



Universidade de São Paulo – USP



Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

LAN 1458 - Açúcar e Álcool

Operações finais no processo de
produção de açúcar

Prof. Antonio Sampaio Baptista



Operações finais no processo de produção de açúcar



Introdução

- ✓ Cristalização;
- ✓ Centrifugação;
- ✓ Secagem;
- ✓ Armazenamento;
- ✓ Tipos de açúcar
- ✓ Classificação dos tipos de açúcar



Introdução

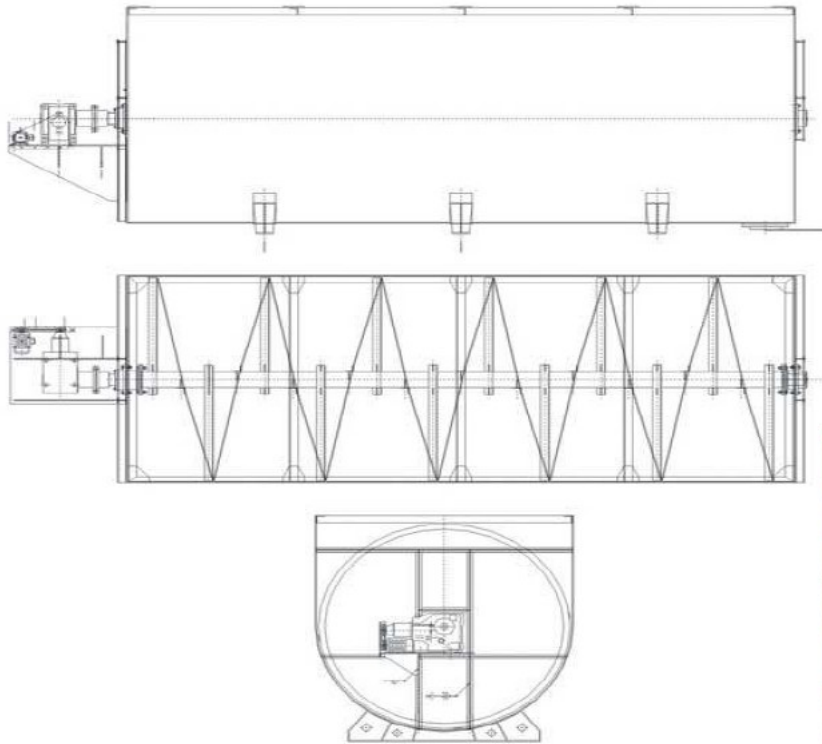


Cristalização





Cristalização





Introdução



Centrifugação



CENTRÍFUGAS DE FLUXO INTERMITENTE

Descrição:

- Partes do conjunto: {
- misturador de massa
 - centrífuga
 - condutor de açúcar
 - caixas de mel

a) Misturador de massa

- objetivo {
 - não deixar os cristais separarem do mel
 - aquecer ou manter aquecida a massa
 - alimentar a centrífuga
- Depósito em U com agitador em serpentina

Aquecimento {

- água
- vapor

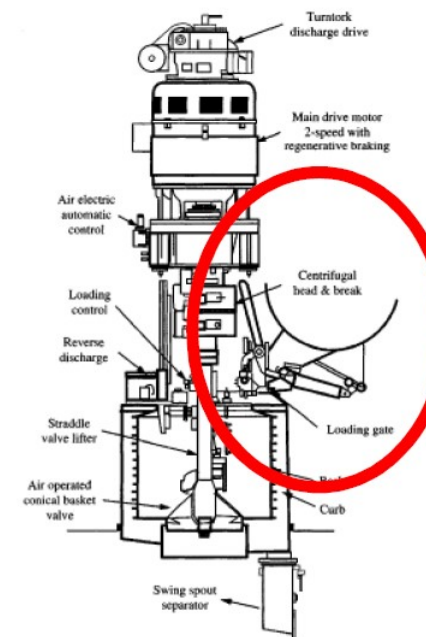


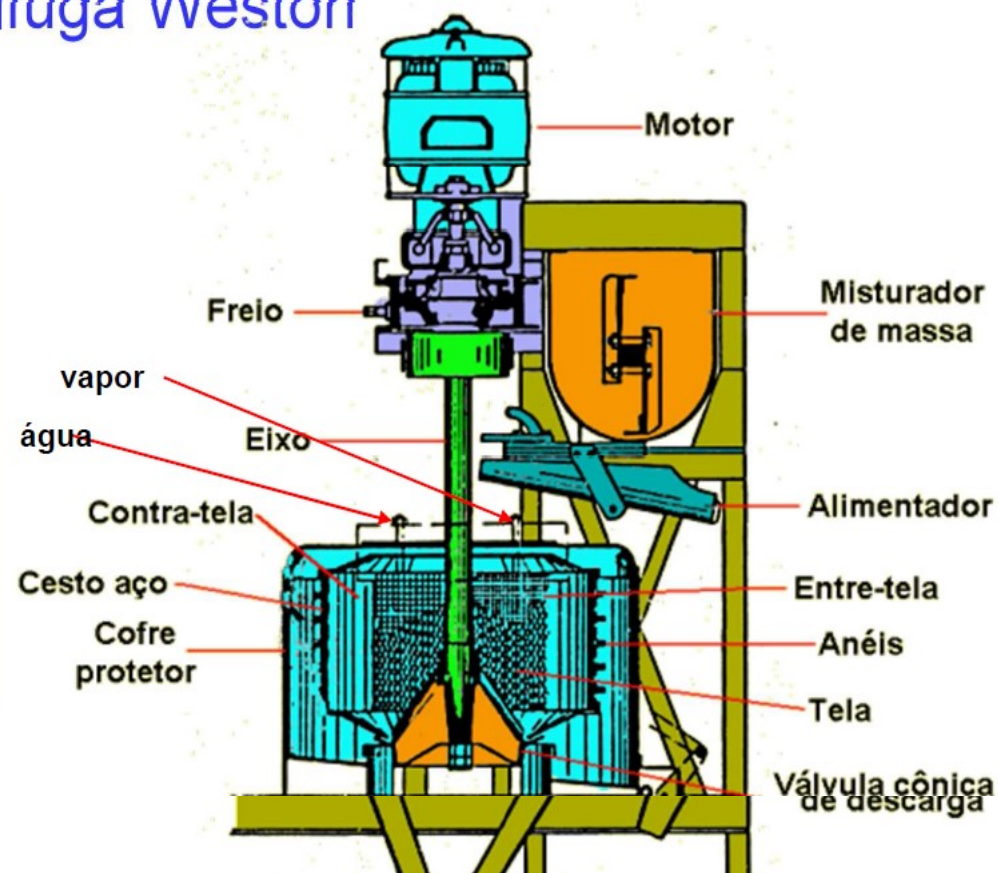
Figure 6.7 - A typical batch centrifuge. (This material is used by permission of John Wiley & Sons Inc.)

