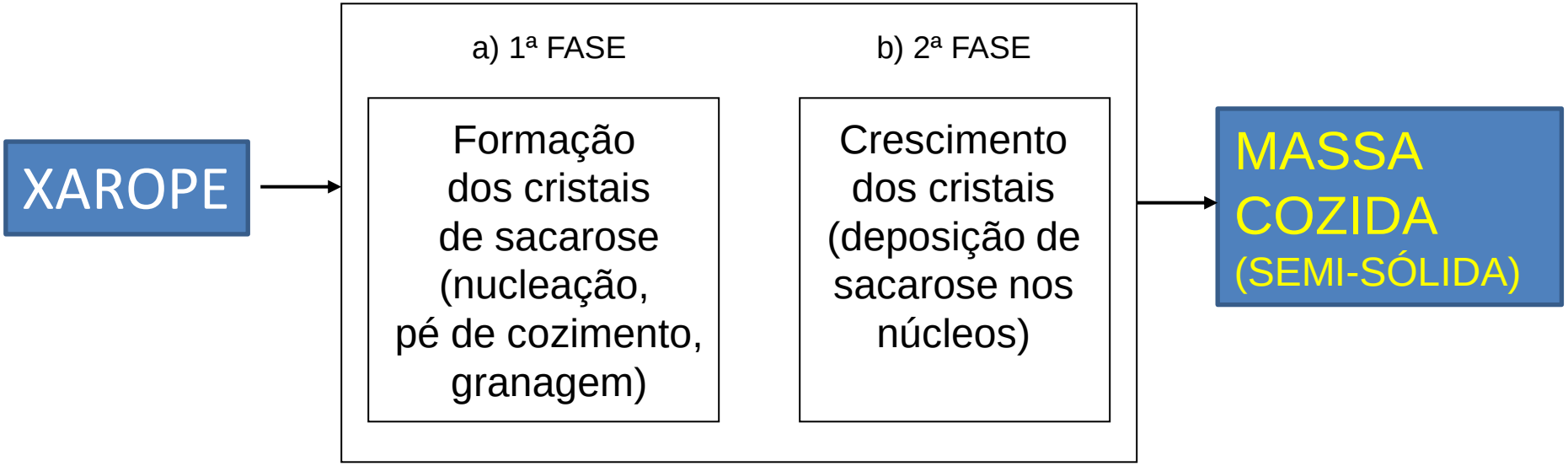
Cozimento, Centrifugação, Operações finais

