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

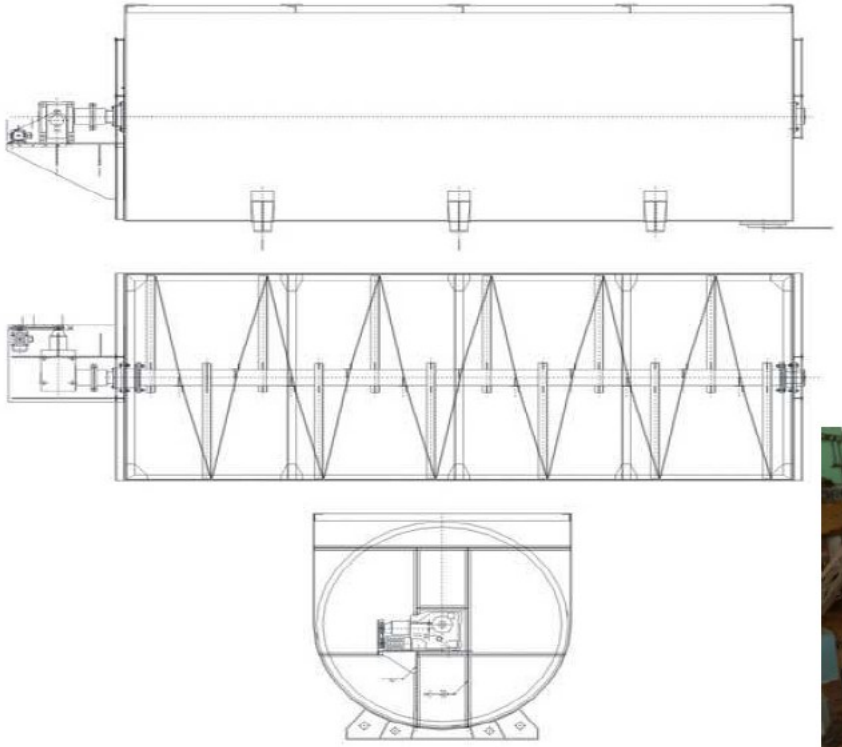
Prof. Antonio Sampaio Baptista

Introdução

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

Introdução

Cristalização



Introdução

Centrifugação da massa cozida

CENTRÍFUGAS DE FLUXO INTERMITENTE

Descrição:

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

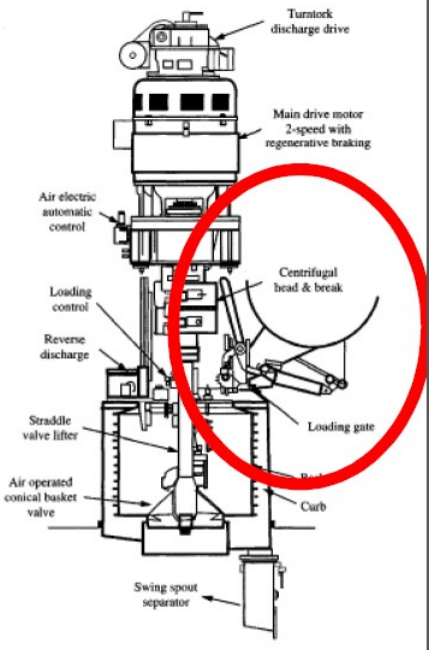


Figure 6.7 A typical batch centrifuge. (This material is used by permission of John Wiley & Sons Inc.)

