

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira

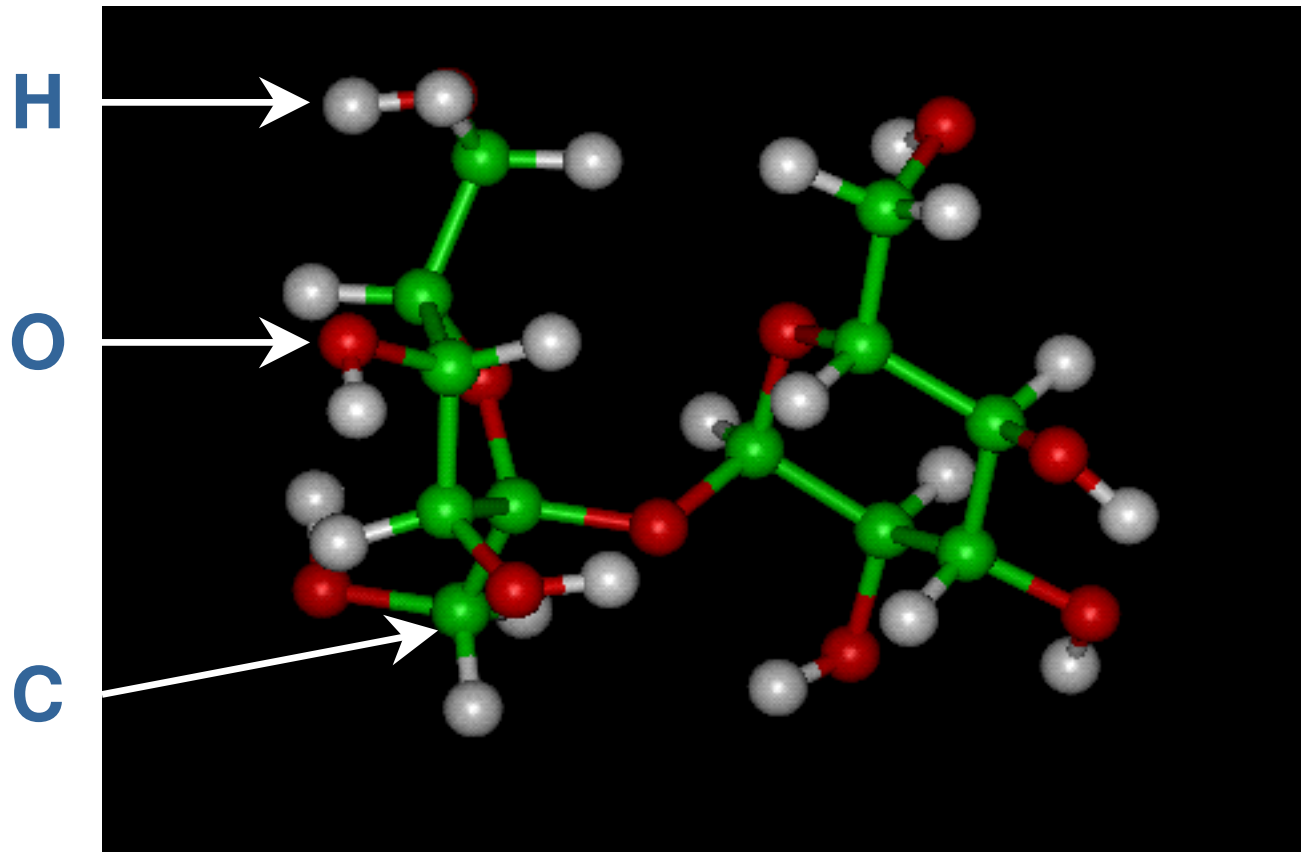
**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO AÇÚCAR E
AMARELECIMENTO NO ARMAZENAMENTO**

SIMPÓSIO CEAGESP – AGOSTO/2014

Danilo Tostes Oliveira
olinadtostes@gmail.com

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira

ESPECIFICAÇÃO PARA AÇÚCAR BRUTO				
Parâmetros	Unidade		VVHP	VHP
Cor ICUMSA	UI	máx.	450	1200
Polarização	°Z	mín.	99,60	99,0 a 99,49
Umidade	%	máx.	0,10	0,15
Cinzas	%	máx.	0,12	0,15
Sulfito	mg / Kg	máx.	<10	-
Dextrana	mg / Kg	máx.	80	-
Amido	mg / Kg	máx.	80	-
Granulometria	AM (mm)		0,9	0,9
	CV (%)		< 25	< 25
Resíduo Insolúvel	mg / Kg	max.	120	500



SACAROSE – $C_{12}H_{22}O_{11}$

POLARIZAÇÃO

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira

Polarização = Pol = % Sacarose aparente

Açúcar Refinado = 99,80 – 99,90

Açúcar Cristal (branco) = 99,50 – 99,80

Açúcar Referência = 99,7

(0,3 % “ Impurezas / Não Pol ”)

Glicose + Frutose = 0,04%

Água = 0,04%

Sais Minerais = 0,05%

Outros Sacarídeos = 0,06%

Amido, Bagaço, Gomas

Ácidos Orgânicos, etc. = 0,11%

Cor ICUMSA

Cor ICUMSA

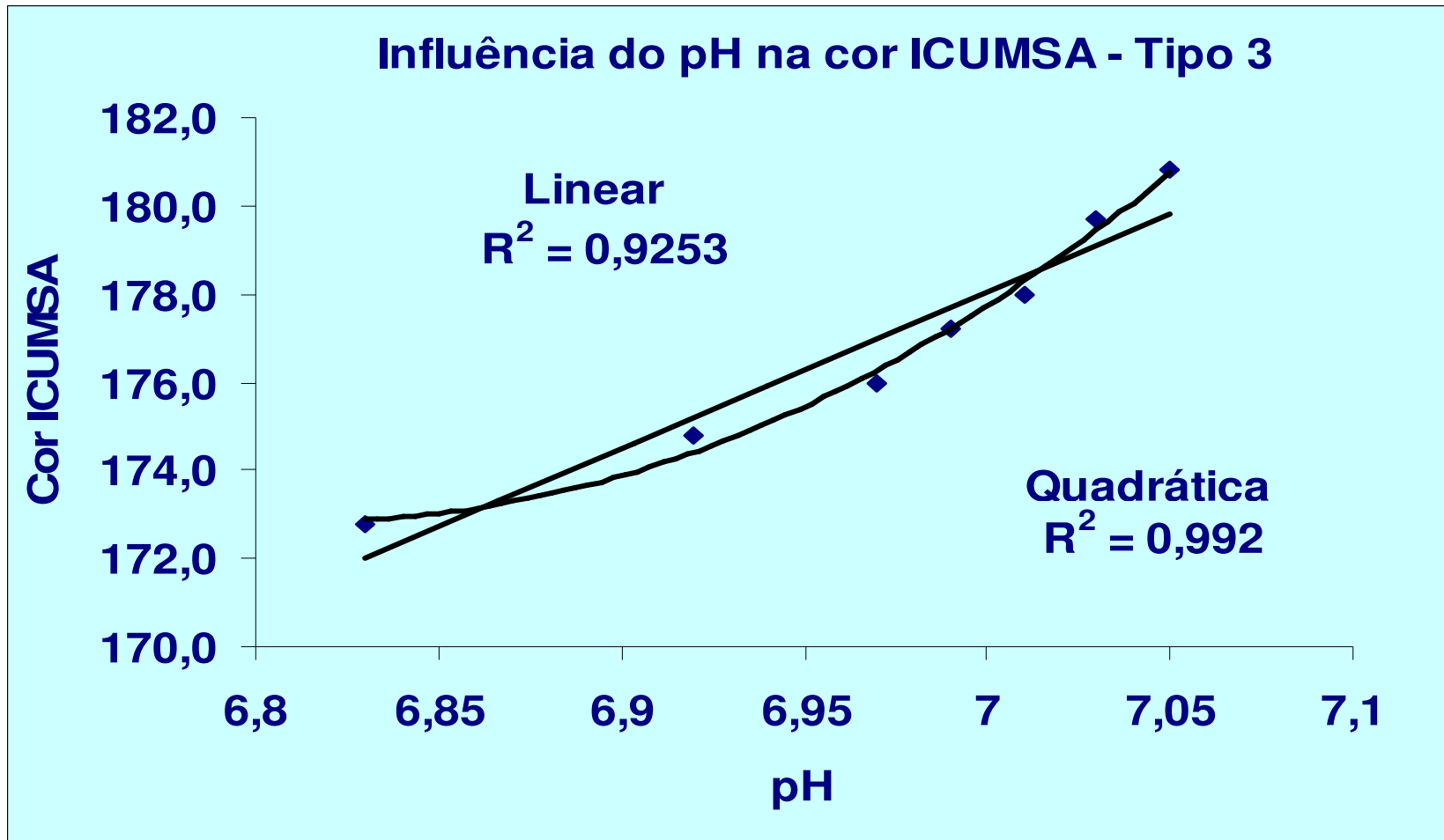
- Uma característica fundamental para classificação do açúcar.
- Mede a capacidade de passagem de luz através de uma solução de açúcar (50 °Brix), em um determinado comprimento de onda (420 nm).
- Metodologia oficial ICUMSA, expressa em UI.
- Padrões de cor do açúcar <45 <100 <150 <180 <300 < 400 < 1.200 < 2.000 UI
- Em geral pode-se dizer que: uma menor cor está associada a uma melhor qualidade do produto

