100 \times \frac{\text{umidade}}{\text{não pol seco}}$$

→ ID = 33,3

c) Perdas (pontos)

- brilho e cor
- quebra de cristais
- caramelização

PRODUÇÃO DE AÇÚCAR



AÇÚCAR CRISTAL / VHP

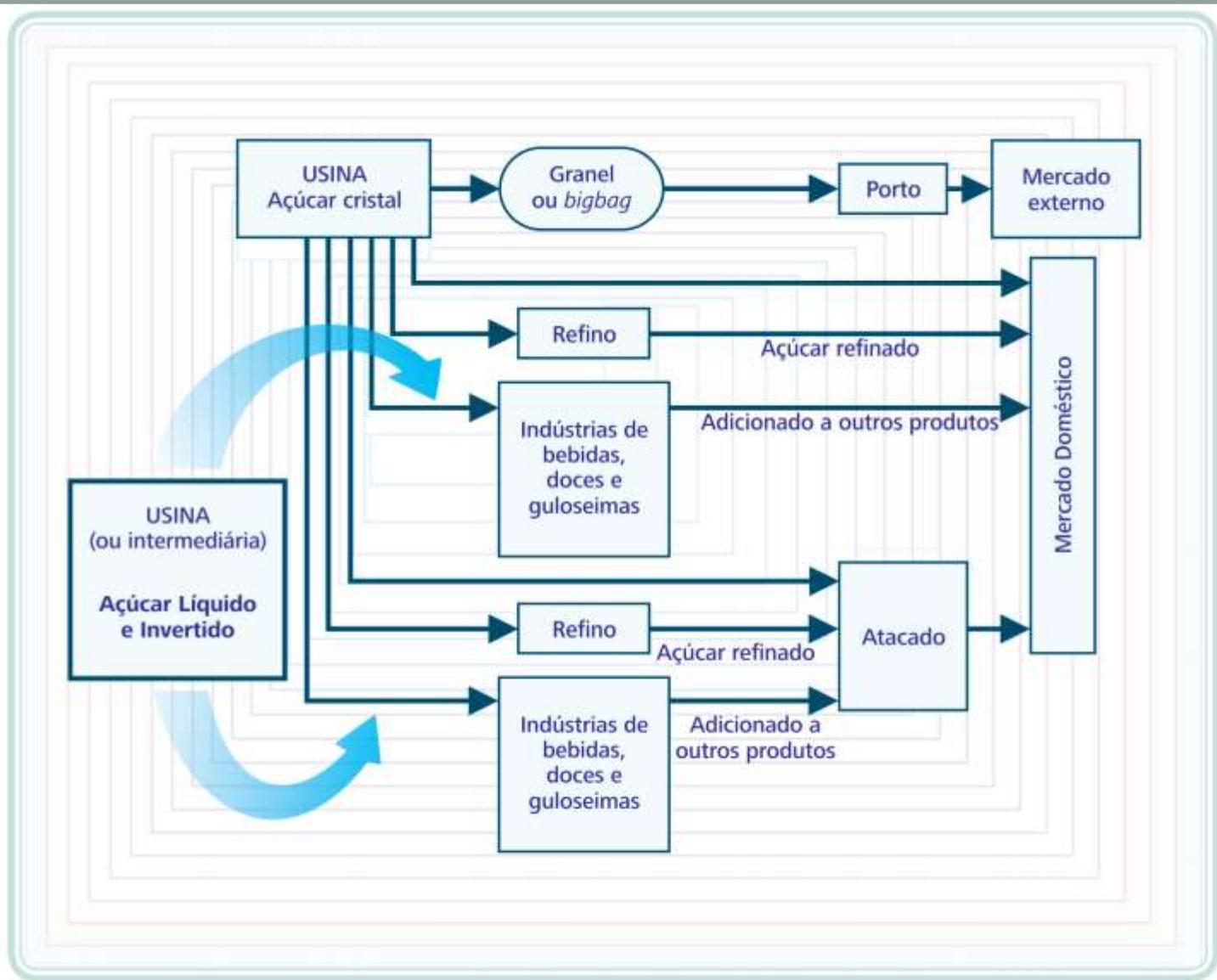


Figura 1.1: Canais logísticos para a movimentação de açúcar a partir da usina

Fonte: Bianchini; Assumpção, 2002

http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_tec_fabric_acucar.pdf

Tipos de açúcar

➤ Açúcar cristal

Açúcar em forma cristalina produzido sem refino. É muito utilizado na indústria alimentícia para confecção de bebidas, biscoitos e confeitos, dentre outros.