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

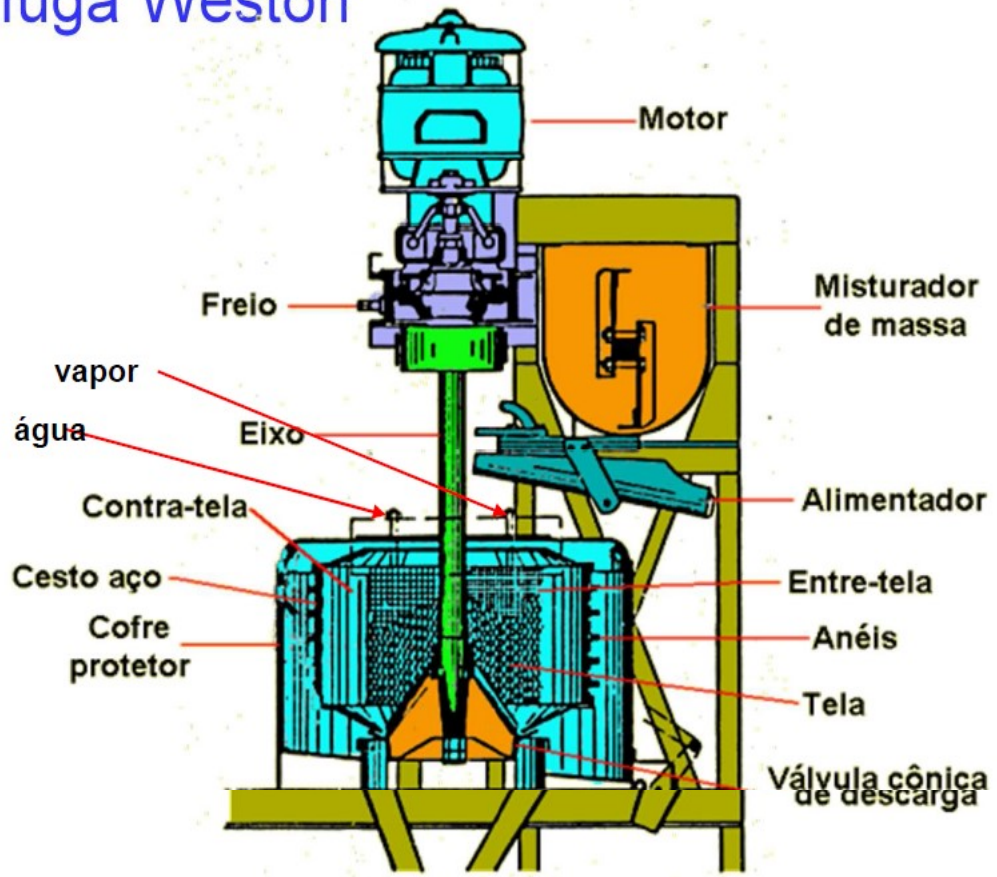
Aquecimento
- água
- vapor

Centrifugação da massa cozida

b) Centrífuga

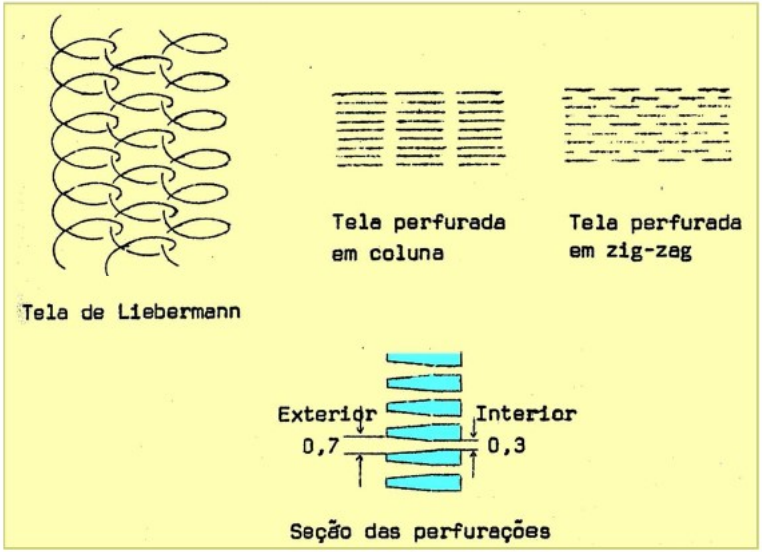
Constituição
equipamento
- mecânico
- pneumático
- elétrico

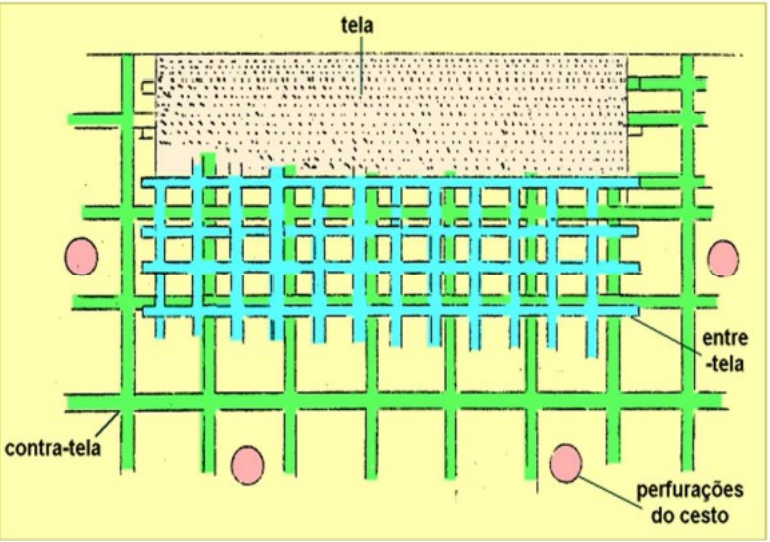
Descrição: centrífuga Weston



Centrifugação da massa cozida

Detalhe das telas:

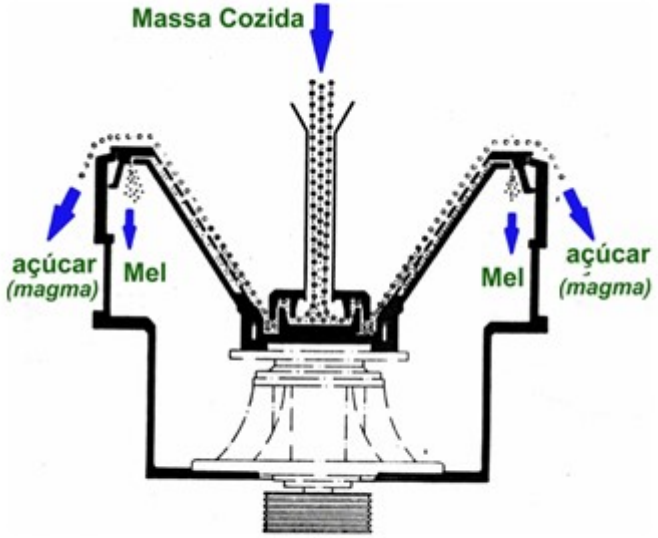


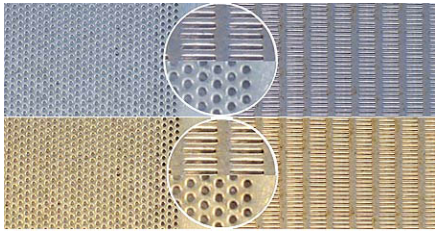


Tela
- arame trançado em espiral - topo fixo bem menor
- chapa perfurada
  - circular
  - retangular

Centrifugação da massa cozida

Centrifugas de magma (massa B)

