A USINA LUCRATIVA

STAB 2016 - Ribeirão Preto

Henrique V. Amorim

Balanço ART

Flocos em bebidas causados pelo açúcar

Starch cane: fermentando cana e milho

Recuperação de Fábrica

RT: Recuperado Total

RTC: Recuperado Total Corrigido

Recuperado Total (RT)

A. Kg ART entrado / cana

B. Kg Açúcar ensacado / 0,95

C. L Álcool a 100% / 0,6475

$$RT = (B + C) / A \times 100$$

Recuperado Total Corrigido (RTC)

O que é RTC?

É o Rendimento Industrial utilizado pela Fermentec para:

Comparações entre unidades

Comparações entre safras, da mesma unidade

Recuperado Total Corrigido (RTC)

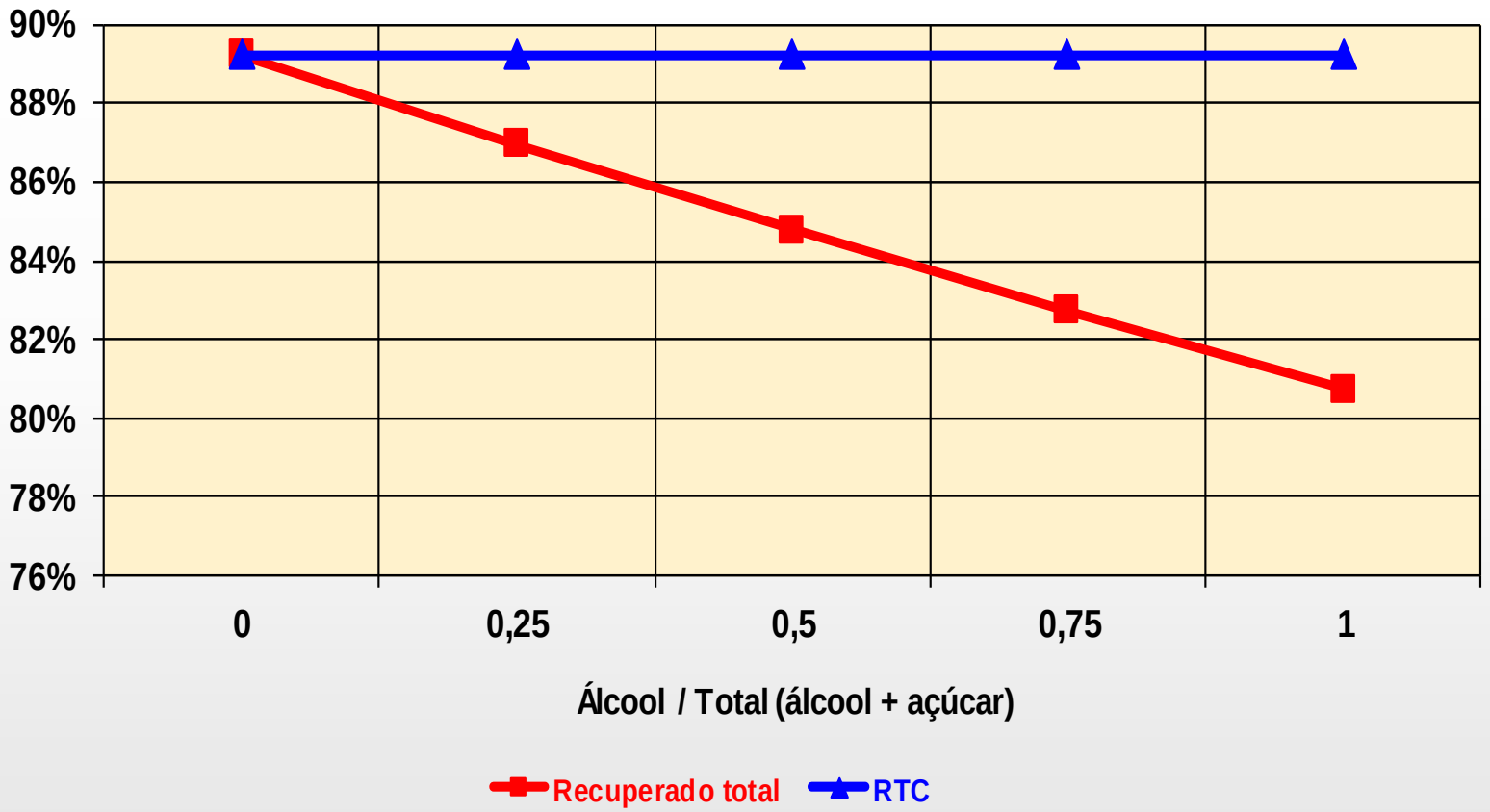
A. Kg ART entrado / cana

B. Kg Açúcar ensacado / 0,95

C. L Álcool a 100% / (0,6475 x 0,92)

$$RTC = (B + C) / A \times 100$$

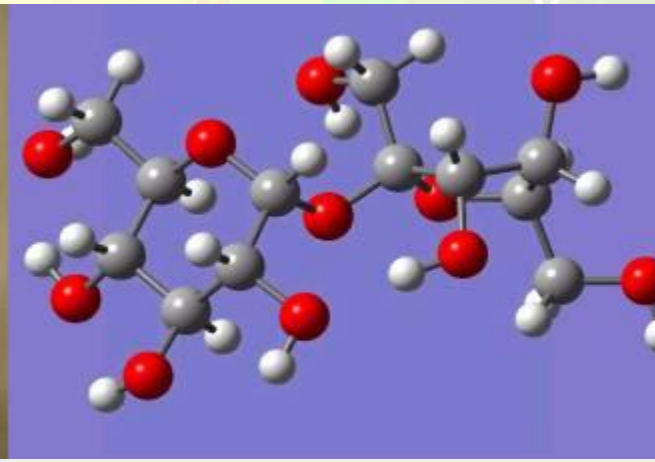
RTC e Recuperado Total



O QUE SE MEDE

1. Extração
2. Perda na torta de filtro
3. Rendimento Geral Destilaria
   - Fermentação
   - Destilação (vinhaça)
4. Evaporação
5. Aguas Residuais
6. Indeterminadas

FLOCOS EM BEBIDAS CAUSADOS PELO AÇÚCAR



BEBIDAS ÁCIDAS

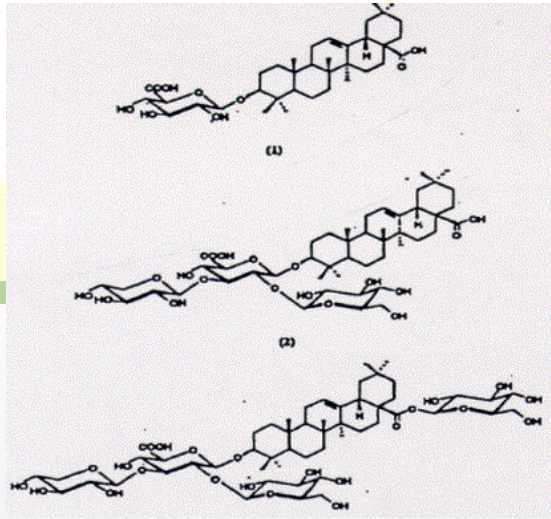
Bebidas:	pH
▪Refrigerantes	~ 3,4
▪Destilados	~ 4,5
▪Vinho e espumantes	~ 3,9

ORIGEM DOS FLOCOS EM BEBIDAS ACIDIFICADAS

Açúcar de Beterraba:

- Saponinas

SAPONINAS



- Glicosídeos de ácido glucurônico e do ácido oleanóico
- Existem pelo menos 3 tipos de saponinas
- Beterraba: 0,01 a 0,2%
- Açúcar tem até 100 ppm

ORIGEM DOS FLOCOS EM BEBIDAS ACIDIFICADAS

Açúcar de Cana:

- Polissacarídeo nativo da cana (ISP) e proteínas
- Dextrana
- Amido
- Ácido Aconítico

POLISSACARÍDEOS

DA CANA

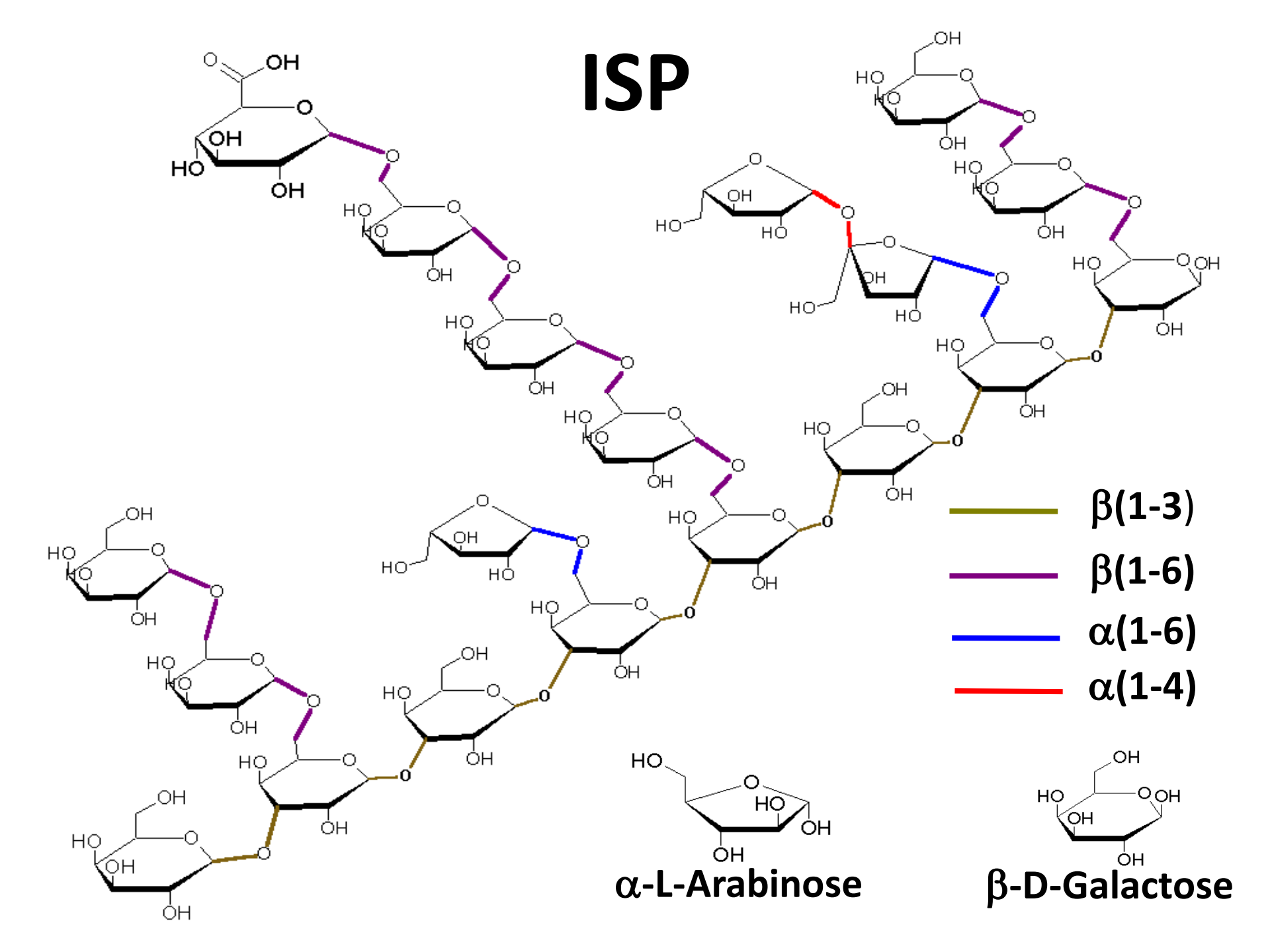
- Polissacarídeo nativo da cana (ISP)
- Amido: pontas e folhas
- Ácido Aconítico: pontas e folhas

DE MICRORGANISMOS

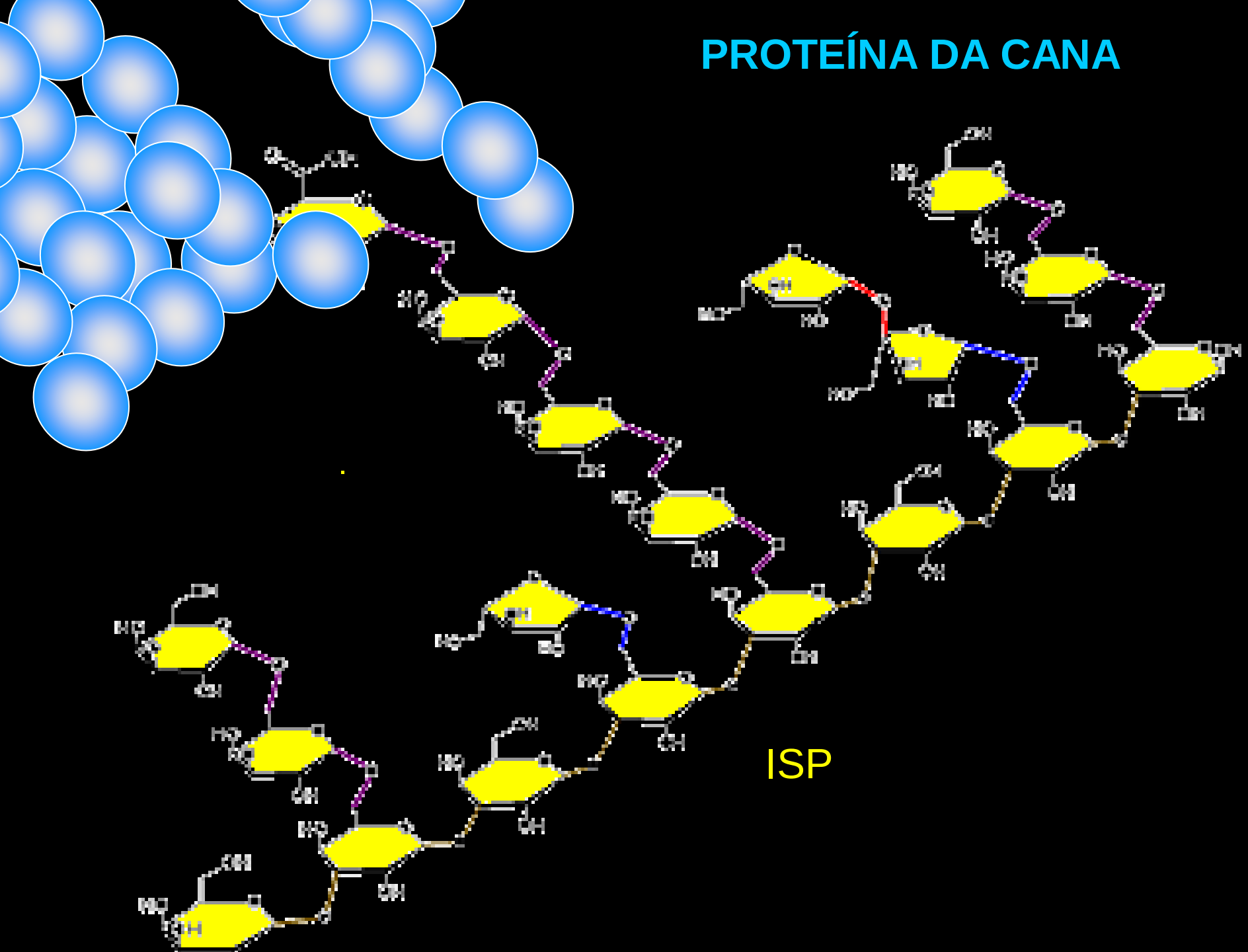
- Dextrana: *Leuconostoc mesenteroides* e outras bactérias