➤ Açúcar demerara

Produto de cor escura, que não passou pelo refino. Os cristais contêm melaço e mel residual da própria cana-de-açúcar. Com textura firme, não se dissolve facilmente

➤ Açúcar branco (tipo exportação)

Há dois tipos para exportação – o branco para consumo humano direto, com baixa cor, sem refino e o branco para reprocessamento no destino, usina, sem refino, com cor mais escura.

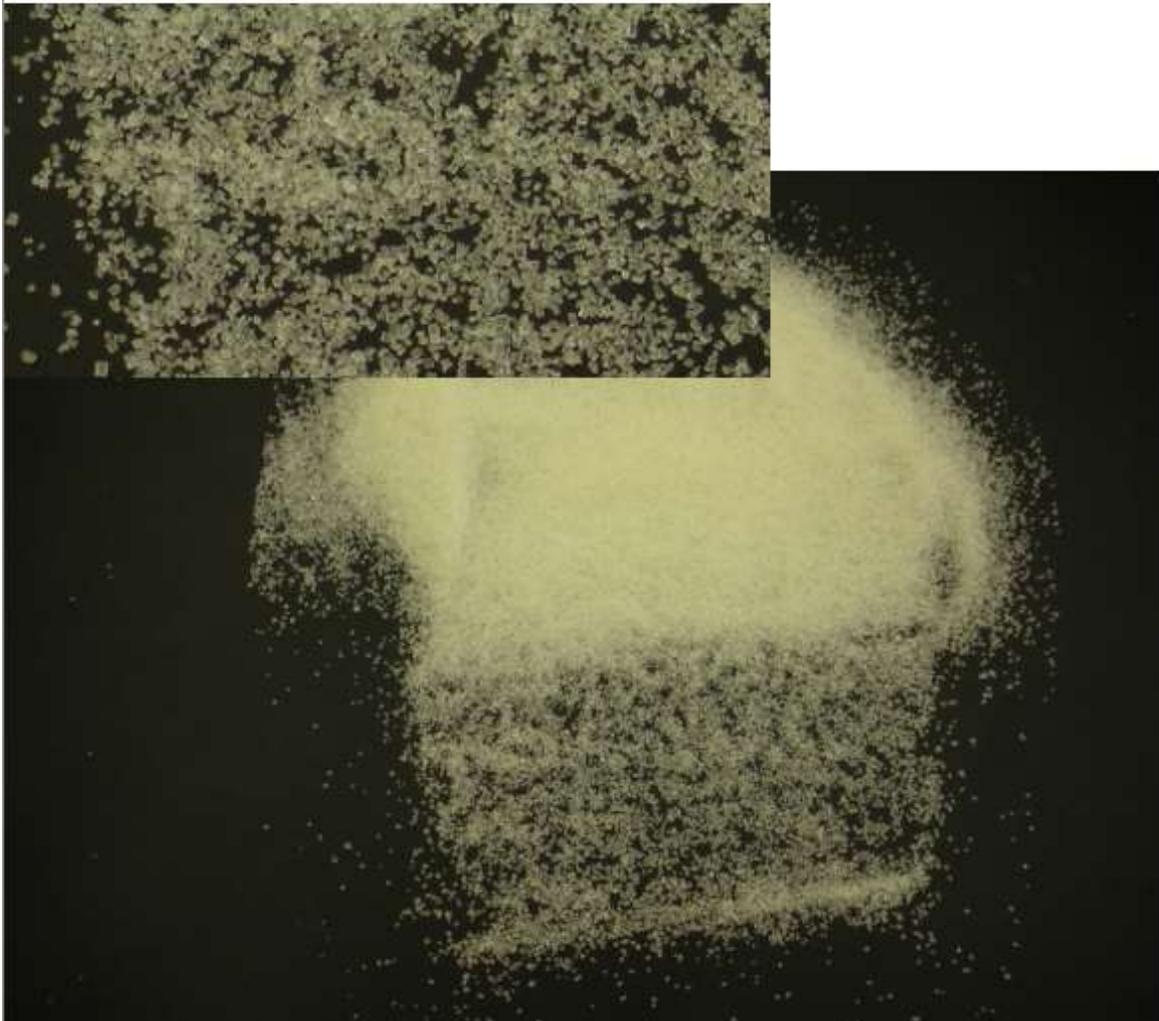
➤ Açúcar orgânico

Açúcar de granulação uniforme, produzido sem qualquer aditivo químico tanto na fase agrícola como na industrial, disponível nas versões clara e dourada (visualmente similar ao demerara). Segue padrões internacionais e certificação por órgãos competentes.

Tipos de açúcar

- Açúcar Very High Polarization (VHP)
Tipo mais exportado pelo Brasil. É mais claro que o demerara e apresenta cristais amarelados. No seu branqueamento não há a utilização de anidrido sulfuroso.
- Xarope de açúcar invertido
Apresenta em sua composição glicose, frutose e sacarose. Pode ser produzido a partir da inversão ácida, enzimática ou com resinas. Foram líquida em uma solução límpida e ligeiramente amarelada, com odor e sabor característicos e com alto poder adoçante. Possui alto grau de resistência a contaminação microbiana. De poder umectante e anticristalizante, é utilizado na indústria alimentícia, principalmente para a produção de bebidas.
- Xarope simples ou açúcar líquido
Adoçante natural de sacarose apresentado na forma líquida em uma solução inodora, límpida e cristalina, obtido pela dissolução de açúcar sólido em água, com posterior purificação e descoloração, o que garante a esse produto alta transparência e limpidez. É usado pela indústria farmacêutica e alimentícia, aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitados.