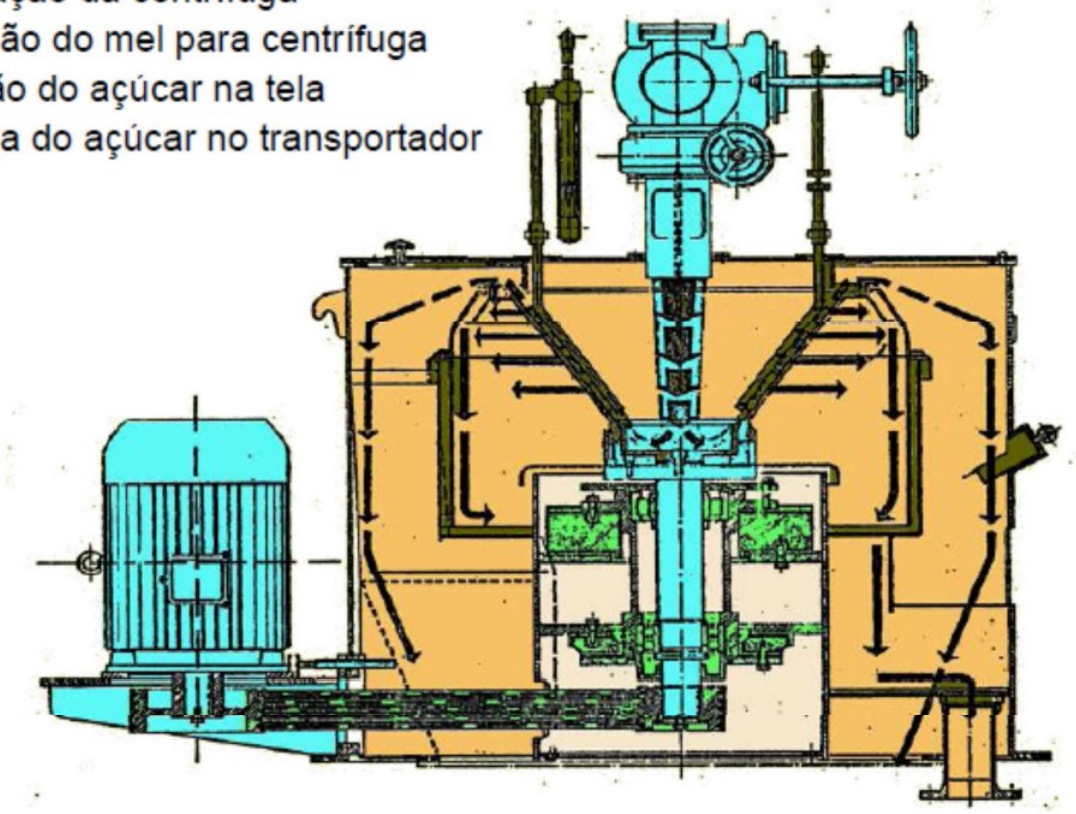




Centrifugação da massa cozida

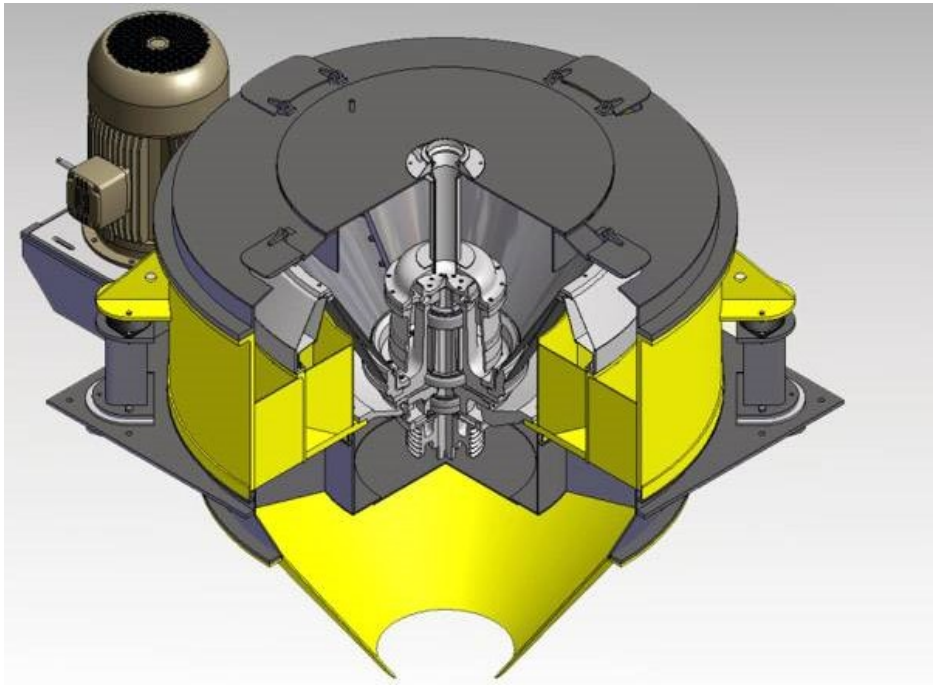
3.2. ESQUEMA DE OPERAÇÃO

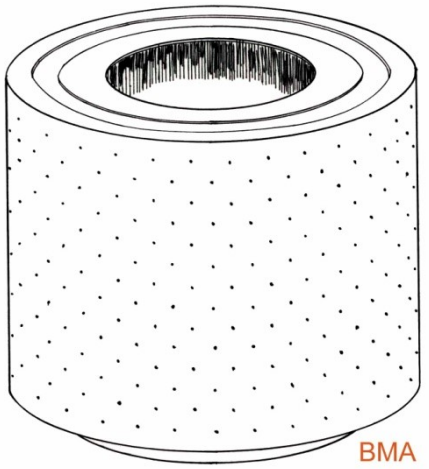
- reaquecimento da massa ≈ 50ºC
- alimentação da centrífuga
- separação do mel para centrífuga
- ascensão do açúcar na tela
- descarga do açúcar no transportador



