

AÇÚCARES* E XAROPES EM BISCOITOS E BOLACHAS



Os açúcares e xaropes são ingredientes de peso e grande importância na fabricação da maioria dos biscoitos. Além da sua doçura, eles interferem na parte estrutural e no aroma do produto, melhorando o desempenho de outros compostos.

INTRODUÇÃO

A doçura sempre foi uma característica popular dos alimentos. O mel, provavelmente, foi a primeira fonte de açúcar usada pelo homem. Muitas plantas têm açúcares nos seus tecidos, mas apenas a cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum*, e a beterraba, *Beta vulgaris*, são usadas para extrair açúcar em quantidades comerciais. Em ambos os casos, o açúcar é a sacarose. O uso do açúcar de cana já era comum em 1700, enquanto o açúcar de beterraba foi extraído pela primeira vez em 1798 e a indústria do açúcar de beterraba se tornou importante na França e na Alemanha. Napoleão encorajou seu desenvolvimento como um meio de boicotar o açúcar de cana vindo das colônias britânicas. O açúcar e o cacau foram as primeiras *commodities* a serem processadas através de métodos industriais. O açúcar branco começou a ser processado em aproximadamente 1850. No estado refinado, há muito pouca diferença entre a sacarose extraída da cana e da beterraba.

Outros tipos de açúcares são obtidos a partir do processamento de amidos. Na quebra dos amidos ocorre a formação de açúcares, a maioria deles apresentando um certo grau de doçura. Esta quebra acontece naturalmente através da ação enzimática; é assim que se obtém o malte, pela germinação dos cereais. A tecnologia de conversão dos amidos é hoje muito desenvolvida e, pela combinação de ação enzimática e hidrólise ácida, pode-se obter açúcares e misturas de carboidratos com graus de doçura variados. Os xaropes de glicose são um exemplo. Outros compostos intensamente doces também são produzidos e usados pela indústria de biscoitos, tais como sacarina, aspartame, ciclamato, etc., porém estes últimos não serão abordados no âmbito do presente artigo.

A FUNÇÃO DOS AÇÚCARES NOS BISCOITOS

Os açúcares e xaropes são ingredientes de peso e grande importância na fabricação da maioria dos biscoitos. Além da sua doçura, eles interferem na parte estrutural e no aroma do produto, melhorando a *performance* de outros compostos.

SACAROSE

Em massas fermentadas, a sacarose provê um fermento alimentar e, assim, aumenta a taxa de produção de gás. Em massas de biscoito, a sacarose se dissolve,

total ou parcialmente, dependendo do montante de água presente, recristaliza ou forma um copo amorfo (líquido super refrigerado) depois de assar, afetando fortemente a textura do biscoito assado. Se a quantidade de sacarose for alta o biscoito será duro. O tamanho do cristal de sacarose e a sua taxa de dissolução afetam o *spread* de pequenas massas durante o assar, bem como a aparência e a mastigabilidade do biscoito assado.

À medida que a sacarose se dissolve, contribui na fase líquida da massa, até o ponto onde a solução de sacarose é saturada; a quantidade de sacarose reduz a quantidade necessária de água na massa. A sacarose modifica o ponto de gelatinização do amido para uma temperatura mais alta, permitindo, assim, que a massa tenha mais tempo para crescer no forno. A sacarose tem sido considerada como um antioxidante em biscoitos, contribuindo no aumento do *shelf life*, retardando a rancidez da gordura. Finalmente, a sacarose moída é o principal agente de corpo em cremes feitos à base de gordura.

Nas suas várias formas e tamanhos de cristais, a sacarose também pode ser usada como decoração na superfície de biscoitos. Em certos casos, a sacarose polvilhada numa superfície derreterá durante o assar, propiciando um brilho ou aspecto vítreo atraente.

A sacarose é um componente fundamental de chocolates, doces, geléias e caramelos, onde sua concentração afeta a atividade da água e, conseqüentemente, a estabilidade contra o crescimento microbiano, além da consistência. A sacarose é, também, o principal componente de glacês usados como cobertura de alguns tipos de biscoitos depois de assados. Os subprodutos da sacarose refinada são os xaropes com forte e, principalmente, agradável aroma, item de considerável valor para biscoitos. O açúcar queimado, conhecido como caramelo, possui sabor amargo e cor escura, podendo ser usado em biscoitos tanto pelas suas propriedades colorantes quanto pelo seu aroma.

AÇÚCARES REDUTORES

A sacarose é um dissacarídeo, ou seja, é um composto formado pela união de duas moléculas estruturais de açúcar básico (monossacarídeo). Se a sacarose em solução é hidrolisada (processo conhecido como inversão), a molécula é rompida em seus dois componentes, resultando nos monossacarídeos dextrose e frutose (levulose). Todos os monossacarídeos são açúcares redutores, quer dizer, reagem com a solução de Fehlings, modificando sua cor devido à precipitação do óxido cúprico marrom-avermelhado. Além dos monossacarídeos, como a dextrose e a frutose, os dissacarídeos, como a maltose e a lactose, também são açúcares redutores. Estes combinam com aminoácidos (de proteínas) na reação de Maillard, que ocorre durante o assar, onde são formadas as cores superficiais escuras e atrativas. Justamente por isso, 10% a 20% do açúcar usado na massa de biscoito é um açúcar redutor.

(*) A origem primitiva da palavra açúcar vem do termo sânscrito *sarkara*, cujo significado é “grão”, “areia grossa”. Dele derivam todas as versões da palavra nas diversas línguas indo-européias: (*al*) *sukkar* em árabe, *saccharum* em latim, *zucchero* em italiano, *seker* em turco, *zucker* em alemão, *sugar* em inglês.



As misturas de açúcares redutores e a sacarose em solução afetam a cristalização de doces e geléias. A frutose proporciona mais acentuadamente a sensação de doçura que a sacarose e a frutose, assim como a dextrose oferece uma sensação de frescor ao dissolver na boca. Ambas as características têm os seus valores nas formulações de alguns biscoitos ou em seus componentes.

XAROPES

Os xaropes são soluções de açúcares, normalmente redutores, ou misturas que os contém. Tipicamente, possuem uma concentração entre 70% a 80%, ou mais, e os açúcares começam a cristalizar a temperaturas ambientes. Os xaropes são usados em níveis relativamente baixos nos biscoitos devido a seus *flavours* distintos. São usados, também, como umectantes (materiais que previnem a perda de água do alimento), prevenindo as texturas assadas contra dureza e fragilidade. Também são um modo conveniente de introduzir açúcares redutores nas formulações, melhorando a reação de Maillard durante o cozimento.

Os açúcares são prontamente absorvidos no intestino

humano e são valiosas fontes de energia em nossos alimentos. Contudo, existe certo consenso de que o açúcar e os alimentos ricos em açúcar podem contribuir para a formação da cárie dental. Mas, também, deve-se considerar que qualquer tentativa de reduzir os níveis de açúcar típicos em biscoitos terá um efeito significativo sobre a textura, e outras qualidades alimentares.

AÇÚCAR COMUM - SACAROSE

Quimicamente conhecido como sacarose, deriva quase que exclusivamente da cana-de-açúcar ou da beterraba. Em seu estado puro, é normalmente disponível na forma de cristais brancos, mas também pode ser adquirido como açúcar líquido, que é uma solução aquosa. A sacarose impura, cristais cobertos por xarope que são de coloração escura, é conhecida como açúcar mascavo. A sacarose é um dissacarídeo e um açúcar não-redutor.