POLISSACARÍDEO NATIVO DA CANA (ISP)

- Isolado na Louisiana e Austrália (1964)
- Características levorotatórias
- Difícil identificação
- Diferentes monossacarídeos
- Persistente por todo processo
- Associado com proteínas da cana forma flocos em bebidas ácidas

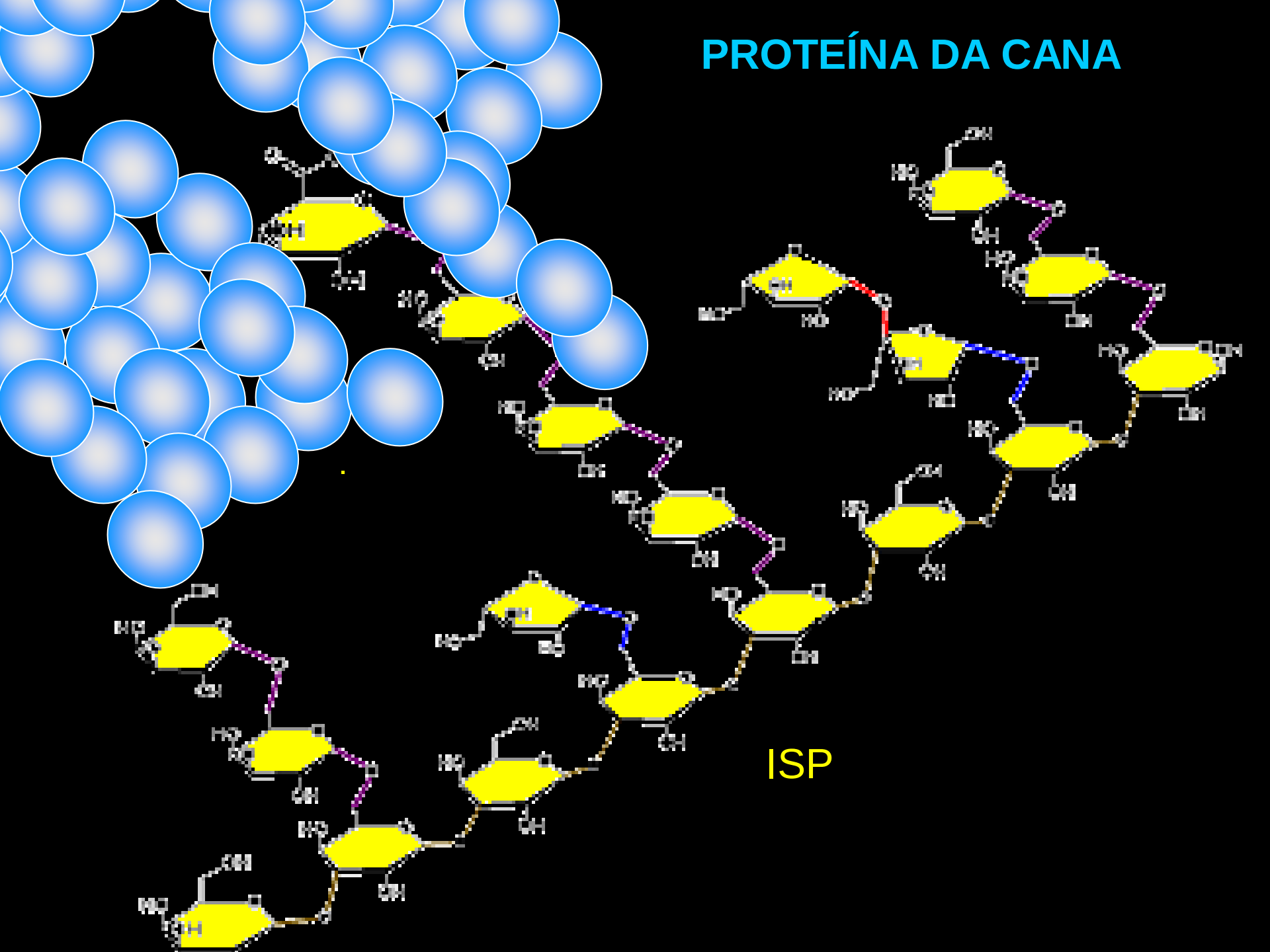

ISP
β(1-3)
β(1-6)
α(1-6)
α(1-4)
α-L-Arabinose
β-D-Galactose

PROTEÍNA DA CANA



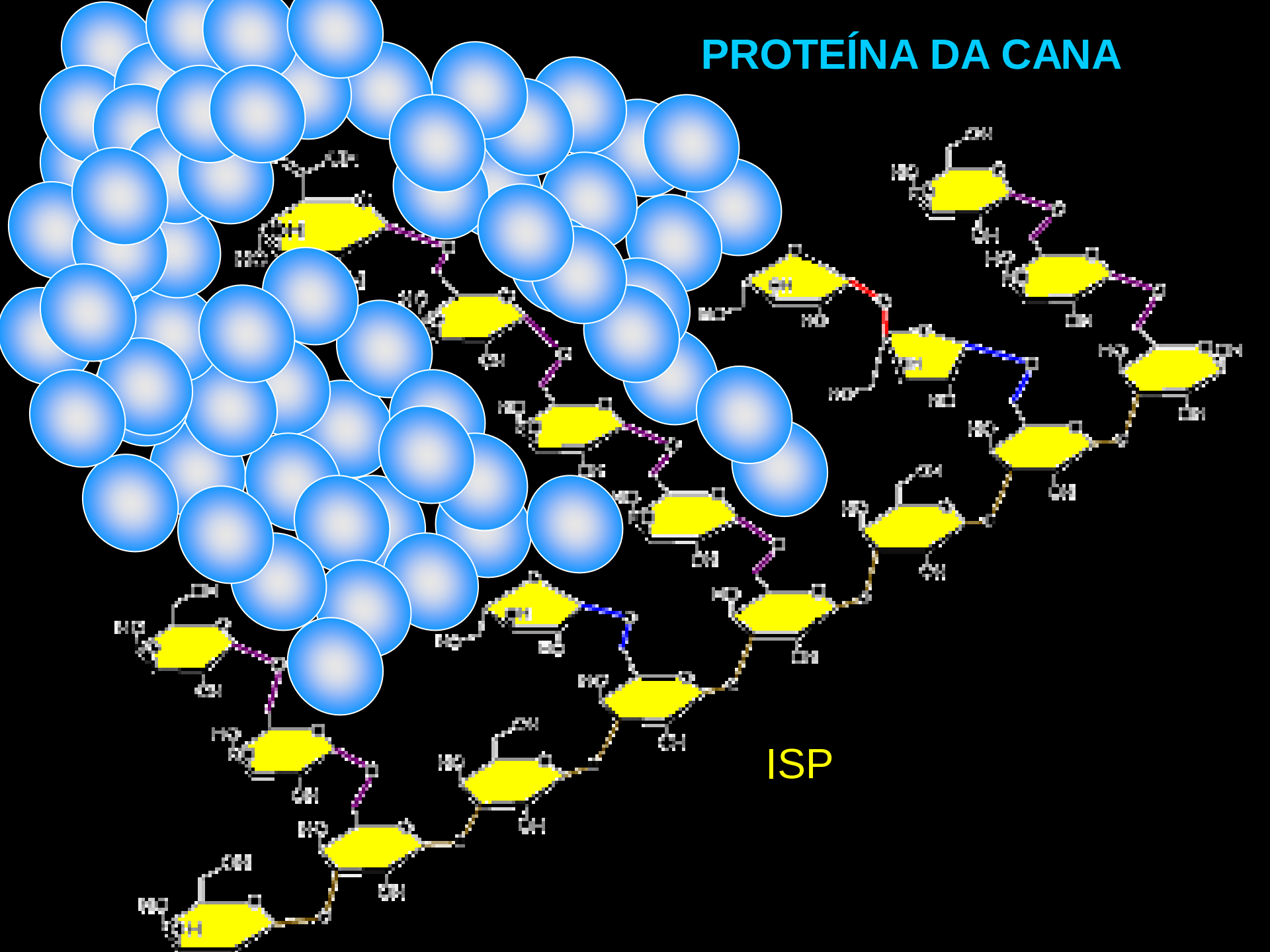
ISP

PROTEÍNA DA CANA



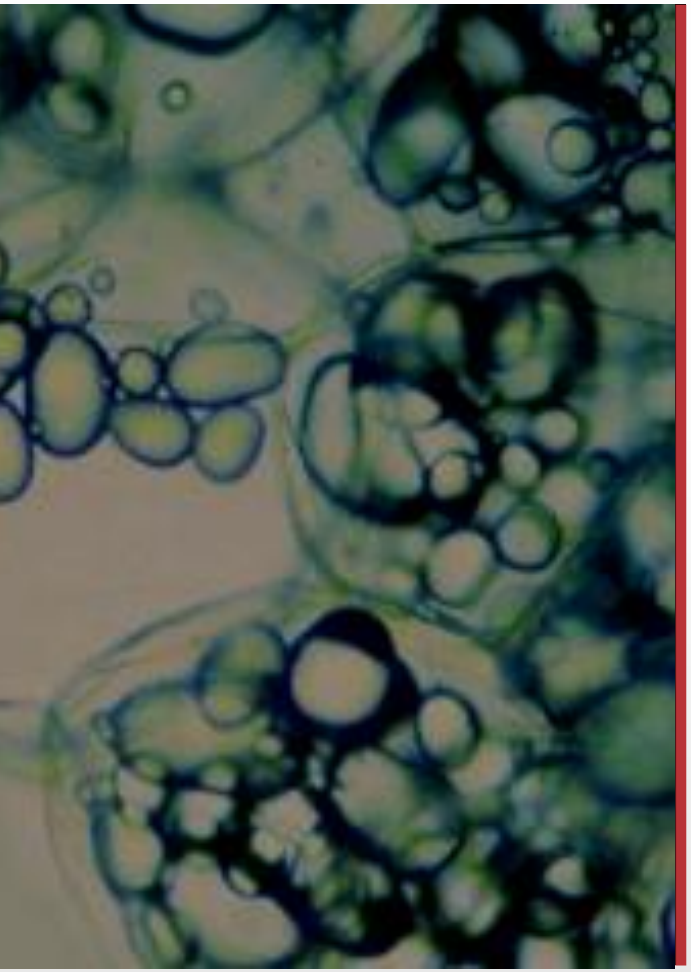
ISP

PROTEÍNA DA CANA



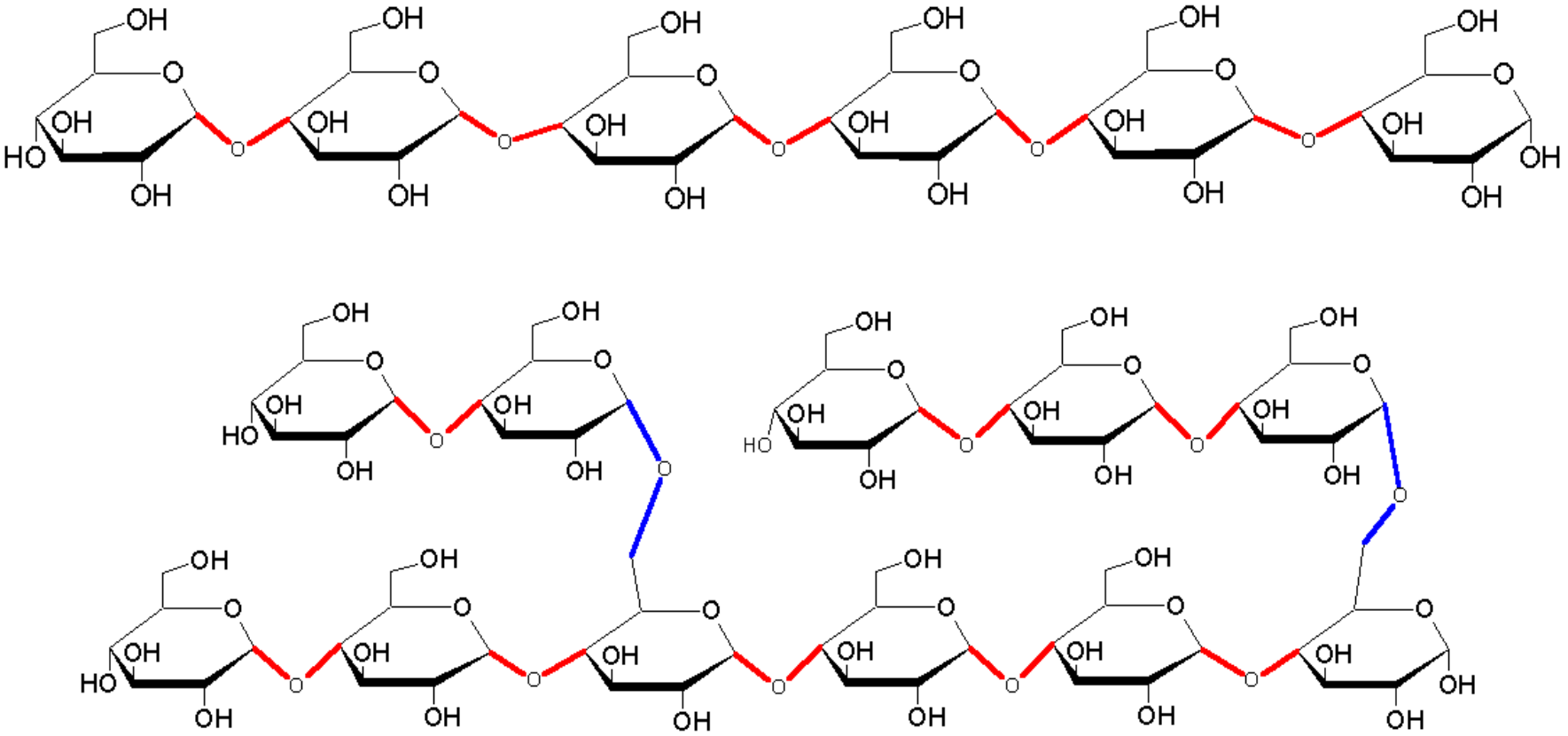
ISP

AMIDO



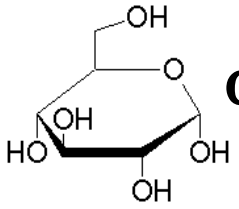