Cor ICUMSA

Problemas

- A cor do açúcar pode influir na cor do produto final - bebidas claras, cerveja, doces, bolos, refrescos, etc.
- Maior gasto em insumos e no tempo do processo de filtração para reduzir a cor de xaropes e caldas.
- **Maior cor no açúcar bruto implica em maiores custos no refino do produto**

Cor ICUMSA



Tipos de Água



Água



Água Fresca



Águardente



Água Benta



Água De coco



Água quente

Umidade

Teor de água presente no açúcar

- A água é um inimigo do açúcar
- Metodologia Oficial ICUMSA - secagem a 105 °C por 3 h

Problemas

- Deterioração e empedramento.
- Dificulta o manuseio do produto nos clientes.
- Reduz a polarização por inversão.
- **Obs: No caso de açúcar bruto um açúcar com maior teor de umidade gera menor quantidade de pó.**

CINZAS

CONDUTIMÉTRICAS

Cinzas condutimétricas

Teor de sais solúveis em solução, medido por condutividade.

- **Maior teor de cinzas, maior presença de sais inorgânicos/orgânicos no açúcar.**
- **Componentes do mel que envolve o cristal.**
- **Metodologia Oficial ICUMSA.**

Cinzas condutimétricas

Problemas

- **Precipitação e aparecimento de turbidez em líquidos transparentes**
- **Sobrecarga nas resinas de troca iônica nas refinarias**

SO₂

Sulfito

Teor de SO₂ presente no açúcar

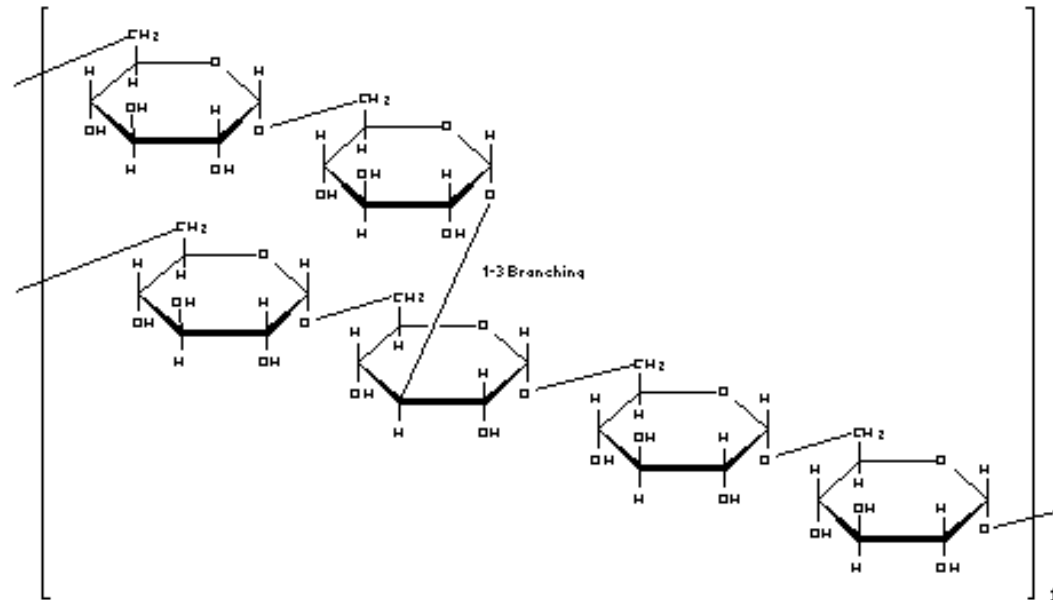
- Decorrente do processo de sulfitação
- Presente em maior quantidade na camada de mel que envolve o cristal.
- Codex alimentarius especifica: 15 mg/kg para açúcares refinados e 70 para açúcar cristal
- Metodologia Oficial ICUMSA

Sulfito

Problemas

- **Alteração de sabor e aroma.**
- **Escurecimento de embalagens metálicas por formação de sulfeto metálico.**
- **Inibe o amarecimento do açúcar na armazenagem.**
- **Alérgico para algumas pessoas (maior ocorrência em pessoas asmáticas).**
- **Há um movimento para limitar o valor máximo em 10 mg/kg.**

Dextrana



Dextrana é um polímero de glucose, composto de cerca de 95% de ligações α -D- (1 \rightarrow 6), com o restante em ligações (1 \rightarrow 3) responsável pela ramificação

Dextrana

Polissacarídeo com peso molecular de 50.000 a 2.000.000 Dalton, formado pela de bactérias do gênero *Leuconostoc Mesenteroides*.

- **A dextrana pode se formar na deterioração da cana após queima e corte, nos caldos e xaropes.**
- **O teor de dextrana é maior após chuvas, quando a cana pode permanecer no campo por mais de 72 horas (ou acima de 14 horas no caso de colheita mecanizada).**

Dextrana

- Os tratamentos normais do caldo no processo convencional eliminam apenas pequena quantidade de dextrana. Aplicação de enzimas é uma boa alternativa.
- O xarope contaminado com dextrana produz cristais alongados de qualidade inferior →
- Valores: acima de 150/200 mg/kg podem ocasionar problemas de produção e uso do açúcar.