Açúcar Branco Natural de marca Maui no Haváí - cozida na CVP BOSCH.



ESPECIFICAÇÕES DE AÇUCAR BRANCO :

- Cor max 100 – 125 ICUMSA
- Tamanho de cristal media +- 650 microns
- Açucar qualidade grau alimenticio.
i.e CVP de aço inox
- Bosch CVP pode ser usado para açúcar branco e VHP

CLASSIFICAÇÃO DE AÇÚCAR

Especificação do Açúcar para Exportação (Copersucar)

TIPO	Cor ICUMSA 420nm Máximo	Grau de Polarização Mínimo	Cinzas % Máximo	Umidade % Máximo
REFINADO	45	99,8	0,04	0,04
CRISTAL 100	100	99,8	0,04	0,04
CRISTAL 150	150	99,7	0,07	0,10
CRISTAL 200	200	99,7	0,07	0,10
CRISTAL GRANEL (*)	760	99,5	-	-

* entrega a granel

		CRISTAL					
		Especial 30	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3		
Polarização	°S mín.	99,8	99,8	99,8	99,7		
Umidade	% máx.	0,04	0,04	0,04	0,04		
Cinzas Condutimétricas	% máx.	0,04	0,04	0,05	0,07		
Cor ICUMSA	UI máx.	100(1)	100(1)	150(1)	200(1)		
Açúcares Redutores	% máx.	-	-	-	-		
Sulfito	mg/kg máx.	20	20	20	20		
Pontos Pretos	Nº máx.	7/100g	7/100g	10/100kg	15/100kg		
Reflectância	% mín.	68	68	66	64		
Resíduo Insolúvel	1-10 máx.	5	5	6	8		
Partículas Magnetizáveis	mg/kg máx.	3	3	5	10		
Granulometria	AM mm	-	-	-	-		
	CV % máx.	-	-	-	-		
	% passante mín.	95 #30	-	-	-		
Mesófilas Aeróbias	UFC/g máx.	-	-	-	-		
Bactérias	UFC/g máx.	1000	1000	1000	1000		
Leveduras	UFC/g máx.						
Salmonelas	em 25g	ausente	ausente	ausente	ausente		
Termófilas	Totais UFC/10g máx.	por amostra	-	-	-	-	
		Méd. 5 amostras	-	-	-	-	
	"Flat Sour" UFC/10g máx.	por amostra	-	-	-	-	
		Média 5 amostras	-	-	-	-	
	Anaeróbias	Produtores de H ₂ S máx.	UFC/10g máx p/amt.	-	-	-	-
			+ em 5 amt. máx.	-	-	-	-
Não Produtores de H ₂ S máx.		+ em 6 tubos máx.	-	-	-	-	
	+ em 5 amt. máx.	-	-	-	-		
Arsênio	ppm máx.	1	1	1	1		
Cobre	ppm máx.	2	2	2	2		
Chumbo	ppm máx.	2	2	2	2		
Ferro	ppm máx.	-	-	-	-		