- Tamanho médio dos grãos: 5 μm a 1 μm
- Concentração (Cana): 2000 ppm a 50 ppm
- Gelatinização no aquecimento e caleagem
- Recristalização durante a evaporação

AMIDO



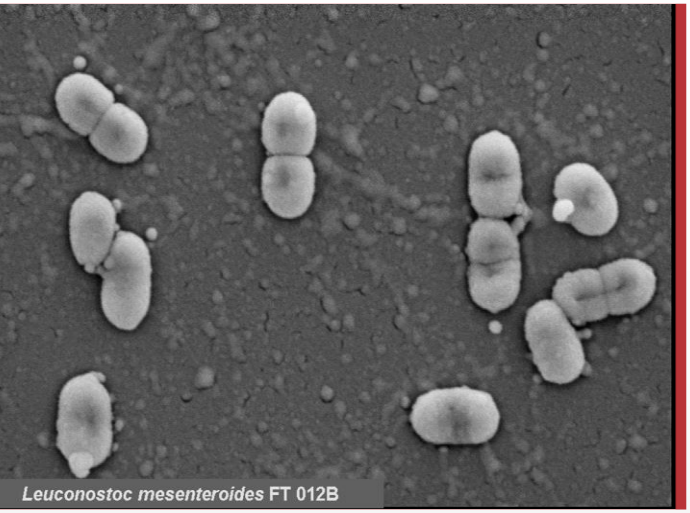
α(1-4)

α(1-6)

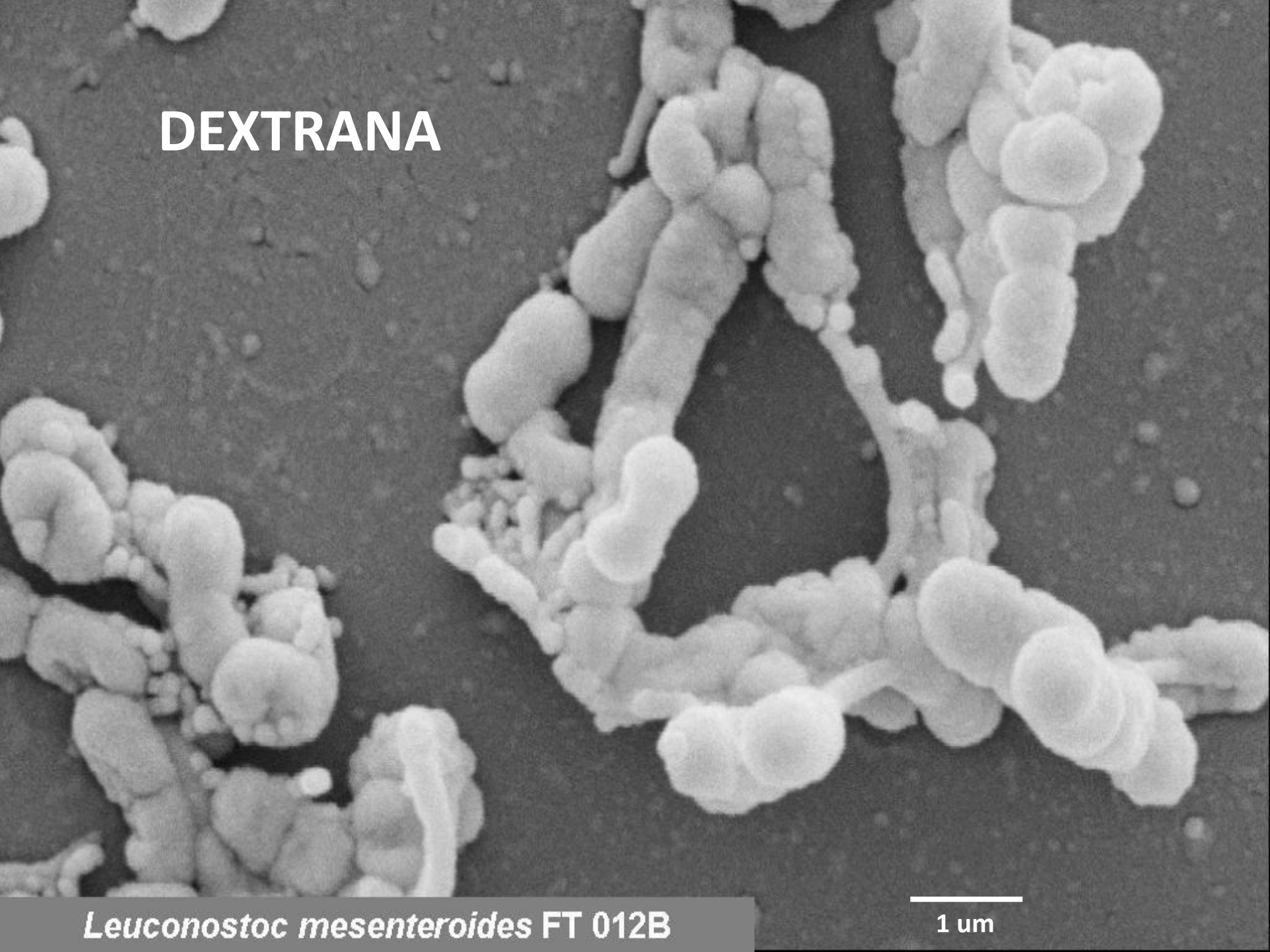


α-D-Glicose

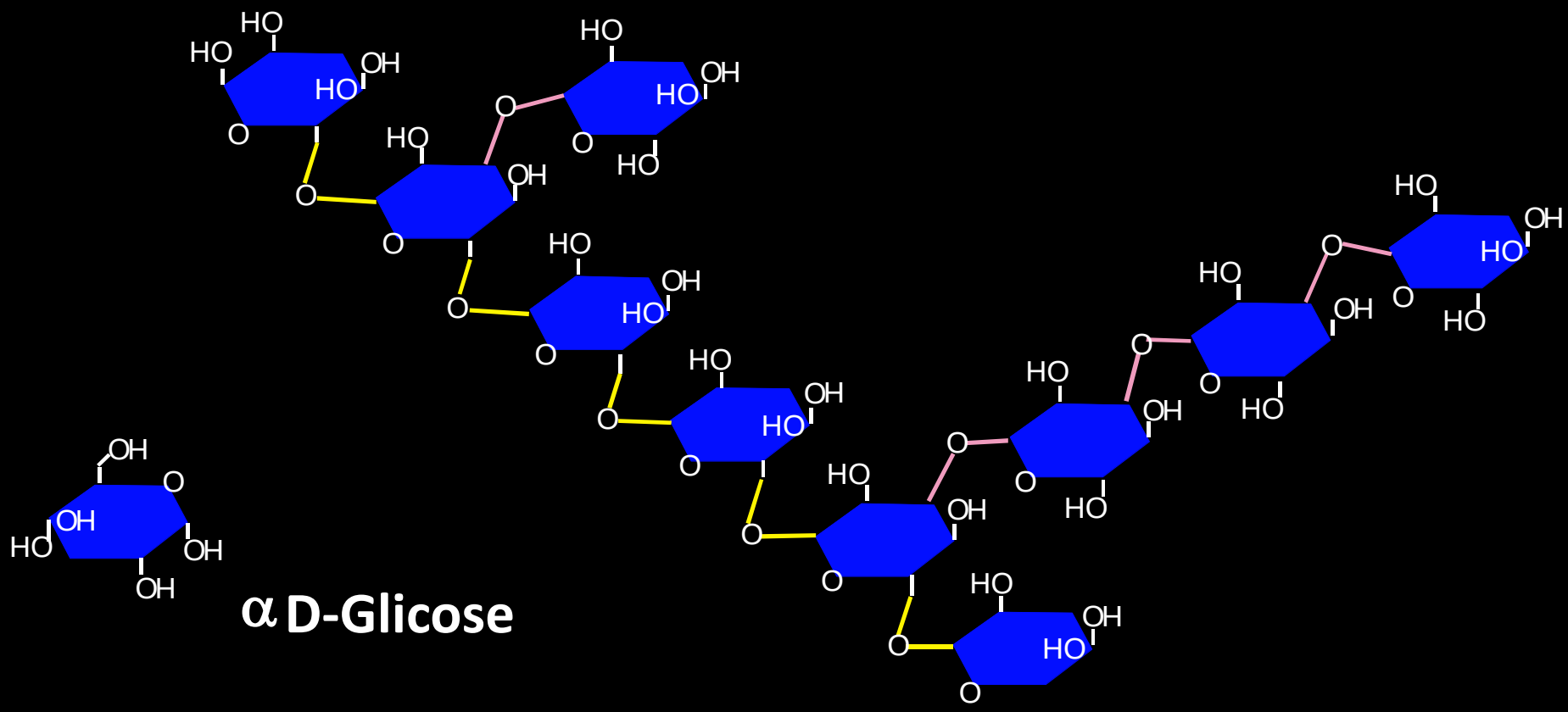
DE MICRORGANISMO DEXTRANA



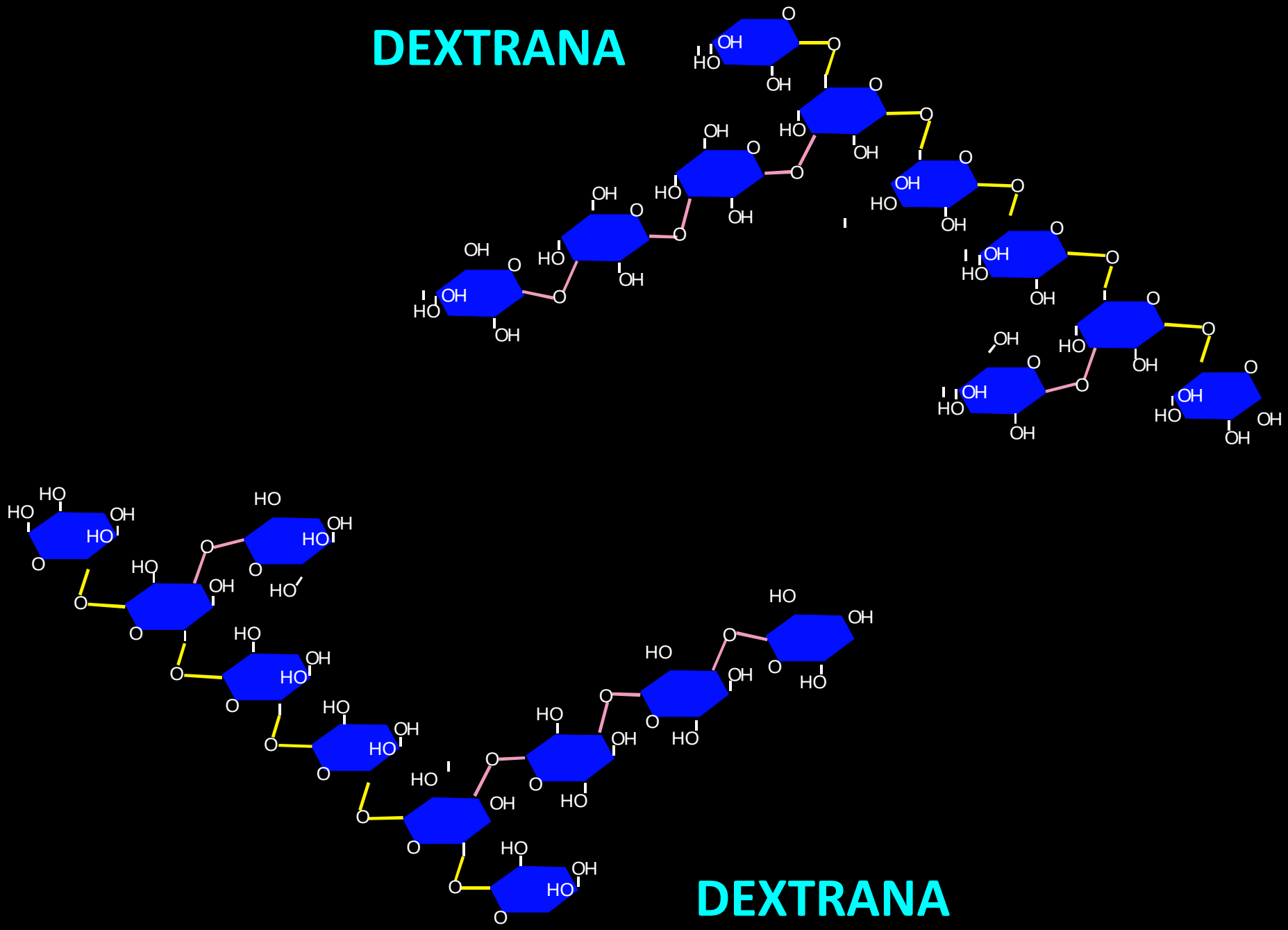
- Produzida por *Leuconostoc mesenteroides*
- Não é encontrada em canas sadias
- 100% de glicose
- Rica em cargas negativas (hidroxilas)
- Altamente dextrorotatória
- Solúvel em água (depende do peso molecular)
- Interação com cálcio