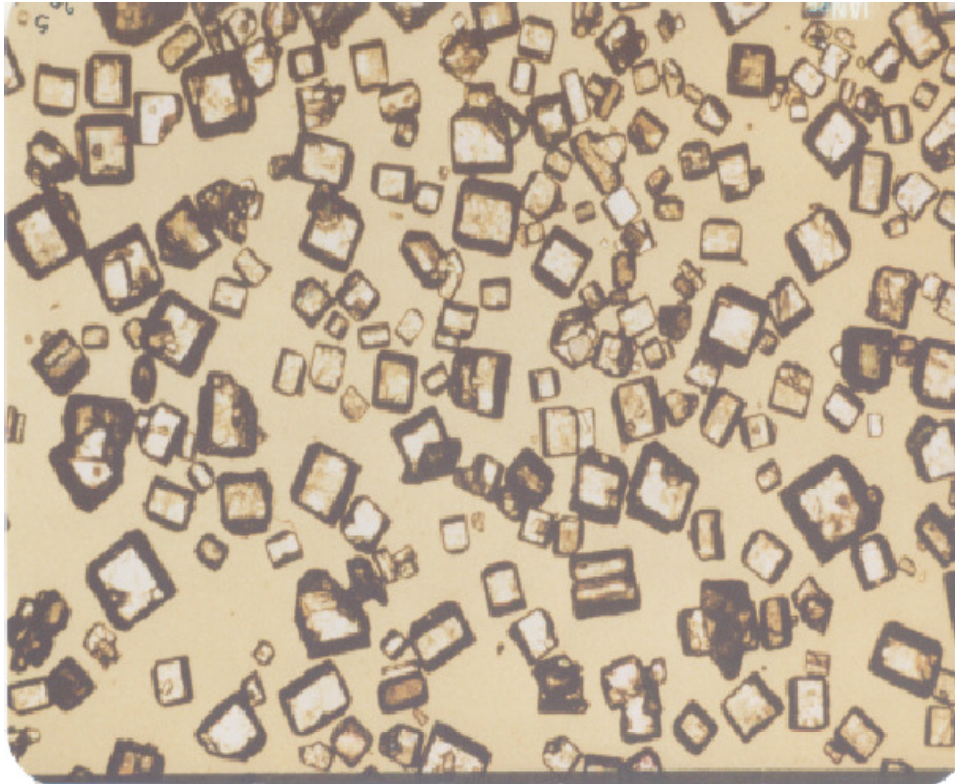
Dextrana

Problemas

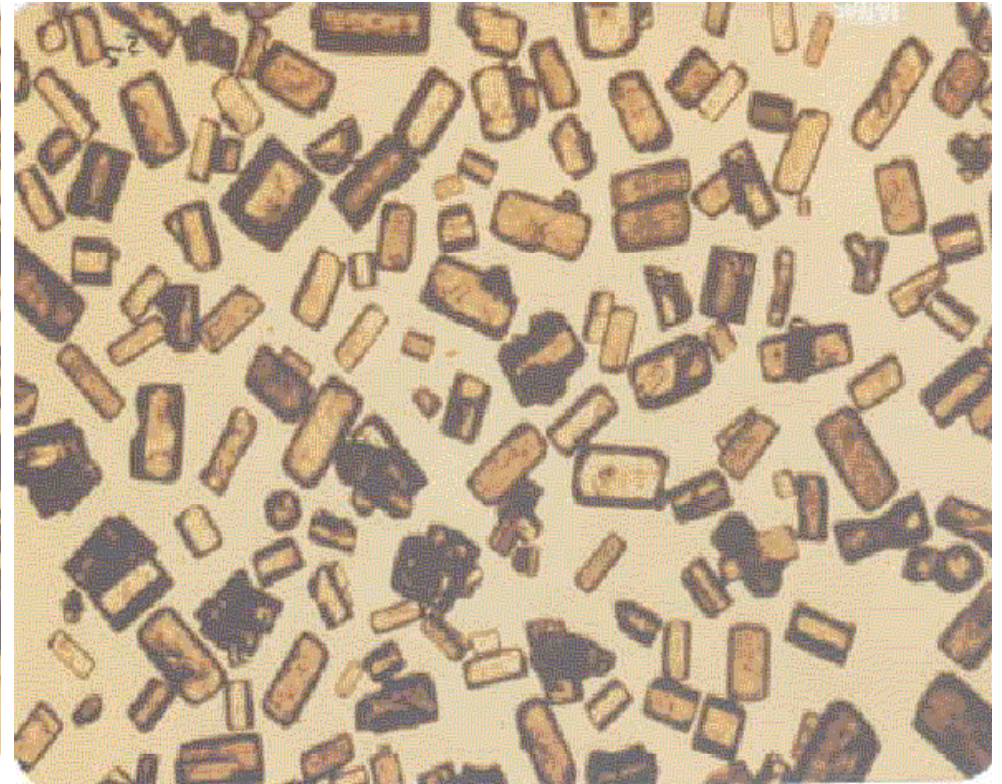
- **Aumento da viscosidade de soluções açucaradas.**
- **Modificação da forma do cristal.**
- **Diminuição da taxa de filtração.**
- **Deformação de balas duras.**
- **Altera a densidade aparente.**
- **Produz turbidez em meio alcoólico.**