ESALQ/ USP

Prof. Sandra H da Cruz

7. CONCENTRAÇÃO DO CALDO

7.2 COZIMENTO E CRISTALIZAÇAO DO XAROPE



<u>Aparelho simples-efeito:</u>

Duas fases de cozimento

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

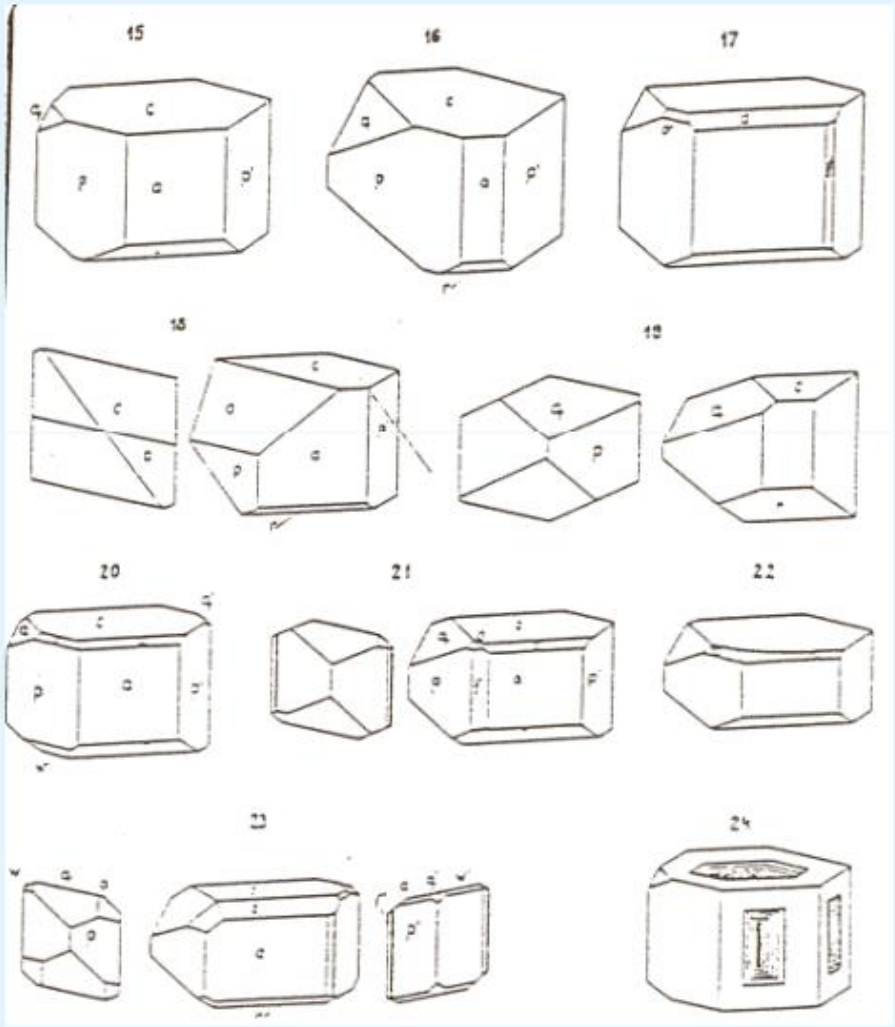
b) Fase final - crescimento de cristais

Sacarose cristaliza - sistema monoclínico

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

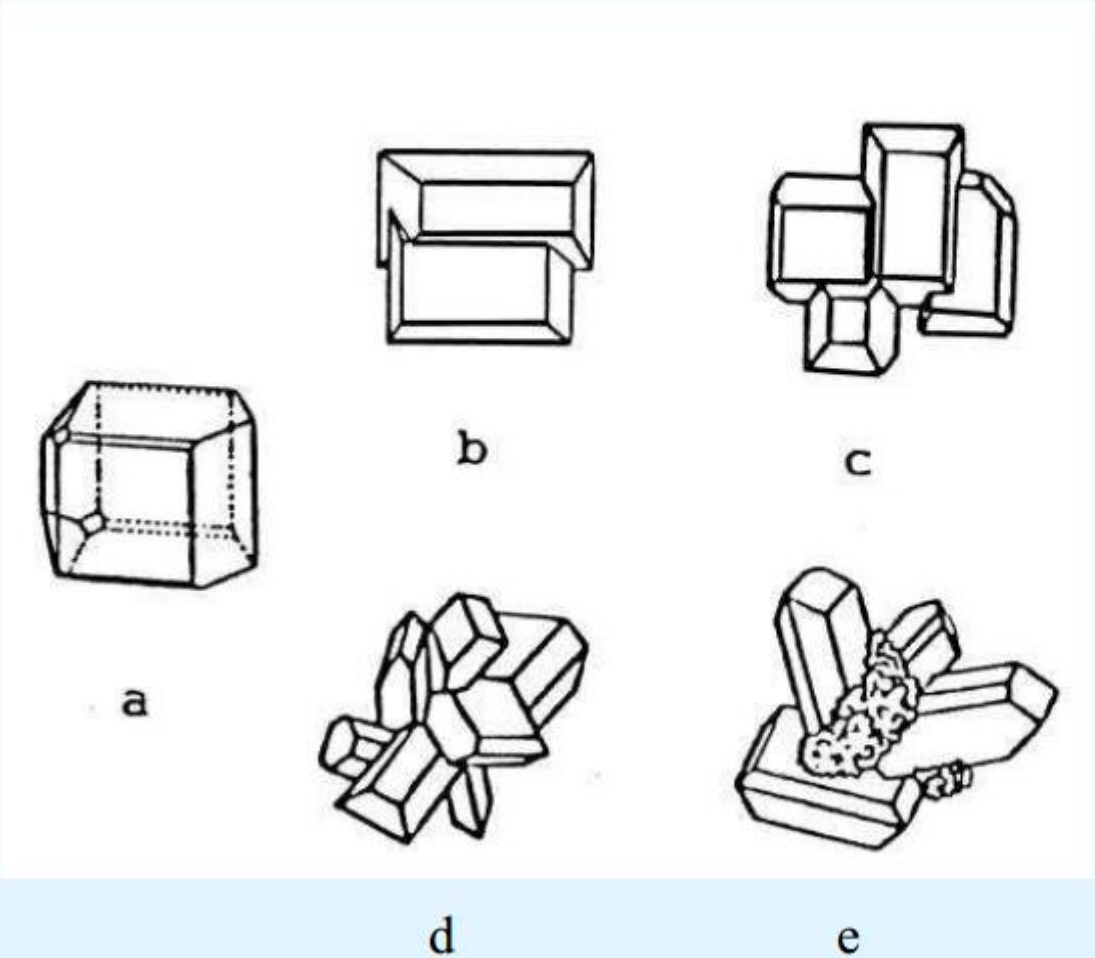
Morfologia da sacarose

Diferentes formações de cristais de sacarose



© IPRO Industrieprojekt GmbH 2011

Morfologia da sacarose



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

© IPRO Industrieprojekt GmbH 2011

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

SOLUBILIDADE DA SACAROSE

Solução diluida 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

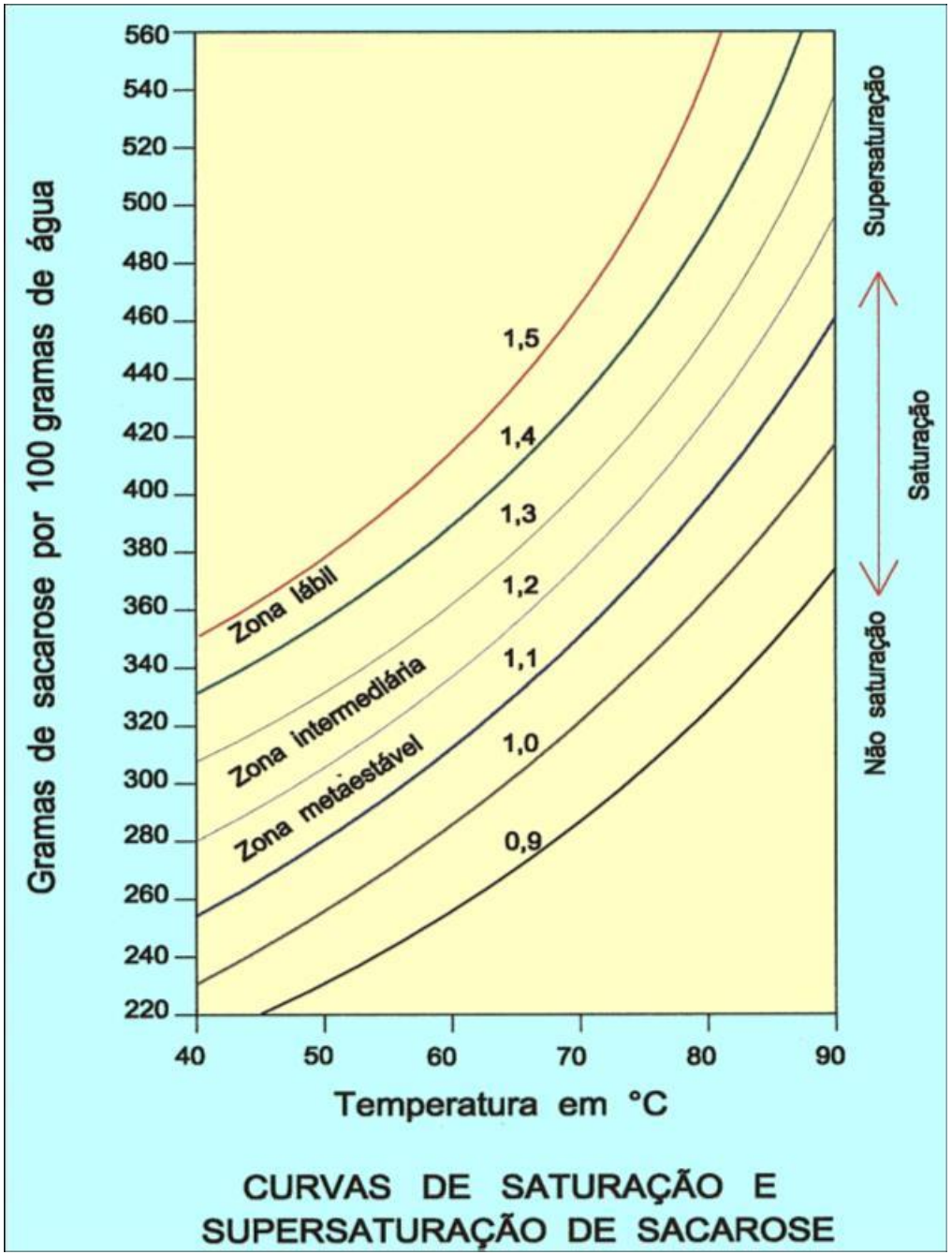
COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE

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

COEFICIENTE DE SUPERSATURAÇÃO (C.S.S.)

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

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



CSS > 1.0

CSS = 1.0

CSS < 1.0

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: >= 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)

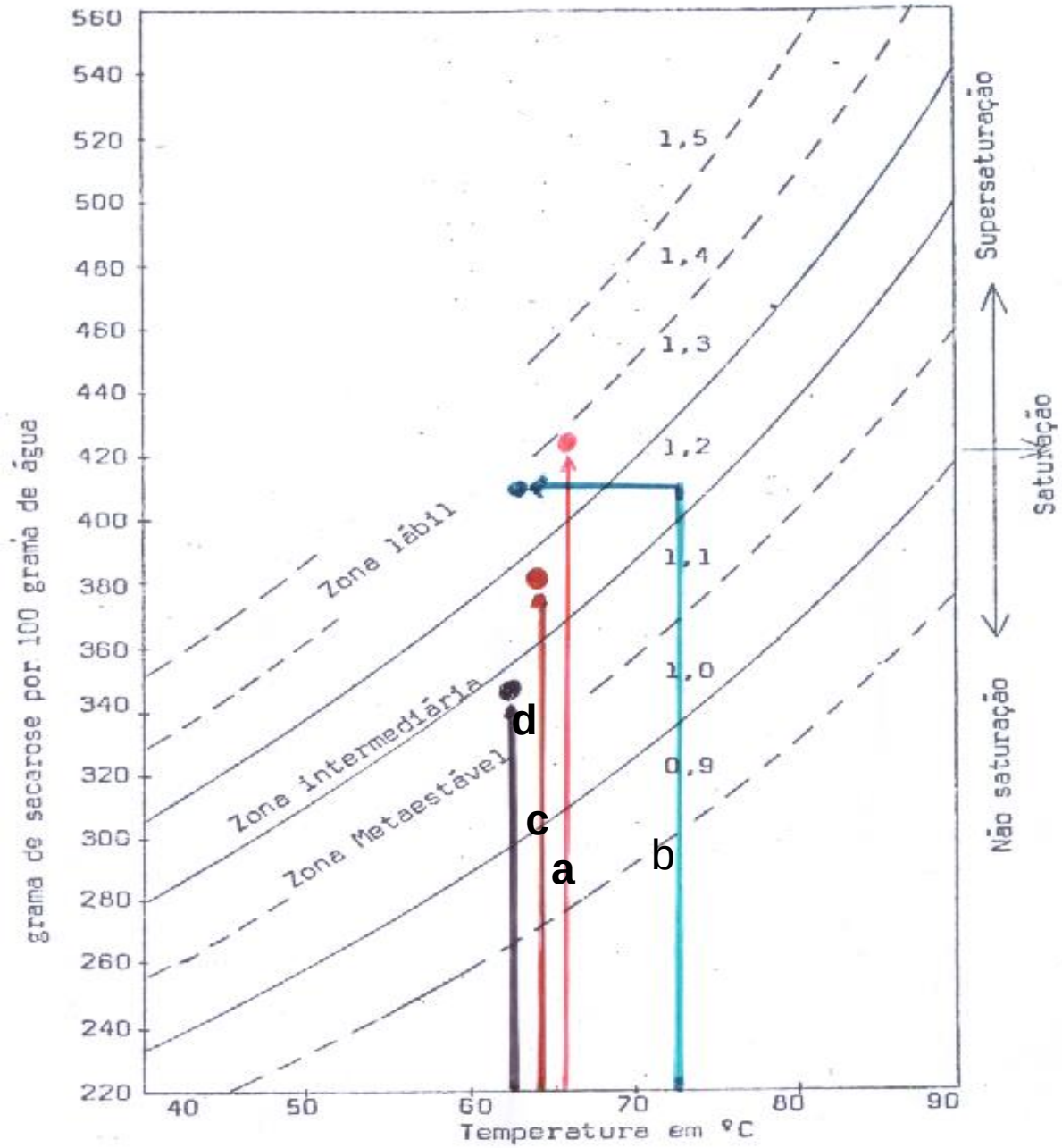
Métodos de formação dos cristais

(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 (±24” - 50cmHg) → temperatura cai rápido (60cmHg - t = 61ºC) 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).



Curvas de saturação e supersaturação de sacarose

Nucleação da sacarose

a = Espera
b = Choque
c = Indução
d = semeadura

Crescimento dos cristais

Crescimento de cristais

condição

Vazio e temperatura normais.