b) Centrífuga

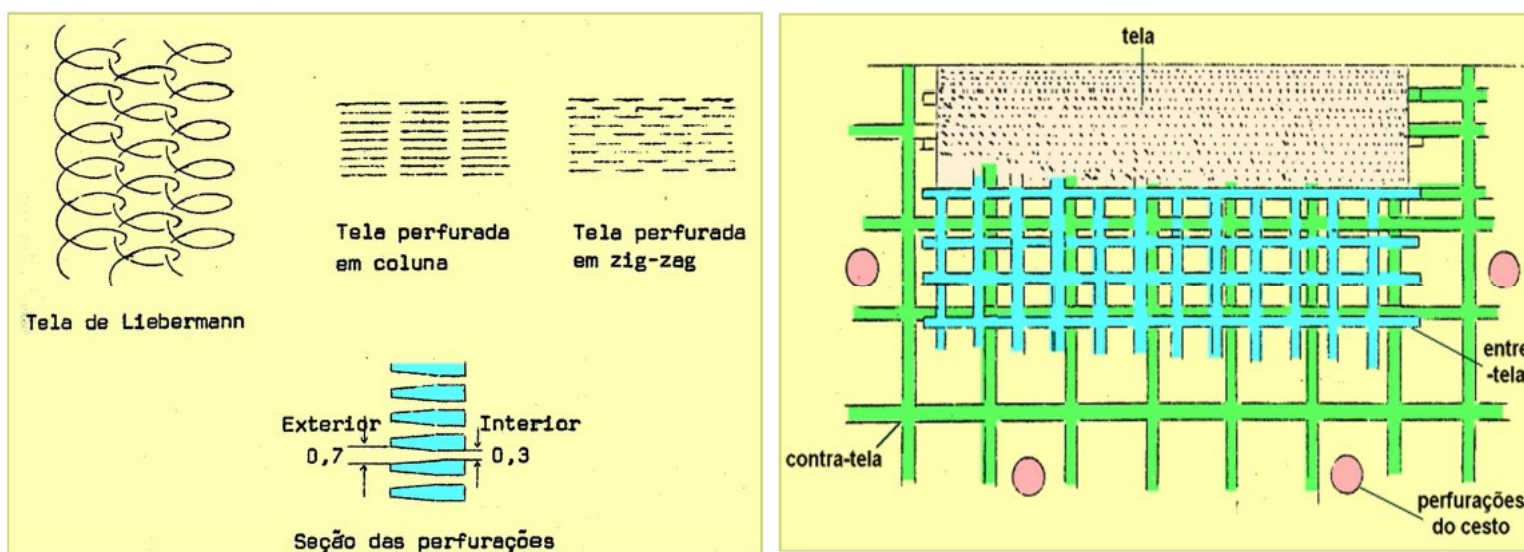
Constituição
equipamento

{
 mecânico
 pneumático
 elétrico

Descrição: centrífuga Weston



Detalhe das telas:



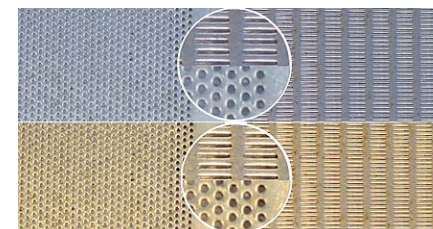
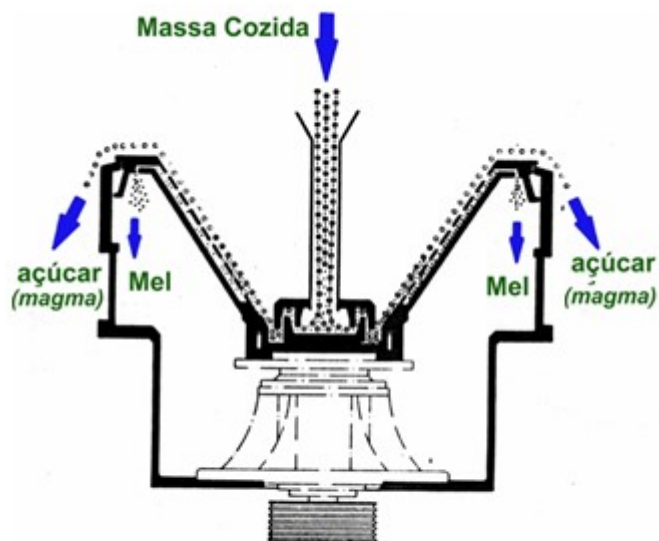
- Tela {
- arame trançado em espiral - topo fixo bem menor
 - chapa perfurada {
 - o circular
 - o retangular