DEXTRANA
Leuconostoc mesenteroides FT 012B
1 um

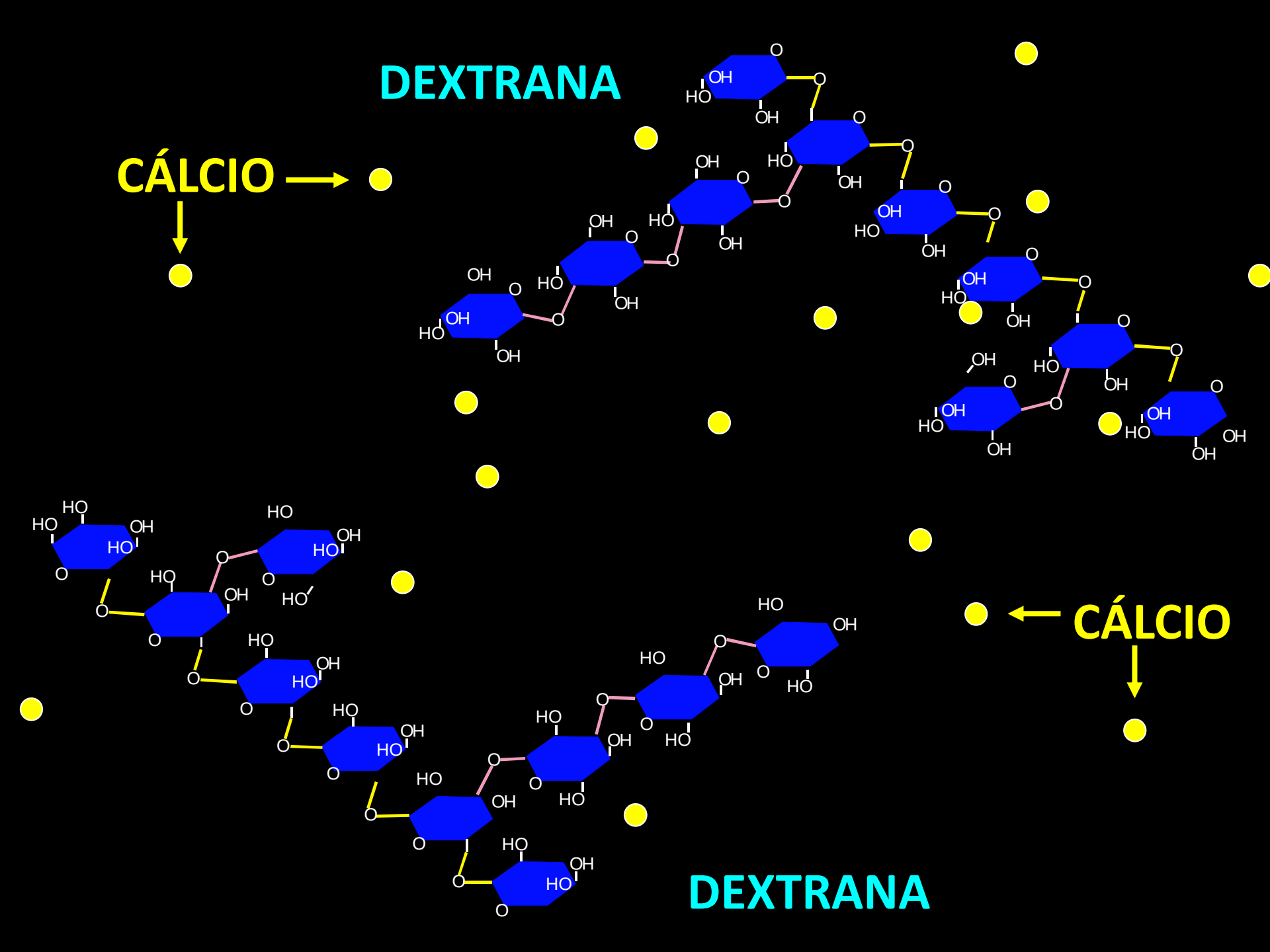
DEXTRANA



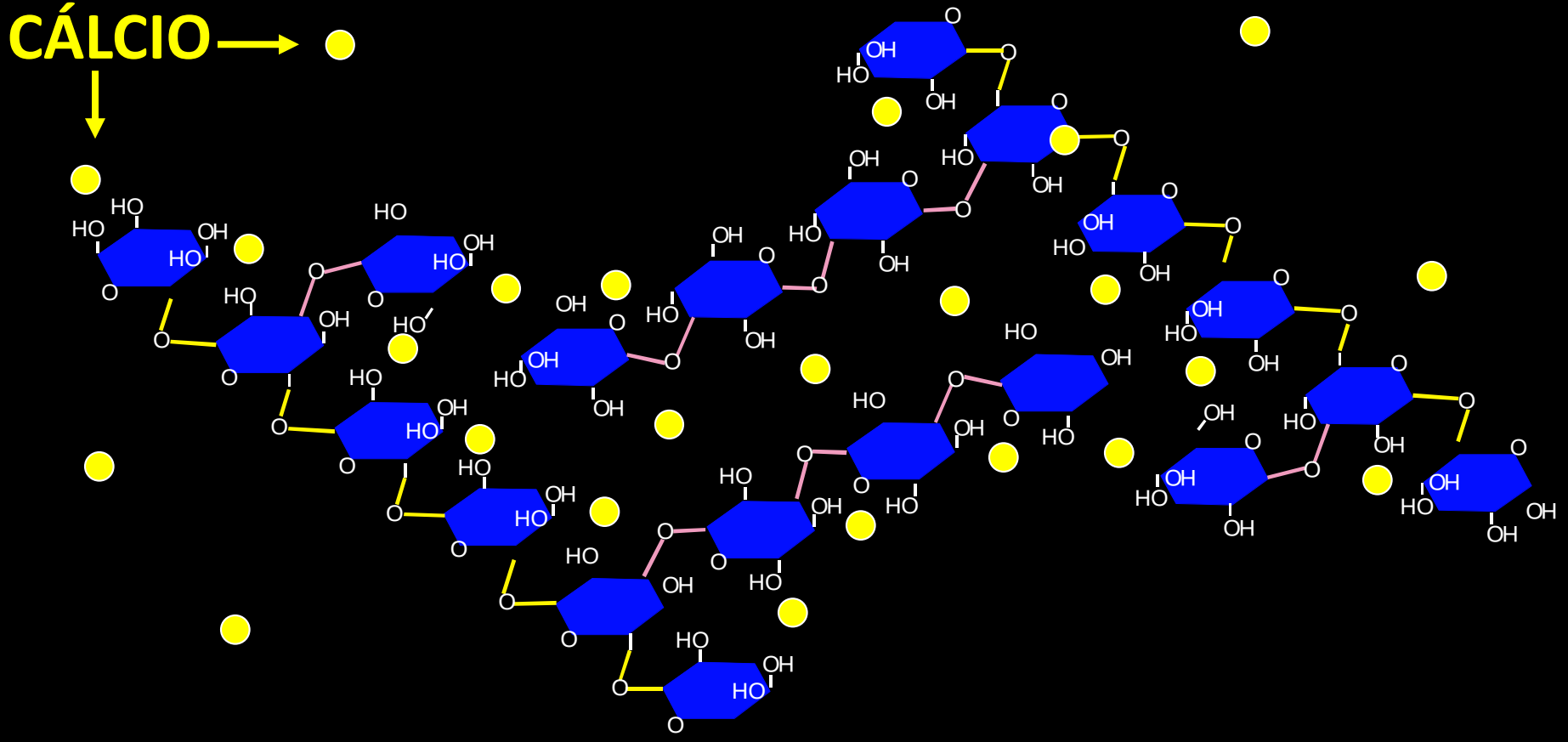
DEXTRANA



DEXTRANA


DEXTRANA
CÁLCIO
CÁLCIO
DEXTRANA

DEXTRANA



DEXTRANA

DEXTRANA NO AÇÚCAR

RELAÇÃO COMPRIMENTO / LARGURA DO CRISTAL

AMOSTRA	DEXTRANA (ppm)	RELAÇÃO COMP./LARG.
SPRI	1062	4,1
SPRI	1093	3,1
VHP (Ferm)	400	1,1
VHP (Ferm)	1300	1,5
CRISTAL BR (F)	70	1,3
CRISTAL BR (F)	1300	2,9

AÇÚCAR CRISTAL BRANCO – 70 ppm dextrana

AÇÚCAR CRISTAL BRANCO – 1300 ppm dextrana

O QUE FAZ AUMENTAR OS POLISSACARÍDEOS NO AÇÚCAR?

MATURADORES QUE MATAM A GEMA TERMINAL AUMENTAM A DEXTRANA

CANA TOMBADA E AMASSADA AUMENTA A DEXTRANA

CANA COM PONTAS E FOLHAS AUMENTA O AMIDO

DIFERENÇAS ENTRE CALDOS

COMPONENTE	COLMO LIMPO	PONTAS E FOLHAS
pH	5,44	5,34
COR	6.280	77.660
Polissac. totais (ppm)	1.352	20.044
Dextrana (ppm)	372	3.498
Amido (ppm)	710	4.037
Taxa filtração (min)	15	130

FALTA DE ASSEPSIA NA FÁBRICA AUMENTA A DEXTRANA

O QUE FAZER SE O PROBLEMA PERSISTE

Aplicação de enzimas:

- Alfa-amilase: aplicar no último e penúltimo corpo da evaporação

- Dextranase: difícil aplicação, é cara (moenda)

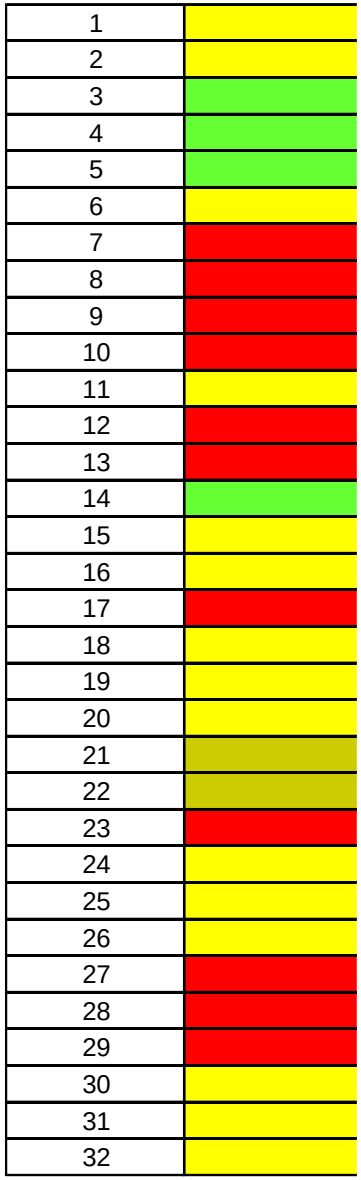
QUALIDADE DO AÇÚCAR
E POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE PARTÍCULAS EM REFRIGERANTES

Indicadores da Qualidade do Açúcar

INDICADORES	RESULTADOS
Dextrana (ppm)	39 – 520
Amido (ppm)	29 – 207
Polissacarideos (ppm)	176 – 683
Cor ICUMSA	81 – 184
Turbidez ICUMSA	60 – 135
Residuos insoluveis (ppm)	10 – 67
Cinzas condutimetricas	0.018 – 0.062
Compostos fenólicos (ppm)	34 – 104
Açúcares redutores (%)	0.021 – 2.643

POTENCIAL PARA FORMAR PARTÍCULAS

AMOSTRAS DE AÇÚCAR



+ Baixo

++ Intermediário

+++ Medio

++++ Alto

INDICADORES: CORRELAÇÃO

INDICADORES	FLOCO ALCOÓLICO
Floco alcoólico	1,00
Dextrana	0,88
Polissacarídeos totais	0,82
Umidade	0,74
Glicose+frutose	0,67
Ferro (Fe)	0,41
Compostos fenólicos	0,36
Cor ICUMSA	0,26
Turbidez ICUMSA	0,14
Amido	0,00
Calcio (Ca)	-0,08
Cinzas condutimétricas	-0,09
Resíduos insolúveis	-0,11
Anions	-0,14
Indicator Value	-0,29
Ácido aconítico (cis+trans)	-0,41
PARTÍCULAS EM REFRIGERANTES	-0,48