AÇÚCAR CRISTAL BRANCO

O açúcar cristal branco é uma substância extremamente pura, disponível em uma variedade de granulo-

metrias. A Tabela 1 apresenta a especificação química típica para o açúcar branco cristalino. O tamanho do grão de cristal é determinado na refinação do açúcar, quando da cristalização do licor matriz. Isso significa que sempre há uma gama de tamanhos. A gama do tamanho pode ser reduzida pela peneiração, mas esta prática não é normal no processo industrial. Os graus geralmente disponíveis são “Granulado” e “Refinado”. O açúcar glacê, ou de confeitiro, é produzido pela moagem a partir de partículas mais grossas. A gama de tamanhos normalmente é expressa em termos de abertura média (em inglês, *mean aperture* - MA) e coeficiente de variação (em inglês, *coefficient of variation* - CV). A abertura média é o tamanho da peneira (expresso em microm, μ), o qual passará 50% da amostra; este é o diâmetro da partícula média. O coeficiente de variação é relacionado ao desvio padrão (em inglês, *standard deviation* - SD) de tamanhos da partícula, como mostra a fórmula:

$$CV = SD / MA \times 100$$

As especificações típicas para o tamanho da partícula são:

Granulado grosso	MA = 940-1000 μ	CV = 20% a 30%
Granulado	MA = 570-635 μ	CV = 26% a 30%
Refinado	MA = 276-300 μ	CV = 16% a 26%

Pode haver uma grande variação na gama de tamanho do açúcar granulado de uma refinaria para outra e MAs de até 670 μ ou mais baixo que o normal, de 475 μ , poderão ser encontrados.

TABELA 1 - ESPECIFICAÇÃO QUÍMICA DO AÇÚCAR CRISTAL BRANCO

Polarização	99,8 mínimo
Açúcar invertido	0,3% máximo
Conteúdo de umidade	0,04% máximo
Cinzas sulfatadas	0,04% máximo
Cobre	1 ppm máximo
Chumbo	0,5 ppm máximo
Arsênico	1 ppm máximo

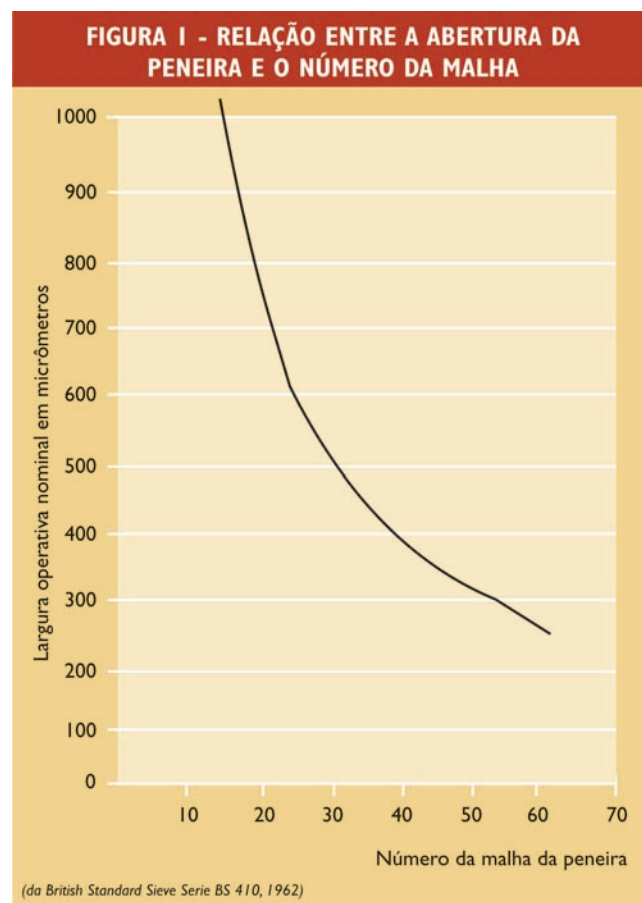
O açúcar glacê é produzido pela moagem e peneiramento do açúcar cristal mais grosso. Por ser muito fino e, conseqüentemente, difícil de peneirar dentre diferentes tamanhos, é normal expressar o tamanho da partícula, por exemplo, retenção máxima em peneira de 100 μ = 6% e retenção máxima em peneira de 60 μ = 13%. Quanto menor o cristal de açúcar, mais rápida a sua dissolução na boca. Partículas maiores que 40 μ provocarão uma sensação arenosa entre os dentes e, partículas maiores que 20 μ , poderão ser

detectadas pela língua. Para ajudar o açúcar glacê a manter um fluxo livre, é comum adicionar um pouco de fosfato tricálcico. Esta adição deve ser declarada na etiquetagem; a quantidade normalmente usada é de até 1,5%.

Cálculo de abertura média e desvio padrão de uma amostra de açúcar cristalino - Uma amostra do açúcar é peneirada suavemente por uma série de peneiras com tamanho de malha diferentes. A largura nominal das aberturas da peneira é normalmente combinada com os relevos das peneiras. As peneiras podem ter números relacionados com a *British Standard Sieve Series* - BS410. A relação destes números para a largura nominal de abertura em microm, μ , (1/1000mm.) é mostrada a seguir:

Nº 16	→	1000 μ
Nº 22	→	710 μ
Nº 30	→	500 μ
Nº 44	→	355 μ
Nº 60	→	250 μ

A Figura 1 mostra esta relação graficamente.



Depois de ser peneirada, a massa da amostra retida em cada peneira é encontrada por pesagem, incluindo a

que passou pela peneira mais fina. Num gráfico de probabilidade, são introduzidas as percentagens cumulativas que atravessam sucessivamente as peneiras mais grossas. Assume-se que a faixa de tamanhos de cristais, de cada lado da média, apresenta uma distribuição normal (estatisticamente falando) e, assim, plotando os resultados da peneiração em papel gráfico especial de probabilidade, obtém-se uma linha reta. Se a plotagem dos percentuais cumulativos não apresenta o formato de uma linha reta, pode-se assumir que ou se trata de uma mistura de duas ou mais formas de açúcar ou de um açúcar que foi peneirado para alterar a gama natural do tamanho do cristal. Por exemplo, um açúcar pode ter sido moído grosseiramente, mas algumas das partículas grossas ou de pó foram subseqüentemente removidas. Esse tipo de açúcar não apresentará uma linha reta quando plotado em um papel de gráfico de probabilidade.