Centrifugação da massa cozida

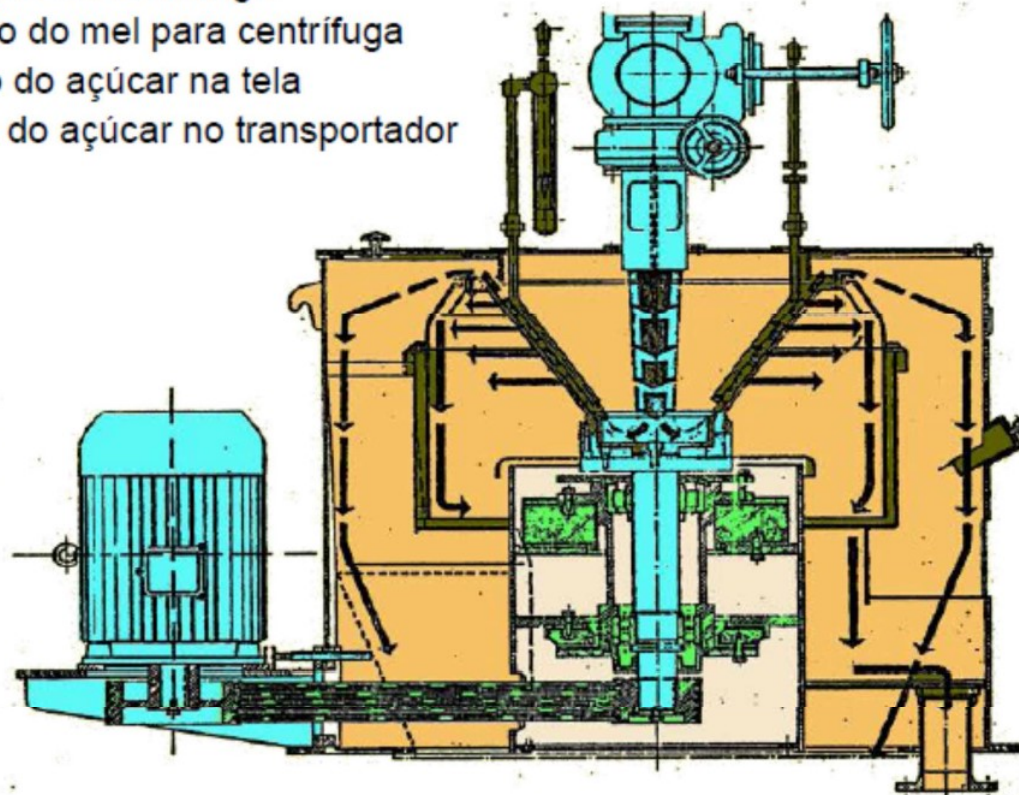


Centrifugas de magma (massa B)



3.2. ESQUEMA DE OPERAÇÃO

- reaquecimento da massa $\approx 50^{\circ}\text{C}$
- alimentação da centrifuga
- separação do mel para centrifuga
- ascensão do açúcar na tela
- descarga do açúcar no transportador



Detalhes da centrífuga e do cesto da centrífuga

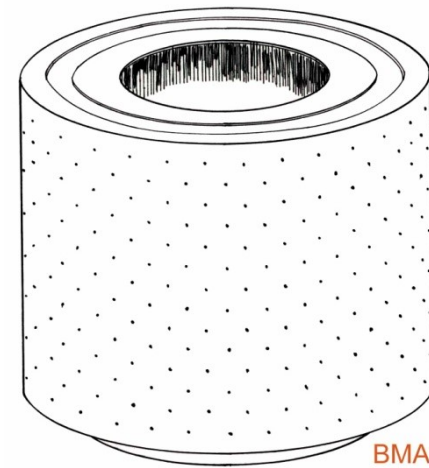
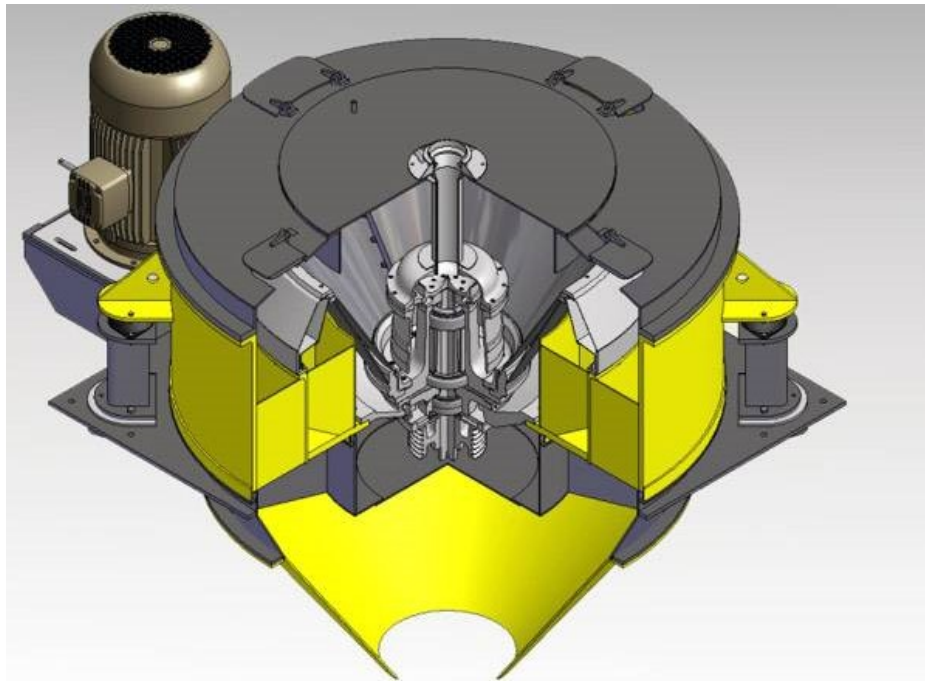
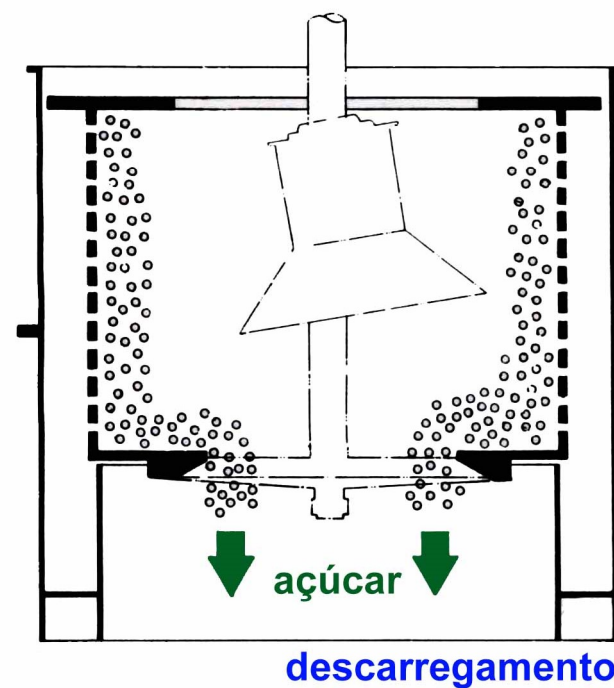
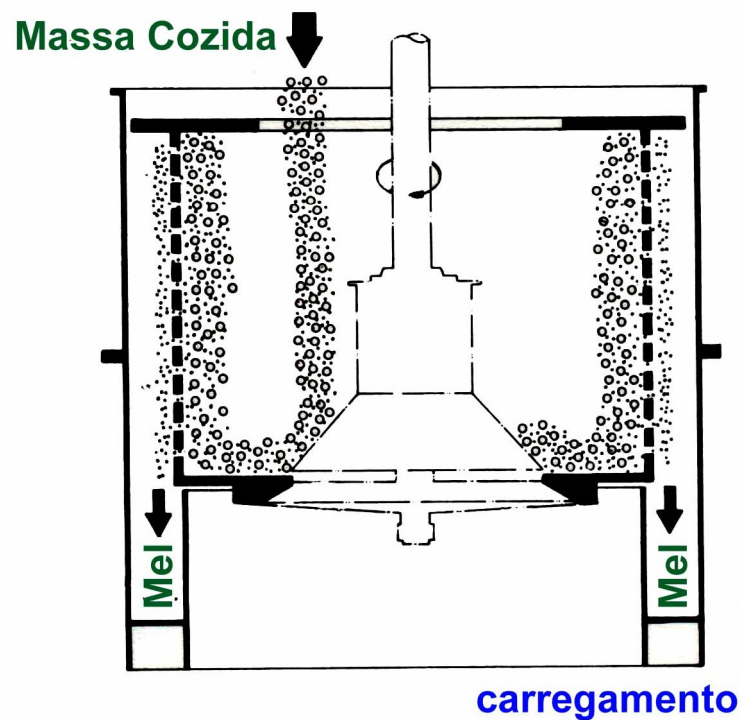


