

OPERAÇÕES FINAIS: Secagem, classificação e armazenamento do açúcar - SUB PRODUTOS

Prof. Dra. Sandra Helena da Cruz

1

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

2

OPERAÇÕES FINAIS: Tipos de açúcar

Branco { Standard
Superior
Especial
Especial Extra

Bruto { Demerara
VHP - very high polarization

Desvantagens secagem

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

3

Tabela Copersucar

	Unidade	CINZEL		
		Sistema 20	Siga 1	Siga 2
Composição	% sólido	99,8	99,8	99,8
Umidade	% água	0,04	0,04	0,04
Capacidade Consumível	% máx	0,04	0,04	0,05
Car. Cl. MISA	1,0 máx	1000	1000	1000
Alumina Residual	% máx	--	--	--
Acidez	mg/kg máx	20	20	20
Acidez Potável	mg/kg máx	25000	25000	25000
Polifenóis	% máx	88	88	88
Fatores Coração	1-15 máx	0	0	0
Fatores Negatividade	mg/kg máx	0	0	0
Demerara	mg/kg máx	--	--	--
Demerara	1/2 % máx	--	--	--
Demerara	% polares máx	88 400	--	--
Identificadores	VFC/kg máx	--	--	--
Demerara	VFC/kg máx	1000	1000	1000
Demerara	VFC/kg máx	--	--	--
Alumina	mg/kg	10000	10000	10000
Tabela VFC/kg máx	mg/kg máx	10000	10000	10000
VHP (Very High Polarization)	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--
Produção de açúcar	mg/kg máx	--	--	--

19 - Mercado Interno, 08/2017

4

1. QUALIDADE DO AÇÚCAR E FATORES DETERMINANTES (UMIDADE E TEMPERATURA).

A) Qualidade do produto final é dependente do açúcar na saída da centrífuga em função:

1. Temperatura do açúcar para a estocagem (50 a 65°C):
 - formação de cor e a perda de brilho

- Influência no % de aumento de cor pela temperatura na estocagem
- Influência da temperatura na reflectância (brilho) durante a estocagem

5

B) Cobertura adequada dos equipamentos

- proteger todas as esteiras, bicas de fogo, caixas de mel e xarope, cristalizadores, mexedores, silos, depósitos de açúcar

C) Pisos Industriais

- piso de fácil limpeza. Cuidado: piso das centrífugas que requer uma limpeza freqüente.

D) Assepsia e Limpeza dos Armazéns

- depósito, exclusivo, evitar o amontoamento de sacarias novas e/ou defeituosas; caminhões → rotas específicas e sem arraste de água (rodado passar em poças); eliminar as teias de aranha - e/ou insetos.

6

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

7

Índices Técnicos da Secagem – açúcar bruto

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. → **Brasil ≤ 0,25**

b) Indicador de diluição*

$$I.D. = \frac{\text{umidade \%}}{100 - (\text{pol} + \text{umidade\%})} \times 100 = 33,3$$

8

2. TIPOS DE SECADORES DE AÇÚCAR

Classificação (tipos) { Horizontais
Verticais

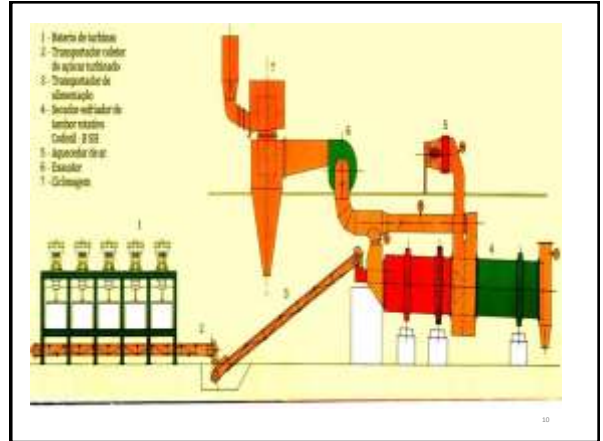
2.1. SECADORES HORIZONTAIS

Relação superfície de secagem por saco de açúcar:

a) **Horizontal simples** 0,44 a 0,85m²/saco/hora
ou 0,66 a 1,27m²/TCH

b) **Secador- resfriador horizontal**
0,17 a 0,24m²/saco/hora ou 0,25 a 0,36m²/TCH