Tendo obtido uma análise da amostra do açúcar peneirado, é possível comparar com a especificação do fornecedor. Tomando como um exemplo a especificação MA 570-635µ, CV 26% a 30%, primeiramente calcula-se a tabela de valores das equações $CV = SD / MA \times 100$ ou $SD = (CV \times MA) / 100$. Isto dará,

CV	MA	SD	MA - 1,96s	MA - s	MA + s	MA + 1,96s
	(50%)	(s)	(2,5%)	(16%)	(84%)	(97,5%)
26	570	148	280	422	718	860
30	570	171	235	399	741	905
26	635	165	312	470	800	958
30	635	190	263	445	825	1007

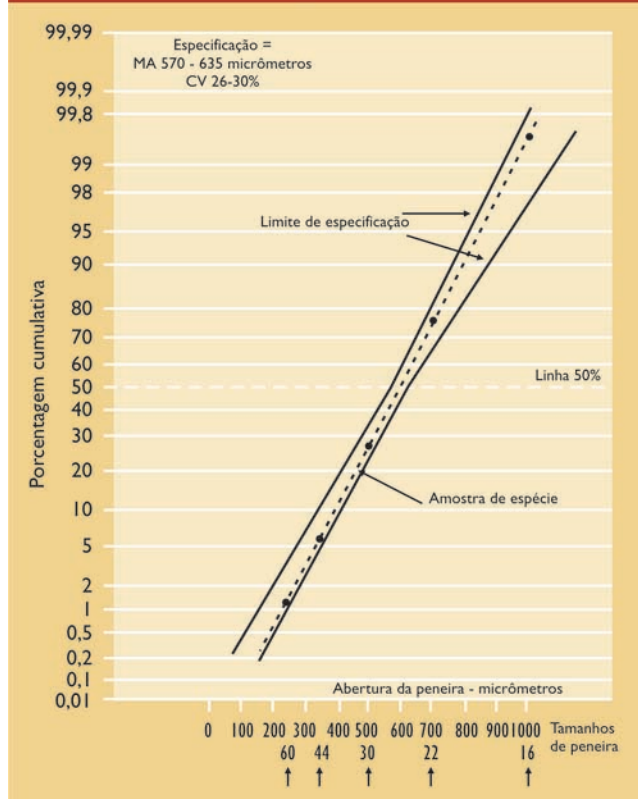
A plotagem destes valores em papel de gráfico de probabilidade é mostrada na Figura 2. Com efeito, há quatro curvas de distribuição normais mostradas pelas quatro linhas retas e as especificações definem que uma amostra cairá dentro da área contida por estas quatro linhas. Uma amostra típica pode apresentar a seguinte análise de peneiração:

Caudas de até 16 mesh = 0,5%	Valores acumulados,
22 mesh = 23,5%	16 = 99,5% (1000µ)
30 mesh = 50,0%	22 = 76,0% (710µ)
44 mesh = 20,5%	30 = 26,0% (500µ)
60 mesh = 4,3%	44 = 5,5% (355µ)
Acima de 60 mesh = 1,2%	60 = 1,2% (250µ)

Estas percentagens cumulativas estão plotadas na Figura 2. A abertura média desta amostra é lida fora da linha de 50%, podendo ser vista como sendo 600µ.

A Figura 3 mostra uma especificação típica de açúcar refinado com uma representação de uma amostra de açúcar moído (em pó). Observa-se que o açúcar moído tem uma abertura média de 235µ (linha de 50%) e um desvio padrão de 235 menos 20 = 215. Isso significa que,

FIGURA 2 - ESPECIFICAÇÃO TÍPICA PARA AÇÚCAR GRANULADO, MA = 570 - 635µ; CV = 26% - 30% COM REPRESENTAÇÃO DE UMA AMOSTRA



embora o tamanho da abertura média seja perto da especificação para açúcar refinado, haverá consideravelmente mais partículas finas e grossas do que seriam encontradas no açúcar refinado especificado. A análise da amostra peneirada do açúcar moído foi:

Caudas de até	500µ = 13,3%	Valores acumulados,
	350µ = 15,0%	500µ = 86,7%
	250µ = 15,8%	350µ = 71,7%
	150µ = 19,6%	250µ = 55,9%
	100µ = 7,3%	150µ = 36,3%
	75µ = 8,2%	100µ = 29,0%
Acima de	75µ = 20,8%	75µ = 20,8%

Manuseio e armazenamento do açúcar cristal - O conteúdo de umidade da sacarose cristalina é muito baixo, aproximadamente 0,4%, mas todo cristal possui um filme minúsculo de umidade, um xarope, que o envolve. Se a umidade for reduzida, por exemplo, no aquecimento, o açúcar irá cristalizar-se fazendo com que os grãos adjacentes grudem entre si; isto criará caroços ou fará o açúcar aderir à parede do silo. Assim, é muito importante armazenar o açúcar em local de temperatura amena e baixa umidade. Esta temperatura deve ser próxima à temperatura do açúcar quando for transportado.

Outro fator que pode contribuir para a aglome-

**Quando duas empresas focadas em excelência
juntam forças, o resultado não pode ser outro.**



Nada mais natural que empresas focadas em inovação e excelência unam-se visando objetivos comuns. É por isso que o número de clientes atendidos pela COPERSUCAR cresce a cada ano.

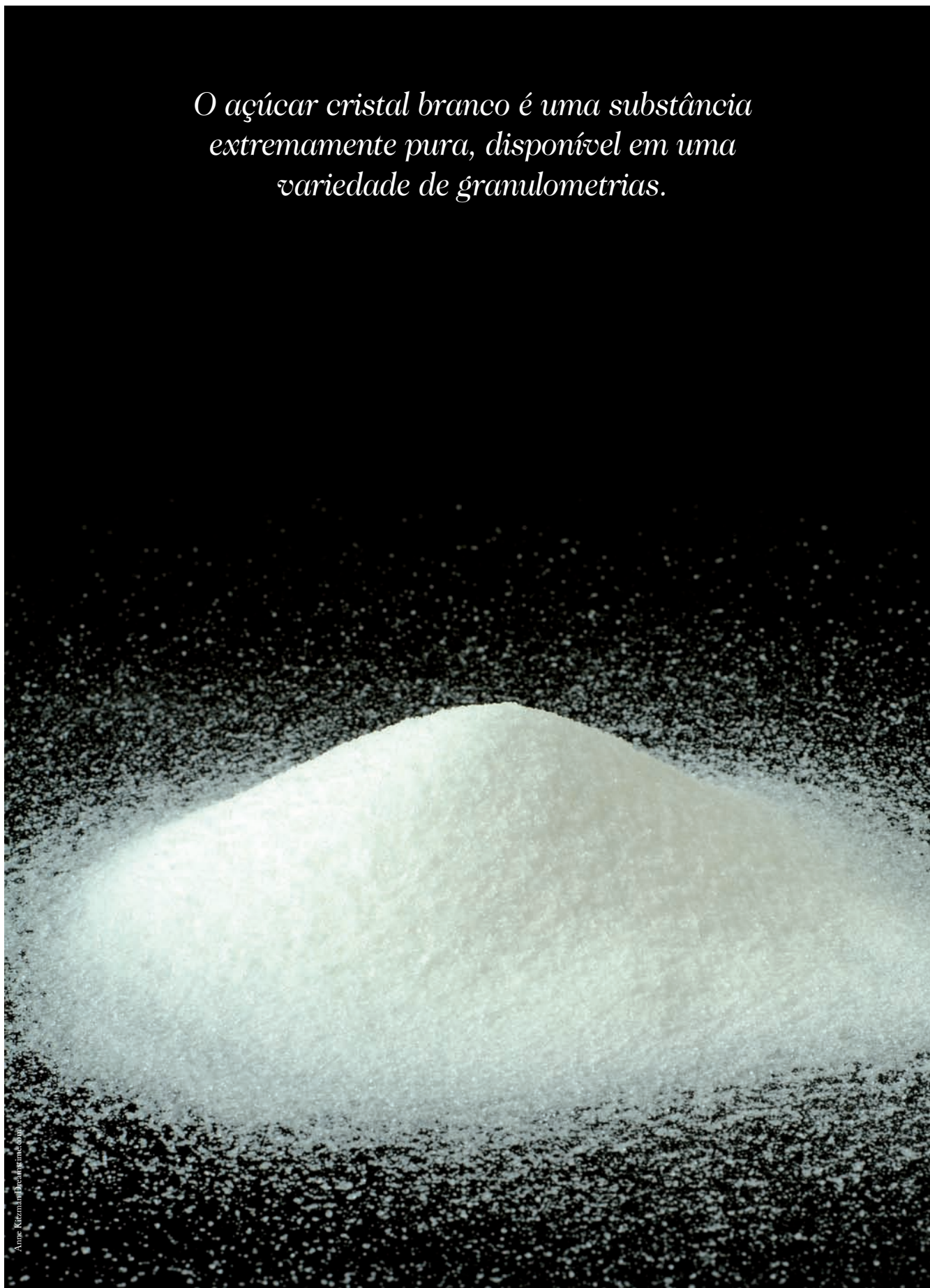
Afinal de contas, a COPERSUCAR presta, a cada cliente, todo atendimento exigido por um verdadeiro parceiro de negócios, sempre conduzido com total ética e transparência.