Dextrana

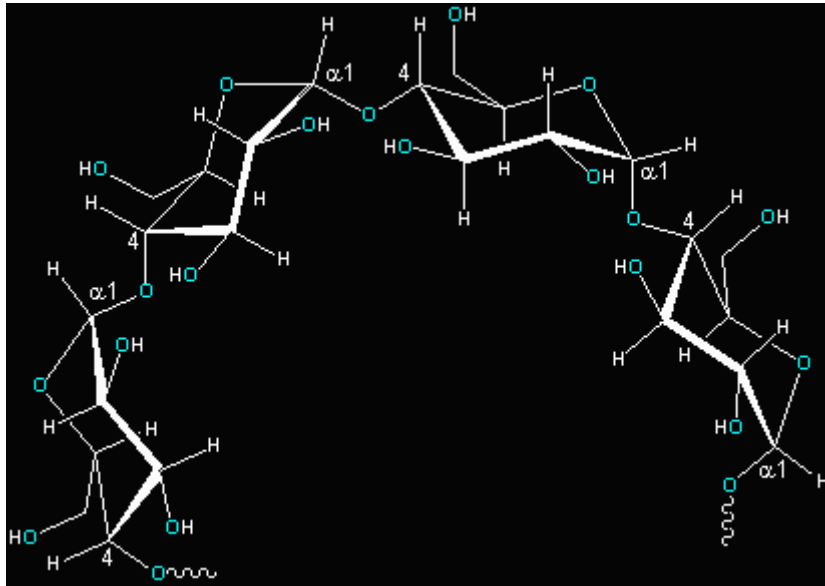
Cristais sem dextrana



Cristais com dextrana

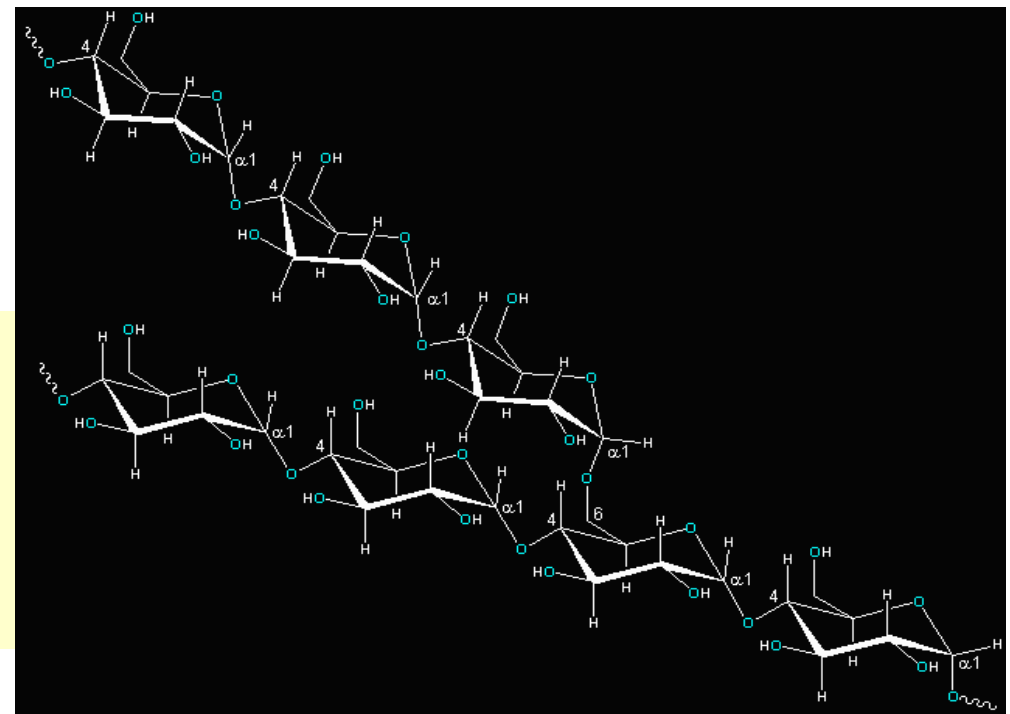


Amido



**Amilose – polímero linear
com ligações α -1,4
gelificação**

**Amilopectina – polímero
ramificado com ligações
 α -1,4 e α -1,6
viscosidade**



Amido

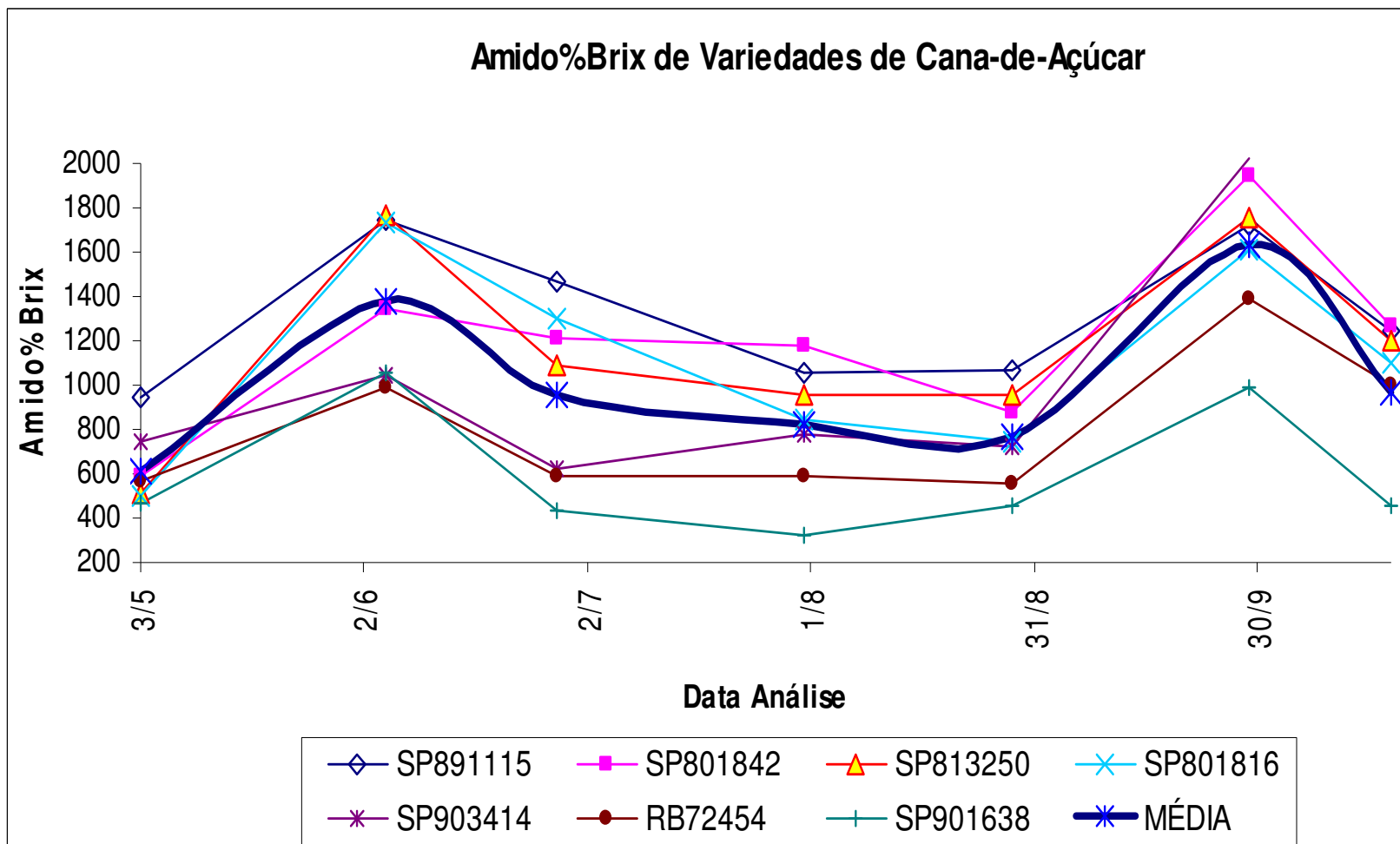
Polímero de glucose composto de amilose e amilopectina

- **Maior concentração em cana verde, na bainha das folhas, nós e pontas. Característica varietal.**
- **Solúvel no processo em temperaturas $> 72^{\circ}\text{C}$.**
- **Pouco eliminado na clarificação.**
- **Aplicação de enzimas é uma boa alternativa no caso de açúcar bruto.**
- **Concentrações acima de 200-250 ppm podem afetar processos industriais.**

Amido

- **Problemas**
- **Redução da taxa de filtração**
- **Aumento da turbidez das soluções de açúcar**
- **Aumento da viscosidade**

Amido – Variedades de Cana



**AMARELECIMENTO DO AÇÚCAR NA
ARMAZENAGEM**

DESENVOLVIMENTO DE COR NO AÇUCAR

**ESTE FATO TEM SIDO EXAUSTIVAMENTE
ESTUDADO AO LONGO DOS ANOS**

Browne and Zerban - 1941

Spencer and Meade - 1945

FORMAÇÃO DE COR

CAUSA 1

Presença de pigmentos como clorofila, carotenos, melanoidinas, antocianinas, compostos fenólicos originários da cana e que fazem parte do grupo chamados de precursores de cor.