9



SECADORES DE AÇÚCAR HORIZONTAIS



SECADOR ESFRIADOR MAUSA



11

2.2. SECADORES VERTICAIS - tipo Jenkins

- cilindro vertical em compartimentos cônicos aberto no centro

capacidade - 4000 sacos/dia Altura - 7 a 12m

Velocidade periférica - 1,5 a 2,7 m/seg.



12

TEMPERATURA DO AR DE SECAGEM

Açúcar temperatura:

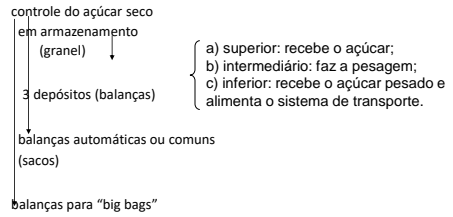
- (a) entrada: 52-60°C e
- (b) sai: 35-42°C
- ar aquecimento: 70 a 95°C

Tromp temperatura ar > 110°C

causa cor pardacenta do açúcar branco (caramelização)

13

3. PESAGEM DO AÇÚCAR



14

4. ENSACAMENTO DO AÇÚCAR

Manejo e acondicionamento de açúcar

- ✓ a granel
- ✓ containers ou big bag (900 a 1200kg)
- ✓ sacos - 50kg



Mausa

15

Embalagens usuais para Indústria

Tipo	Capacidade	CRISTAL			REFINADO		
		Especial 30	Demais	Granulada	Amorfo	Glaçúcar	Líquido
Saco de Polipropileno	50 kg	—	X	—	—	—	—
Saco de Polipropileno com revest. polietileno	50 kg	X	—	—	—	—	—
BIG BAG	até 1200 kg	X	X	X	X	X	—
Saco de papel kraft multifoliado	30 kg	—	—	X	X	—	—
Granel	—	X	X	X	X	X	X
Tambores com revest. polietileno	200 kg	—	—	—	—	—	X



Pesagem de big-bags (açúcar) - Fab. Toledo

16



5. ESTOCAGEM DO AÇÚCAR

Armazenamento

- sacos
- a granel - silos

5.1. CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM

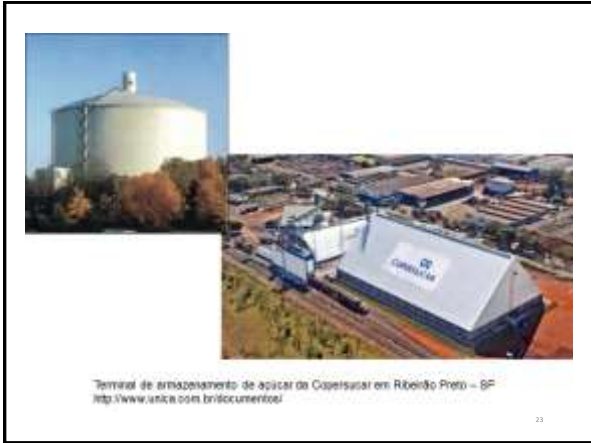
- não permitir desenvolvimento de microrganismo
 - bactérias
 - fungos
 - leveduras
- deterioração depende
 - composição impurezas
 - Teor de umidade
- Umidade relativa de Equilíbrio (URE)
- Umidade ambiente - 65% equilíbrio (não perde e nem absorve umidade)

Armazém de açúcar

5.2. Aspectos de armazenagem de açúcar e controle de umidade (Copersucar)

Posição dos sacos ensacados e do termohigrógrafo junto ao piso do armazém ventilado.