Se sua empresa também compartilha desta filosofia, está na hora de fazermos parte da mesma história de sucesso.

COPERSUCAR. Inovação constante por clientes sempre na liderança.

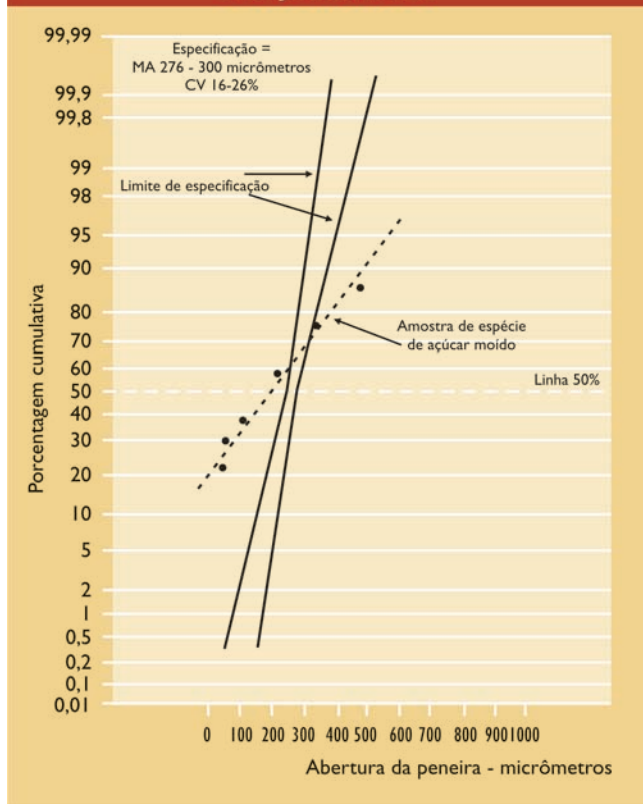
COPERSUCAR 
Energia Sustentável por Natureza.

O açúcar cristal branco é uma substância extremamente pura, disponível em uma variedade de granulometrias.



Anne Kizman@Redingins.com

FIGURA 3 - ESPECIFICAÇÃO TÍPICA PARA AÇÚCAR REFINADO, MA = 276 - 300 μ ; CV = 16% - 26% COM REPRESENTAÇÃO DE UMA AMOSTRA DE AÇÚCAR MOÍDO



ração de cristais e caroços (formação de *caking*) no açúcar, especialmente em silos, é a concentração local de pó (açúcar fino). Isso ocorre durante o manuseio, mecânico ou pneumático, e geralmente reduz a característica de fluxo do açúcar. Por ser relativamente seco, quando o açúcar é movido tende a atrair cargas elétricas estáticas, particularmente severas, durante o transporte pneumático, assim deve-se tomar muito cuidado em aterrar dutos e *containers*. As misturas açúcar/ar são altamente inflamáveis e uma faísca elétrica pode causar uma explosão.

Durante o transporte pneumático, os cristais de açúcar são quebrados em maior ou menor extensão. Devido à relação entre a massa e o tamanho da partícula do açúcar durante o processo de assar, qualquer interferência que cause variação no tamanho da partícula do açúcar no misturador deve ser vista com atenção.

Sempre há um risco durante a moagem do açúcar devido à produção de poeira do açúcar no ar, sendo conveniente promover uma boa proteção magnética antes do moinho, para assegurar-se de que as pequenas partículas metálicas não entrem no moinho e causem faíscas.

Durante a moagem do açúcar para a produção de açúcar glacê (de confeitiro) muito trabalho mecânico é envolvido, o que significa que o açúcar fino ao

sair do moinho está relativamente quente. Há dois problemas associados a isso. Primeiramente, como mencionado acima, no esfriamento, a umidade é redistribuída e pode causar aglomerados de cristais (*caking*). Segundo, ocorre um decréscimo gradual do volume do açúcar fino com o tempo, à medida que o ar confinado esfria e as cargas elétricas estáticas são dispersadas. Por ambas as razões, o melhor é utilizar o açúcar glacê o mais rápido possível após a moagem. Se for necessário armazená-lo, é aconselhável esfriá-lo sob agitação suave em uma atmosfera desumidificada. Como mencionado anteriormente, a inclusão de até 1,5% de fosfato tricálcico em pó ajuda a reduzir a aglomeração de cristais e caroços do açúcar glacê durante a estocagem.

Açúcar mascavo - A sacarose refinada é separada de um xarope ou suco obtido da cana ou da beterraba. As impurezas se apresentam na forma de um xarope escuro. No caso do açúcar de cana, mas não do açúcar de beterraba, o xarope tem forte e agradável *flavour*. Os cristais de açúcar são extraídos do xarope, mas parte adere aos cristais e o líquido remanescente, de coloração escura, é conhecido como melaço. Os cristais de açúcar que têm uma camada de xarope são conhecidos como açúcar bruto ou açúcar mascavo. A cor do xarope é variada, assim o açúcar mascavo pode ser de cor marrom dourada ou bastante escuro. O de cor mais escura é de mais forte *flavour*. O açúcar mascavo tem conteúdo de umidade entre 2% a 4%; é pegajoso e tende a formar aglomerados e caroços, quando em estoque. Para as várias colorações do açúcar quase branco a mascavo muito escuro existem nomes específicos: Barbados, Muscovado, Demerara, Marrom, Fourthes, Thirds, Pieces, Soft.

Os açúcares mascavos são extensivamente usados nos produtos assados pelo aroma distinto que propiciam ao produto. Variam em cor e tamanho de partícula e o xarope é rico em açúcares redutores. Devido à necessidade de oferecer ao mercado produtos padronizados, em tamanho de cristal e aroma, o açúcar mascavo de qualidade é agora, freqüentemente, elaborado combinando açúcar branco do tamanho desejado com xarope, em um misturador. Para proporcionar aroma a um produto assado ou escurecer a cor da casca é, provavelmente, mais econômico usar açúcar branco e um xarope adequadamente flavorizado ao invés de ter que lidar com os problemas de manuseio de um açúcar mascavo.

Densidade do açúcar - Cristais isolados tem uma gravidade específica de 1,58. O açúcar cristal a granel tem densidade entre 0,7 a 0,9 g/cm³. A densidade a granel do açúcar glacê é consideravelmente menor que isto.

AÇÚCAR LÍQUIDO

Muito freqüente e convenientemente, a sacarose pode ser usada na forma de solução na fabricação de biscoitos; a oferta de açúcar líquido oposta aos cristais, ficou cada vez mais popular, pelas facilidades de manipulação e medição que apresenta. O açúcar líquido pode ser obtido do fornecedor, mas também é possível elaborar soluções líquidas adoçadas na fábrica de biscoito.