FORMAÇÃO DE COR

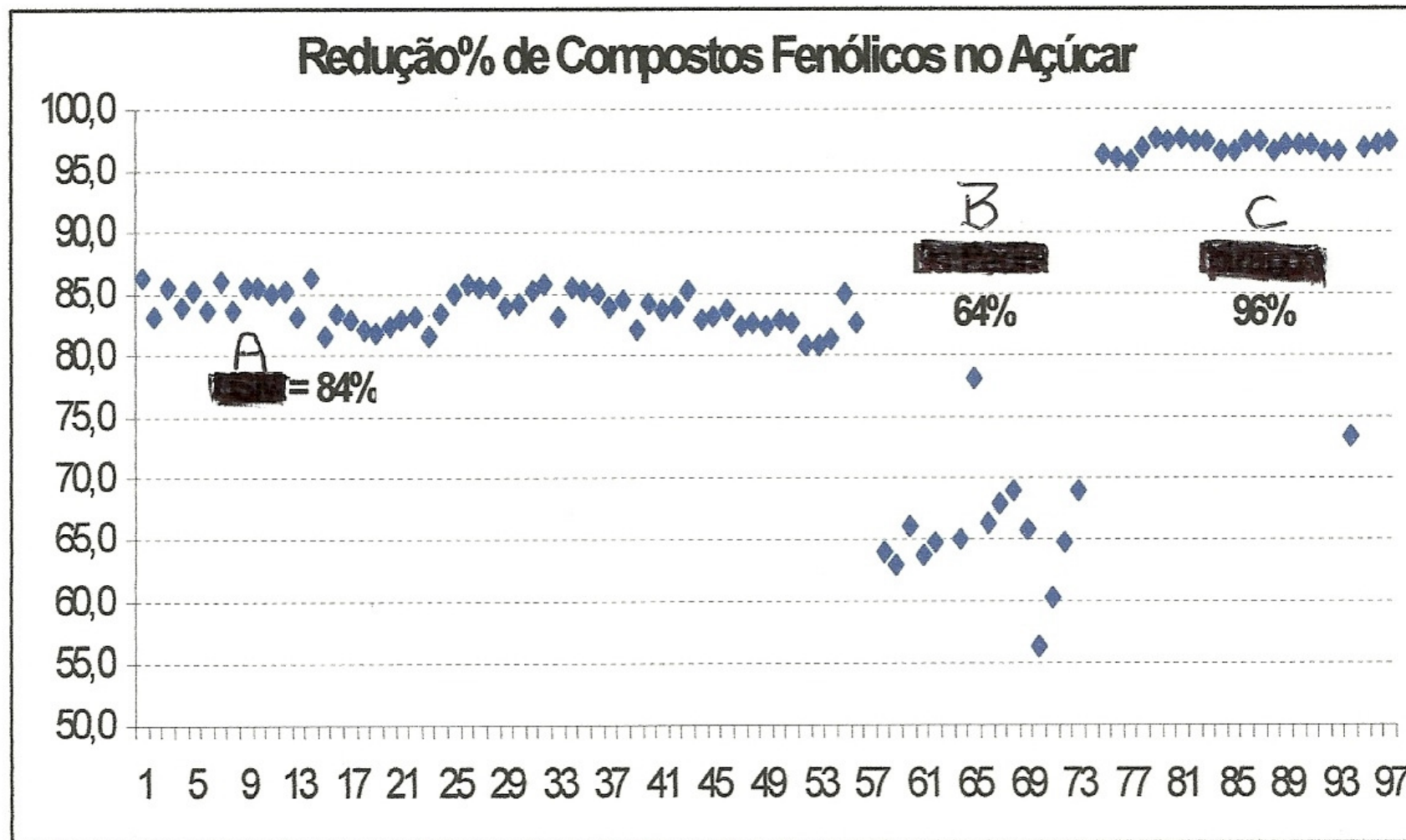
- **Melanoidinas** – polímeros escuros de alto peso molecular formados pela reação de Maillard – reação de açúcares redutores com amino-ácidos. A reação acontece com ação do calor. Não sensível ao pH
- **Fenólicos** – pigmentos de plantas; baixo peso molecular; sensíveis ao pH; amarelo claro a alaranjado; reage com ferro para produzir compostos muito escuros →

Determinação de compostos fenólicos

Compostos Fenólicos (mg/Kg)			
	Caldo Primário	Caldo Clarificado	Açúcar
Média	1.665	1.155	84
Maior	4.984	4.454	693
Menor	314	234	5



Remoção de fenólicos no processo



FORMAÇÃO DE COR

CAUSA 2

Cor resultante das reações de degradação de açúcares, formação de caramelo, reações entre aminoácidos e açúcares redutores.

FORMAÇÃO DE COR

Compostos não-coloridos que desenvolvem cor, ou reagem para formação de cor (precursores).

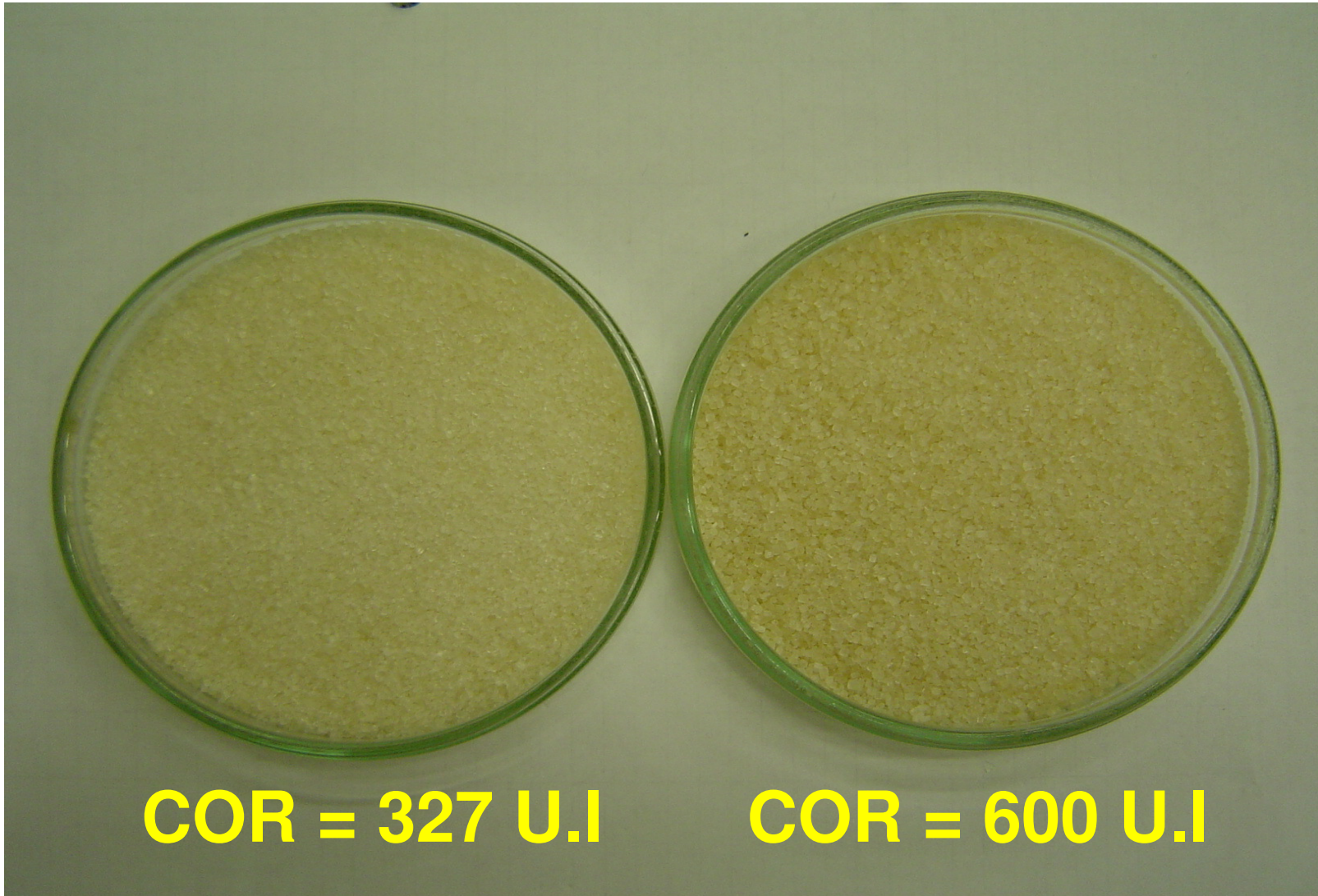
- Aminoácidos**
- Compostos fenólicos**
- Ferro**
- Hidroximetil furfural**