Centrifugação da massa cozida

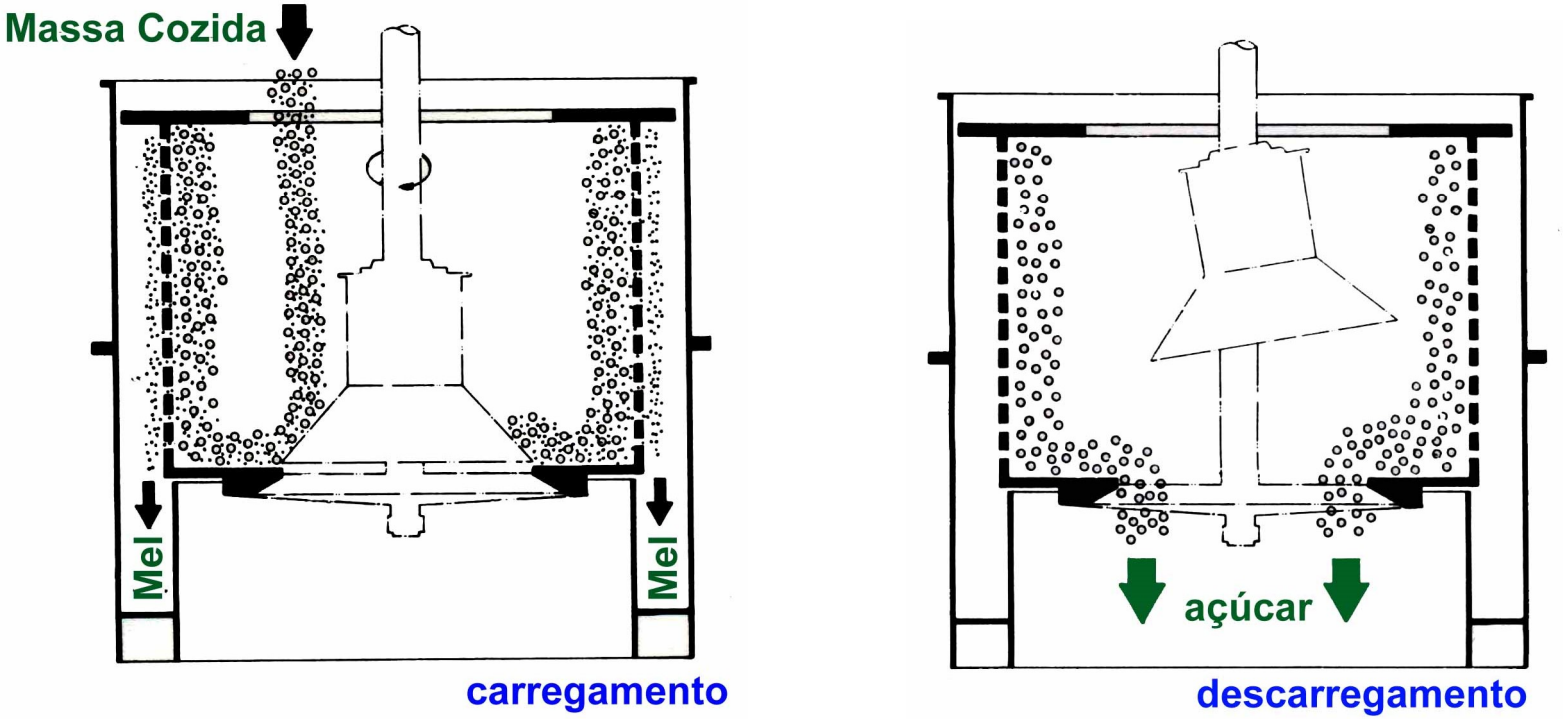
Detalhes da centrifuga e do cesto da centrifuga





Centrifugação da massa cozida

Ilustração da operação de centrifugação



Centrifugação da massa cozida

c) Condutor de açúcar

Tipo
- ✓ calha oscilante
- ✓ esteira de borracha

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

Descarga de açúcar da centrífuga

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 (50-60ºC)
} Sem condição de ensacamento e armazenamento

Secagem e resfriamento

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.