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



Lista Técnica de Produtos Açúcar Cristal Especial

Características Técnicas e Especificações	Unidade	Marcas	Especificação
Umidade (%)	%	ABRIL 8008 - POP-LAB 502	0,08-0,10
Acidez	%	ABRIL 8010 - POP-LAB 502	0,004
COF CUNDA - 400 mg	g	ABRIL 8014 - POP-LAB 502	0,200
Resíduo Mineral Total	%	ABRIL 8018 - POP-LAB 504	0,024
Cloro (Clorureto)	%	ABRIL 8018 - POP-LAB 504	0,024
Sulfito (SO ₂)	mg/kg	ABRIL 8018 - POP-LAB 502	4,00
Formosa	g/kg	ABRIL 8018 - POP-LAB 502	0,000
Características Organolépticas	Unidade	Marcas	Especificação
Aparência	---	ABRIL 10010 (200g)	Partido de São de Açúcar
Cor	---	ABRIL 10010 (200g)	Partido de São de Açúcar
Sabor	---	ABRIL 10010 (200g)	Característico
Textura	---	ABRIL 10010 (200g)	Úmida
Conteúdo Mínimo	Unidade	Marcas	Especificação Padrão ISO de 2009/1009
Umidade	mg/kg	---	0,10
Acidez	mg/kg	---	0,004
COF CUNDA	mg/kg	---	0,200
Resistência	Unidade	Marcas	Especificação Padrão ISO de 2009/1009
Resistência a 80°C	mg/kg	POP-LAB 111	Aditivo 0,010-0,020
Resistência a 100°C	mg/kg	POP-LAB 102	0,00
Características Microbiológicas	Unidade	Marcas	Especificação Padrão ISO de 2009/1009
Microorganismos Totais	---	POP-LAB 101	Ausência de organismos patogênicos e outros que produzam odor e alteração de aparência
Leveduras e Bolores	---	POP-LAB 101	0,00

1 - Todos os produtos são produzidos em uma unidade licenciada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil.
2 - Todos os produtos são produzidos em unidades licenciadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil.
3 - Todos os produtos são produzidos em unidades licenciadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil.

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

7. 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 microorganismos e;
- condições anormais do armazém.

8. EMPEDRAMENTO DO AÇÚCAR

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

Temperatura açúcar < 43°C

Umidade Atmosférica < 65% em pedra

AMARELECIMENTO DO AÇÚCAR

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

- Melaninas** - produtos da degradação enzimática (polifenoloxidases);
 - Adicionamos H₂O₂ ou O₂ ao caldo antes da clarificação → removendo-se por oxidação de compostos, as melaninas.
 - Evitar presença melaninas inibindo a ação de polifenoloxidase com adição de sulfito ou inativação a 80°C (vide tabela)
- Caramelos** - produto resultante do aquecimento de açúcares com ou sem presença de água ou catalisadores.
 - Produtos de degradação química - aparecem na superfície interior dos cristais.

AMARELECIMENTO DO AÇÚCAR

c) **Melanoidinas** - produtos de alto peso molecular estão na parte externa dos cristais.

Melanoidinas através de "Reação de Maillard"

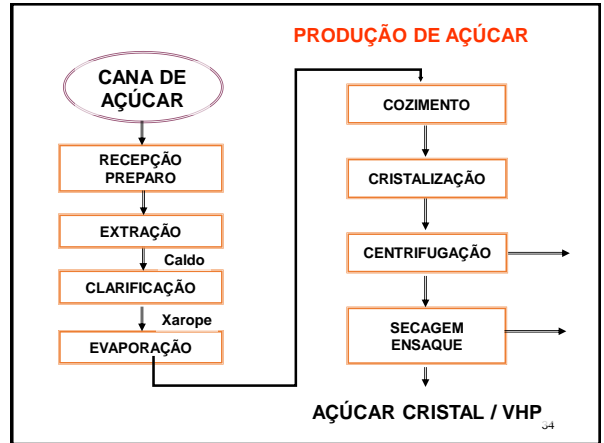
(*) reação de precursores: AR + aa livres

(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

33



Tipos de açúcar

- **Açúcar cristal**
Açúcar em forma cristalina produzido sem refino. É muito utilizado na indústria alimentícia para confecção de bebidas, biscoitos e doces, entre 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.