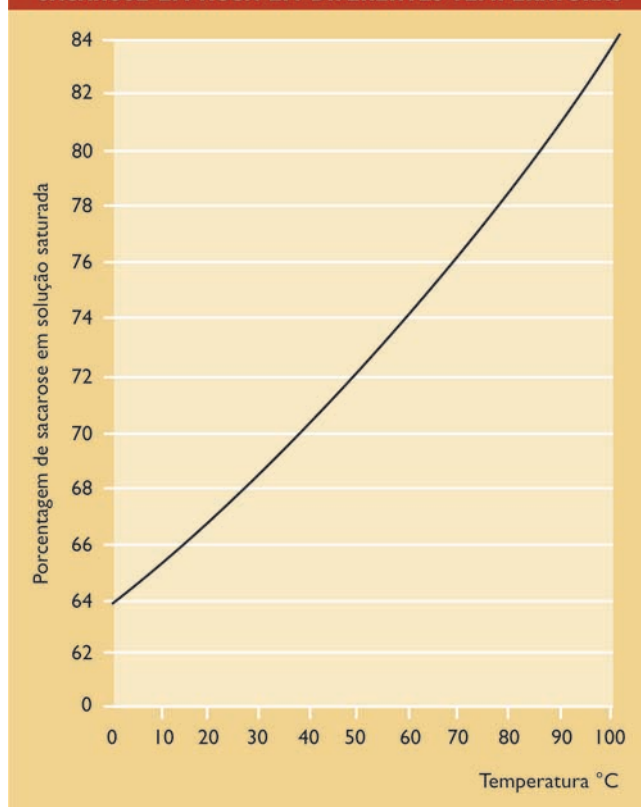
As vantagens do açúcar líquido são:

- pode ser medido mais precisamente e economicamente do que os açúcares cristais e a primeira fase de um processo de produção, que consiste na dissolução do açúcar é evitada, passando-se diretamente à fase de mistura;

- o custo da instalação é muito inferior.

A Figura 4 mostra a curva da solução saturada de sacarose em água, em temperaturas diferentes. O açúcar líquido, quando comprado, normalmente contém 67% de sólidos e pode conter até 5% de açúcar invertido para prevenir cristalização. É um xarope manuseável a temperaturas ambientes e com concentração suficiente para prevenir contaminação microbiana. Porém, o uso de filtros estéreis é recomendado em instalações de açúcar líquido onde a condensação pode ocorrer, dando

FIGURA 4 - CURVA DA SOLUÇÃO SATURADA DE SACAROSE EM ÁGUA EM DIFERENTES TEMPERATURAS



Elena Lefanewa Dreamstime.com

concentrações inferiores, que permitirão fermentação através de leveduras em suspensão no ar. É aconselhável armazenar o açúcar líquido a não menos de 20°C para prevenir cristalização. A Tabela 2 apresenta uma especificação típica para o açúcar líquido.

TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO QUÍMICA TÍPICA DO AÇÚCAR LÍQUIDO

Sacarose	66,5%	± 1,0
Inversão	0,5%	± 1,0
Cinza	0,3%	± 0,2
Ferro (ppm)	6	± 0,5
Cobre (ppm)	2	± 0,5
Umidade	32,9%	± 0,5
pH	6	± 0,2
Gravidade específica (a 20°C)	1,33	
Sólidos (por litro)	890g	

Medida de concentração do açúcar em solução - Em geral, a concentração de açúcar na solução é determinada através de métodos físicos indiretos. O refratômetro, que mede o índice refrativo de uma solução, é geralmente usado para controle de fabri-

ca. O índice refrativo de um xarope é uma função da composição dos sólidos, suas concentrações e da temperatura. Existem tabelas de referência que relacionam o índice refrativo de um determinado xarope a seus conteúdos de sólidos. Os refratômetros podem ser calibrados diretamente em percentagem de açúcar na solução.

A concentração de açúcar em um xarope também é indicada pela gravidade específica. Para soluções de sacarose, um hidrômetro especialmente projetado para o açúcar (escala Brix), fornecerá, a 20°C, uma leitura que é aproximadamente igual à do peso de sacarose na solução. Assim, o °Brix é essencialmente a concentração de açúcar em uma solução.

Açúcar invertido - Os açúcares são opticamente ativos, ou seja, possuem a propriedade de rotação do plano de luz polarizada. A extensão da rotação varia de acordo com o tipo de açúcar, sua concentração, a temperatura e a distância que a luz percorre através da solução. A direção de rotação também depende do tipo de açúcar. Uma solução de sacarose gira a luz à direita (direção positiva) e, à medida que a sacarose é hidrolisada por ácido ou enzimas em açúcares redutores, a rotação muda à esquerda (direção negativa). Isso ocorre porque a mistura dos dois açúcares produzidos, dextrose e levulose (frutose),

O REFRAATÔMETRO

Refratômetro (Pt) ou refratômetro (Br), é um instrumento óptico utilizado para medir o índice de refração de uma substância translúcida.

O aparelho faz uso do princípio do ângulo crítico ou ângulo limite de reflexão total, que tenha relação com alguma propriedade do material. A luz que passa de um meio ao outro sofre refração, uma mudança do ângulo de incidência, que medido pode revelar características próprias do material.

Ele pode ser utilizado para determinar a identidade de um material desconhecido, baseado no seu índice de refração; pode ser utilizado para determinar a concentração de uma substância dissolvida em outra ou, ainda, determinar a pureza de uma determinada substância.

O uso mais comum é determinar a concentração de açúcar em um fluido, também conhecido por índice de Brix, em frutas, doces preparados, mel e outros alimentos. Nos modelos mais comuns, uma gota do fluido a analisar, por exemplo uma gota de sumo de laranja, é colocada sobre o prisma do aparelho, mudando o índice de refração, em função da concentração de um soluto presente no mesmo, no exemplo o açúcar da fruta. É usado também para medir a concentração de proteínas ou a salinidade no sangue. Tem ainda variado uso na

indústria, para medir líquidos anti-congelantes e outros fluidos industriais.

Existem quatro tipos principais de refratômetro: Tradicionais ou manuais, digitais, de laboratório (refratômetro de Abbe) e os chamados refratômetros em linha. Um outro, menos comum, chamado de Rayleigh, é usado para medir índice refrativo de gases.



tem uma rotação média para a esquerda. Esta é a razão para a hidrólise da sacarose ser conhecida como “inversão” e a mistura resultante ser chamada de açúcar invertido.

XAROPES

Os xaropes são divididos em duas classes. Aqueles derivados da sacarose, de refinado de açúcar ou por inversão completa ou parcial, e os derivados de materiais obtidos de materiais amiláceos, em particular de milho, através de hidrólise. Em todos os casos, a quantidade e qualidade das moléculas de açúcar de cadeia curta são importantes. Como pode se supor desta observação, a gama de xaropes de ambos os tipos é muito considerável.

XAROPES INVERTIDOS/SACAROSE

São misturas de sacarose e açúcar invertido com proporções variadas de outros derivados do licor de açúcar de cana durante o refino. Estes últimos dão origem a cores douradas ou mais escuras e aroma distinto; geralmente o aroma aumenta com a cor. Os tipos comuns de xarope incluem o xarope dourado e o xarope ambarino até os melaços e melados, que são quase pretos na cor. São fortemente recomendados para fabricação de biscoitos, devido ao seu aroma agradável e a estabilidade do mesmo durante o assar.