Alimentação gradual c/ xarope, mel rico e pobre.

controle

(visual na luneta)

EQUIPAMENTOS DE COZIMENTO

DESCRIÇÃO DE UM COZEDOR INTERMITENTE CLÁSSICO

Usina Bom Retiro

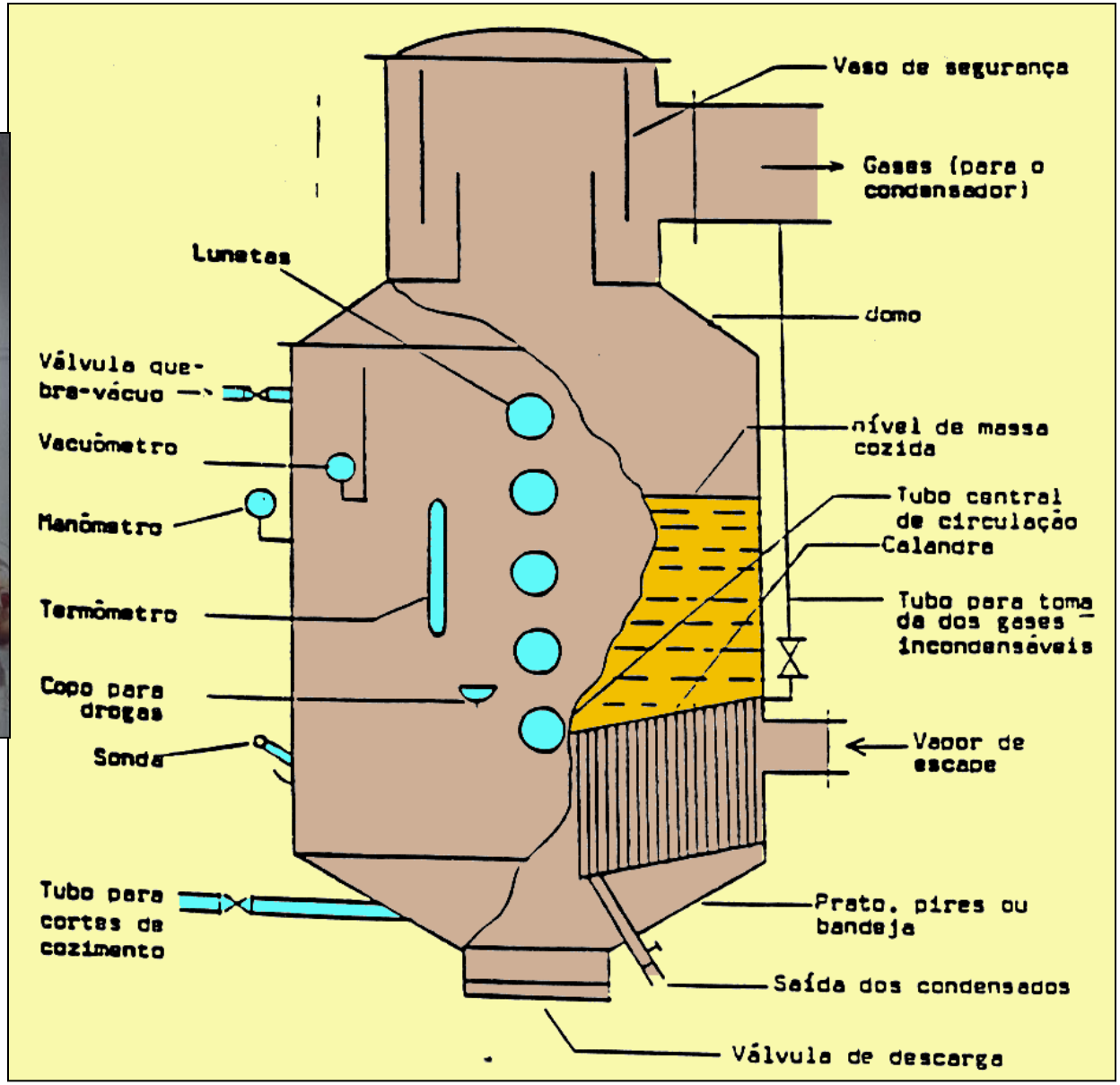


Figura 4.1: Cozedor 12

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

<u>CONDUÇÃO DE UM COZIMENTO</u>

COZEDORES – CONCENTRADORES DE CALDO

FIM DA CONCENTRAÇÃO DO CALDO POR COZIMENTO E INICIO DA CRISTALIZAÇÃO

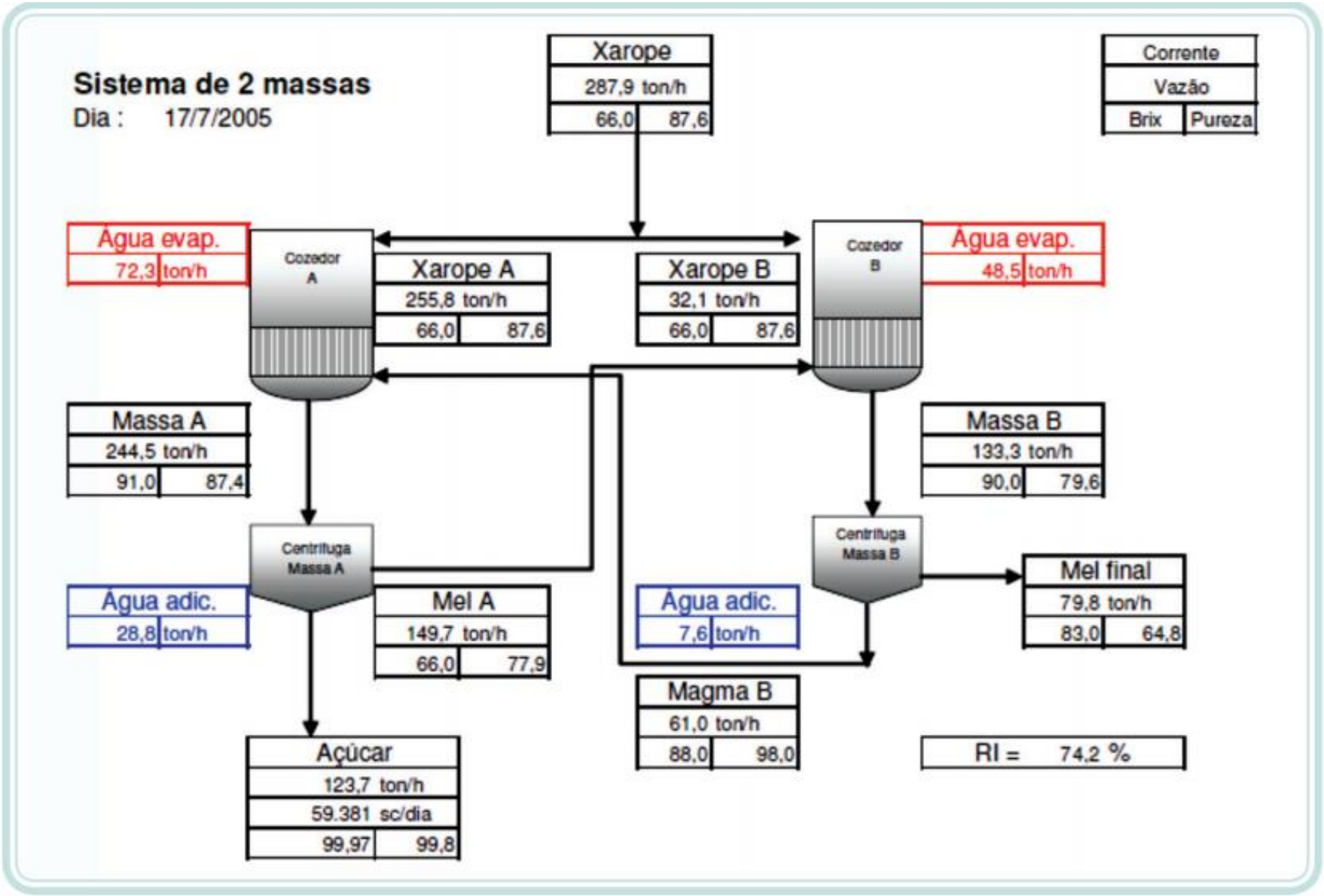


Figura 4.2: Exemplo de balanço de massa para produção de açúcar

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.**

(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:

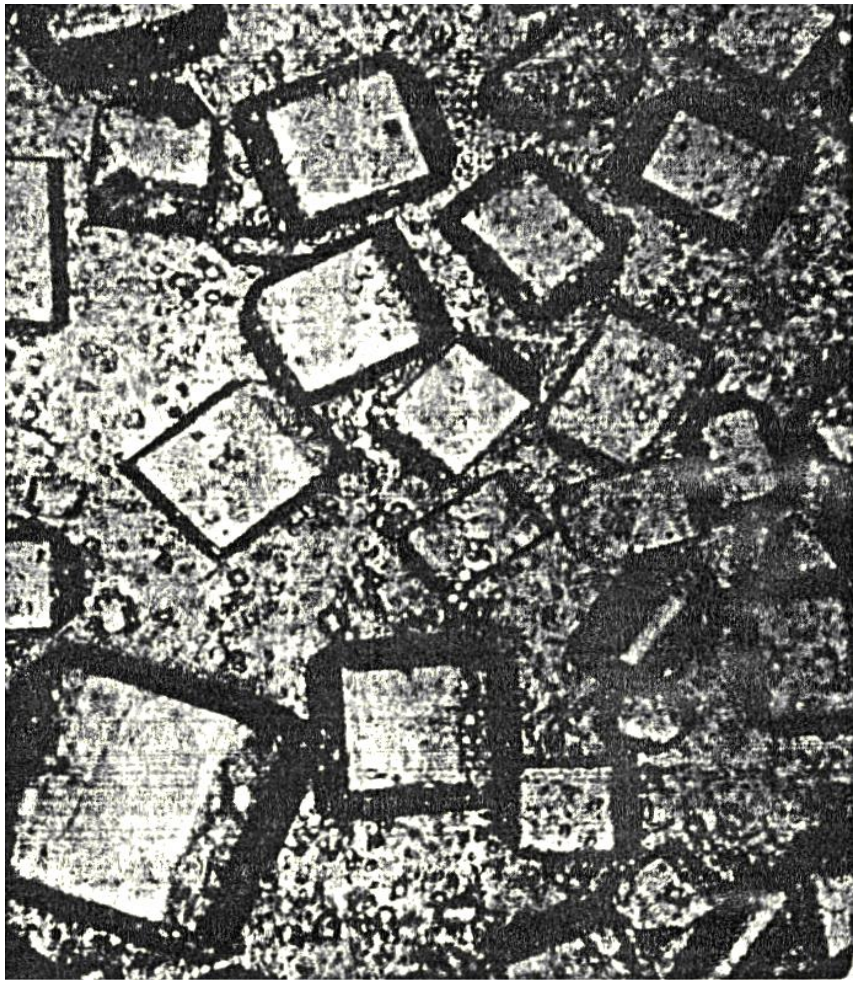
rendimento na fabricação (cristalização paralisada)

(3) Falsos cristais

- Formação do “falso grão”

→ <u>tendência</u>: ↑CSS no licor-mãe (geração)

→ dificuldades na centrifugação



(4) Escurecimento da Massa Cozida.

→ dificuldades nas operações posteriores.

→ qualidade do açúcar.

<u>Objetivo</u>:

- 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.

MC → semi-sólida, viscosa, escura e que apresenta diferentes graus de pureza em função da riqueza dos materiais empregados na sua elaboração.

Separação dos cristais de sacarose do mel

Metade séc. XIX - gravidade - açúcar de forma ou pão de açúcar

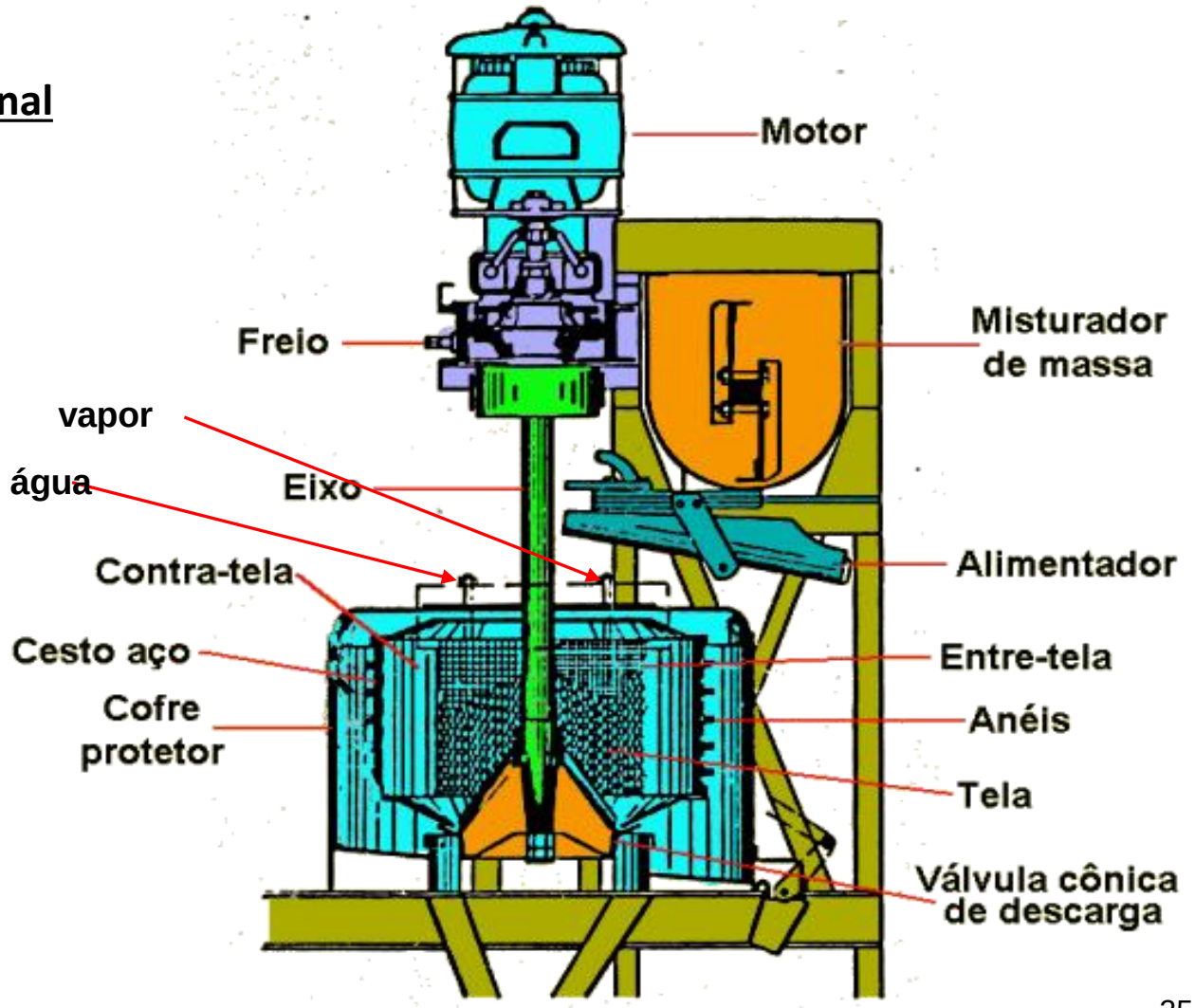
Ação da força centrífuga (turbinagem, purga ou centrifugação) — Final séc. XIX Weston

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. *t1 → 0,5 a 1 min*

c) velocidade total → velocidade plena (1000 a 1800rpm) com lavagem do açúcar com água e vapor;

t2 → 0,5 a 1 min (lavagem c/ água)

t3 → 1,0 a 2 min (lavagem c/ vapor)

d) parada → frenagem do cesto e reduz para 200 rpm;

t4 → 0,5 min

e) descarga → velocidade reduz para 50 rpm e a descarga do açúcar (manual ou mecânica).