INDICADORES: CORRELAÇÃO

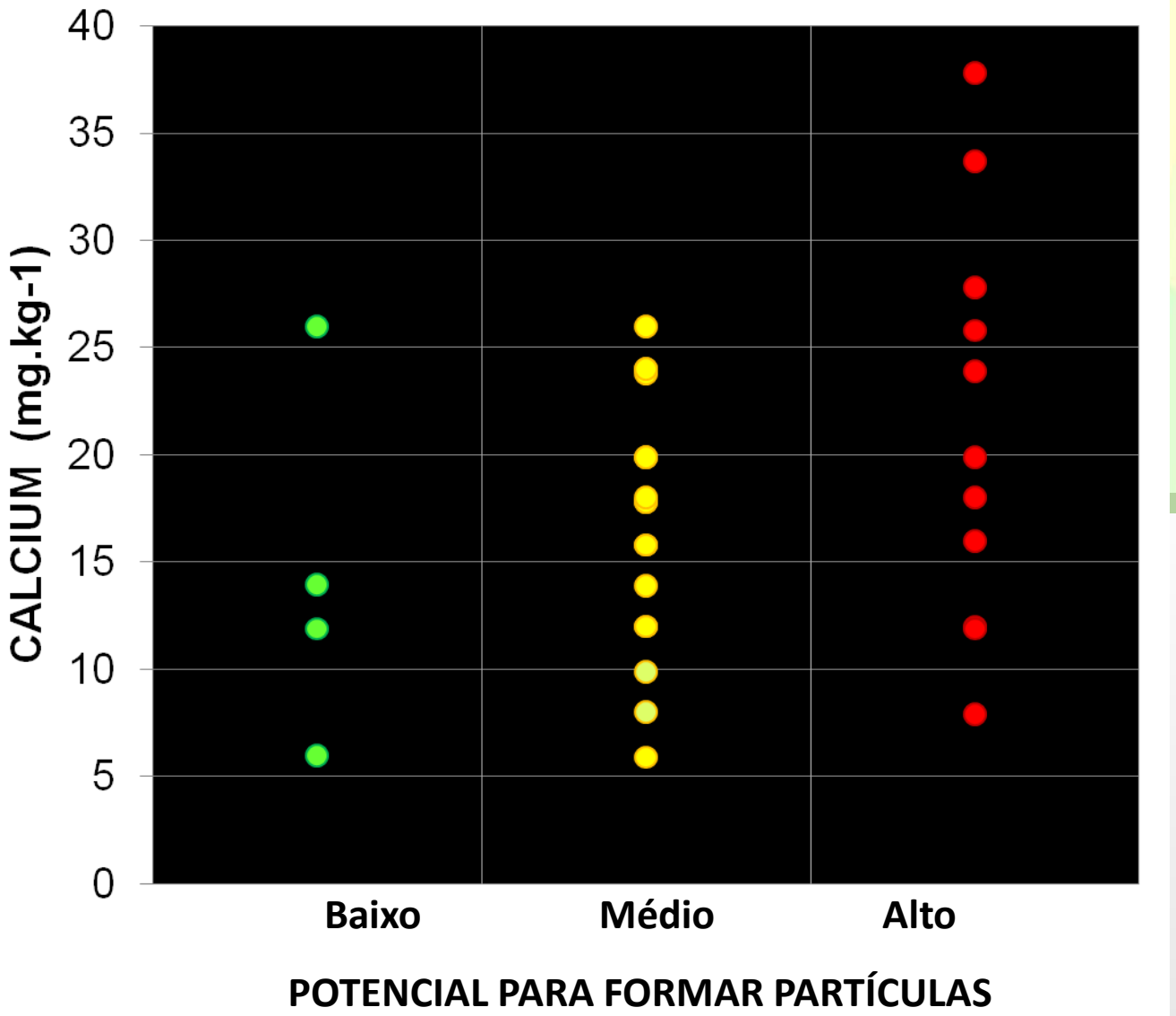
INDICADORES	FLOCO ALCOÓLICO	PARTÍCULAS EM REFRIGERANTES
Floco alcoólico	1,00	-0,48
Dextrana	0,88	-0,56
Polissacarídeos totais	0,82	-0,46
Umidade	0,74	-0,65
Glicose+frutose	0,67	-0,63
Ferro (Fe)	0,41	-0,27
Compostos fenólicos	0,36	-0,64
Cor ICUMSA	0,26	-0,54
Turbidez ICUMSA	0,14	0,05
Amido	0,00	0,09
Calcio (Ca)	-0,08	0,36
Cinzas condutimétricas	-0,09	0,40
Resíduos insolúveis	-0,11	0,22
Anions	-0,14	0,34
Indicator Value	-0,29	0,50
Ácido aconítico (cis+trans)	-0,41	0,54
PARTÍCULAS EM REFRIGERANTES	-0,48	1,00

INDICADORES DE QUALIDADE

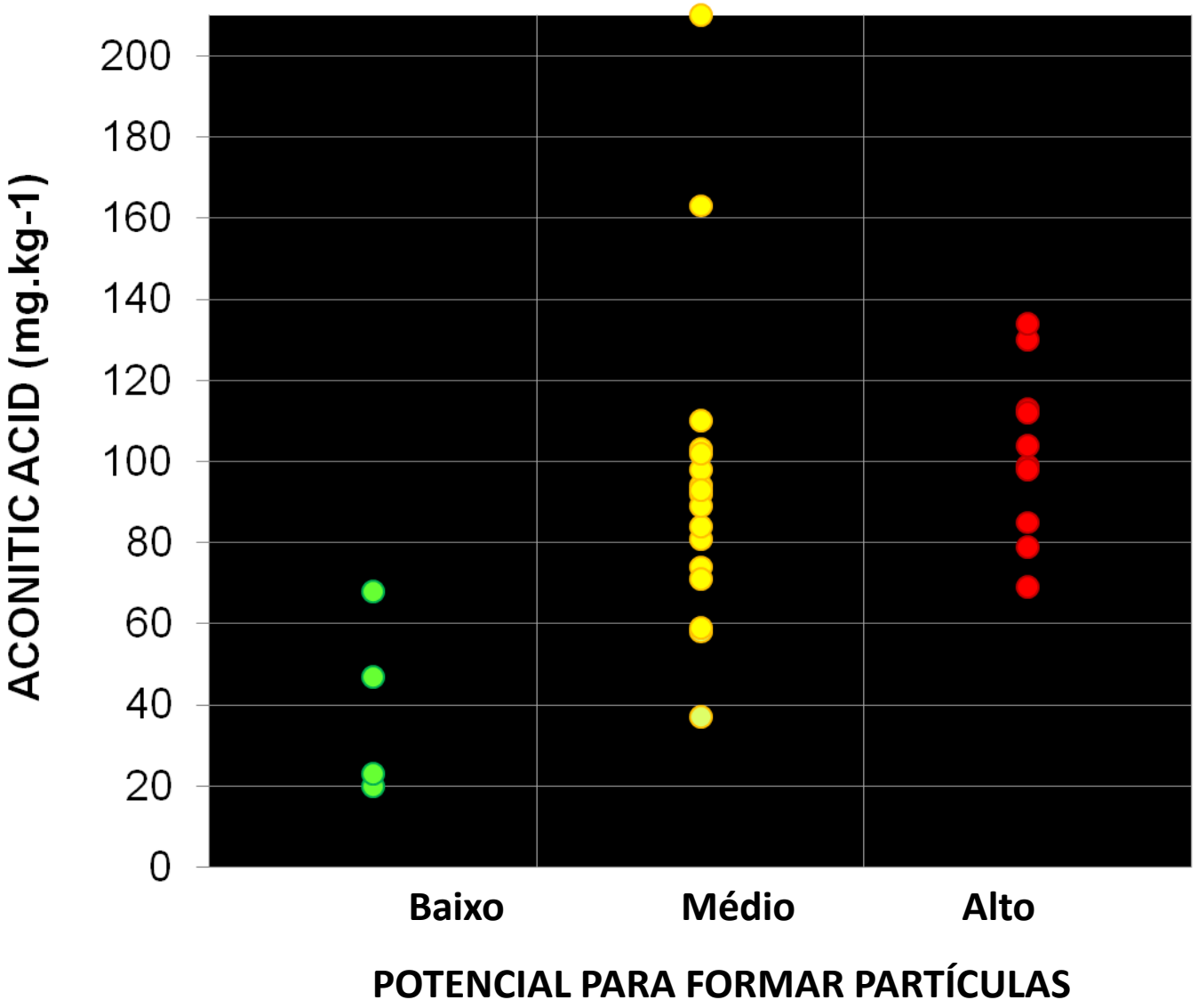
- Os atuais indicadores de qualidade não são adequados para prever a formação de partículas em refrigerantes.

- Novos indicadores e especificações são necessários para análises de rotina.

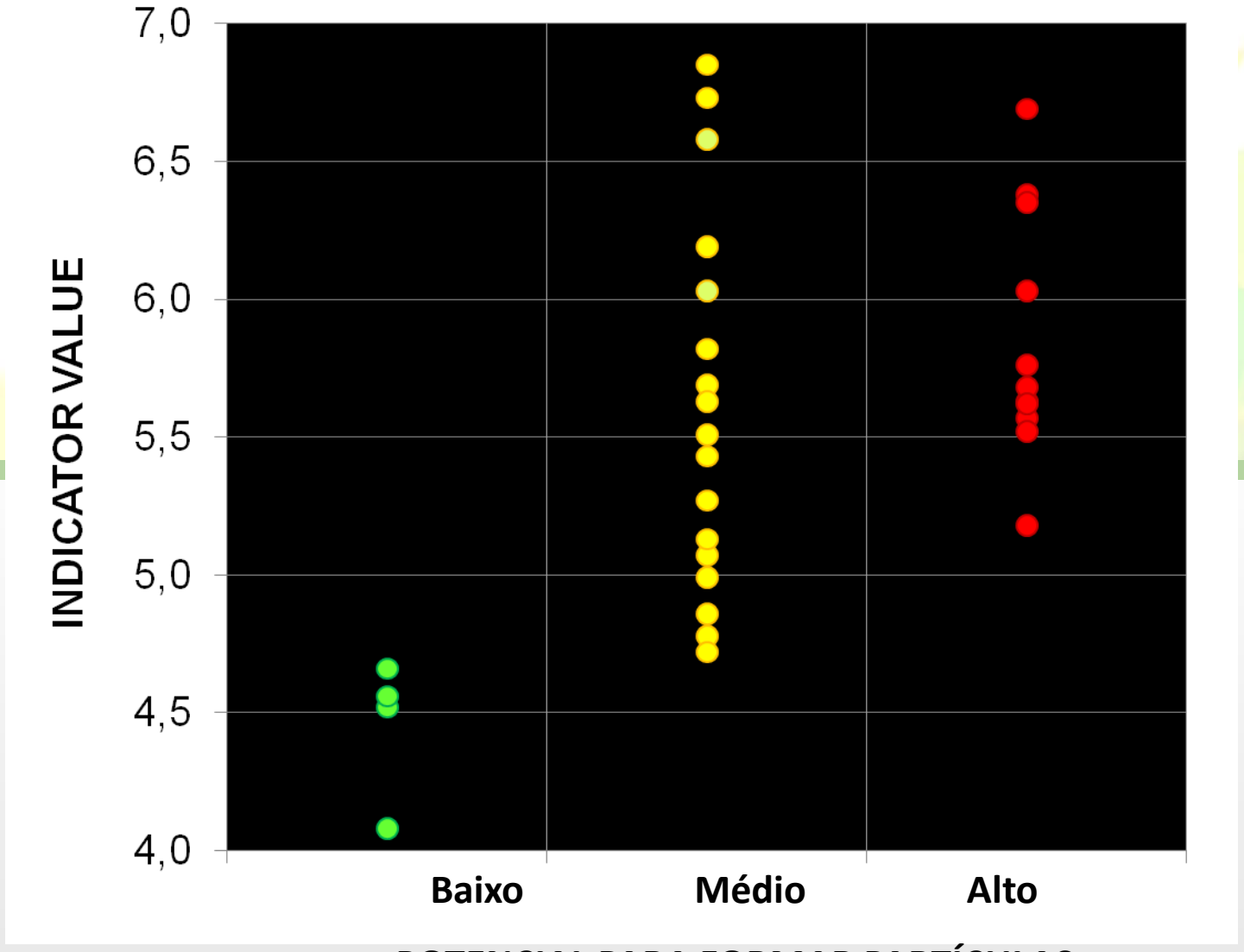
INDICADORES



INDICADORES



INDICADORES



POTENCIAL PARA FORMAR PARTÍCULAS

INDICATORS OF SUGAR QUALITY	POTENTIAL PARA FORMAR PARTÍCULAS *		
	BAIXO (Classe 1)	MEDIO (Classes2 e 3)	ALTO (Classe 4)
Ác. aconitico (mg.kg-1)	39.4[b]	95.0[a]	100.5[a]
Indicator value	4.5[b]	5.6[a]	5.9[a]
Calcio (mg.kg-1)	14.5[a]	16.7[a]	21.3[a]
Ác. cítrico (mg.kg-1)	7.1[b]	12.2[ab]	14.4[a]
Cinzas condutivimetricas	0.0267[b]	0.0316[ab]	0.0372[a]