Secagem do Açúcar

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

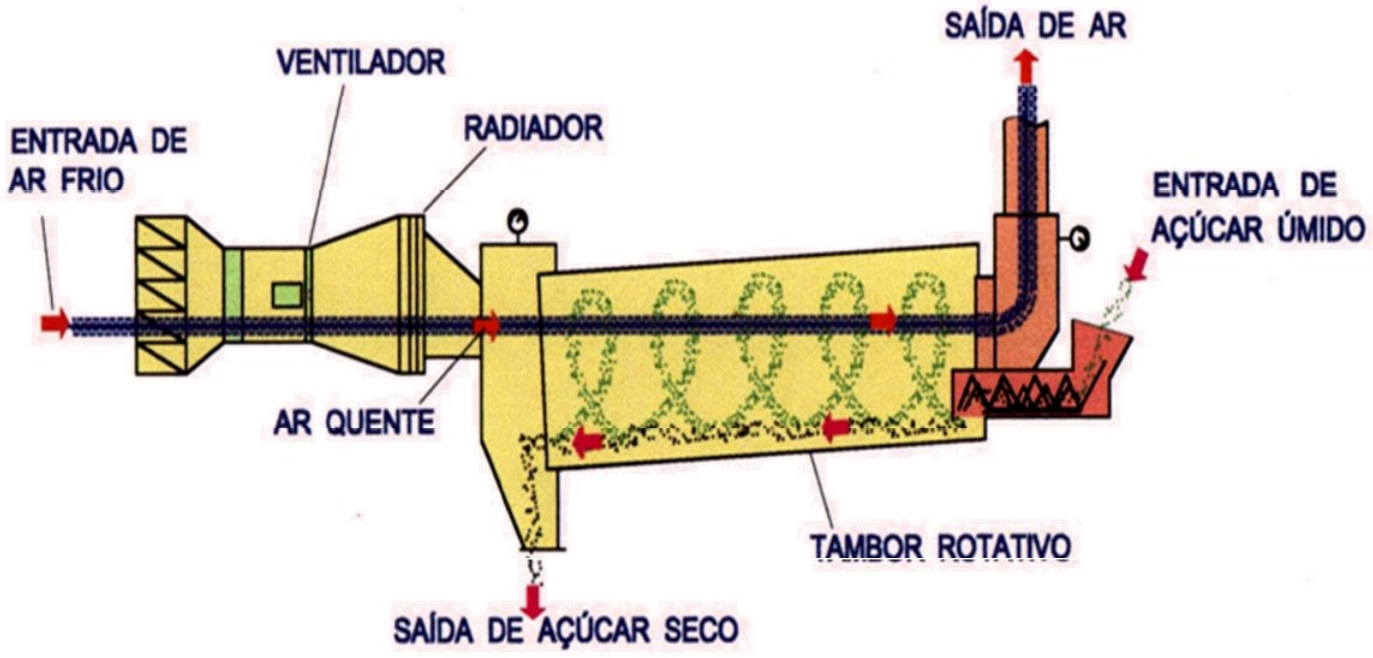
Umidade relativa = 0,5-2,0%

↓ Secador

Umidade relativa = 0,04-0,07%

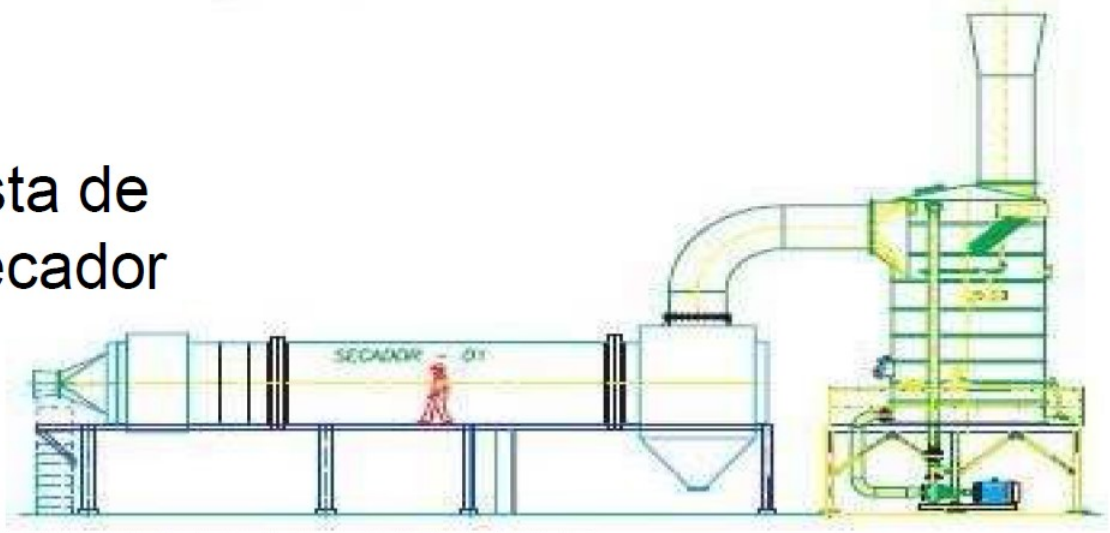
Secagem do Açúcar

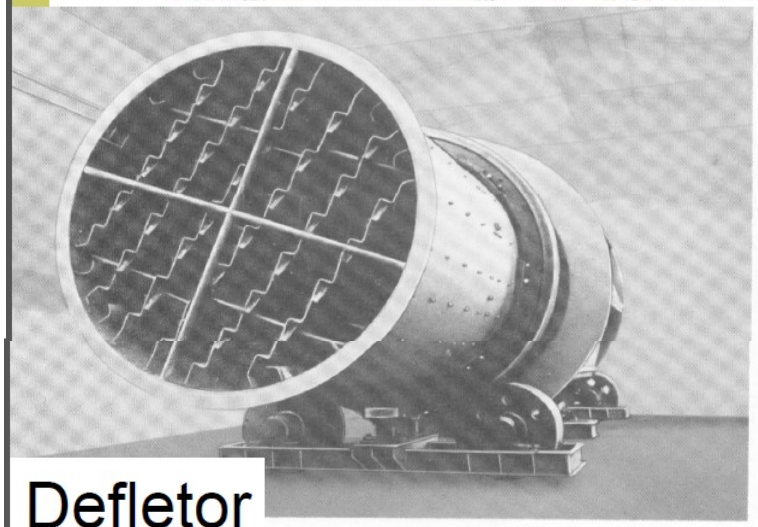
SECADOR HORIZONTAL DE AÇÚCAR



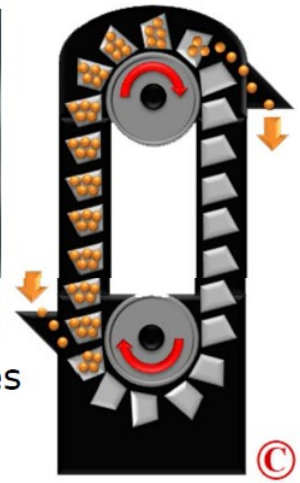
Secagem do Açúcar

Vista de secador





Defletor



Elevadores

©

Secagem do Açúcar

Armazenamento 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. URe ~ 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