Ilustração da operação de centrifugação



c) Condutor de açúcar

Tipo {
 ✓ calha oscilante
 ✓ esteira de borracha

Descarga de açúcar da centrífuga



componentes condutor {
 Mesa retangular
 Barra de sustentação
 Motor ligado a excêntrico

Condutor de açúcar sob a centrífuga



D) Caixa de méis

Tipo {
 ✓ mel pobre
 ✓ mel rico

Caixas retangulares com bombas de recalque para depósitos de méis, localizada atrás dos cozedores.



Secagem do Açúcar



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

{ Sem condição de ensacamento e armazenamento

FATORES NA QUALIDADE DO AÇÚCAR

Açúcar cristal permanece por longo período de tempo.

- ❖ POL/Umidade; —————> Determina o potencial de resistência ou não à ação de m.o.
- ❖ Temperatura; —————> Influencia a % de decomposição e susceptibilidade ao empedramento.
- ❖ Umidade relativa. —————> Influencia a decomposição e susceptibilidade ao empedramento.

TIPOS DE SECADORES DE AÇÚCAR

Classificação
(tipos) { Horizontais
Verticais

(A) SECADORES HORIZONTAIS

Partes (secadores)

- a) tambor rotativo inclinado gira sobre mancais. Duas partes { secagem
resfriamento
- b) exaustor
- c) separador de pó