(1) - Método ICUMSA GS 2/3-9

Tabela
Copersucar

Tabela 1. Tipos de açúcar ofertados para mercado interno e exportação.

Características	Unidade		Tipos de açúcar					Export.
			Tipo 1	Tipo 2A	Tipo 2G	Tipo 3	Tipo 4	VVHP
Polarização	°Z	mín.	99,8	99,7	99,7	99,7	99,5	99,6
Cor ICUMSA	UI	máx.	100	150	150	200	400	450
Sulfito	mg.kg ⁻¹	máx.	15	10	15	15	20	< 1
Dextrana	mg.kg ⁻¹	máx.	-	100	100	150	-	100
Amido	mg.kg ⁻¹	máx.	-	180	180	180	-	100
Insolúveis (comparativo)	1 a 10	máx.	5	5	4	9	-	-
Part. Magnet.	mg.kg ⁻¹	máx.	2	1	1	5	-	-
Granulometria	AM em mm				<0,6			
	CV em %				<35			

Oliveira et al. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(supl.): 99-102, ago. 2007

Ficha Técnica do Produto Açúcar Cristal Especial

Características Químicas e Físico-Química	Unidade	Método	Especificação
Polarização Pol	°Z	ABNT 8869 - POP LAB 003	≥ 99,70
Umidade	%	ABNT 8870 - POP LAB 020	≤ 0,04
COR ICUMSA - 420 nm	UI	ABNT 9724 - POP LAB 006	≤ 200
Resíduo Mineral Fixo (Cinzas Condutimétricas)	%	ABNT 9755 - POP LAB 004	≤ 0,04
Sulfito (SO ₂)	mg/kg	ABNT 9918 - POP LAB 010 E 172	≤ 20
Ferro*	% p/p	AOAC971.21-1990	≤ 0,001
Características Organolépticas	Unidade	Método	Especificação
Aspecto	---	Adolf Lutz 154/IV (2005)	Próprio do tipo de açúcar
Cor	---	Adolf Lutz 154/IV (2005)	Própria do tipo de açúcar
Odor	---	Adolf Lutz 154/IV (2005)	Característico
Sabor	---	Adolf Lutz 154/IV (2005)	Doce
Contaminantes Inorgânicos *	Unidade	Método	Especificação Portaria 685 de 27/08/1998
Arsênio	mg/kg	---	≤ 1,0
Cobre	mg/kg	---	≤ 10
Chumbo	mg/kg	---	≤ 2,0
Microbiológica ***	Unidade	Método	Especificação Portaria RDC Nº 12 Anvisa de 02/01/2001
Salmonellas	---	POP LAB 152	Ausente em 25 gramas
Coliformes a 45°C	NMP/g	POP LAB 154	≤ 10 ²
Características Microscópicas ***	Unidade	Método	Especificação Resolução RDC Nº 175 de 08/07/2003
Microscopia - Sujidade Parasita e Larvas	---	POP LAB 161	Ausência de sujidade parasita e larvas que prejudique o consumo
Validade **	---	---	24 meses

* Análise realizada anualmente de uma amostra composta dos lotes produzidos no trimestre em laboratório externo.