t5 → 0,5 min

Σ t = 3 a 5 min

Definições - mel rico

mel pobre

Tempo de centrifugação

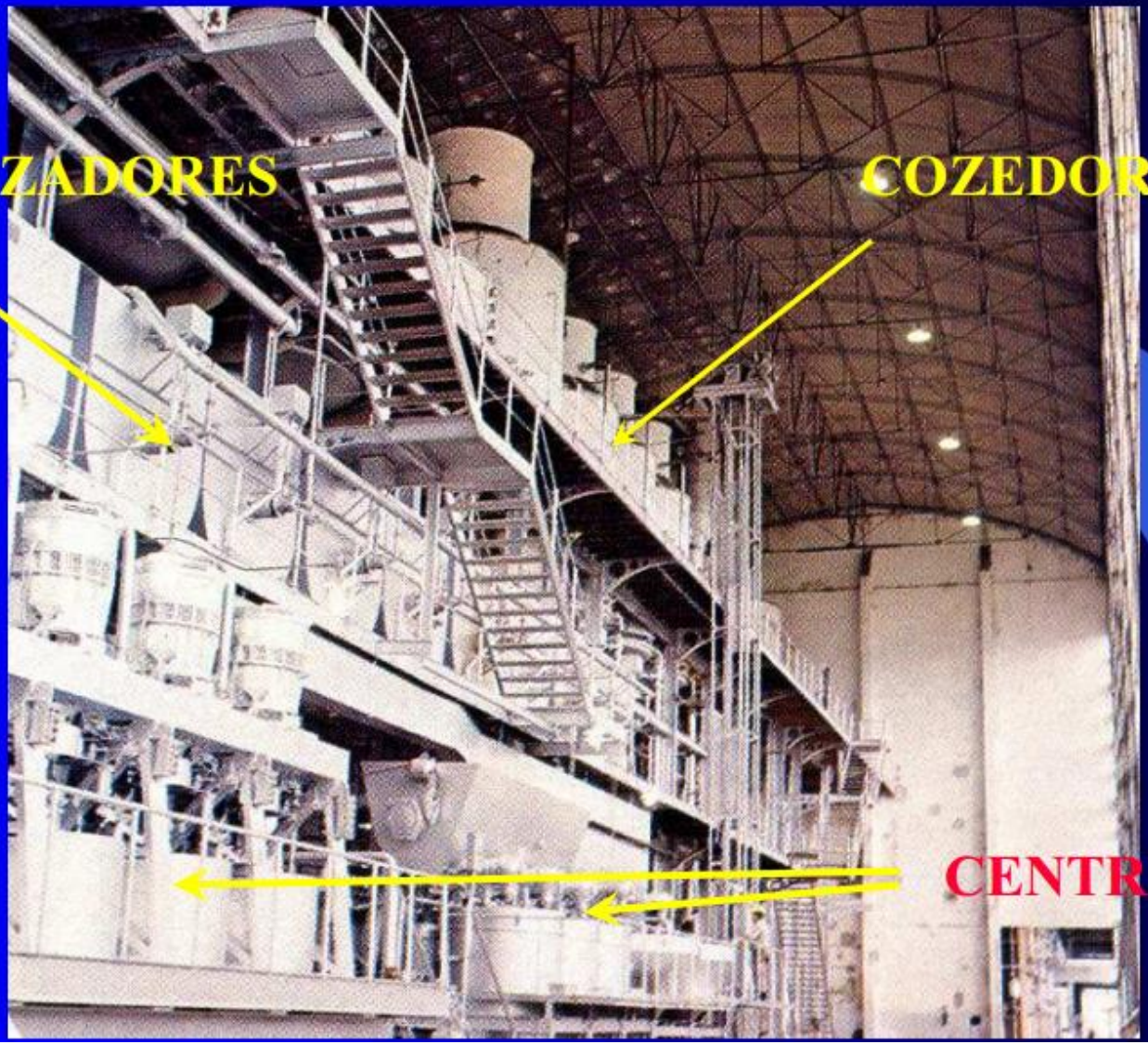
Fatores que influenciam:

- 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



http://www2.fc.unesp.br/gsmdnm/pdf/FabAcucar_2010.pdf

9. OPERAÇÕES FINAIS

- SECAGEM,
- CLASSIFICAÇÃO E
- ARMAZENAMENTO DO AÇÚCAR

Açúcar centrífuga – umidade (0,5 - 2,0%)

– temperatura (50-60ºC)

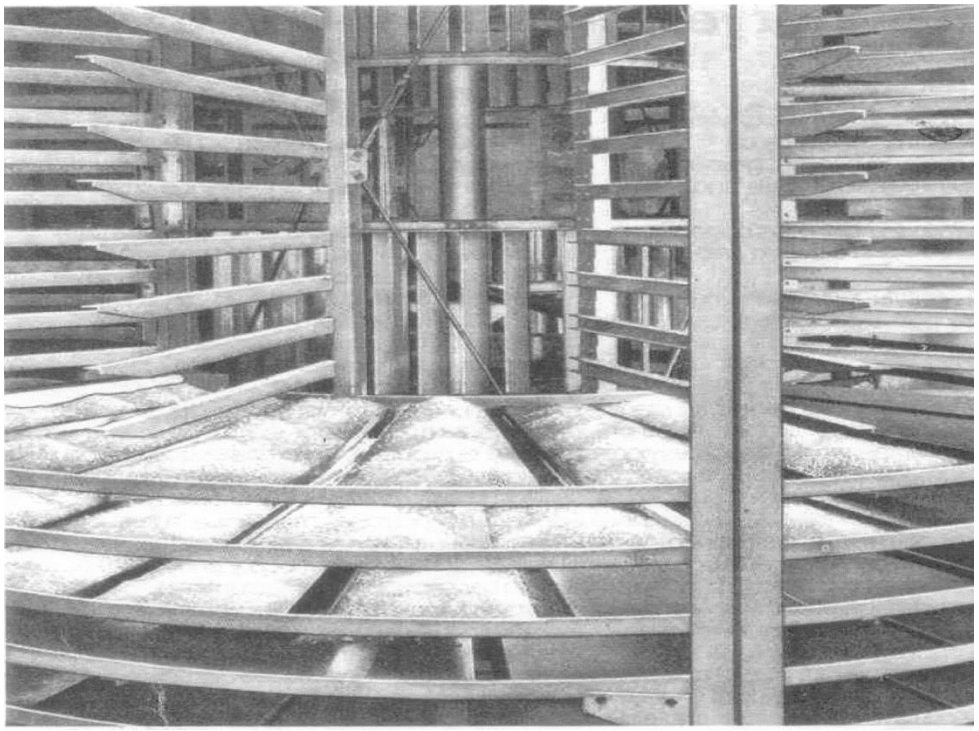
- Sem condição de ensacamento e armazenamento
- Secagem e resfriamento

Condições ideais para secagem / resfriamento

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

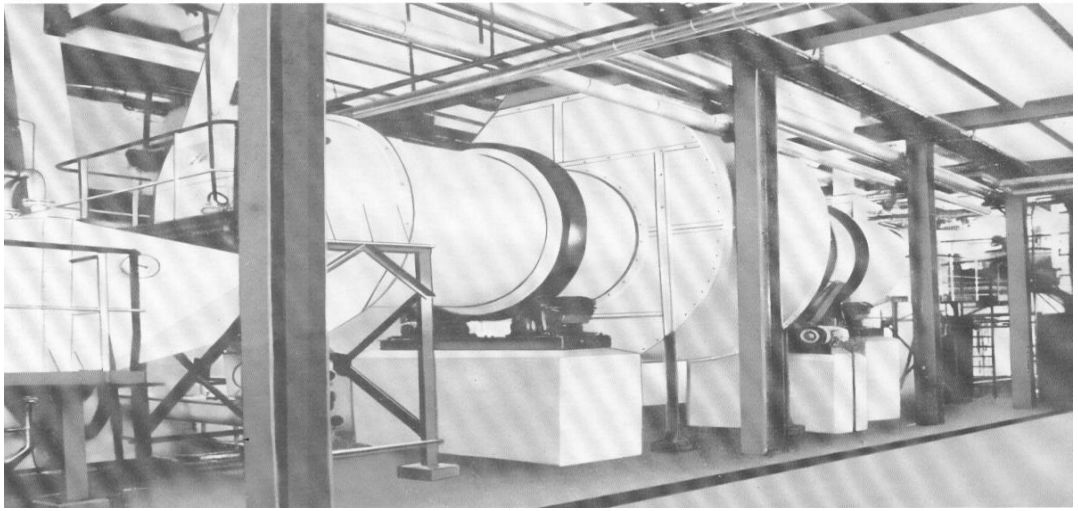
- temperatura elevada do açúcar exigiria a secagem com ar frio, enquanto a temperatura baixa requer ar com baixa umidade relativa, e aquecido;
- a UR do ar $\leq$ 60% para garantir a absorção da água presente;
- Cristais maior de açúcar secam facilmente;
- Conglomerados dificultam a secagem resultando 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)