Açúcar bruto

Umidade relativa = 0,5-2,0%

↓ Secador

Umidade relativa = 0,1-0,2%

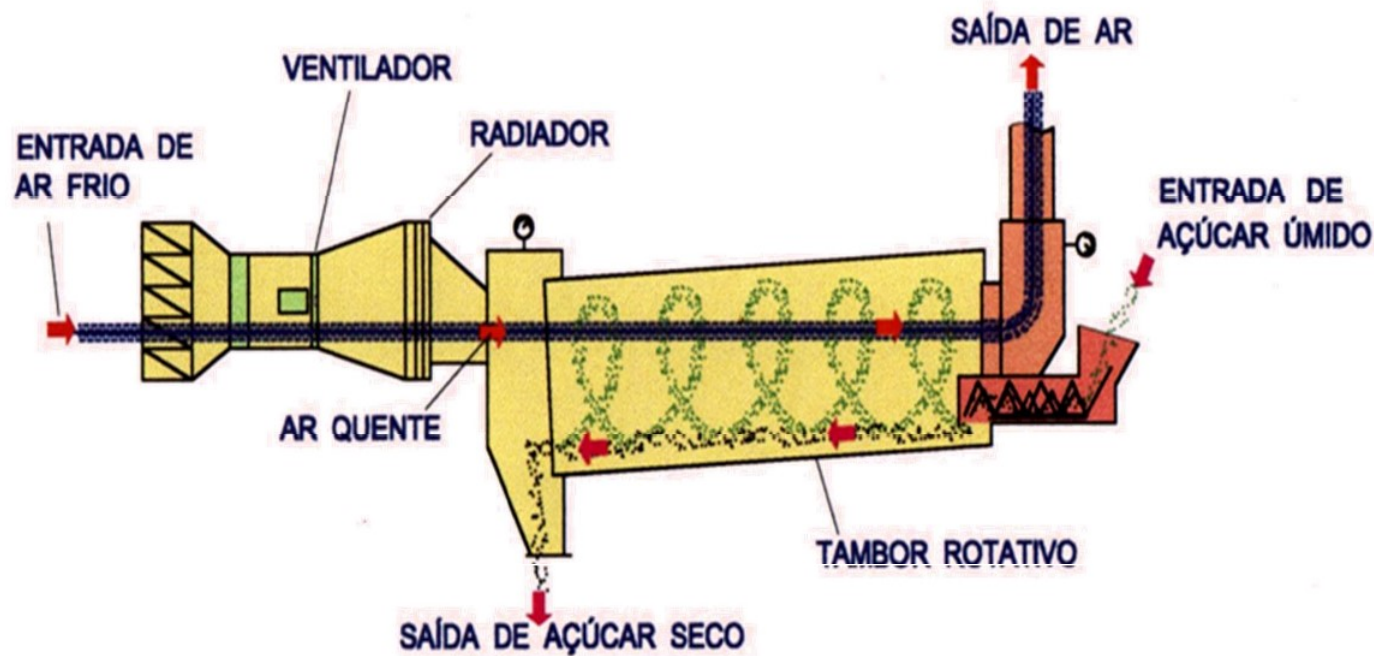
Açúcar branco

Umidade relativa = 0,5-2,0%

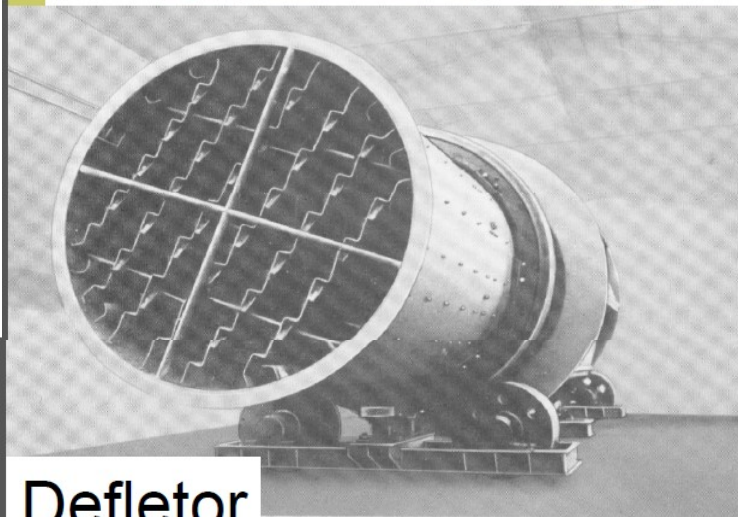
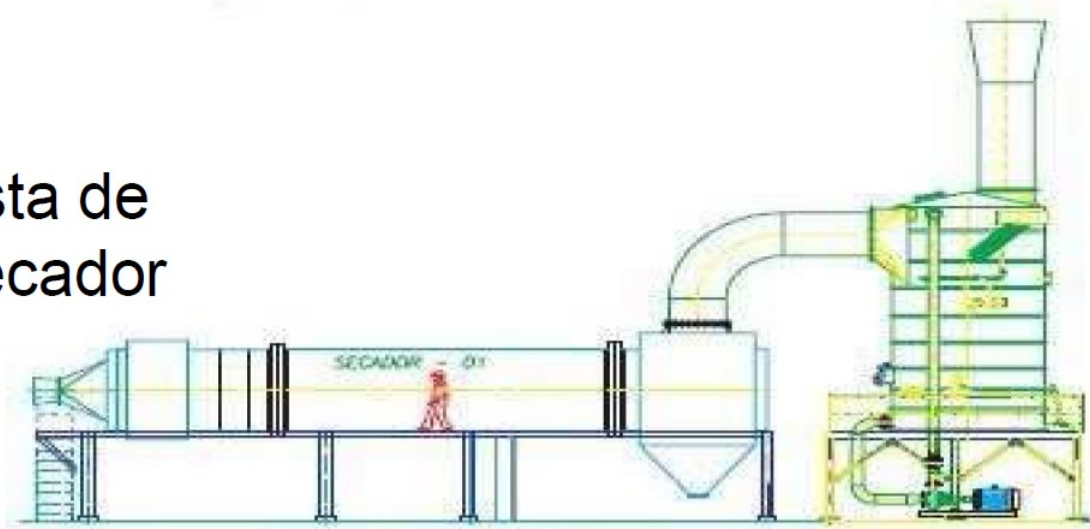
↓ Secador

Umidade relativa = 0,04-0,07%

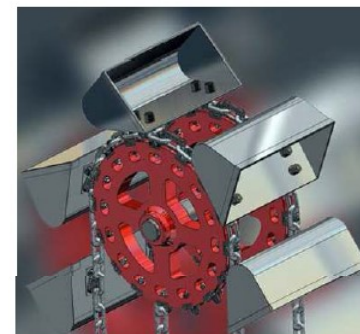
SECADOR HORIZONTAL DE AÇÚCAR



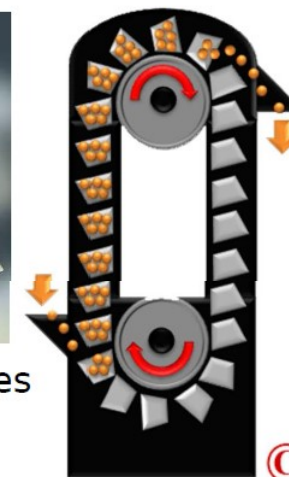
Vista de
secador



Defletor



Elevadores





Secagem do Açúcar



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



Armazém de açúcar



Armazenamento do Açúcar



CUIDADOS GERAIS NO ARMAZENAMENTO DO AÇÚCAR (A GRANEL/ ENSACADO):

- ❖ Vedação do piso, parede e teto;
- ❖ Cobertura (teto) com material com bom coeficiente isolante térmico e elevado índice de reflexão;
- ❖ Circulação de ar: portas fechadas. $UR_e \sim 65\%$ (Sacas: inclinação de 20°);
- ❖ As pilhas de açúcar devem ser feitas sobre estrados de madeira, papel betumado ou lona plástica;



Armazenamento do Açúcar



CUIDADOS GERAIS NO ARMAZENAMENTO DO AÇÚCAR (A GRANEL/ ENSACADO):

- ❖ As pilhas devem ser compactas e o mais próximas possíveis (diminuir a superfície de exposição em relação ao volume);
- ❖ Pilhas devem ser cobertas com material betumado ou lona plástica;
- ❖ A granel: ângulo de talude 33-36° quando seco, açúcar úmido até 53°.



Armazenamento do Açúcar





Armazenamento do Açúcar





Armazenamento do Açúcar

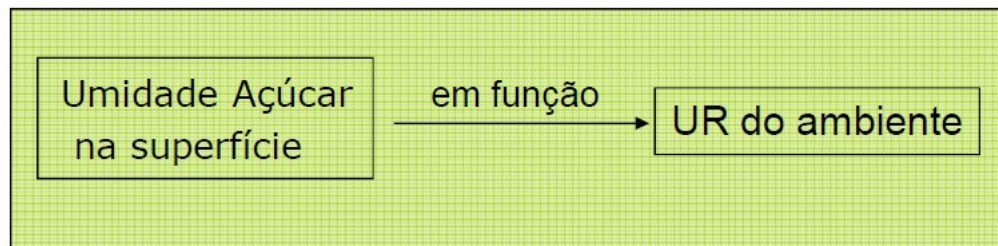


EMPEDRAMENTO DO AÇÚCAR

Depende umidade, temperatura de ensacamento e condições de tempo de armazenamento.

Temperatura do açúcar < 43°C
Umidade Atmosférica ~ 65%

AGLOMERAÇÃO E DISSOLUÇÃO DE CRISTAIS



PESAGEM DO AÇÚCAR

controle do açúcar seco em armazenamento
(granel)

3 depósitos (balanças)

- ✓ **superior:** recebe o açúcar;
- ✓ **intermediário:** faz a pesagem;
- ✓ **inferior:** recebe o açúcar pesado e alimenta o sistema de transporte.

balanças automáticas ou comuns
(até 200kg)

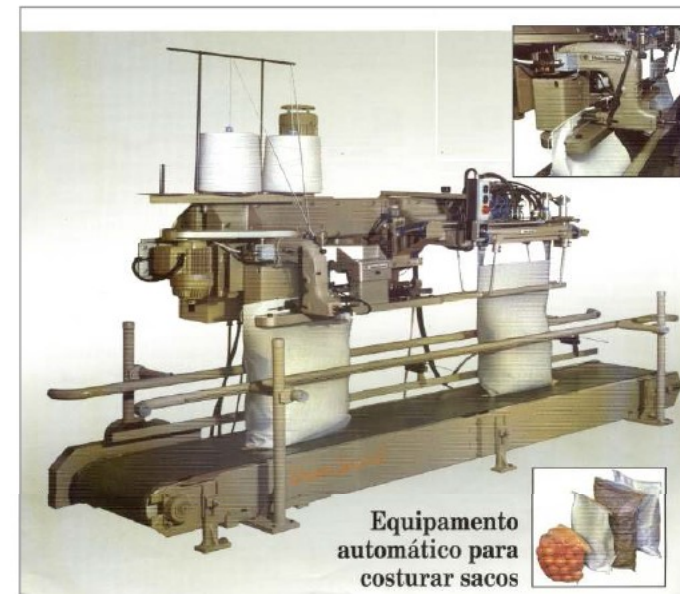


ENSACAMENTO DO AÇÚCAR

Manejo e acondicionamento
de açúcar

Tendências:

- A granel
- Containers ou big-bag (900 a 1200kg)
- Sacos (50kg)



TIPOS DE AÇÚCAR





Especificação de açúcar



Características	Unidade		TIPO DE AÇÚCAR											
			Tipo 1	Tipo 2 A	Tipo 2 B	Tipo 2 C	Tipo 2 D	Tipo 2G	Tipo 3 A	Tipo 3 B	Tipo 4	VVHP	VVHPC	VHP
Cor ICUMSA	UI	máx.	100	150	150	150	150	150	180	250	400	450	450	1200
Resíduos Insolúveis (comparativo)	1 a 10	máx.	5	5	9	5	-	4	9	-	-	-	-	-
Pontos Pretos	n° / 100g	máx.	7	7	15	12	-	7	15	30	-	-	-	-
Partículas Magnetizáveis	mg / kg	máx.	2	1	3	5	-	1	5	10	-	-	-	-
Polarização	°Z	-	≥ 99,80	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,7	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,50	≥ 99,50	≥ 99,60	≥ 99,60	99,00 a 99,49
Umidade	%	máx.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15
Cinzas	%	máx.	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	0,10	0,10	0,12	0,10	0,15
Sulfito	mg / kg	máx.	10	10	10	15	-	10	15	20	20	<1 ⁽¹⁾	<1 ⁽¹⁾	-
Dextrana	mg / kg	máx.	-	100	-	-	-	100	150	-	-	80	50	-
Amido	mg / kg	máx.	-	180	-	-	-	180	180	-	-	80	50	-
Turbidez	NTU	máx.	-	20	-	20	-	20	20	-	-	-	20	-
Floco Alcoólico	Abs. 420	máx.	-	-	-	0,120	-	-	-	-	-	-	-	-
Granulometria	AM em mm	-	-	0,5 a 0,8	0,5 a 0,8	-	-	< 0,6	0,5 a 0,8	-	-	-	-	-
	CV em %	máx.	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-
	% passante # 70	máx.	-	-	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos Insolúveis (gravimétrico)	mg / kg	máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	20	-
Aparência	-	-	Cristal branco, sem empedramento									-	-	-
Sabor	-	-	Doce característico									-	-	-
Odor	-	-	Característico, sem odor desagradável									-	-	-



Açúcar refinado amorfo



AÇÚCAR AMORFO

INTRODUÇÃO
PRODUÇÃO

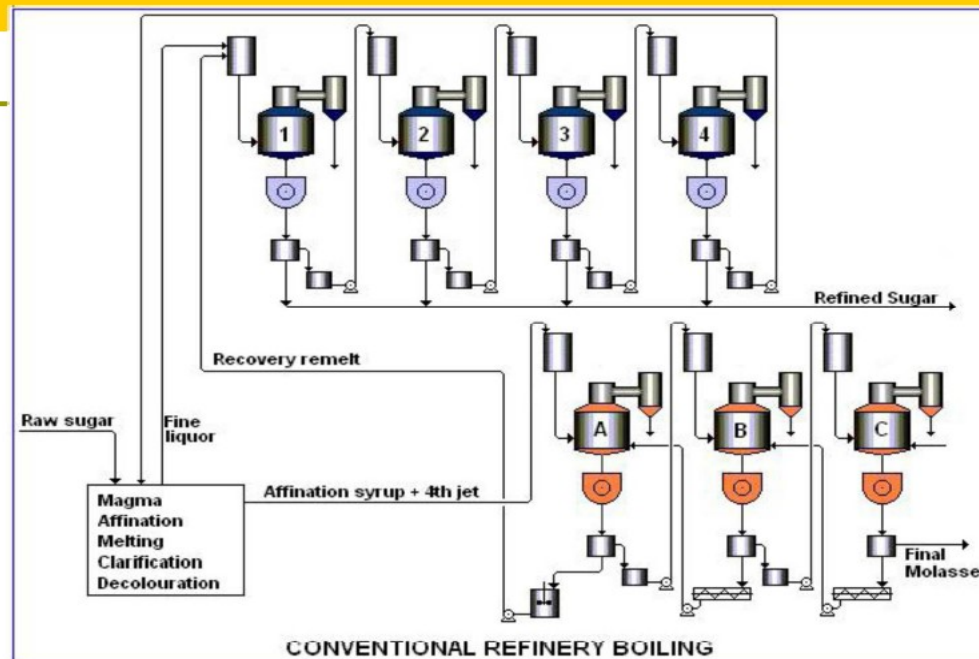


Açúcar refinado amorfo

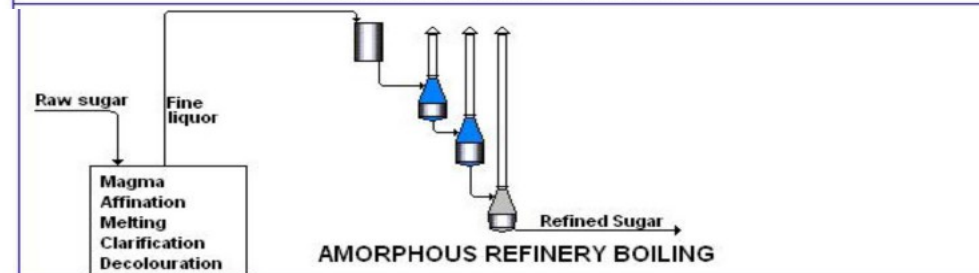


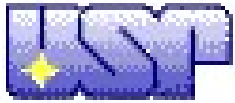
Comparison between conventional and amorphous boilings