FORMAÇÃO DE COR

CAUSA 3

A temperatura é reconhecida como agente catalizador e acelerador das reações químicas citadas anteriormente, com impacto direto no aumento de cor na armazenagem

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira



Medidas Preventivas

O açúcar deve ser de boa qualidade

Açúcar deve ser adequadamente resfriado antes da armazenagem (temperatura ambiente)

Aumento de cor ocorre mesmo em baixas temperaturas:

•Kostenko detectou aumento de cor mesmo em temperaturas entre -2 e 9°C, em um ambiente de umidade relativa entre 60 - 95%

O aumento de cor não ocorre apenas na película de mel, mas também no interior do cristal

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira

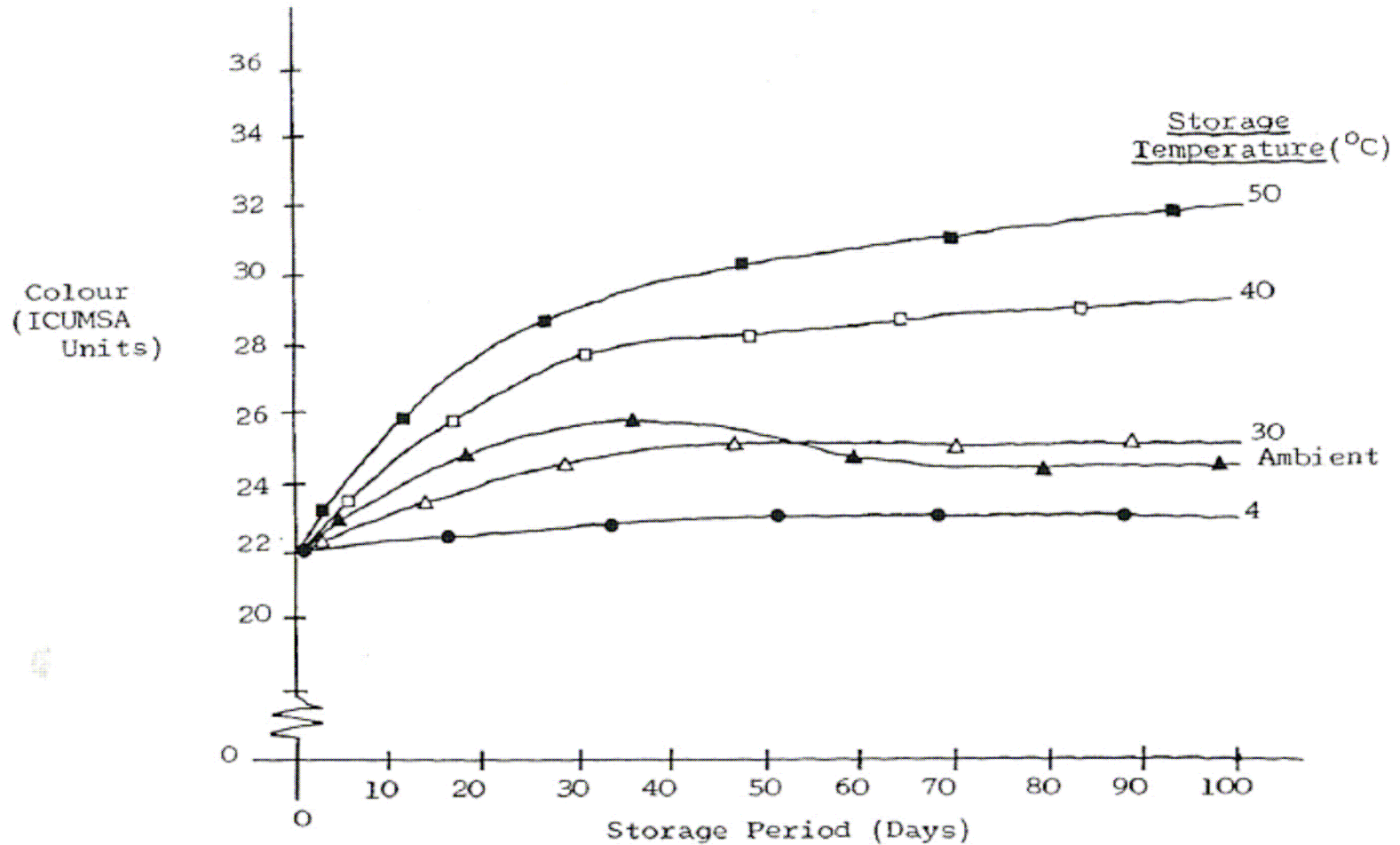


FIGURE 34

EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE ON THE COLOUR OF WHITE SUGAR