36

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 confeitos.

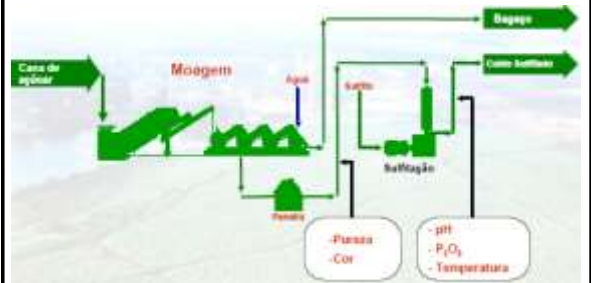
17

TIPO	QUALIDADE	UTILIZAÇÃO
Refinado Granulado	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de corantes • Pura sacarose • Baixo teor de Umidade • Ausência de empolamento (segregação física) • Cristais bem definidos e granulometria homogênea (finos, médios e grossos) • Brancura excepcional 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos Panificados • Confeitos onde aparecem os cristais • Sabor de excepcional transparência • Melhor seca a olho e aspecto visual, acabamento e solubilidade rápida e homogênea
Refinado Amargo	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa cor • Dissolução rápida • Dissolubilidade alta • Brancura excelente 	<ul style="list-style-type: none"> • Confeitos Simples • Molhos e Salsas de dissolução instantânea • Balas e Confeitos • Cakes Transpirantes e frescos
Granulado	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometria muito fina (apenas de confeitos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparo de geléus, suquitos, bolos, chantilly, etc.
Xarope Simples	<ul style="list-style-type: none"> • Solução aquosa de açúcar • Alta transparência • Alta limpidez 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos Panificados • Aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e doces
Xarope de Açúcar Invertido	<ul style="list-style-type: none"> • Solução aquosa contendo aproximadamente 1/3 de glicose, 1/3 de frutose e 1/3 de sacarose • Rotor amarelado • Sabor característico • Resistência a contaminação microbiana 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos Panificados • Salsas e Confeitos • Cakes • Doces • Balas e Carbonatas
Cristal	<ul style="list-style-type: none"> • Açúcar em forma cristalina produzido sistematicamente em lata, sem refino 	<ul style="list-style-type: none"> • Destinado ao uso geral de indústria alimentícia • Bebidas • Massas • Biscoitos • Confeitos

Terminologia (Copersucar)

Apúcares Redutores	Substâncias redutoras contidas em apúcares, 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 International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.
Anidro Sulfuroso (SO₂)	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 branura 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.