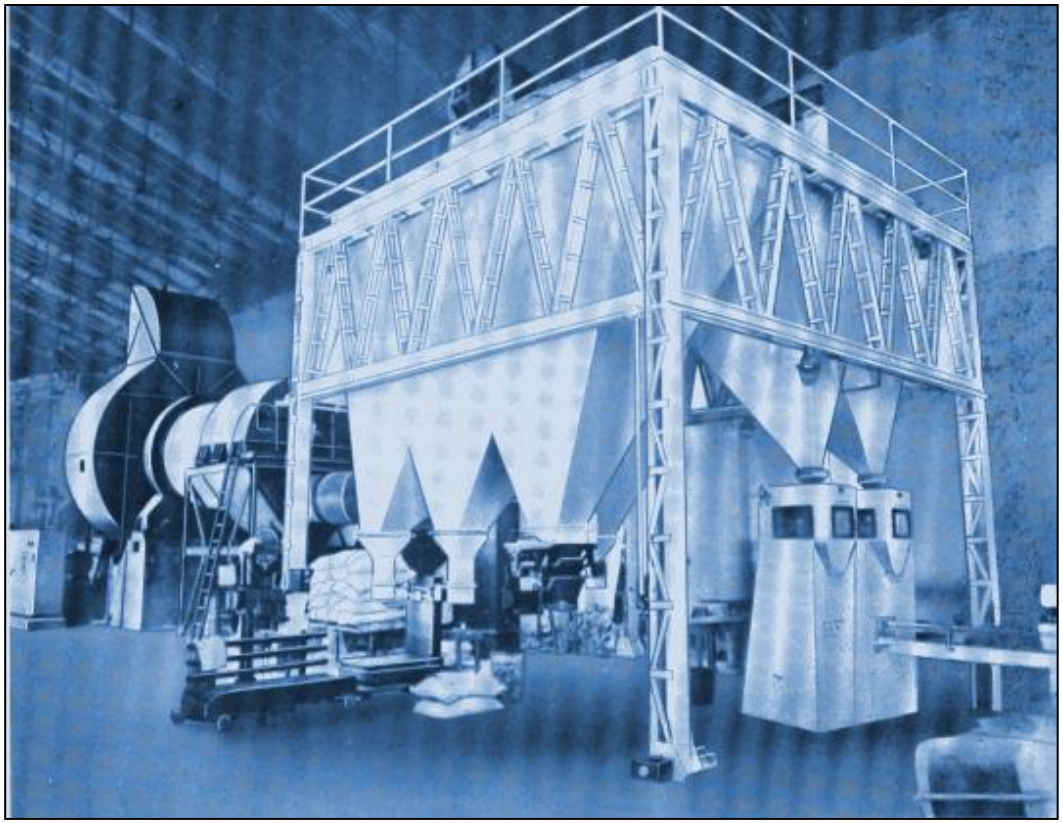
balanças para “big bags”

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

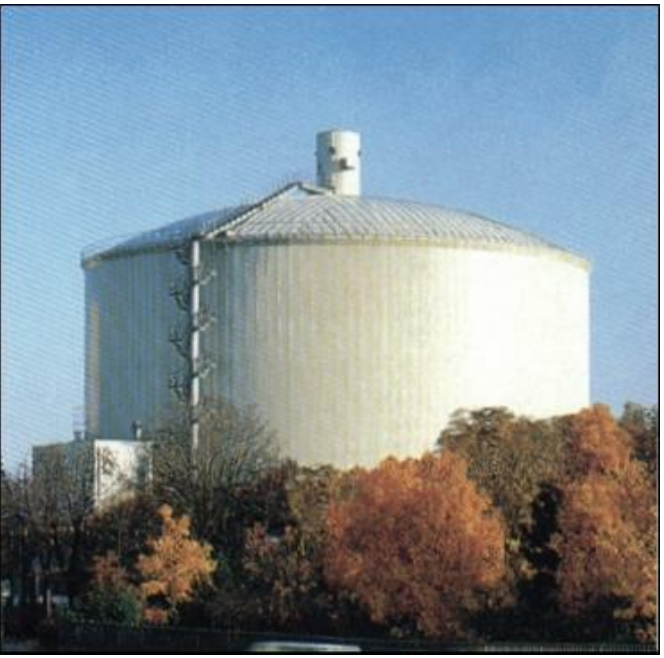
- não permite desenvolvimento de microrganismo (deterioração microbiológica → modificação físico-químicas) { bactérias / fungos / leveduras
- deterioração depende { composição impurezas / teor de umidade

— microrganismo → inversão de sacarose

- Umidade relativa de Equilíbrio (URE)
- Umidade ambiente - 65% equilíbrio

(não perde e nem absorve umidade)

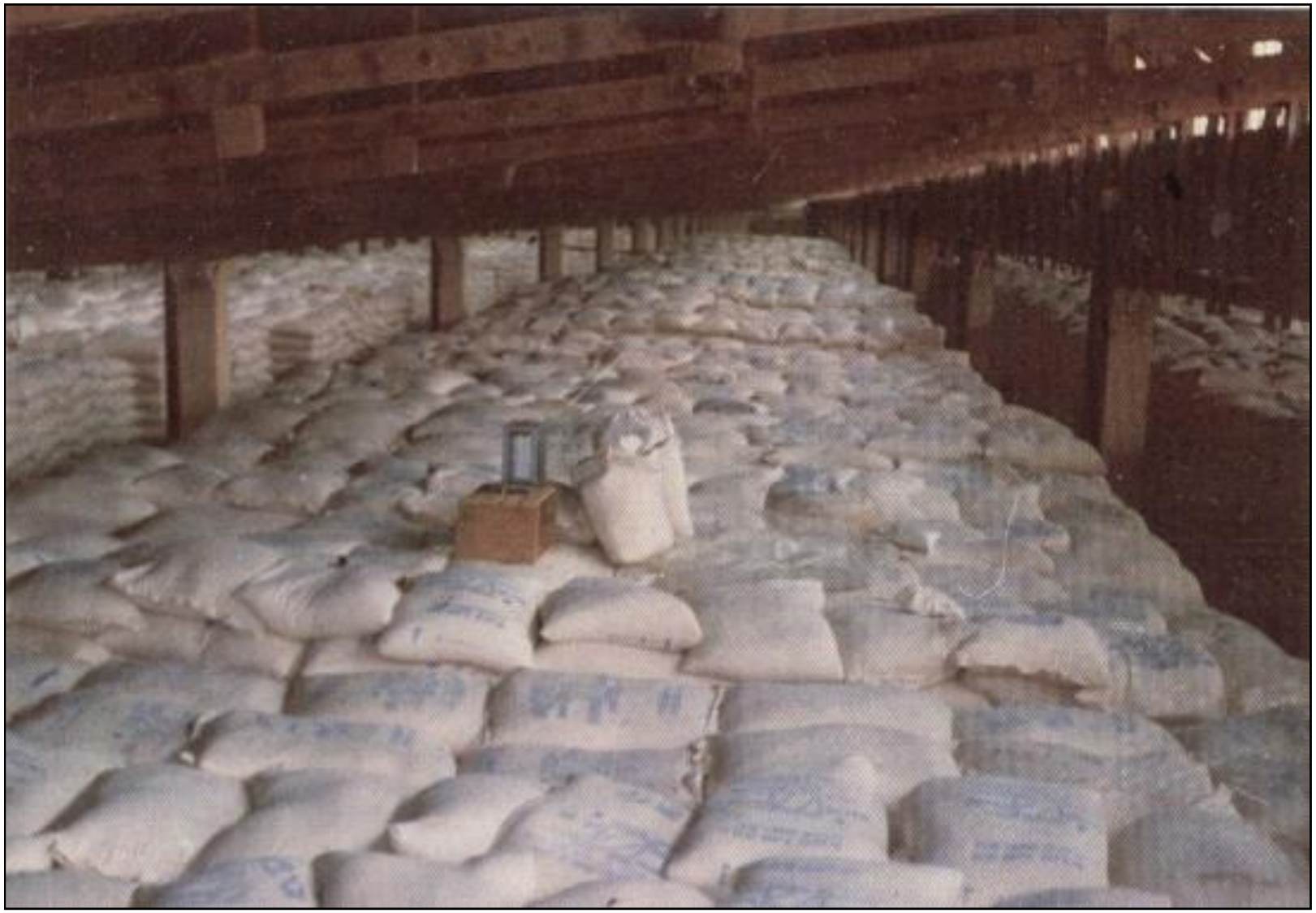
Armazém de açúcar



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°.

Tipos de açúcar

- Branco
  - Standard
  - Superior
  - Especial
  - Especial Extra
- Bruto
  - Demerara
  - VHP - very high polarization
  - VVHP - very very high polarization