** Quando armazenado em condições adequadas de temperatura e umidade.

*** Análise realizada semanalmente de uma amostra composta dos lotes produzidos na semana.

<http://www.acucararavellas.com.br/media/produtos/especificacoes-acucar-cristal.pdf>



Aplicações do Açúcar (Copersucar)

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	UTILIZAÇÃO
<i>Refinado Granulado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de corantes • Pureza elevada • Baixo Teor de Umidade • Ausência de empedramento assegurando fluidez • Cristais bem definidos e granulometria homogênea (fina, média ou grossa) • Brancura excepcional 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos Farmacêuticos • Confeitos onde aparecem os cristais • Xarope de excepcional transparência • Mistura seca onde o aspecto visual, escoamento e solubilidade rápida são importantes
<i>Refinado Amorfo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa cor • Dissolução rápida • Granulometria fina • Brancura excelente 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo doméstico • Misturas sólidas de dissolução instantânea • Bolos e Confeitos • Caldas Transparentes e Incolores
<i>Glaçúcar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometria muito fina (açúcar de confeitiro) 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparo de glacês, suspiros, bolos, chantilly, etc
<i>Xarope Simples</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solução aquosa de açúcar • Alta transparência • Alta limpidez 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos farmacêuticos • Aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e doces
<i>Xarope de Açúcar Invertido</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solução aquosa contendo aproximadamente 1/3 de glicose, 1/3 de frutose e 1/3 de sacarose • Poder anticristalizante • Poder umectante • Sabor característico • Resistência à contaminação microbiológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Frutas em calda • Sorvetes • Balas e caramelos • Licores • Geléias • Biscoitos • Bebidas carbonatadas
<i>Cristal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Açúcar em forma cristalina produzido diretamente em usina, sem refino 	<p>Destinado ao uso geral da indústria alimentícia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bebidas • Massas • Biscoitos • Confeitos

Prazos de Validade

- Açúcar Cristal e Granulado apresentam prazo de validade de 2 anos, quando armazenados em condições adequadas de temperatura e umidade.
- Açúcar Refinado Amorfo e Glaúcar apresentam prazo de validade de 1 ano quando armazenados em condições adequadas de temperatura e umidade. Podem ocorrer valores superiores de cor e inferiores de reflectância aos especificados, quando armazenados por períodos superiores a 6 meses. Porém, mesmo nessas condições, o produto não perde o poder adoçante e continua perfeitamente adequado ao consumo.
- Xarope Simples apresenta prazo de validade de 15 dias e o Xarope Invertido apresenta prazo de validade de 60 dias após a data de produção, quando armazenados em condições adequadas. A lavagem e a sanificação dos tanques de armazenamento e dutos são de fundamental importância na conservação do produto

DETERIORAÇÃO DO AÇÚCAR

- Os principais fatores causadores da deterioração, são:
 - falta de assepsia durante o processo;
 - água de lavagem do açúcar contaminado;
 - tamanho irregular dos cristais;
 - retenção excessiva de umidade da película de mel que recobre os cristais;
 - mistura de açúcar de diferentes polarizações;
 - presença de microrganismos e;
 - condições anormais do armazém.

MICROBIOLOGIA DOS AÇÚCARES

Controle Microbiológico do Açúcar

bactérias não esporuladas

clarificação/decantação/filtração/
evaporação/cozimento

bactérias termofílicas (clarificação)

Problemas (Stuppiello & Joly)

- deterioração do açúcar armazenado (mesofílicos)
 - decomposição de produtos manufaturados (termofílicos)
- } Perdas econômicas
armaz./transporte

Fatores importantes { (1) Número e tipo de microrganismos;
(2) teor de umidade de película, de mel (pureza - 40 a 50%)

AMARELECIMENTO DO AÇÚCAR

Pigmentos e sua formação - três tipos de pigmentos responsáveis pela cor:

- a) **Melaninas** - produtos da degradação enzimática (polifenoloxidasas);
 - Adicionamos H_2O_2 ou O_2 ao caldo antes da clarificação removendo-se por oxidação de compostos, as melaninas.
 - Evitar presença melaninas inibindo a ação de polifenoloxidade com adição de sulfito ou inativação a $80^\circ C$
- b) **Caramelos** - produto resultante do aquecimento de açúcares com ou sem presença de água ou catalizadores.
 - Produtos de degradação química - aparecem na superfície interior dos cristais.
- c) **Melanoidinas** - produtos de alto peso molecular estão na parte externa dos cristais.