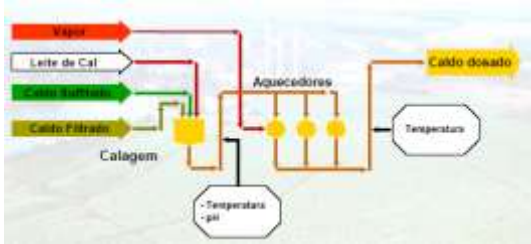
Preparo da cana, moagem e sulfitação



<http://www.mandu.com.br/producaoacucar.htm>

Prof Sandra H Cruz - 2017 40

Caleagem e aquecimento



Prof Sandra H Cruz - 2017

41

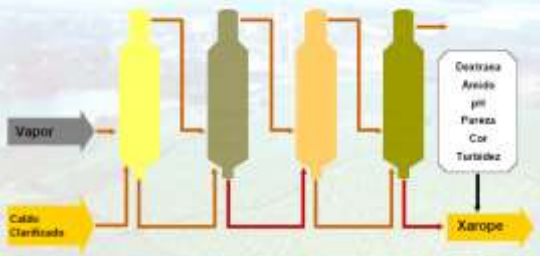
Sedimentação e filtração



Prof Sandra H Cruz - 2017

42

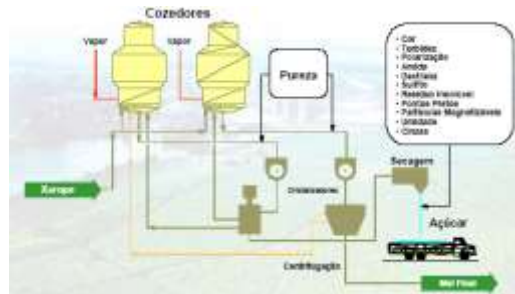
Evaporadores



Prof Sandra H Cruz - 2017

43

Cristalização / Centrifugação e secagem



Prof Sandra H Cruz - 2017

44

Sub produtos

45

Introdução

Sustentabilidade da produção

- Conservação do ambiente
- Recurso energético renovável
- Reciclagem de nutrientes contidos nos resíduos
- Rentável como atividade

46

Introdução

Uso dos subprodutos

- Geração de energia (bagaço, vinhaça)
- Alimentação animal (bagaço, mel final)
- Fertilizante (torta de filtro, cinzas e fuligens)
- Matéria prima para outras indústrias (bagaço, mel final)

47

Cana-de-açúcar

MP de grande flexibilidade:

- produz açúcar e álcool de vários tipos: bebidas como cachaça, rum e vodka
- gerar eletricidade a partir do bagaço via alcoolquímica.

48

Subprodutos

Cana aproveita-se:

- bagaço, méis, torta e resíduos de colheita

Com 3 kg de açúcar e 17,1 kg de bagaço pode-se obter, por exemplo, 1 kg de plástico biodegradável derivado da cana, utilizando-se como solventes outros subprodutos da usina.

49

Subproduto: Bagaço de cana

- bagaço hidrolisado para alimentação animal,
- diversos tipos de papéis,
- fármacos e produtos como o furfural, de alta reatividade, para a síntese de compostos orgânicos, com grande número de aplicações na indústria química e farmacêutica.

50

Subproduto: Melaço

- álcool usado como combustível
- Bebidas
- Indústria química, farmacêutica e de cosméticos, extraem-se levedura, mel, ácido cítrico, ácido láctico, glutamato monossódico e desenvolve-se a chamada alcoolquímica – as várias alternativas de transformação oferecidas pelo álcool etílico ou etanol.

51

Subproduto: Etanol

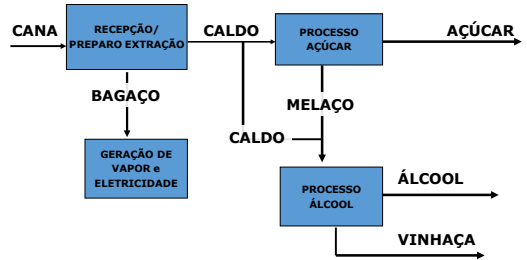
- Podem ser fabricados:
 - polietileno, estireno, cetona, acetaldeído, poliestireno, ácido acético, éter, acetona e toda a gama de produtos que se extraem do petróleo.
 - fabricação de fibras sintéticas, pinturas, vernizes, vasilhames, tubos, solventes, plastificantes, etc.

52

- Existem ainda outros derivados
 - dextrana,
 - xantana,
 - sorbitol,
 - glicerol,
 - cera refinada de torta,
 - antifúngicos, etc.

53

PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ÁLCOOL



54



55

Alternativas de Produção de Açúcar e Etanol

Usina de açúcar

- Açúcar 120 kg/TC
- Etanol do melaço 7 L/TC

Açúcar / Etanol (50/50) (Usina com Destilaria anexa)

- Açúcar 67 kg/TC
- Etanol 42 L/TC

Etanol (Destilaria Autônoma)

- Etanol 85 L/TC

56