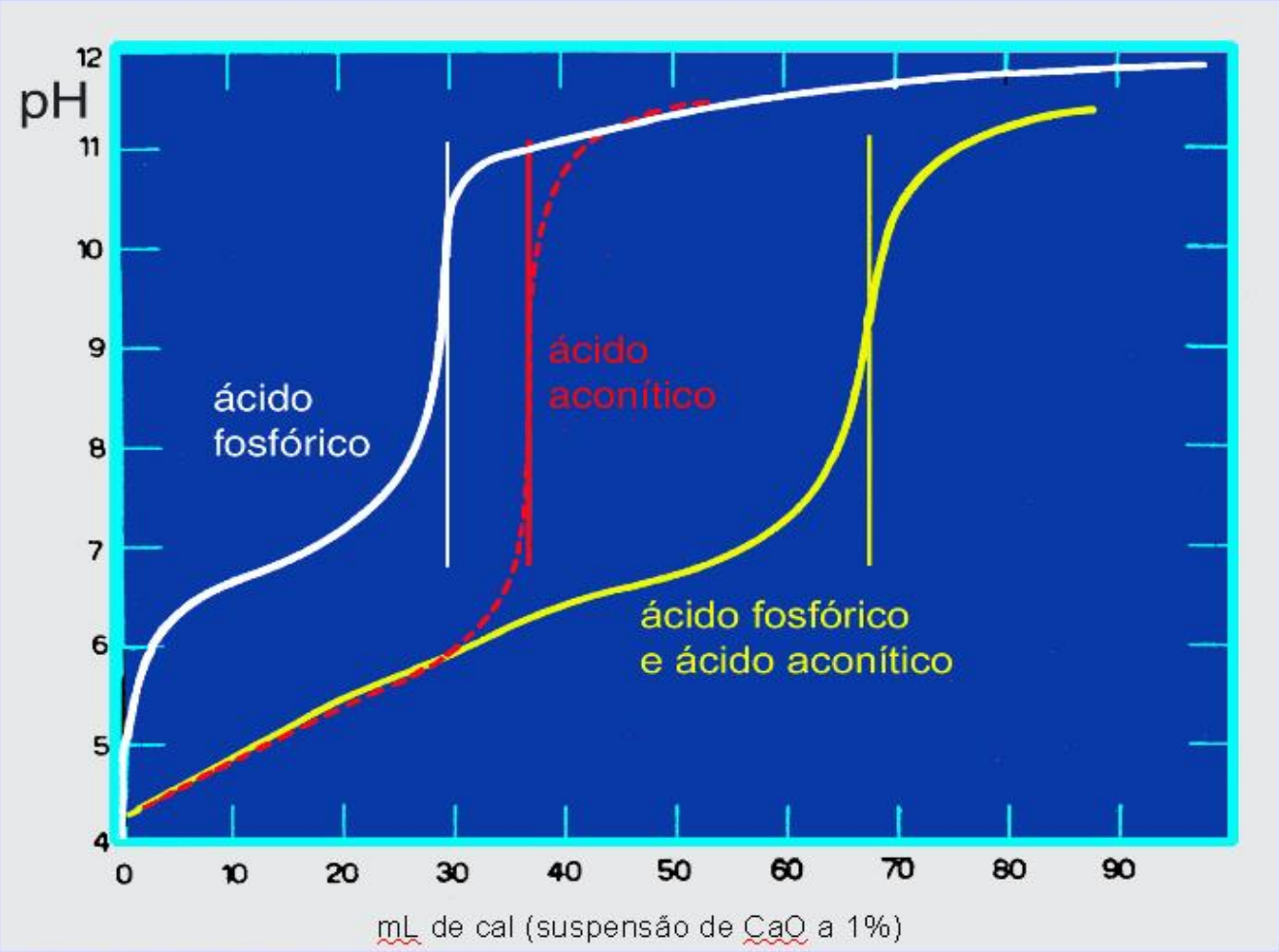
* Informações recebidas da Coca-Cola Company sobre os problemas observados nos refrigerantes.
Obs.: médias na mesma linha, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente (Test T; *p<0.01*).

ÁCIDO ACONITICO

- É o quarto componente principal do caldo de cana, depois da sacarose, glicose e frutose.
- Concentrações nos açúcares: 20 a 214ppm.
- Difícil de remover no processamento do açúcar.

ÁCIDO ACONITICO

Influência do aconitato de cálcio na caleagem



Fonte: Martin 1969

ÁCIDO ACONITICO

- Indicador da maturação da cana mas não é um indicador da qualidade do açúcar.

- DISTRIBUIÇÃO NA PLANTA

  COLMO < FOLHA (5x) < PONTA (8x)

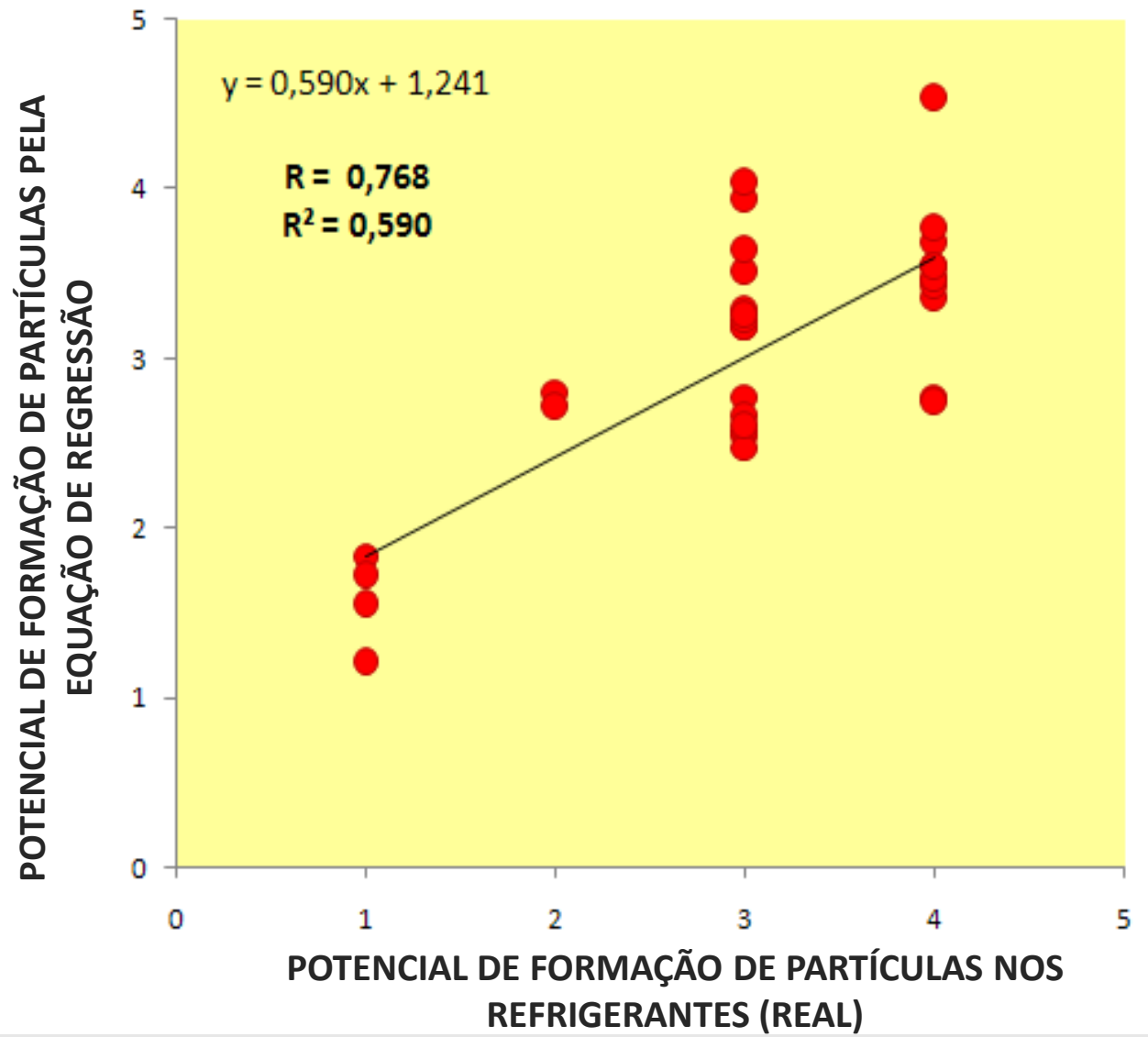
INDICATOR VALUE

- Relação entre a absorbância (420nm) em pH 9 x 3.
- Está relacionado com compostos de diferentes pesos moleculares, fenóis e contaminantes do açúcar.
- Cana limpa (sem ponta e sem folhas) apresenta baixo IV.

CÁLCIO

- Papel fundamental na formação de diversos tipos de flocos.
- Cálcio pode formar sais com ácido aconitico e citrico.
- Aumenta as cinzas condutimétricas.

INDICADORES: REGRESSÃO MÚLTIPLA



CONCLUSÃO

- Ácido aconitico, indicator value e cálcio são indicadores que estão associados ao potencial do açúcar de formar partículas em refrigerantes.

- Há uma relação entre a região, sistema de colheita da cana, composição do açúcar e potencial para formar partículas em refrigerantes.

STARCHCANE
FERMENTEC

PROCESSO SIMULTÂNEO CANA E MILHO PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

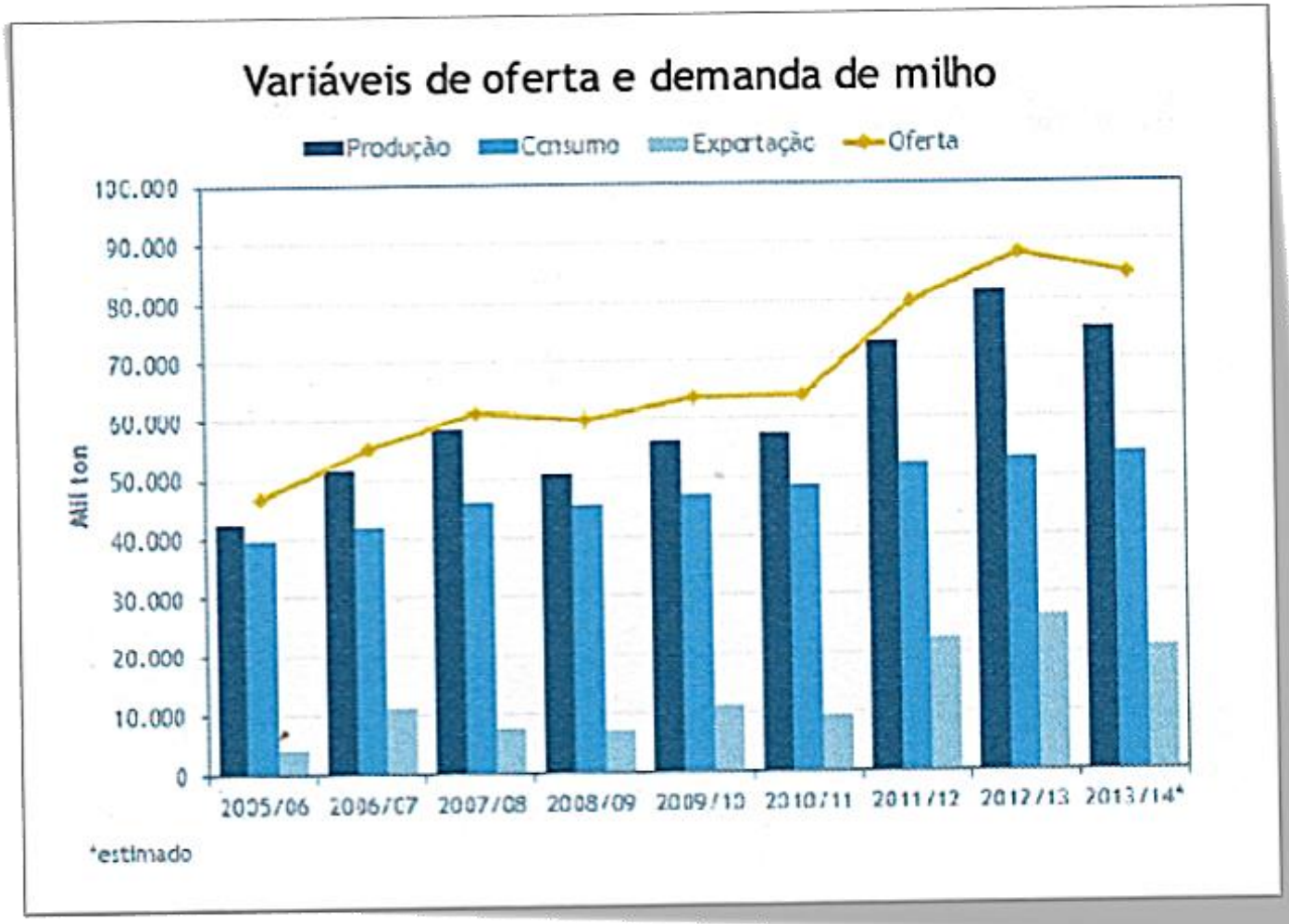
Fermentec

ETANOL DE MILHO NO BRASIL?

- Sim.
- Por que?

STARCHCANE
FERMENTEC

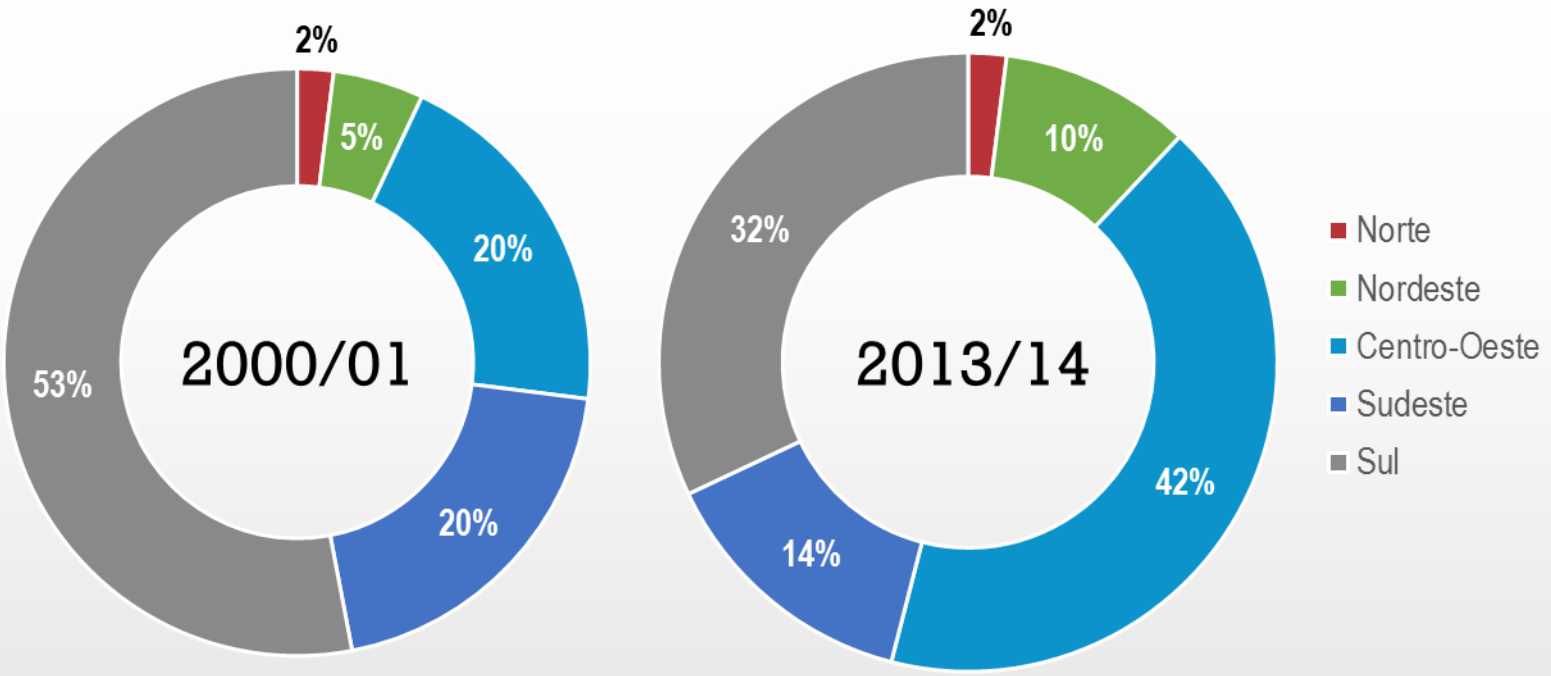
PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL



FONTE: CONAB

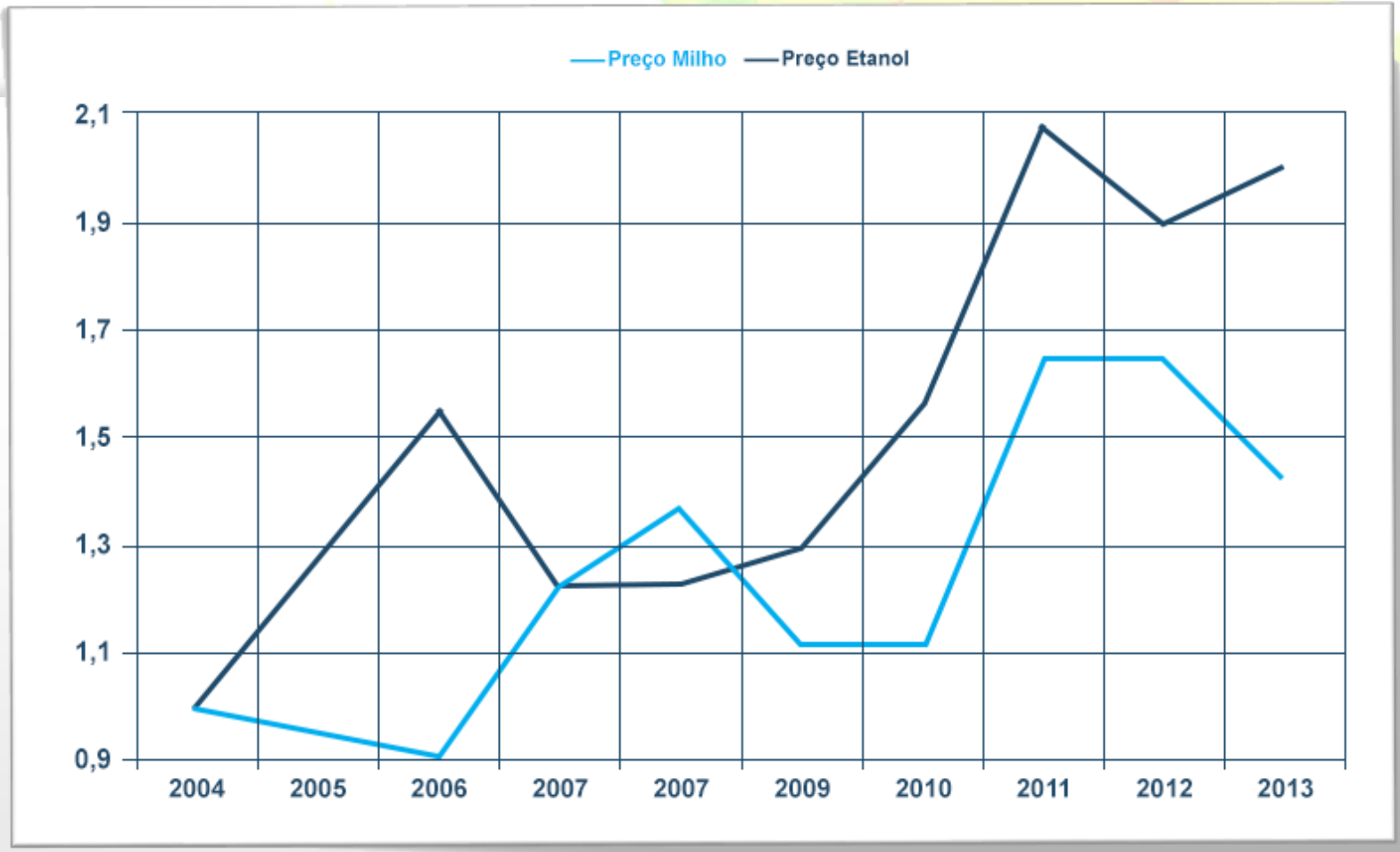
DISTRIBUIÇÃO REGIONAL

Evolução da Distribuição Regional da Produção Brasileira de Milho



EVOLUÇÃO DO PREÇO DO ETANOL E MILHO

(Índice, 2004=1)



Fonte: Conab. Elaboração: INTL FCStone

ALÉM DO ETANOL OUTROS PRODUTOS

WDG

WET DISTILLERS GRAINS

DDG

DRY DISTILLERS GRAINS

DDGS

DRY DISTILLERS GRAINS SOLUBLES

COMPOSIÇÃO MILHO / DDG

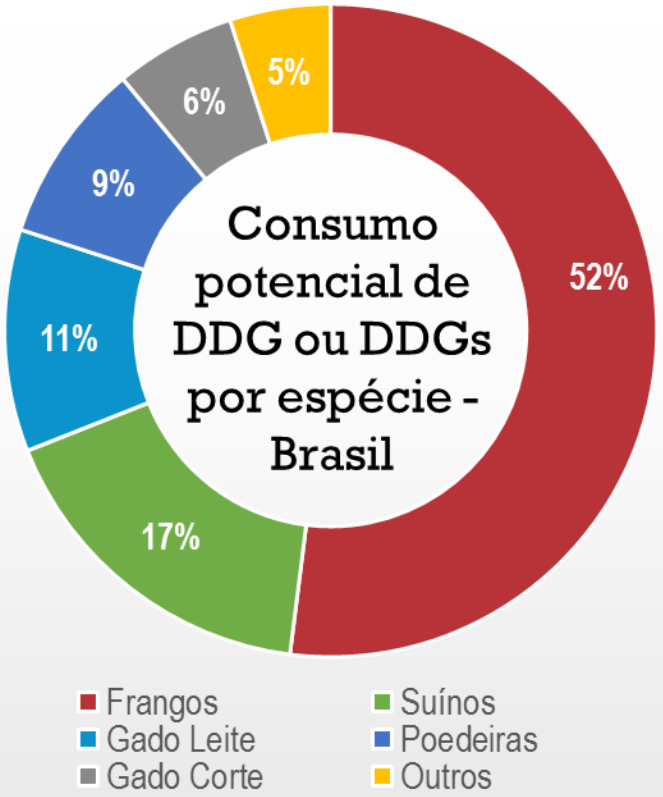
	Milho (%)	DDG (%)
Proteína	10	31-38
Gordura	4	11
Fibra	08	10

Fonte: INTL FCStone

MERCADO CONSUMIDOR POTENCIAL NO BRASIL

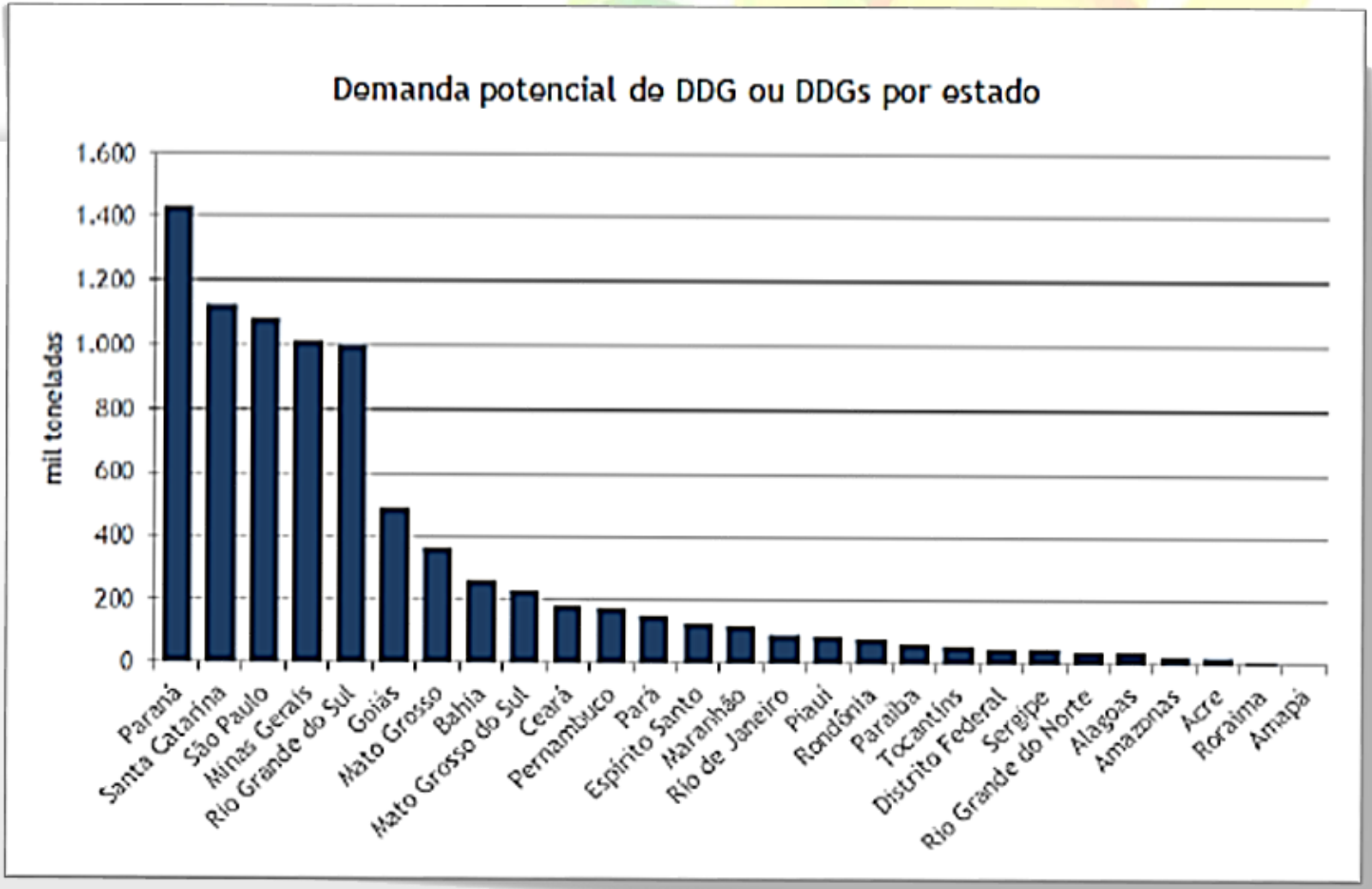
Inserção média de DDG ou DDGs na ração animal – por espécie	
Frangos	15%
Suínos	10%
Poedeiras	15%
Gado Leite	20%
Gado Corte	20%
Outros	10%

Fonte: INTL FCStone. Elaboração INTL FCStone



Fonte: INTL FCStone / Sindirações. Elaboração INTL FCStone

DEMANDA POR ESTADO



Fonte: INTL FCStone. Elaboração INTL FCStone

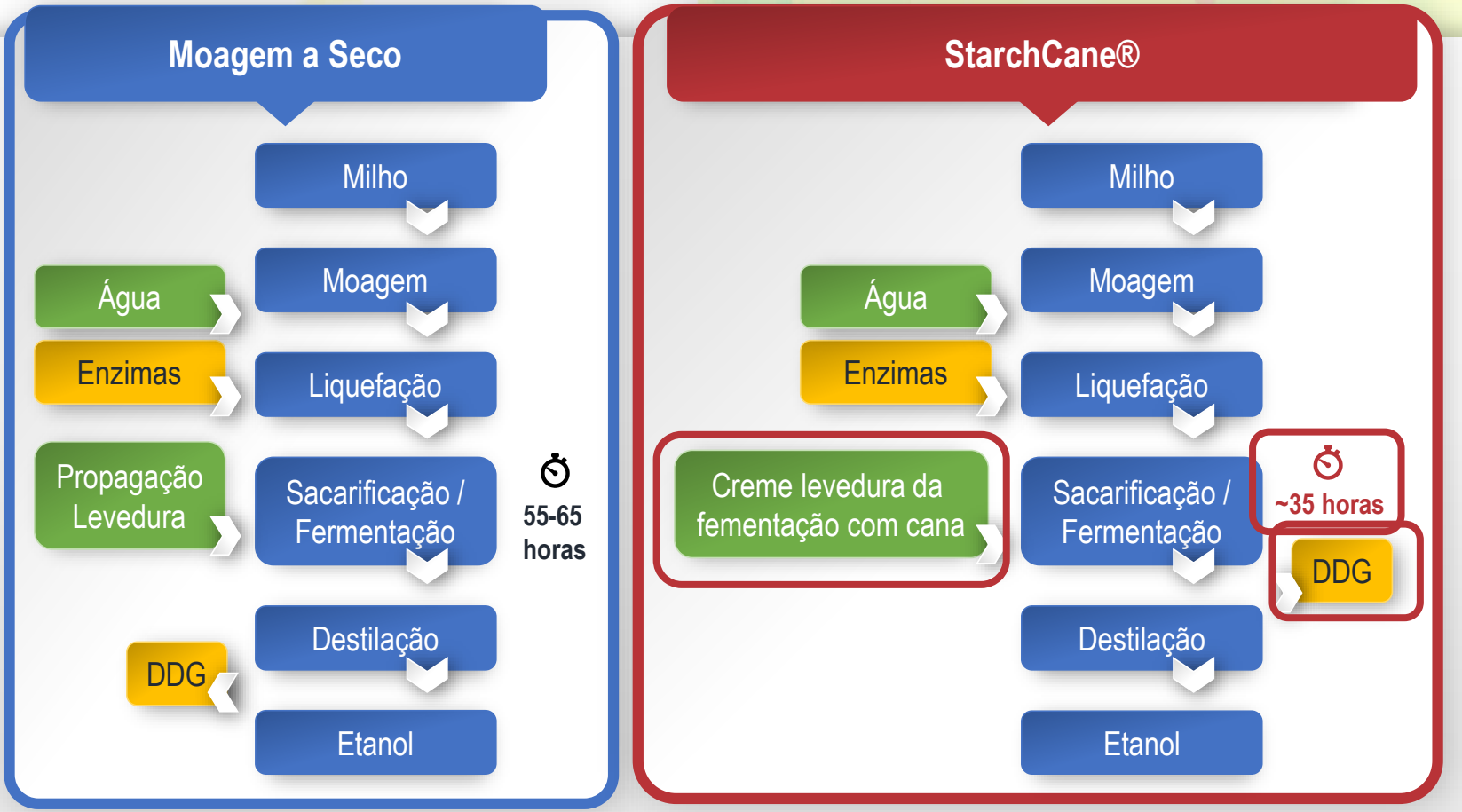
PREÇOS: MILHO E DDG

Análise de viabilidade financeira (caso a caso)