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira

COR INICIAL = 15 - 28 UI	
ARMAZENAMENTO = 100 DIAS	
TEMPERATURA	%DE AMARELECIMENTO
30°c	10%
40°C	24%
50°C	40%

COR INICIAL = 15 - 28 UI	
ARMAZENAMENTO = 300 DIAS	
TEMPERATURA	%DE AMARELECIMENTO
30°c	15%
50°C	130%

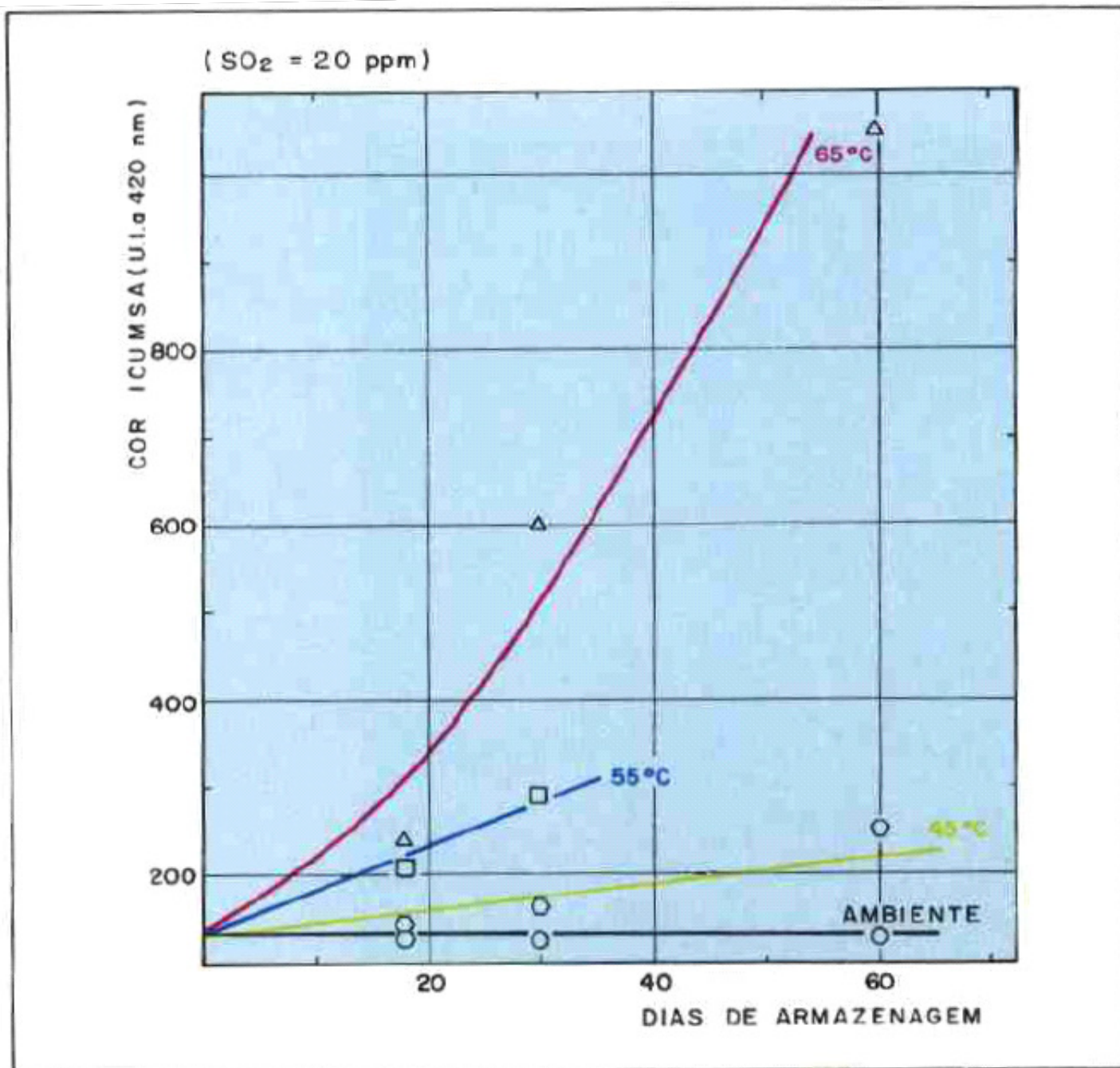


Figura 5 – Variação da cor ICUMSA de açúcar cristal.

(Reflectância inicial - 60%)

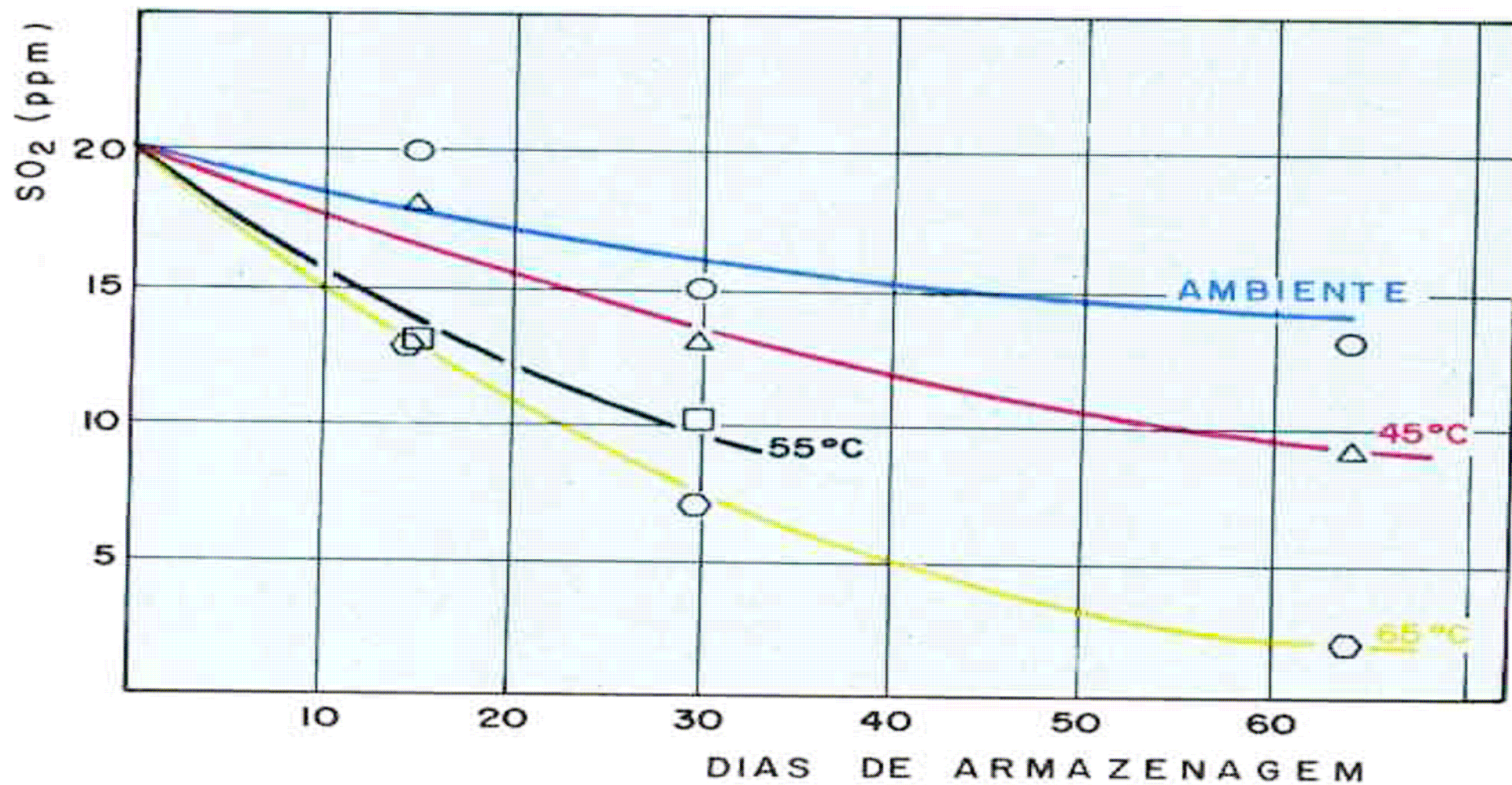
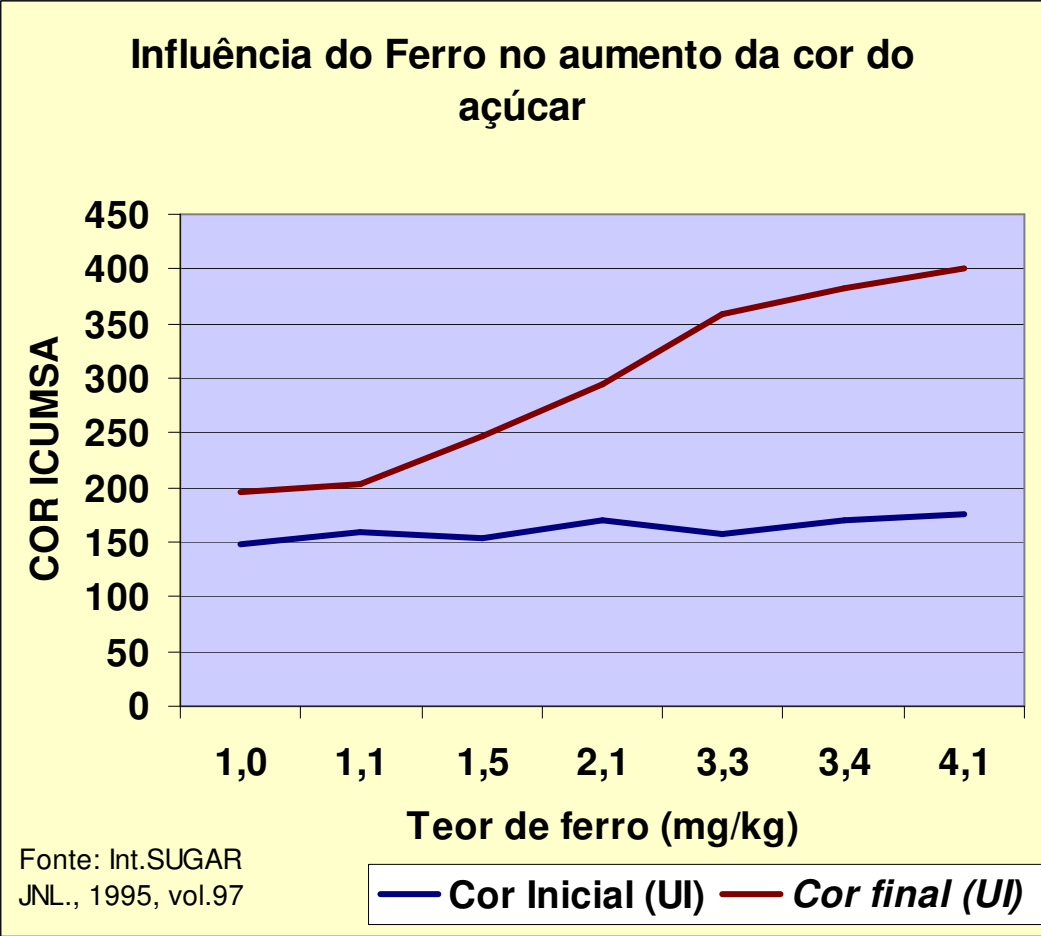
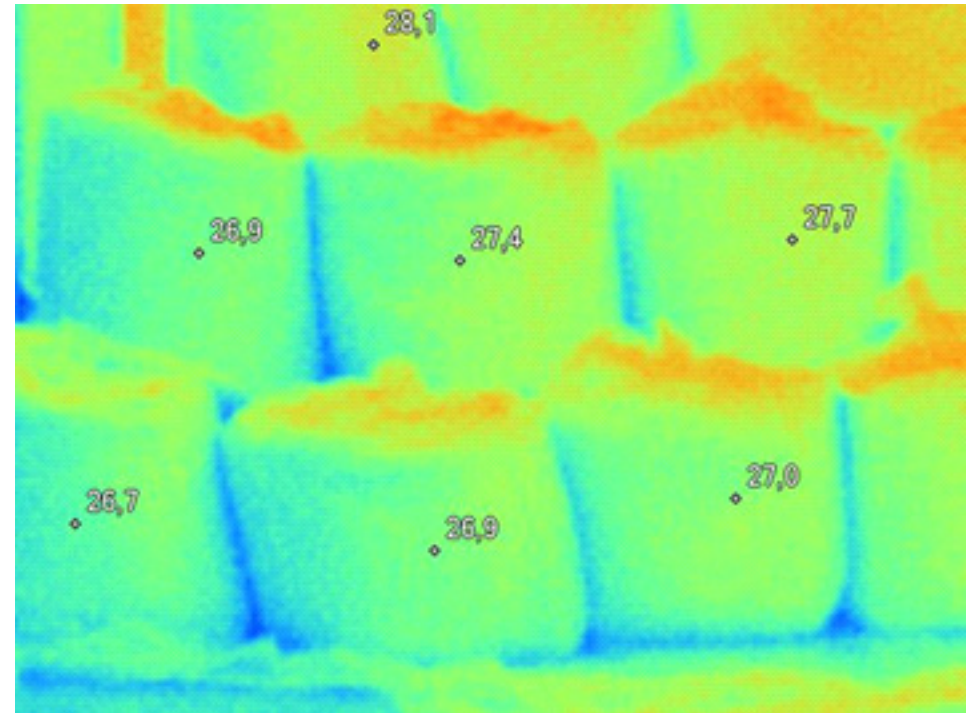