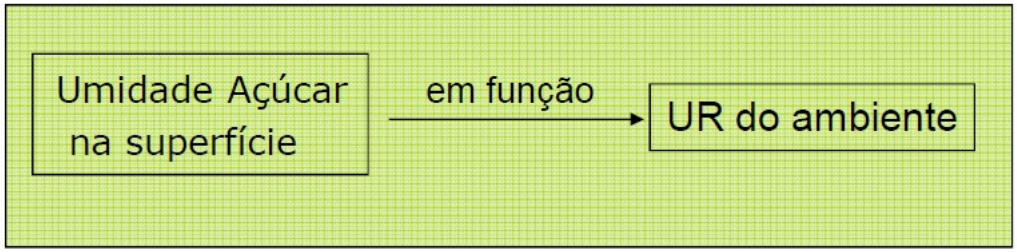
Armazenamento do Açúcar

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



Armazenamento do Açúcar

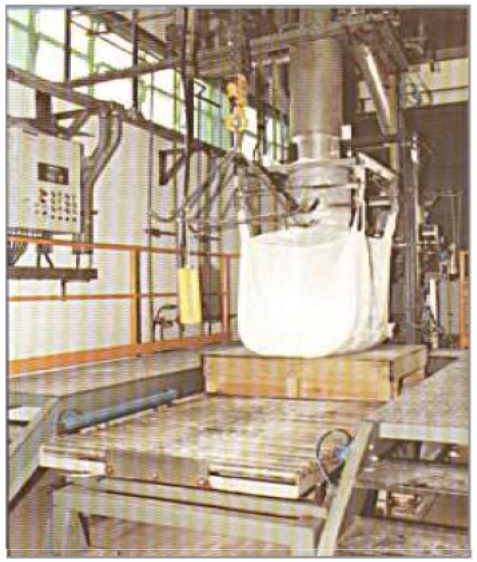
PESAGEM DO AÇÚCAR

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 →

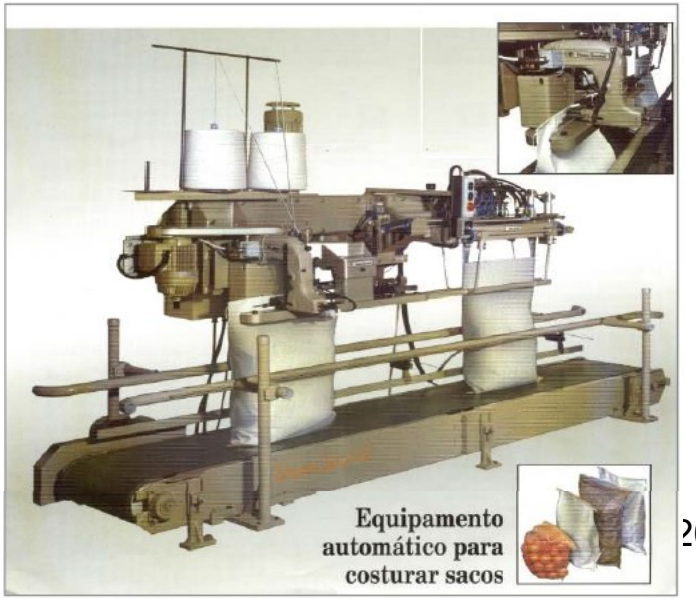
Tendências:

A granel

Containers ou big-bag (900 a 1200kg)

Sacos (50kg)

Armazenamento do Açúcar



TIPOS DE AÇÚCAR

Armazenamento do Açúcar

Especificação de açúcar - 08/09

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^0 / 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									-	-	-