Refinaria convencional

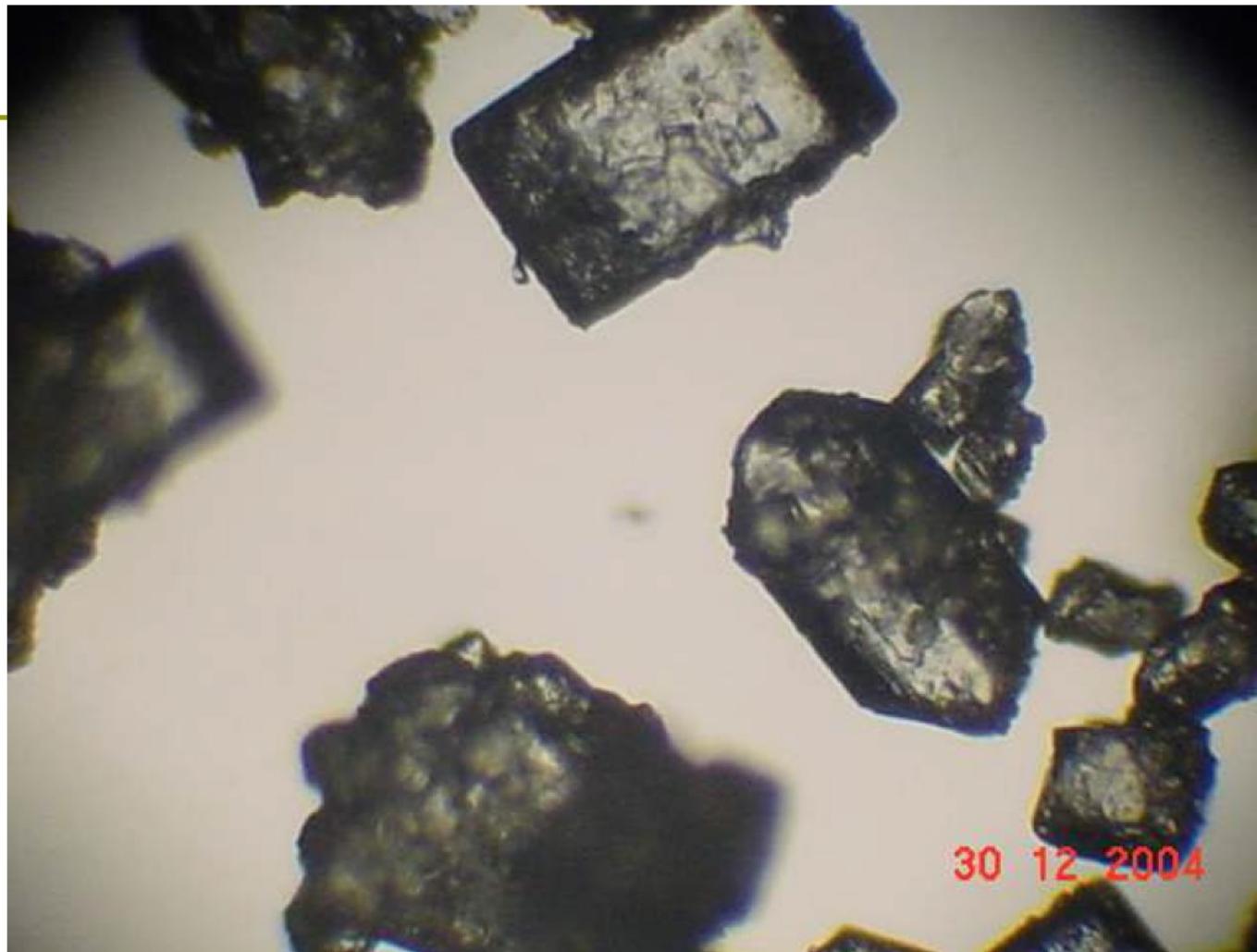


Refinaria amorfo

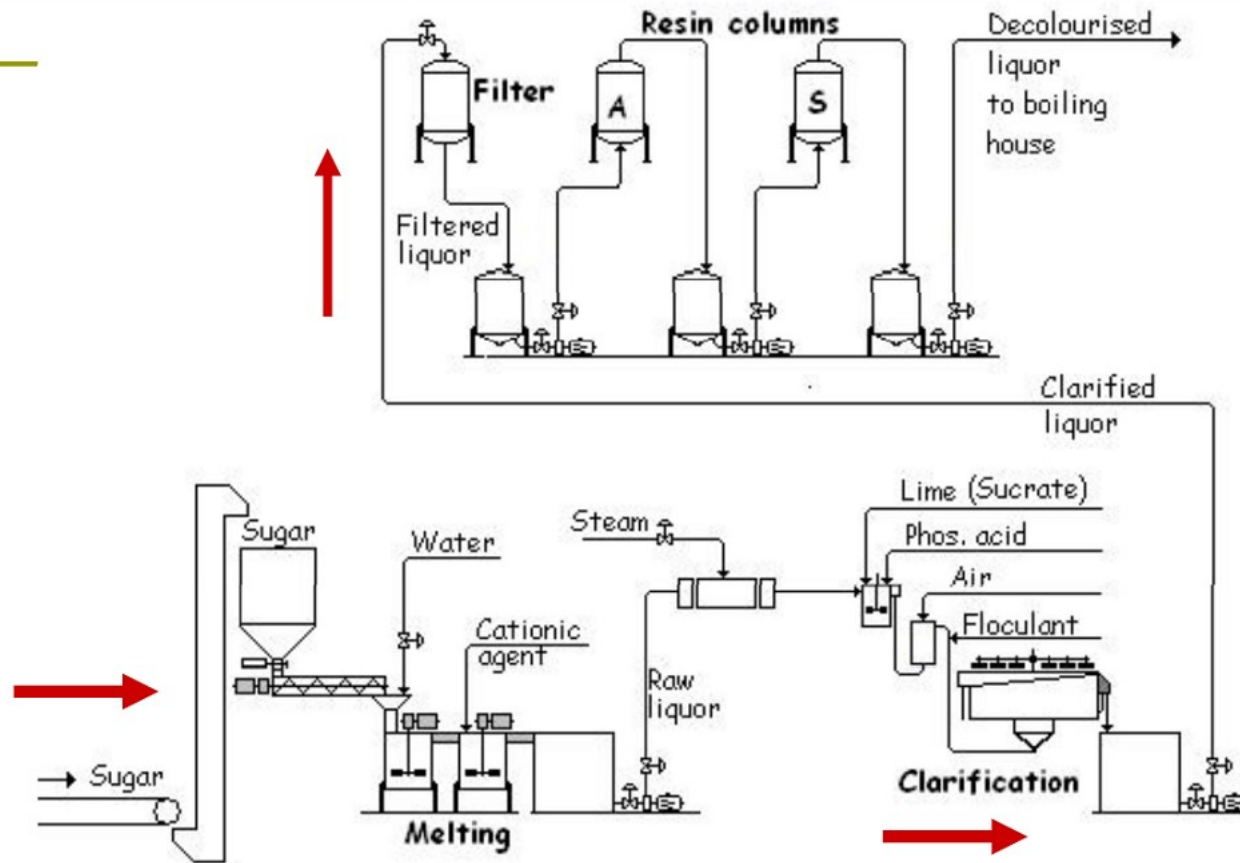




Açúcar refinado amorfo



Preparo e tratamento do xarope

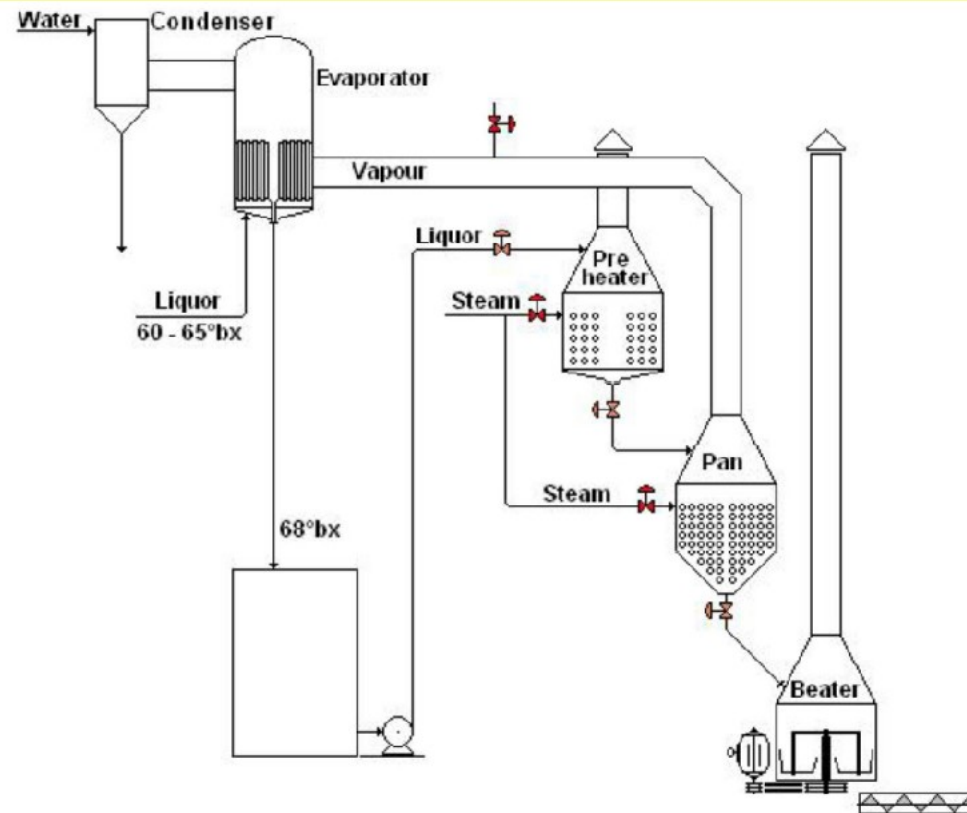




Açúcar refinado amorfo



Basic flow with vacuum pan and evaporator



Pre- heater and concentrator

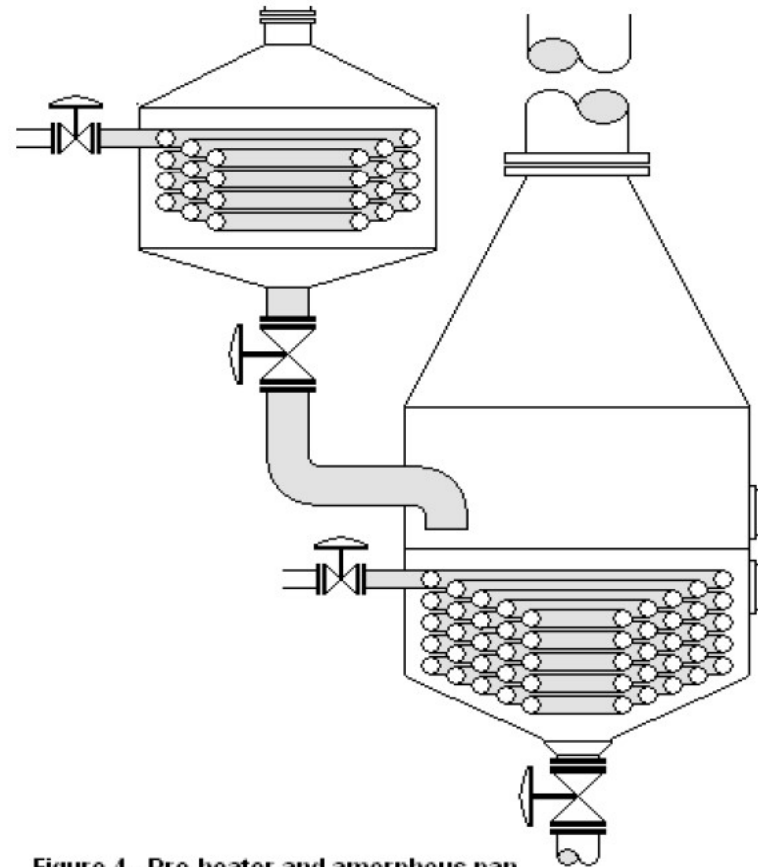


Figure 4 - Pre-heater and amorphous pan



Açúcar refinado amorfo



Pan – (Concentrator 250T/day)





Açúcar refinado amorfo



2 Pans (500 tons/day)





Açúcar refinado amorfo



Beater





Açúcar refinado amorfo



Beater – (Interior)





Açúcar refinado amorfo



Beater with sugar - 1





Açúcar refinado amorfo



Beater with sugar - 2





Açúcar refinado amorfo



Dryer with sugar - 1





Açúcar refinado amorfo



VANTAGENS

- ❑ Menos equipamentos
- ❑ Equipamentos menores
- ❑ Baixo consumo de vapor ($\sim 0,5$ kg/kg sugar)
- ❑ Baixo consumo de energia elétrica
- ❑ Menos trabalhoso
- ❑ Automação barata
- ❑ Sem melaço
- ❑ Sem bombas
- ❑ Sem tubulações
- ❑ Sem tanques de estocagem
- ❑ Somente um grau de açúcar



Açúcar refinado amorfo



DESVANTAGENS

- ❑ Cor do açúcar = cor do xarope
- ❑ Para ter cristais livres, a %AR não deve ser maior que 0,4%.



Considerações finais



As principais operações finais do processo de produção de açúcar são: cristalização, centrifugação, secagem e armazenamento;

Os principais tipos de açúcares produzidos no Brasil são açúcar cristal branco, açúcar VVHP, Açúcar VHP e açúcar refinado (amorfo ou cristalizado).