Desvantagens secagem

- perda de brilho
- quebra de cristais
- aumento de cor

Índices Técnicos da Secagem

a) Fator Segurança

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

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

F.S. $\rightarrow$ Brasil $\leq$ 0,25

b) Indicador de diluição*

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

ou

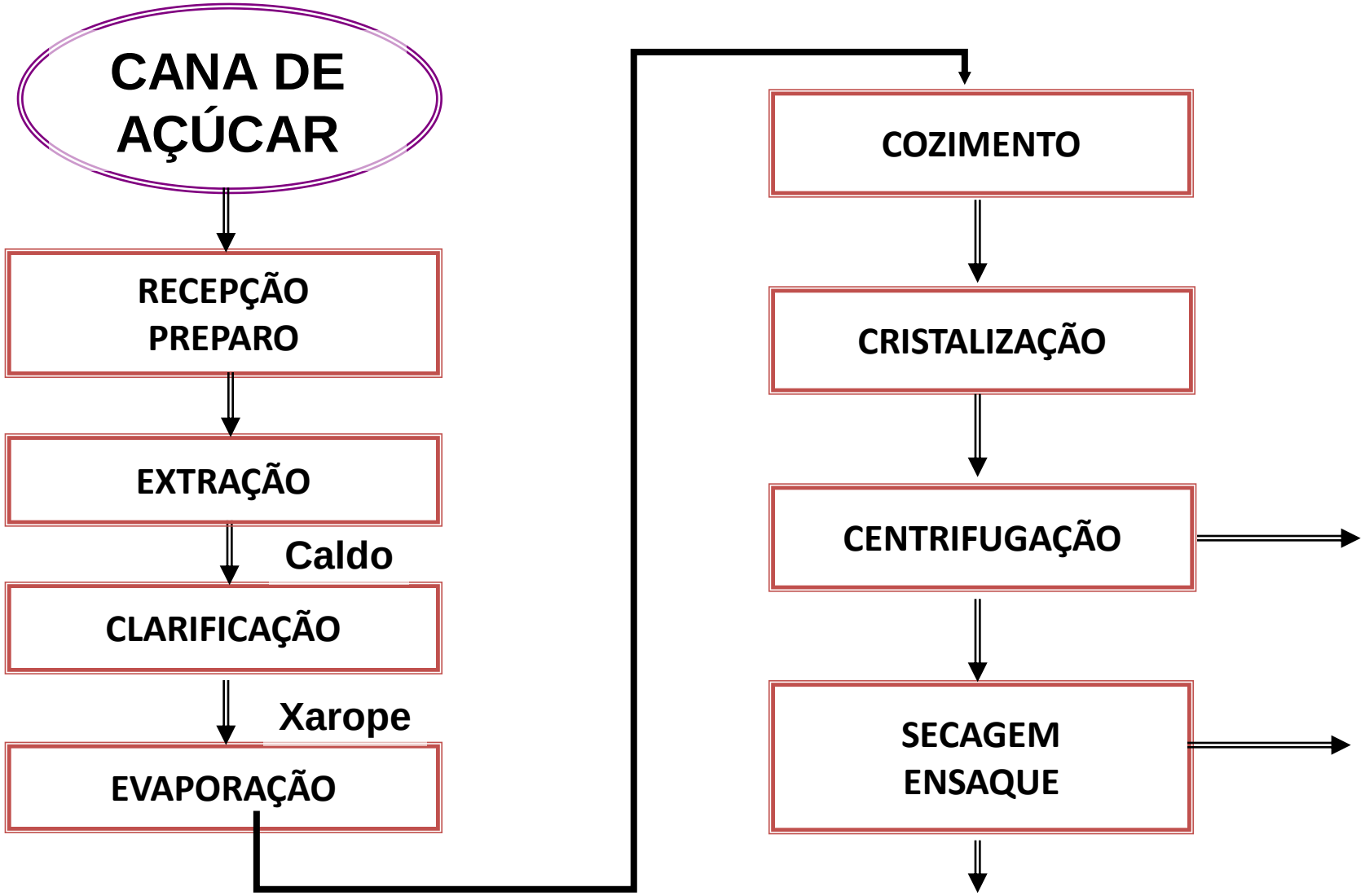
$$I.D. = 100 \times \frac{\text{umidade}}{\text{não pol seco}}$$

$\rightarrow$ ID = 33,3

c) Perdas (pontos)

- brilho e cor
- quebra de cristais
- caramelização

PRODUÇÃO DE AÇÚCAR



AÇÚCAR CRISTAL / VHP

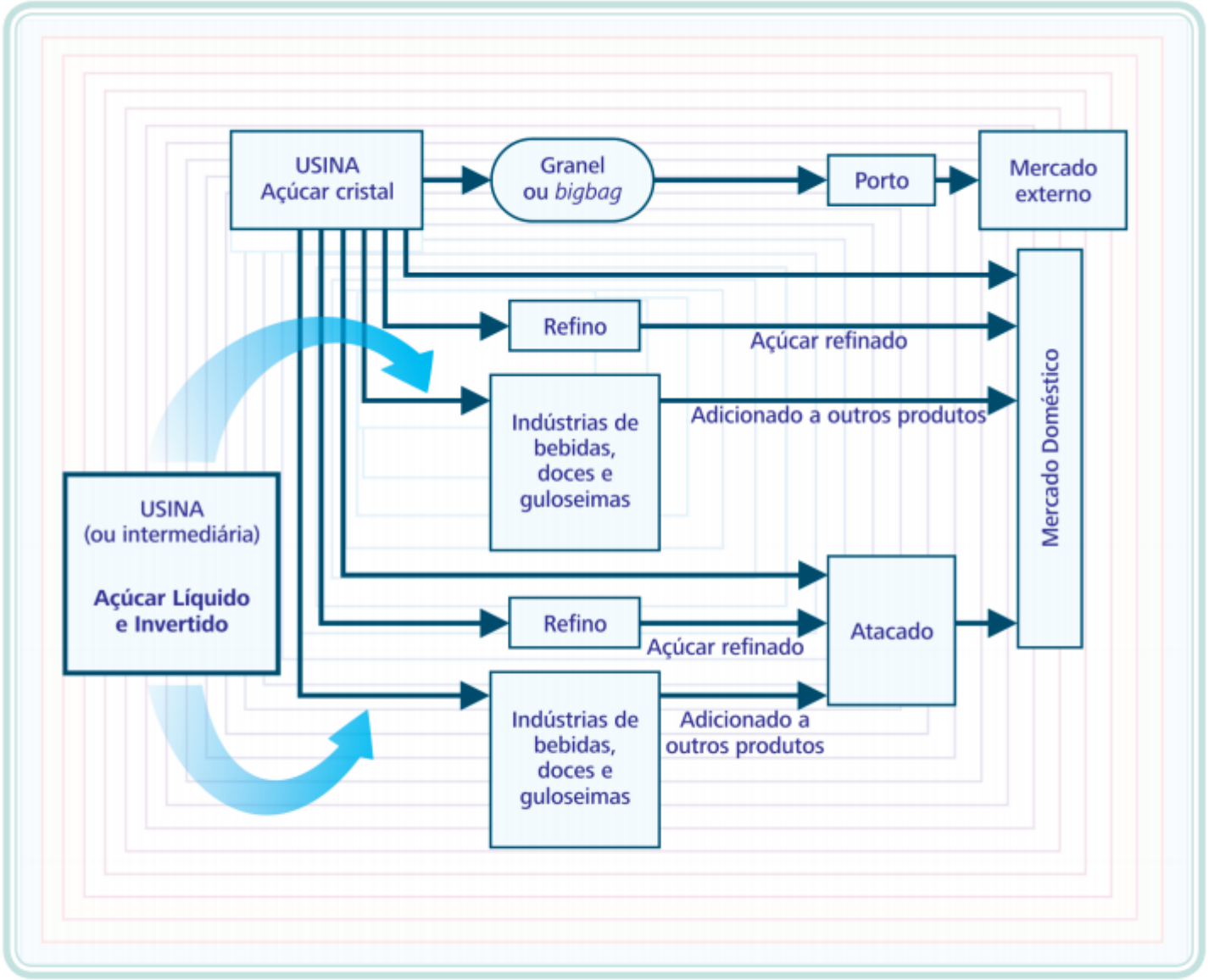


Figura 1.1: Canais logísticos para a movimentação de açúcar a partir da usina

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.