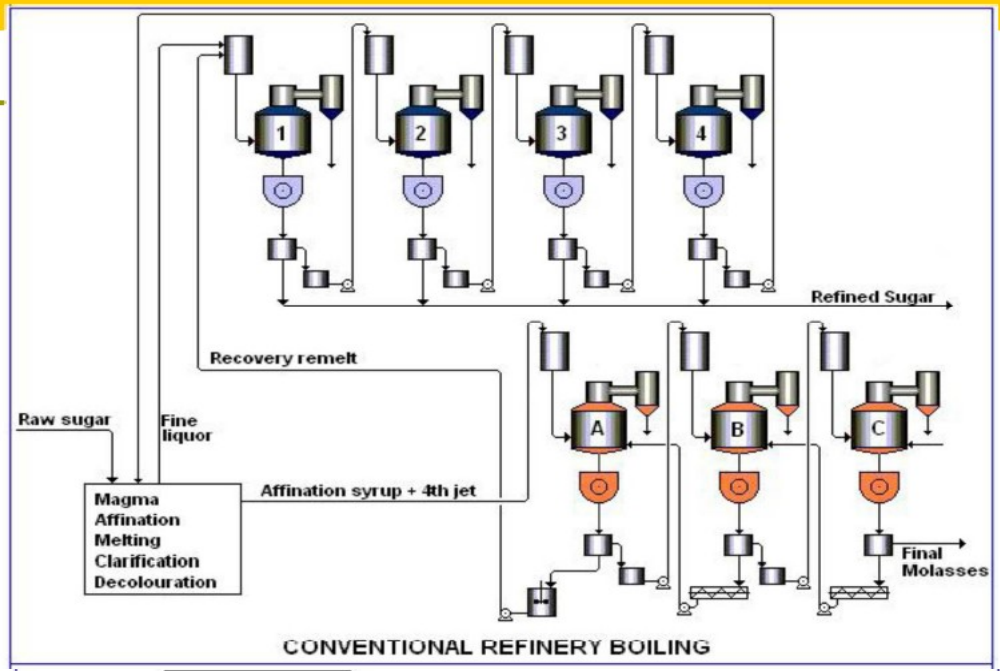
AÇÚCAR AMORFO

INTRODUÇÃO
PRODUÇÃO

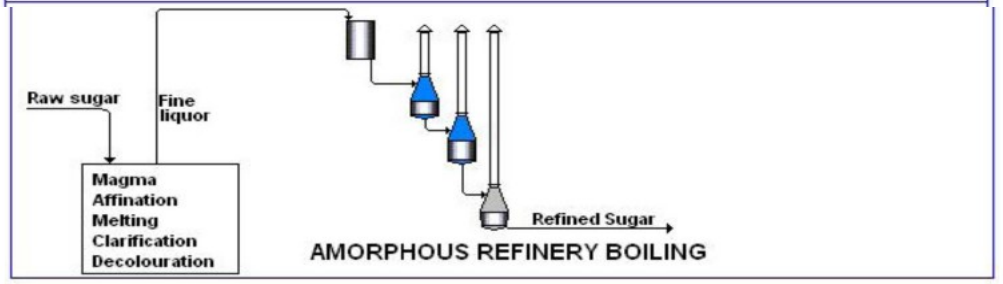
Açúcar refinado amorfo

Comparison between conventional and amorphous boilings

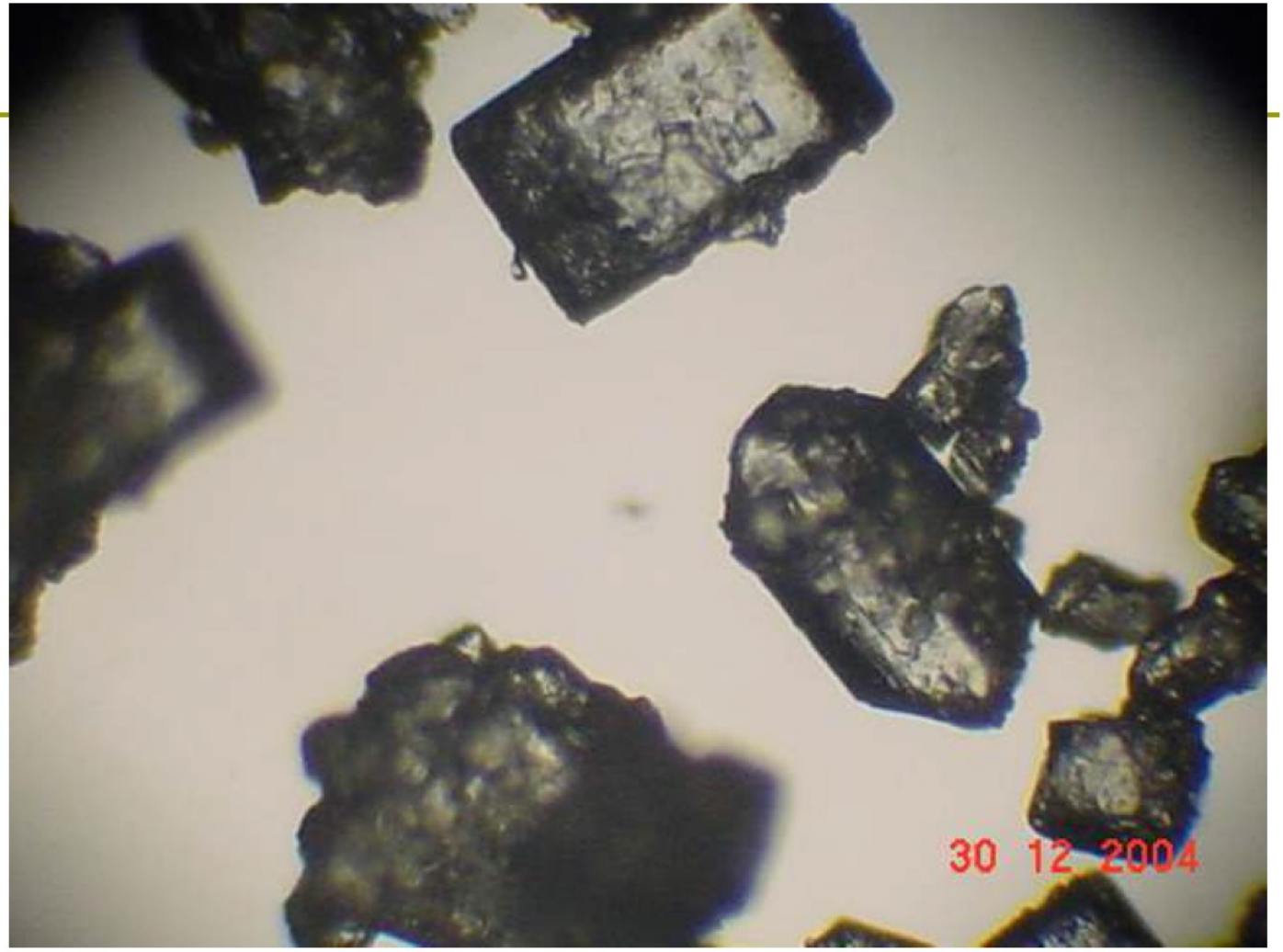
Refinaria convencional



Refinaria amorfo

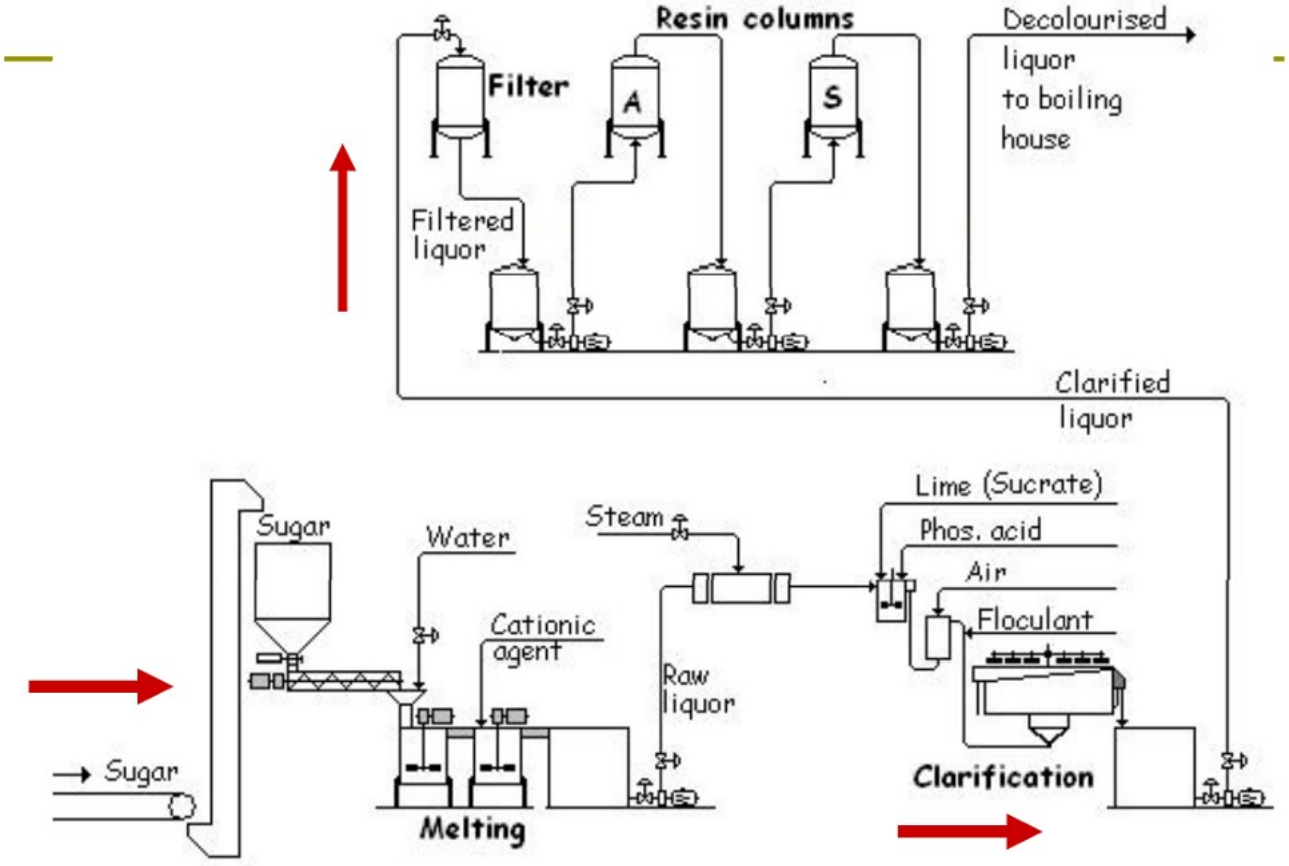


Açúcar refinado amorfo



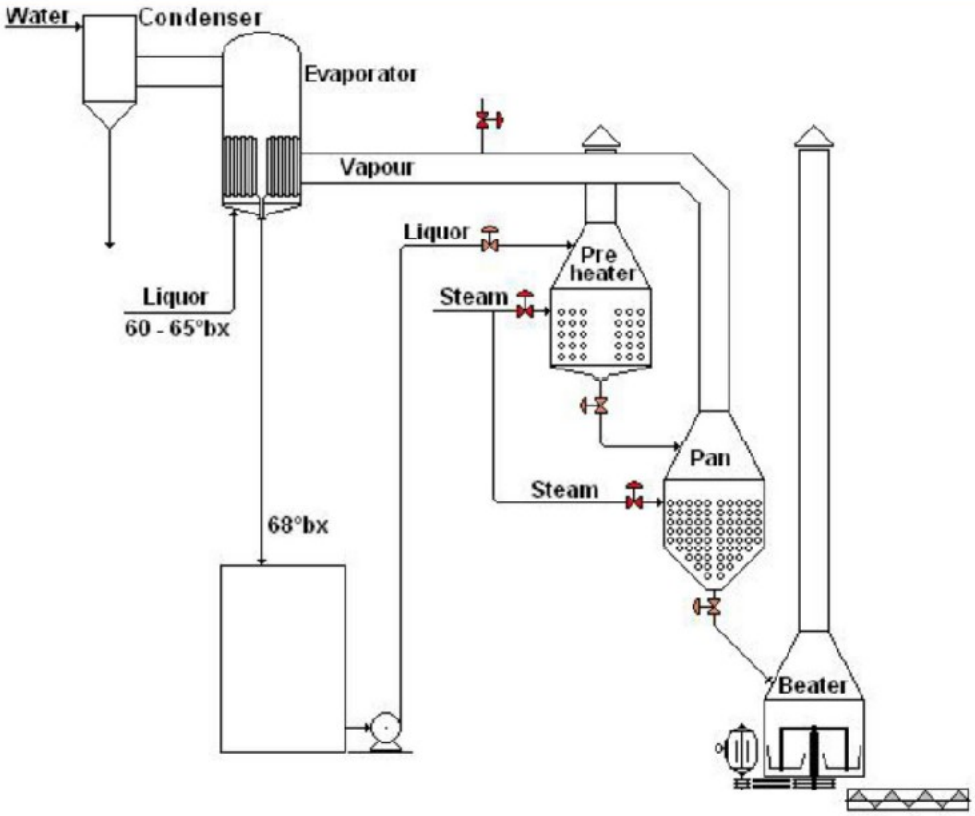