Melanoidinas através de “Reação de Maillard”

(*) reação de precursores: AR + aa livres

(1) em melaços a reação de Maillard é problema de qualidade de formação de CO₂ (espuma).

Velocidade de reação

(depende)

- pH max. 6-7
- teor de sulfito
- presença de metais no açúcar principal
- temperatura

Umidade do açúcar
demerada armazenado,
ensacado ou granel

reflete

Armazém: Queda de polarização do açúcar
(lenta ou gradual-normal/ ou rápida(anormal))

Obs: o teor de SO₂ inibe a formação de cor
amarela e a perda de polarização é mais lenta.

depende

- (1) umidade e temperatura do açúcar que sai da centrífuga;
- (2) Variação de umidade do açúcar - da saída da centrífuga até o ensacamento;
- (3) UR da atmosfera do armazém;
- (4) natureza higroscópica dos constituintes estranhos à sacarose da película de mel.

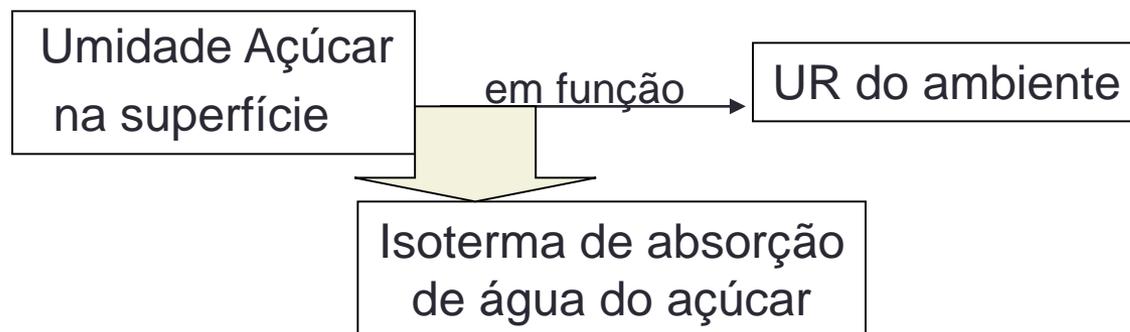
EMPEDRAMENTO DO AÇÚCAR

→ depende umidade, temperatura de ensacamento e condições de tempo de armazenamento.

Temp > 43°C

Umidade Atm < 65% em pedra

AGLOMERAÇÃO E DISSOLUÇÃO DE CRISTAIS



QUALIDADE DO AÇÚCAR E FATORES DETERMINANTES

UMIDADE E TEMPERATURA

- **Qualidade do produto final** é dependente do açúcar na saída da centrífuga em função:
 - Temperatura do açúcar para a estocagem (50 a 65°C):
 - formação de cor e a perda de brilho
 - Limpeza de equipamentos e dos armazéns
- Cobertura adequada dos equipamentos
- Pisos Industriais
- Assepsia e Limpeza dos Armazéns

TEOR DE UMIDADE DO AÇÚCAR DEPENDE DA POLARIZAÇÃO.

“Açúcar mais puro requerem menor umidade para conservação.”

Açúcar branco - umidade: 0,04 - 0,07%

Açúcar bruto ou demerara - depende da relação de umidade e impurezas < expresso no F.S. ou Índice de Diluição >

(1) Quanto mais puro o açúcar mais fácil de deteriorar.

(2) Açúcar bruto suporta mais tempo para deteriorar que o açúcar branco.