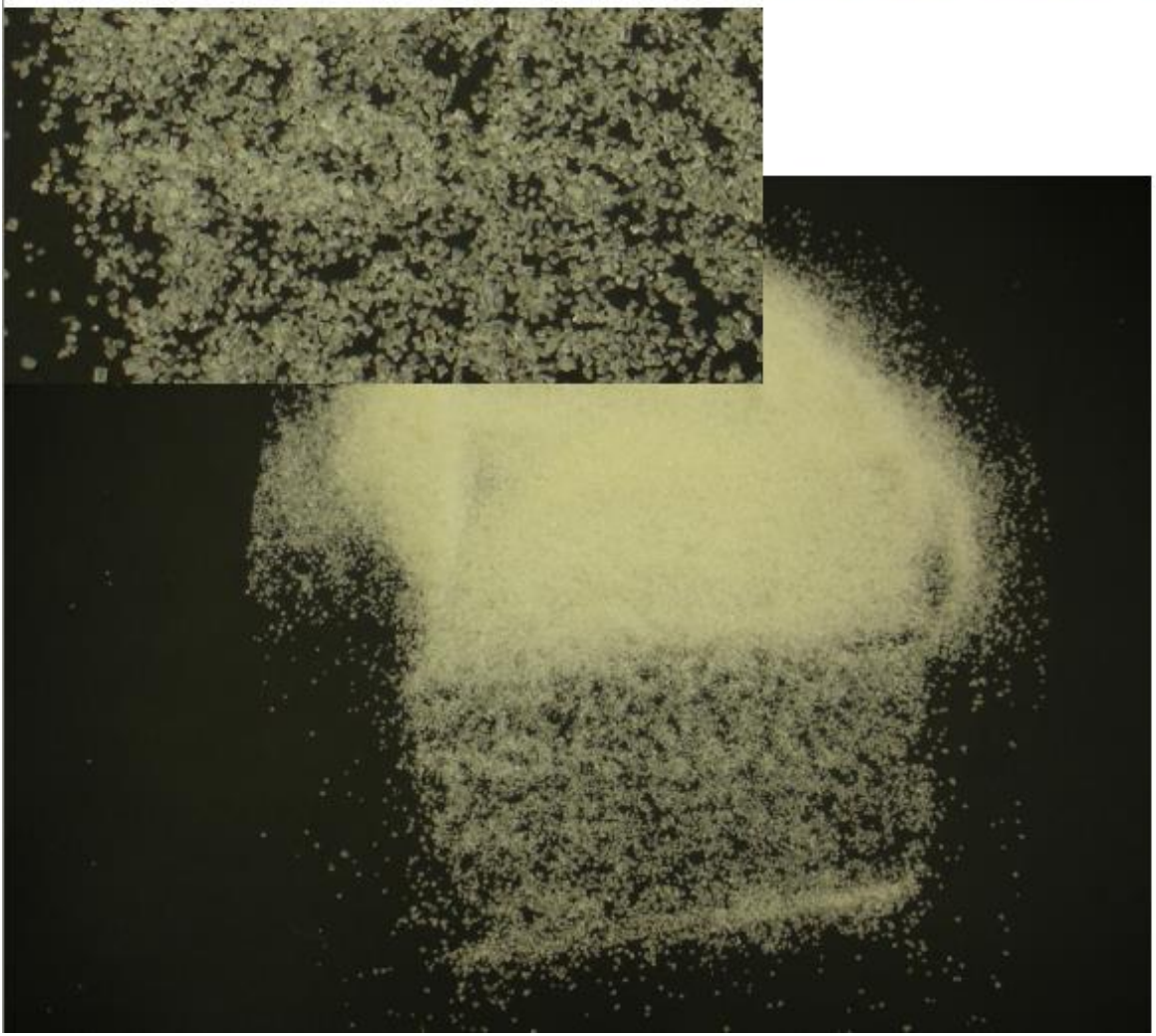
- Xarope de açúcar invertido

  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 resistencia a contaminação microbiana. De poder umectante e anticristalizante, é utilizado na indústria alimenticia, principalmente para a produçã ode 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 confeitos.

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



ESPECIFICAÇOES 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 açucar 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

Especificação de Açúcar - Mercado Interno

			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.	-	-	-	-
Bolores		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_2S máx.	UFC/10g máx p/amt.	-	-	-	-
		+ em 5 amt. máx.	-	-	-	-
	Anaeróbias: Não Produtores de H_2S máx.	+ em 6 tubos máx.	-	-	-	-
		+ em 5 amt. máx.	-	-	-	-
Arsénio		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.acucarcaravelas.com.br/media/produtos/especificacoes-acucar-cristal.pdf

Mascavo
Demerara
VHP
Cristal
Cristal
VVHP
Refinado granulado
Refinado granulado
Refinado amorfo

AÇÚCAR
Cristal
Qualidade
Cristal
ALIMENTOS
Peso Líquido
5kg
AÇÚCAR Cristal

UNIÃO
Cristalçúcar
Peso Líq. 1kg
UNIÃO

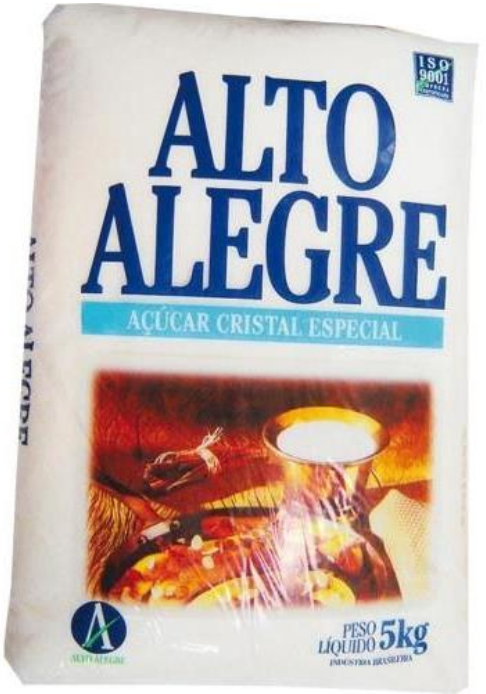
Estrela
Estrela
Açúcar Granulado
Doçura que não tem fim!
1kg

Caravelas
açúcar refinado especial
Caravelas
1kg
Caravelas
Caravelas
PESO LÍQUIDO
5kg
Caravelas

ITANHAÉM
Açúcar
Cristal
5kg

USINA
Colombo
S/A AÇÚCAR E ÁLCOOL
Caravelas
2kg
Usina Colombo S/A
USINA
Colombo
S/A AÇÚCAR E ÁLCOOL
Caravelas
Usina Colombo
USINA
Colombo
1kg
Usina Colombo S/A

UNIÃO
UNIÃO


ISO 9001
ALTO
ALEGRE
AÇÚCAR CRISTAL ESPECIAL
PESO LÍQUIDO 5kg

Aplicações do Açúcar (Copersucar)

TIPOS	*CARACTERÍSTICAS*	*UTILIZAÇÃO*
Refinado Granulado	• 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	• Produtos Farmacêuticos • Confeitos onde aparecem os cristais • Xarope de excepcional transparência • Mistura seca onde o aspecto visual, escoamento e solubilidade rápida são importantes
Refinado Amorfo	• Baixa cor • Dissolução rápida • Granulometria fina • Brancura excelente	• Consumo doméstico • Misturas sólidas de dissolução instantânea • Bolos e Confeitos • Caldas Transparentes e Incolores
Glaçúcar	• Granulometria muito fina (açúcar de confeiteiro)	• Preparo de glacês, suspiros, bolos, chantilly, etc
Xarope Simples	• Solução aqüosa de açúcar • Alta transparência • Alta limpidez	• Produtos farmacêuticos • Aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e doces
Xarope de Açúcar Invertido	• Solução aqüosa 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	• Frutas em calda • Sorvetes • Balas e caramelos • Licores • Geléias • Biscoitos • Bebidas carbonatadas
Cristal	• Açúcar em forma cristalina produzido diretamente em usina, sem refino	Destinado ao uso geral da indústria alimentícia: • 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 Glaçúcar 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 (Stupiello & 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 (polifenoloxidases);

- 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°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 CO_2 (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 SO_2 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 contituintes estranhos à sacarose da película de mel.

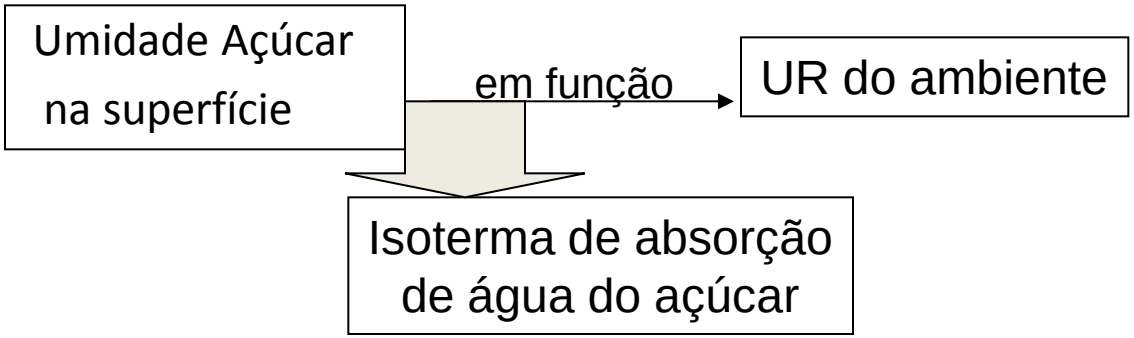
EMPEDRAMENTO DO AÇÚCAR

→ 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 65ºC):

    - 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 toneladas) (NEVES; CONEJERO, 2010).

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)

Açúcares Redutores	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.
Cinzas Condutimétricas	Teor de sais solúveis ionizados presentes em uma solução açucarada, medido através de condutividade elétrica.
Cor ICUMSA	Valor numérico da cor de uma solução açucarada, medido pelo método da Internacional Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.
Anidro Sulfuroso (SO_2)	Composto utilizado no processo de purificação do caldo de cana.
Pontos Pretos	Partículas escuras no açúcar visíveis a olho nu.
Reflectância	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.
AM (Abertura Média)	Tamanho médio dos cristais. Representa a abertura da peneira (mm) que retém 50% dos cristais de uma amostra de açúcar.
Resíduo Insolúvel	Impurezas insolúveis contidas no açúcar provenientes da cana-de-açúcar.
Bolores e Leveduras	Fungos amplamente distribuídos no ambiente, podem ser encontrados como parte normal da flora de produtos alimentícios.
Salmonella	Enterobactérias patogênicas naturais do homem e animais de sangue quente. As salmonellas constituem um vasto grupo que inclui cerca de 1570 sorotipos bioquimicamente relacionados.
Termófilas	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/