Açúcar refinado amorfo

Preparo e tratamento do xarope



Açúcar refinado amorfo

Basic flow with vacuum pan and evaporator



Açúcar refinado amorfo

Pre- heater and concentrator

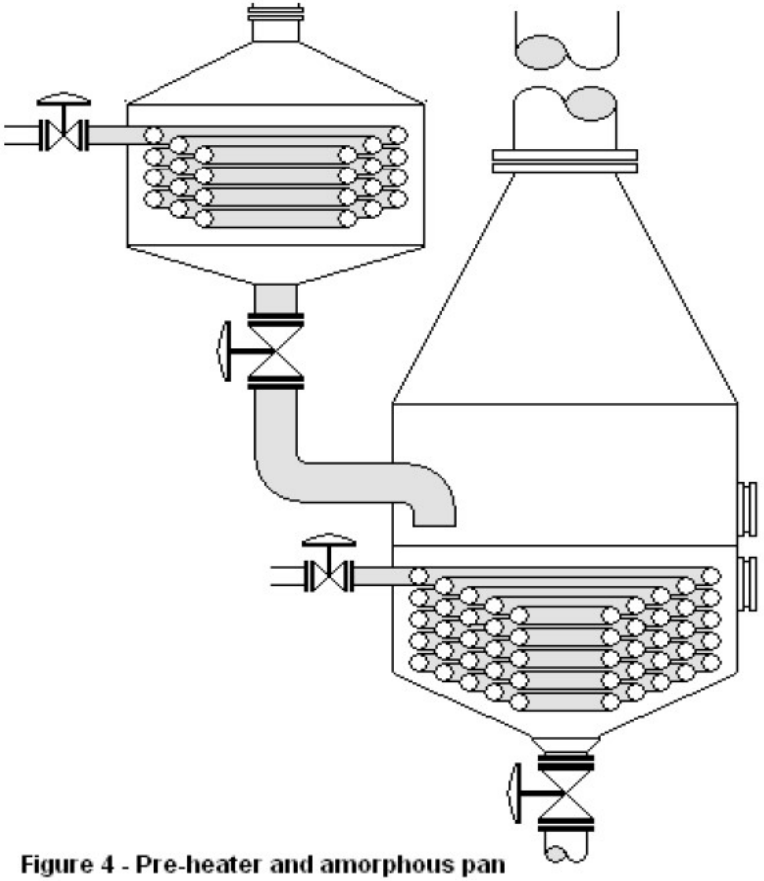


Figure 4 - Pre-heater and amorphous pan

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 (~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).