TIPOS DE SECADORES DE AÇÚCAR

Classificação (tipos) : Horizontais / Verticais

Parâmetros de qualidade

- Legislação específica
- Características físico-químicas
 - Teor de sacarose (especificação varia de 98,5 a 99,8%)
 - Resíduo mineral fixo (especificação varia 0,04 a 0,2%)
 - Dextrana
 - Índice de cor (ICUMSA) (açúcar branco – 45 a 250)
 - Teor de dióxido de enxofre (limite 15mg/Kg)
 - Teor de umidade (especificação varia 0,04 a 0,4%)
 - Teor de ferro (máximo 10 mg/Kg açúcar extra, superior ou especial)

Parâmetros de qualidade

- Características microbiológicas
 - Bolores e leveduras – máx. 10^3 UFC/g
 - Salmonela – ausência em 25g
- Características microscópicas
- Características sensoriais
 - Aspecto
 - Cor
 - Odor
 - Sabor

Mercado interno de açúcar

- direto (65%)
 - açúcares cristal e refinado
 - açúcar mascavo e orgânico
- Industrial (35%)
 - os açúcares demerara e líquido.

Açúcar - empregado como agente de corpo ou como adoçante na indústria de bebidas não alcoólicas, para preparação de sucos, néctares, refrigerantes, balas e confeitos, biscoitos e outros.

- ✓ refrigerantes, chocolates e sorvetes = responsáveis por aproximadamente 50% do consumo doméstico de açúcar (COSAN, 2010).
- ✓ Indústria de alimentos e bebidas - principal consumidor de açúcar no Brasil
- ✓ 20% do açúcar consumido no país é utilizado na indústria de refrigerantes. (NEVES; CONEJERO, 2010). Aproximadamente 10% dos refrigerantes é açúcar;
- ✓ O estado de S Paulo possui 600 empresas no setor de alimentos e bebidas que utilizam açúcar, sendo 66 fabricantes de refrigerantes (CRQ, 2010).
- ✓ Esse setor, composto por diferentes segmentos, consumiu 6,0 milhões de toneladas, sendo na forma de cristal (5,4 milhões de toneladas), líquida (0,43 milhão de toneladas) e a refinada (0,17 milhão de

DIÓXIDO DE ENXOFRE – mg/kg

- O SO_2 é indiscutivelmente o agente de branqueamento do açúcar de menor custo
- Ainda utilizado:
 - América do Sul, Índia, Paquistão, Egito, Caribe, etc
- Alternativas existentes para sua substituição elevam o custo de produção do açúcar
- O Codex Alimentarius fixa o limite em **15 mg/kg**

ANEXO 1

Terminologia (Copersucar)

<i>Açúcares Redutores</i>	Substâncias redutoras contidas em açúcares, constituídas principalmente por glicose e frutose, que têm a propriedade de reduzir o cobre em solução cúprica (Licor de fehling) e calculadas como açúcar invertido.
<i>Cinzas Condutimétricas</i>	Teor de sais solúveis ionizados presentes em uma solução açucarada, medido através de condutividade elétrica.
<i>Cor ICUMSA</i>	Valor numérico da cor de uma solução açucarada, medido pelo método da Internacional Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.
<i>Anidro Sulfuroso (SO₂)</i>	Composto utilizado no processo de purificação do caldo de cana.
<i>Pontos Pretos</i>	Partículas escuras no açúcar visíveis a olho nu.
<i>Reflectância</i>	Porcentagem de luz refletida por uma superfície e amostras de cristais, medida num fotômetro de reflexão, ou seja, é a expressão numérica de brancura do açúcar.
<i>AM (Abertura Média)</i>	Tamanho médio dos cristais. Representa a abertura da peneira (mm) que retém 50% dos cristais de uma amostra de açúcar.
<i>Resíduo Insolúvel</i>	Impurezas insolúveis contidas no açúcar provenientes da cana-de-açúcar.
<i>Bolores e Leveduras</i>	Fungos amplamente distribuídos no ambiente, podem ser encontrados como parte normal da flora de produtos alimentícios.
<i>Salmonella</i>	Enterobactérias patogênicas naturais do homem e animais de sangue quente. As salmonellas constituem um vasto grupo que inclui cerca de 1570 sorotipos bioquimicamente relacionados.
<i>Termófilas</i>	Microorganismos esporulados resistentes ao calor. Ocorrem naturalmente em solos agrícolas, e seus esporos freqüentemente estão presentes em pequeno número em produtos comerciais estéreis.

Referencias

- http://www.stab.org.br/palestra_work_cana_crua_vii/antonio_celso_sturion.pdf
- <http://www.unica.com.br/documentos/>