Pela combinação de sacarose e açúcar invertido torna-se possível a obtenção de xaropes mais concentrados, que são mais estáveis, em termos de cristalização, que os de sacarose pura. Normalmente, os xaropes têm 80% de sólidos, aproximadamente. Um xarope escuro comum usado para fabricação de biscoito contém aproximadamente 60% de sólidos invertidos, 40% de sacarose e 1% ou 2% de outros materiais. O pH da maioria dos xaropes contendo invertidos é ao redor de 5,5. Estes xaropes são consideravelmente mais viscosos do que os xaropes de sacarose e, conseqüentemente, são manuseados a quente, a aproximadamente 40°C, tornando-os mais facilmente bombeáveis.

Alguns xaropes escuros, melaços e melados contêm pequenas quantidades de materiais insolúveis que sedimentam em repouso. Assim, é necessário esvaziar regularmente os silos de armazenamento e lavá-los com água quente, de forma que os sedimentos não se acumulem excessivamente.

Todos os xaropes são atrativos para os insetos, particularmente as vespas. Desse modo, é aconselhável ter cautela quanto à limpeza das silagens e construir silos com tubos de ventilação à prova de insetos. Como precaução adicional, podem ser usados filtros estéreis para reduzir as chances de fermentação nos espaços superiores dos silos, como já descrito para o açúcar líquido.

XAROPE INVERTIDO

A fabricação de xarope invertido é relativamente simples. Uma solução de sacarose é acidificada e aquecida. Normalmente, utiliza-se uma diluição de ácido hidroclorídrico (pH de aproximadamente 2 e 1% de solução de HCl)e, após 1 hora a 75°C, 95% da inversão é completada. O bicarbonato de sódio é adicionado para neutralizar o ácido. O xarope invertido contém um pouco de sal. A sacarose é hidrolisada em dextrose e levulose (frutose). Devido à captação de água durante a hidrólise, a percentagem de açúcares no xarope invertido chega a aproximadamente 5% acima da percentagem inicial da sacarose. A hidrólise também pode ser obtida pela enzima invertase.

O xarope obtido desta maneira é um líquido claro e não tem nenhum aroma em particular diferente da doçura. É usualmente fornecido como xarope com 80% de sólidos e deve ser armazenado a não menos de 30°C para prevenir cristalização.

MEL

O mel é um xarope muito especial (e caro), usado particularmente para assados pelo seu aroma. A composição e o aroma variam conforme as espécies de flores visitadas pelas abelhas, mas os componentes devem cair dentro dos limites mostrados na Tabela 3.

O mel pode ser descrito quimicamente como um xarope invertido e, na realidade, pode ser equiparado muito próximo a uma mistura adequadamente aromatizada. Obviamente, a legislação impede que um mel sintético seja usado em lugar de mel verdadeiro e procedimentos analíticos podem ser usados para detectar adulterações no mel.

Os problemas associados ao mel são principalmente com relação à variação de aroma e a propensão para cristalização. O aroma pode ser controlado pela mistura de várias amostras de mel, mas o problema da cristalização é mais difícil de ser superado. Cristais são formados a partir de pequenas partículas e cristais, devendo-se assegurar que todos os cristais de açúcar sejam dissolvidos e que as leveduras naturais e esporos sejam destruídos antes do mel ser armazenado. Para tanto, a técnica de pasteurização é normalmente usada, contudo, o aquecimento em demasia pode prejudicar o aroma. O armazenamento em local frio também promove a cristalização. Normalmente, o mel é acondicionado em tambores de tamanho médio. Nunca é comercializado a granel devido ao seu alto valor e tendência a cristalização, a qual poderia acarretar entupimento de válvulas e condutos.

O uso do mel cristalizado pode causar pintas na massa de biscoitos. Se o mel cristalizar, os cristais podem ser redissolvidos por aquecimento.



Expertise em açúcar.



**Na tecnologia da indústria
ou na arte gourmet.**

O objetivo do Grupo Cosan é trabalhar o agronegócio com expertise e foco no cliente.

Transformar sua produção cada vez maior em soluções de qualidade para as várias necessidades do mercado é um desafio cada vez mais instigante.

Investimos em ingredientes especiais do plantio à industrialização, comercialização e logística, para disponibilizar ao seu negócio os melhores produtos. Uma linha completa de açúcares para todos os segmentos da indústria.

Refinado Granulado

Refinado Amorfo

Refinado Líquido Sacarose

Refinado Líquido Invertido

Cristal

Orgânico Cristal

Demerara



COSAN

Energia renovável para um mundo melhor.

www.cosan.com.br



www.dabarra.com.br

TABELA 3 - LIMITES DOS COMPONENTES DO MEL

Água	17,7%	± 2,8
Açúcar invertido	74,7%	± 4,4
Sacarose	1,85%	± 2,5
Cinza	0,16%	± 1
Material indeterminado	4,18%	± 2,8

XAROPE DE *ACER SACCHARUM* OU XAROPE DE BORDO



Conhecido como *maple syrup* e *sirop d'érable* nos Estados Unidos e no Canadá, é um xarope extraído da seiva de árvores do gênero *Acer*, sobretudo *Acer saccharum*, cujo nome comum é bordo. A seiva contém, aproximadamente, 3% de sacarose e tem um aroma peculiar. Esta seiva é concentrada a aproximadamente 70% a 75% de sacarose. O xarope de bordo ou xarope de *Acer* é principalmente usado como um ingrediente aromatizante e é relativamente caro. É

muito usado, na América do Norte, para cobertura de panquecas.

AÇÚCARES E XAROPES DE AMIDOS – GLICOSE

O amido normalmente usado é o de milho, contudo, o trigo, a batata, a mandioca, etc... também podem ser usados como matéria-prima básica. O amido é quebrado por hidrólise ácida, ou por processos enzimáticos especiais, ou, ainda, por uma combinação de ambos. O produto final da quebra das moléculas de cadeia longa do amido é a glicose (dextrose), porém, é possível parar a reação em várias fases e o espectro de carboidratos presentes é muito importante para as propriedades físicas e de doçura do produto obtido. Os xaropes produzidos geralmente são conhecidos como xaropes de glicose (xaropes de milho, na América).

À medida que o amido é hidrolisado, ele se transforma em um produto solúvel e progressiva-

mente mais doce. A Tabela 4 mostra os valores de doçura relativa de alguns produtos da hidrólise de amido comparados à sacarose. Convém salientar que estes valores são o resultado de painéis degustativos. A doçura não pode ser medida em termos absolutos.

TABELA 4 – DOÇURA RELATIVA DE PRODUTOS DA HIDRÓLISE DE AMIDO COMPARADA À SACAROSE E OUTROS ADOÇANTES

Frutose	173
Xarope invertido	105
Sacarose	100
Dextrose	74
Xarope de glicose 62DE*	60
Mel	60
Maltose	32
Xarope de glicose 42DE*	30
Lactose	16
Ciclamato de sódio	10.000
Sacarina	c40.000

*DE: Dextrose Equivalent

EQUIVALÊNCIA DE DEXTROSE

A importância de açúcares redutores na reação de Maillard durante o processo de assar já foi mencionada acima. A dextrose é um monossacarídeo e um açúcar redutor. O amido é um polissacarídeo, constituído de aproximadamente 10.000 unidades de dextrose. A forma na qual as unidades são ligadas deixa somente um na extremidade da cadeia com capacidade redutora, assim o amido não é considerado como um composto redutor. À medida que a molécula de amido é quebrada no processamento da glicose, são formadas progressivamente moléculas mais curtas, e cada uma tem um elemento redutor. O produto final do processo seria somente moléculas de dextrose, mas normalmente a reação não chega tão longe.