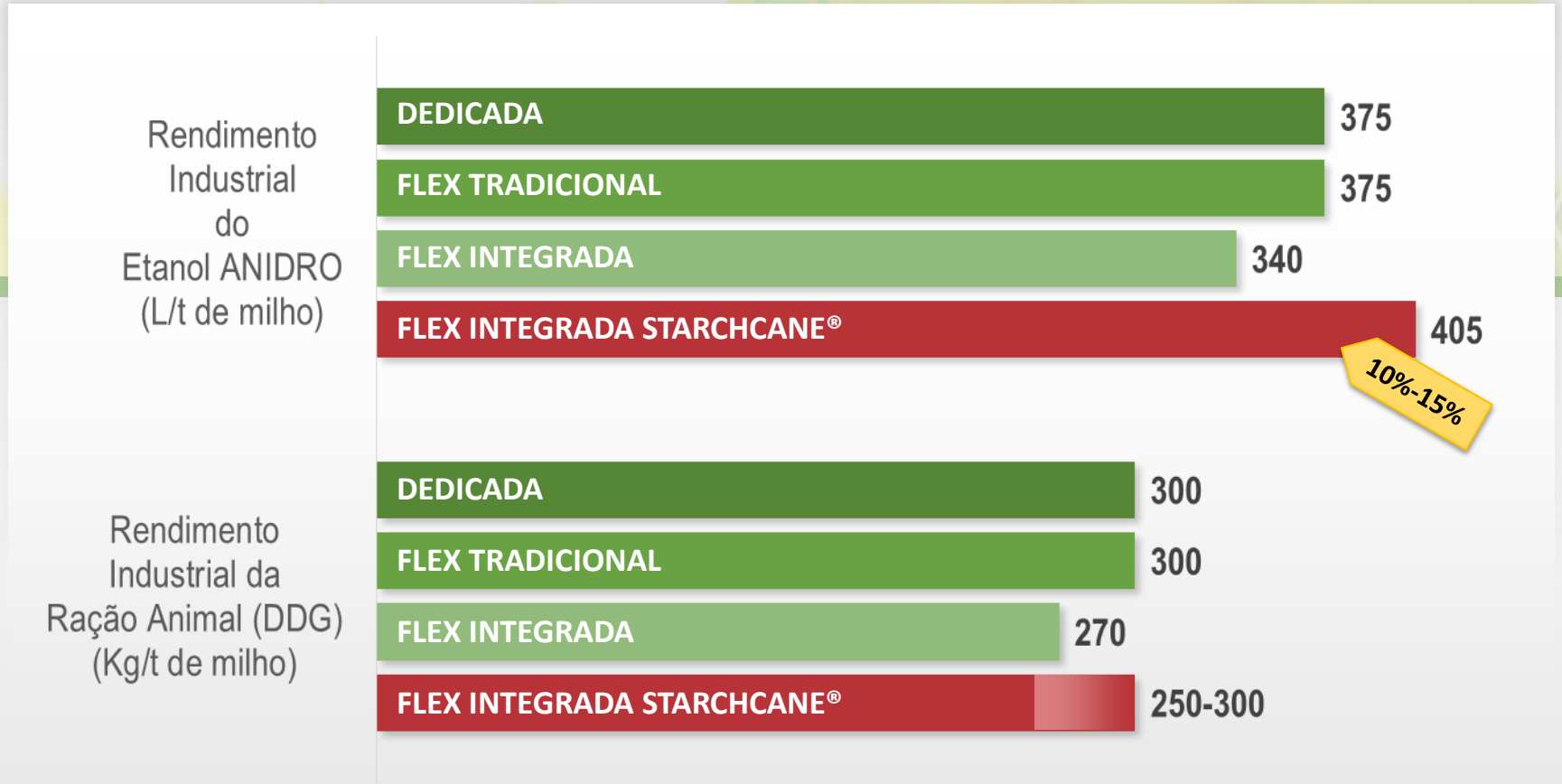
MILHO (R$ / SC)	MILHO (R$ / Ton)	DDG (R$ / ton.)
18,00	300,00	500,00
25,00	418,00	670,00
35,00	600,00	750,00
40,00	670,00	850,00

Fonte: Fermentec Engenharia

PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO
PROCESSO SECO CONVENCIONAL



COMPARATIVO DOS FATORES DE EFICIÊNCIA INSUMO / PRODUTO



Fonte: INTL FCStone e Fermentec

CUSTOS ESTIMADOS (CAPEX E OPEX)

Produções e consumos específicos, Opex e Capex (StarchCane®)	
	400 MLPD
Prod. Esp. Etanol hidratado (m3/t milho)	416
Prod. Esp. Etanol anidro (m3/t milho)	409
Prod. Esp. DDG Seco (Kg/ t milho)	240 - 260
Consumo Esp. Vapor processo (t vapor/t milho)	0,8
Consumo Esp. Enegia Elétrica (KWh/t milho)	85
Teor alcoólico vinho fermentado % (v/v)	16-17
Capex (milhões)1- estimado	100 MM
Opex (milhões/ano) - estimado	1,9 MM/ano

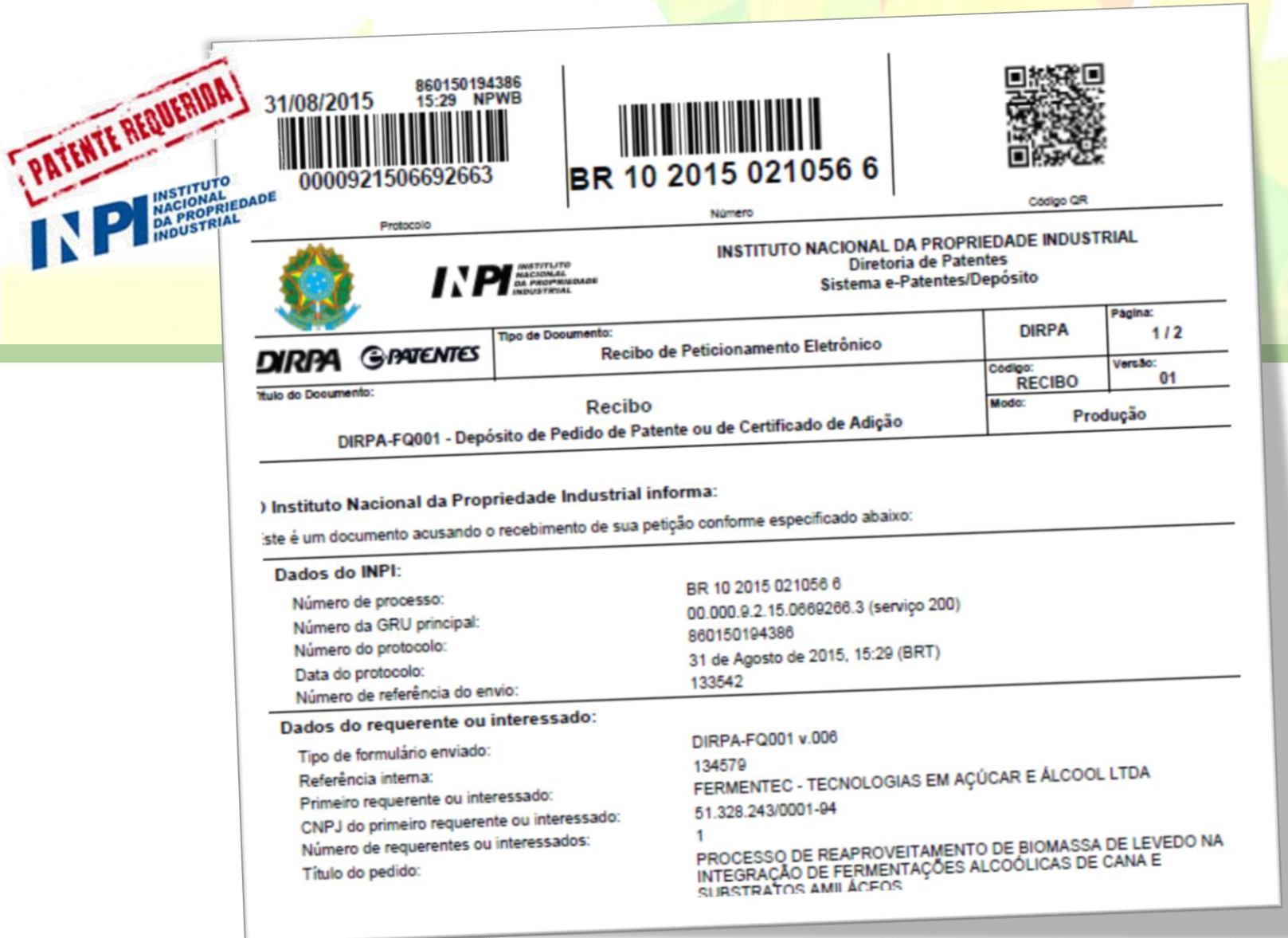
Fonte: Fermentec Engenharia

1 - Planta tun-Key, exceto caldeira e aparelhos de destilação.

COMPARAÇÃO PROCESSO CONVENCIONAL USA/CANADÁ E STARCHCANE®

PARÂMETRO	CONVENCIONAL	STARCHCANE®
Propagação diária de levedura	SIM	NÃO
População Inicial levedura	3	8
Tempo Fermentação	55-65h	~35h
Açúcar mosto desviado para fazer levedura	4-5%	<0,5%
Proteína	31-32%	35-38%
Aparelho Destilação	Especial para alta conc Sólidos	Mesmo para cana
L anidro / T milho	375	405
Investimento	100%	30-60%

PROCESSO INOVADOR INTEGRANDO FERMENTAÇÃO DE CANA E MILHO


PATENTE REQUERIDA

INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

31/08/2015 860150194386 15:29 NPWB

0000921506692663

Protocolo

BR 10 2015 021056 6

Número

Código QR

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Diretoria de Patentes
Sistema e-Patentes/Depósito

DIRPA e-PATENTES

Tipo de Documento: Recibo de Peticionamento Eletrônico | DIRPA | Página: 1 / 2

Código: RECIBO | Versão: 01

Modo: Produção

Título do Documento:

Recibo

DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição

) Instituto Nacional da Propriedade Industrial informa:

:ste é um documento acusando o recebimento de sua petição conforme especificado abaixo:

Dados do INPI:

Número de processo:	BR 10 2015 021056 6
Número da GRU principal:	00.000.9.2.15.0669266.3 (serviço 200)
Número do protocolo:	860150194386
Data do protocolo:	31 de Agosto de 2015, 15:29 (BRT)
Número de referência do envio:	133542

Dados do requerente ou interessado:

Tipo de formulário enviado:	DIRPA-FQ001 v.006
Referência interna:	134579
Primeiro requerente ou interessado:	FERMENTEC - TECNOLOGIAS EM AÇÚCAR E ÁLCOOL LTDA
CNPJ do primeiro requerente ou interessado:	51.328.243/0001-94
Número de requerentes ou interessados:	1
Título do pedido:	PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE BIOMASSA DE LEVEDO NA INTEGRAÇÃO DE FERMENTAÇÕES ALCOÓLICAS DE CANA E SUBSTRATOS AMILÁCEOS

PARCERIAS FERMENTEC ENGENHARIA

BECKER Metalúrgica Industrial

Milho

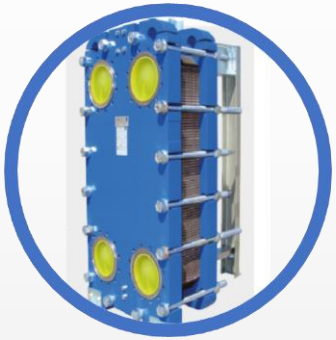
Recepção/Moagem

IMBIL Soluções em Bombeamento

Liquefação

iSTECH SOLUÇÕES INDUSTRIAIS

gba Tecnologia e qualidade em bens de capital



novozymes

QUALITEC MECÂNICA, ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Creme/ Levedo

Sacarificação / Fermentação

SONDEX Sondex Brasil Ltda.

DDG

Flottweg Separation Technology

Destilação

VetterTec A Moret Industries Company

MDT Mussi Distillation Technology Since 1842 through Tradition to Innovation

Etanol

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

Dr. Henrique Vianna de Amorim

amorim@fermentec.com.br

Av. Antonia Pazzinato Sturion, 1155
fone +55 19 2105 6100
www.fermentec.com.br

Fermentec