Figura 8 – Variação do teor de SO₂ no açúcar cristal.



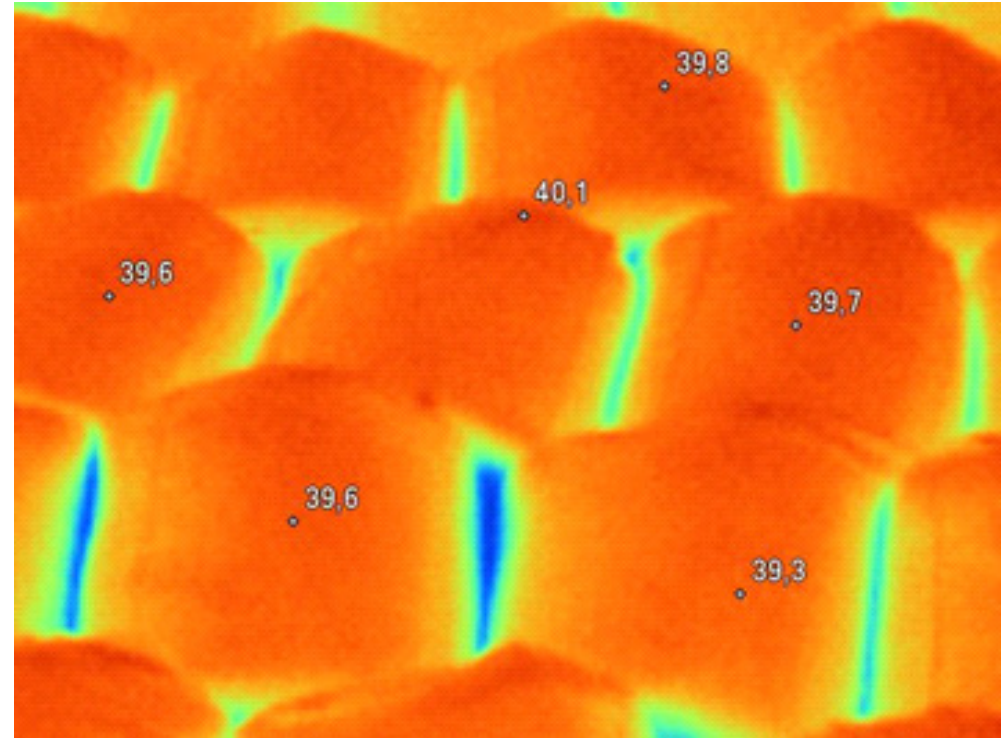
DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira





ARMAZÉM DE ALVENARIA

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira



ARMAZÉM INFLÁVEL

Medidas Preventivas

Monitorar o Heated Color Ratio →

Reduzir o tempo de armazenamento (praticar o FIFO)

Manter uma atmosfera estável no interior do armazém, com mínima movimentação de ar em seu interior

Instalar ventiladores para controlar ou resfriar o ar no interior do armazém trás mais problemas do que soluções. →

Medidas Preventivas

Heated Color Ratio

- **Determinação da cor ICUMSA a pH 7,00**
- **Determinação da cor ICUMSA a pH 7,00 após aquecimento por 3h a 105°C**
- **Teste acelerado de degradação**
- **Indicação de possível aumento de cor na armazenagem**



Medidas Preventivas

		COR UI		
		Antes	Depois	HCR
Usina A	Média	339	402	1,19
	Maior	550	650	1,41
	Menor	252	316	1,04
Usina B	Média	362	694	1,92
	Maior	500	1244	3,18
	Menor	271	364	1,09
Usina C	Média	349	374	1,07
	Maior	770	880	1,23
	Menor	236	248	1,01

DOCS - D'Oliveira Consultoria Sucroalcooleira



Apesar do muito que já se estudou sobre o assunto dúvidas e perguntas não respondidas são ainda frequentes:

- Qual o melhor indicador para monitorar o amarelecimento do açúcar?**
- Como se comportam o HCR, I.V. e Fenólicos nos diferentes tipos de açúcar?**
- Research or Re-search?**

OBRIGADO

Danilo Tostes Oliveira
olinadtostes@gmail.com
Fone 19 992099220