O conceito de equivalência de dextrose é usado como uma tentativa de indicar o quão longe foi o processo de conversão a partir do amido. É uma medida do poder de redução do xarope. Portanto, se 100 gramas de sólido seco de um xarope de glicose têm um equivalente de dextrose (em inglês, *dextrose equivalent* - DE) de 42, significa que os sólidos agem em condições redutoras como se fossem 42 gramas de dextrose. As moléculas de carboidrato presentes além da dextrose, podem ser maltoses, dextrinas, oligossacarídeos, polissacarídeos, etc... Quanto maior a molécula, menor será a solubilidade e a doçura.



O mel é um xarope muito especial, usado particularmente para assados pelo seu aroma. A composição e o aroma variam conforme as espécies de flores visitadas pelas abelhas.

Usando a enzima isomerase é possível fazer com que a conversão do amido produza alguma frutose, além da dextrose. O resultado é uma glicose significativamente mais doce do que o xarope de glicose normal. Estes xaropes são mais parecidos ao xarope invertido e extensivamente usados em refrigerantes, mas apresentam pouco valor na fabricação de biscoitos. São chamados xaropes de alta-frutose, contudo, o nível de frutose não é mais elevado do que no xarope invertido.

A função dos xaropes de glicose em biscoitos é limitada. Provêm açúcares redutores para aumentar a coloração da superfície pela reação de Maillard e proporcionam uma textura mais crocante, sem doçura significativa em biscoitos salgados. Em biscoitos macios, contribui favoravelmente à textura. Os xaropes de glicose são produtos convenientes e econômicos para controlar o equilíbrio de umidade relativa, doçura relativa e, em confeitaria doce e geléias, a cristalização da sacarose.

Existem dois graus de xarope de glicose geralmente usados, com equivalência de dextrose média (42 DE) e alta (65 DE). As suas especificações típicas são determinadas na Tabela 5. O dióxido de enxofre mostrado é derivado do processo pelo qual o amido é obtido do milho, mas também está presente para

prevenir descoloração, particularmente se o xarope é armazenado em alta temperatura. Também existem produtos livres de dióxido de enxofre.

A medida para a gravidade específica de um xarope de glicose é dada por °Baume. A determinação de °Baume (°Be) ainda é feita mais comumente com um hidrômetro de fuso, sendo o método mais conveniente para determinar a substância seca de um xarope de glicose. Devido à viscosidade, o °Baume é normalmente determinado a 140°F (60°C). Existem tabelas de referência que relacionam o °Baume com o conteúdo de sólidos secos em vários valores de DE. O assunto é um tanto complicado, mas, xaropes com valores de 42/43°Be, ou seja, com aproximadamente 81% de sólidos secos, são geralmente disponíveis e têm viscosidade a 40°C, o que é satisfatório para uso na maioria das aplicações.

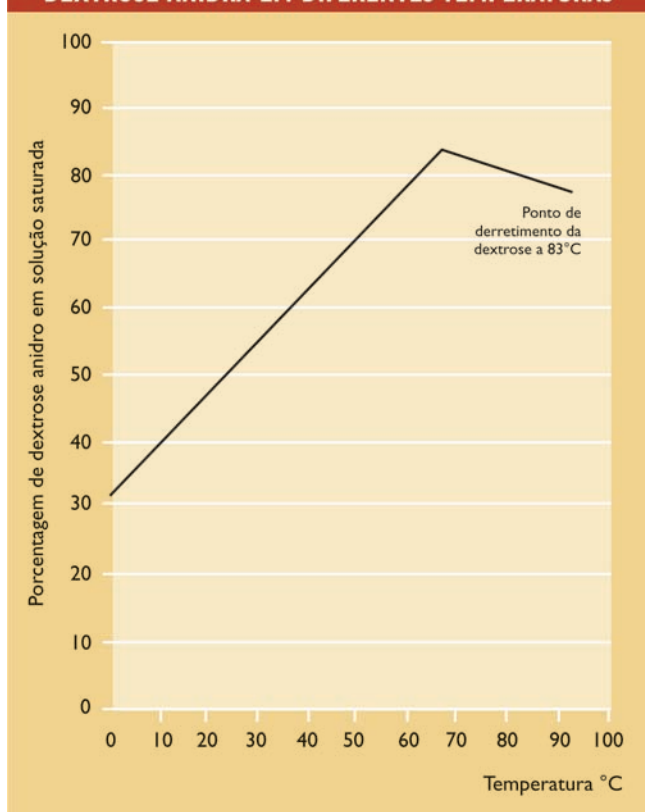
GLICOSE, DEXTRINA, DEXTROSE E FRUTOSE SECA

Pela técnica de *spray drying*, a maioria dos xaropes descritos podem ser adquiridos como pós finos brancos de fluxo livre. Aqueles com valores de até 65DE apresentam umidade máxima de 7%. A maltodextrina, produto geralmente usado na fabricação de biscoito, tem valor de DE de 17% a

TABELA 5 - ESPECIFICAÇÃO TÍPICA DE DOIS XAROPES DE GLICOSE COMUNS

	xarope 42DE	xarope 65DE	
1. Sólidos	79,5% – 81,1%	79% - 81%	
2. pH (20% sol. A 20°C)	5 – 5,5	4,7 – 5,3	
3. Índice refrativo de sólidos de açúcar medido em refratômetro a 20°C	82% - 84%	78% - 80%	
4. Espectro típico 100% à base de substância seca			
	Dextrose	19%	55%
	Maltose	14%	22%
	Maltotriose	11%	7%
	Maltotetraose	10%	5%
	Altos açúcares	15%	5%
	Dextrina	31%	6%
5. Aparência	Limpo luminoso	Limpo luminoso	
	Líquido viscoso	Líquido viscoso	
6. Ferro	5 ppm máximo	5 ppm máximo	
7. Cobre	1 ppm máximo	1 ppm máximo	
8. Dióxido de enxofre	250 – 400 ppm	20 – 40 ppm	
9. Baume (°)	42/43	42/43	

FIGURA 5 - CURVA DE SOLUÇÃO SATURADA DA DEXTROSE ANIDRA EM DIFERENTES TEMPERATURAS



20% e dificilmente seu gosto é doce. É disponível como xarope ou em pó seco. A dextrose monohidratada (99,5 DE) é produzida por um processo de cristalização e, tipicamente, apresenta a seguinte especificação:

Forma	Sólido cristalino branco fino
Umidade	9,5%, máximo
Rotação específica (básico seco)	+ 53°
Dióxido de enxofre	10 ppm

A dextrose normalmente é usada como um pó muito fino e como monohidrato cristalino. É possível adquiri-la também na forma anidra. A dextrose oferece uma sensação fresca na língua quando dissolve. Por este motivo e, também, por ser menos doce que a sacarose, é usada em quantidades limitadas em cremes (recheios) para biscoito à base de gordura. O conteúdo de umidade limita seu uso, porque há uma tendência de separação das bolachas do recheio cremoso quando a umidade migra para estas bolachas. A solubilidade do monohidrato de dextrose na água em temperatura variada é mostrada na Figura 5.

A frutose cristalina seca é 73% mais doce que a sacarose. É relativamente cara, contudo, possui a propriedade de ser um adoçante seguro e satisfatório para quem sofre de diabetes. É útil em cremes

(recheios) para biscoitos, mas não propicia as mesmas estruturas e texturas obtidas com a sacarose em biscoitos assados.

EXTRATO DE MALTE NÃO-DIASTÁTICO

É produzido pela concentração do extrato aquoso de cevada maltada ou de trigo. É um xarope viscoso de cor marrom escura, com um aroma distinto; o açúcar principal é a maltose, um açúcar redutor. A composição e o aroma variam, dependendo da fonte. Uma composição típica é mostrada na Tabela 6.

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO TÍPICA DE XAROPES DE EXTRATO DE MALTE NÃO-DIASTÁTICOS

Sólidos	80%	± 3
Total de açúcares redutores	55%	± 5
Proteína	5%	± 1
Cinza	2%	± 0,5
pH	6	± 1

REAÇÃO DE MAILLARD

A reação de Maillard foi descrita em 1912 por Louis-Camille Maillard (1878-1936) e ocorre entre os açúcares redutores e, principalmente, aminoácidos livres e peptídeos (normalmente de proteínas) quando aquecidos. Na realidade, “reação de Maillard” é um termo errôneo. Não se trata de uma única reação, mas de uma série de reações complexas, cujos estágios e resultados dependem, de forma crítica, de fatores como pH e temperatura. Porém, para o propósito deste artigo, basta dizer que é o mecanismo que permite dourar os produtos em temperaturas inferiores às de caramelização de açúcares. A reação de Maillard também é conhecida como reação de escurecimento, escurecimento não-enzimático e formação de melanoidina. O escurecimento pela reação de Maillard ocorre mais rapidamente em meio alcalino do que em condições ácidas e, também, em atividades intermediárias de água. Os picos da reação ocorrem com uma Aw 0,6-0,7. A reação também está relacionada ao tempo/temperatura. Assim, os assados a baixa temperatura proporcionam os mesmos resultados de cor que os assados rapidamente a altas temperaturas, contanto





Alexander Rybachun | Dreamstime.com

que a atmosfera ao redor do produto não se torne muito seca.

A reação de Maillard é muito importante para a produção de tonalidades marrons na superfície de biscoitos assados. A inclusão na massa de biscoitos de glicose ou xaropes invertidos é feita para garantir que a reação de Maillard ocorra da forma esperada. Se a reação de Maillard for excessiva, pode causar dificuldade na secagem do biscoito, sem que ocorram formações acentuadas de cor. Em alguns casos

são adicionadas proteínas, na forma de leite em pó. O leite contribui com a lactose, um açúcar redutor. A reação de Maillard também propicia aroma aos produtos assados.

Vale ressaltar que a reação de Maillard resulta na produção de assados de aroma atraente e forma compostos antioxidantes (significantes para estender o *shelf life*). Porém, reduz o valor nutricional do alimento. Curiosamente, cachorros não apreciam biscoitos que, no seu processo de fabricação, passam

Com 60 anos de experiência a

NovAmérica

se consolidou como uma das maiores empresas do setor sucroalcooleiro, comercializando produtos de alta qualidade.

Conheça melhor a linha *União Pró*, destinada ao segmento industrial.

Açúcar Refinado • Açúcar Refinado Granulado
Açúcar Cristal • Açúcar de Confeiteiro
Açúcar Líquido • Açúcar Líquido Invertido


NovAmérica

(11) 3816-9500
vendasindustriais@novamerica.com.br
www.novamerica.com.br



pela referida reação, motivo pelo qual não devem ser assados de forma a aparentar-se com biscoitos para seres humanos.

A reação que ocorre no processo de Maillard é diferente do processo de tostamento e caramelização. No tostamento ocorre uma reação de pirólise do carboidrato (desidratação térmica) e na caramelização ocorre uma desidratação, condensação e polimerização do carboidrato. Em nenhum dos dois casos ocorre o envolvimento das proteínas.

POLIÓIS

O tratamento do açúcar redutor com gás de hidrogênio na presença de um catalisador resulta em uma substância conhecida como alditol. Os alditóis e os polióis, de outros açúcares, são materiais doces, assim como o sorbitol, xilitol, manitol, maltitol, isomalt e lactitol, comercialmente usados em alimentos. Essas substâncias também são conhecidas como álcoois de açúcar; não são açúcares redutores e não contribuem à reação de Maillard.

O poder adoçante é sempre menor que a sacarose e todos os polióis têm valores caloríficos inferiores à sacarose. São encontrados frequentemente em produtos com baixas calorias, inclusive, chocolate. O sorbitol e o xilitol ocorrem naturalmente em frutas e bagas. Assim como outros polióis, podem ser

utilizados por quem sofre de diabetes e para quem tem dificuldade em metabolizar a sacarose e outros açúcares, devido à elevação da glicose no sangue. A polidextrose é usada como um agente de carga não doce em produtos indicados para diabéticos.

Os polióis apresentam efeitos laxativo e de flatulência quando consumidos entre 20g a 50g por dia. O xilitol é o mais doce dos polióis e tem como principal *claim* a prevenção de cáries dentárias. O uso de polióis é tema na legislação de alimentos e, na Europa, alguns ainda não são permitidos para uso em produtos assados. A Tabela 7 oferece uma idéia da doçura relativa dos polióis comparada à sacarose.

TABELA 7 - GRAU RELATIVO DE DOÇURA DE DIFERENTES ÁLCOIS DE AÇÚCAR

Sacarose	100
Xilitol	100
Malitol	80
Sorbitol	60
Manitol	60
Isomalt	45
Lactitol	35

AÇÚCARES EM BOLACHAS E BISCOITOS

A sacarose é um dissacarídeo (glicose + frutose), cuja propriedade organoléptica mais conhecida é o seu poder adoçante.

Em biscoitos e bolachas, dois tipos de açúcar auxiliam para um melhor desempenho: açúcar refinado granulado e o açúcar líquido invertido.

Açúcar refinado granulado - é um açúcar de elevada pureza obtido por dissolução, purificação e recristalização, apresentando estrutura formada por cristais bem definidos e de granulometria uniforme. É ideal para uso em coberturas, pois seus cristais permitem melhor reflexo da luz, conferindo ao produto aspecto brilhante. É utilizado também na produção de xaropes de excepcional transparência. Possui baixa umidade, o que garante maior estabilidade, e baixo teor de açúcares redutores, o que inibe a absorção de água, diminuindo o empedramento do açúcar.

Açúcar líquido invertido - mistura equimolecular de glicose e frutose (50:50) resultante da hidrólise ou inversão da sacarose. É ideal para alimentos em que o açúcar é utilizado na forma dissolvida. Esse açúcar dispensa a necessidade de pasteurização, dissolução e filtração do açúcar, estimula a reação de Maillard, possui maior higroscopicidade e menor viscosidade quando comparado com soluções de sacarose de mesma concentração.

Com 60 anos de experiência, a Nova América alcançou uma posição destacada no setor sucroalcooleiro e uma participação consolidada nos mercados de *trading*, industrial, *foodservice* e varejo, segmento no qual é líder nacional com as marcas União, Dolce, Neve e Duçula.

No segmento industrial comercializa açúcar refinado amorfo, açúcar cristal, açúcar de confeitiro, açúcar granulado, açúcar líquido e açúcar líquido invertido com a marca União Pró.

