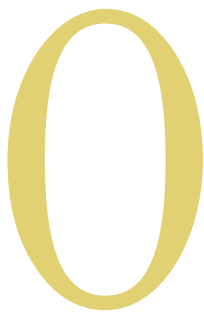




Alinhuyh Dreamstime.com

ADOÇANTES CALÓRICOS E NÃO CALÓRICOS - PARTE I



S ADOÇANTES PODEM SER AGRUPADOS OU CLASSIFICADOS DE VÁRIAS MANEIRAS, GERALMENTE COM BASE EM SUA ORIGEM E VALOR CALÓRICO. A LEGISLAÇÃO DA

CEE, O CODEX ALIMENTARIUS E ALGUNS AUTORES ESPECIALISTAS NO ASSUNTO CLASSIFICAM A SACAROSE E SEUS SUBSTITUTOS EM DOIS GRANDES GRUPOS:

- os edulcorantes nutritivos, ainda chamados de adoçantes de corpo, que fornecem energia e textura aos alimentos, geralmente contém o mesmo valor calórico do açúcar e são utilizados em quantidades maiores.

- os edulcorantes não nutritivos, ainda chamados de edulcorantes intensos, que fornecem somente doçura acentuada, não desempenham nenhuma outra função tecnológica no produto final, são utilizados em quantidades muito pequenas e são pouco calóricos ou efetivamente não calóricos.

Os edulcorantes calóricos, ou nutritivos, subdividem-se, de um lado, em carboidratos e derivados, tais como os açúcares refinados, HFCS (*High Fructose Corn Syrup*), frutose, glicose, mel, lactose, maltose, polióis e outros, e de outro lado, os peptídeos e derivados, como aspartame, alitame e outros. Embora sejam tecnicamente calóricos, alguns deles não trazem nenhuma caloria para os seus consumidores, devido as baixíssimas quantidades usadas.

Tanto os carboidratos quanto os polióis são muito usados como agentes de volume ou agentes de corpo, para conferir textura aos alimentos que serão adoçados. A presença deles também é importante para conferir praticidade nas aplicações de uso doméstico. Nos adoçantes líquidos, o agente de corpo é... a água.

Os edulcorantes não nutritivos podem ser substâncias artificiais ou naturais, geralmente centenas de vezes mais doces que o açúcar, mas que não oferecem nenhum poder energético, tal como acessulfame-K, ciclamato,

sacarina, sucralose e vários outros.

Existe também uma categoria especial de adoçantes composta de substâncias obtidas de extratos vegetais. Muitas não têm sequer aplicações comerciais e são meramente curiosidades, mas algumas são amplamente usadas, como a estévia (esteviosídeo), a glicirrizina e a taumatina, por exemplo, os três sendo considerados como nutritivos.

A definição usada pela FDA, agência norte-americana que regula produtos alimentícios e farmacêuticos, é mais precisa, uma vez que estabelece como edulcorantes não nutritivos aqueles que apresentam menos de 2% do valor calórico da sacarose por unidade equivalente de capacidade adoçante. Assim, neste caso, tanto o aspartame como o edulcorante protéico taumatina (4kcal/g) podem ser considerados não nutritivos por apresentarem valor calórico por unidade de doçura de aproximadamente 0,02kcal/g e 0,002kcal/g, respectivamente.

Parece existir uma certa confusão nas próprias definições, particularmente no que tange aos termos nutritivos e não nutritivos, uma vez que esse conceito é também relacionado com as quantidades ingeridas.

No âmbito do presente artigo, os adoçantes não serão analisados em profundidade, nem serão consideradas as restrições colocadas ou não ao seu uso. Será feito somente um apanhado global dos compostos nutritivos que existem, deixando para a próxima edição, os compostos não nutritivos e aqueles oriundos de extratos vegetais, sejam eles produtos de utilização comercial ou meras curiosidades científicas. A classificação geral adotada será aquela apresentada no QUADRO 1.

CARBOIDRATOS E DERIVADOS

Os carboidratos são classificados pelos nutricionistas em açúcares, amidos e fibras. Sua estrutura química básica é um composto chamado sacarídeo. Os açúcares são formados tanto a partir de um único tipo de sacarídeo, chamado monossacarídeo (como a glicose, por exemplo), ou de

dois sacarídeos unidos, formando um dissacarídeo (como a sacarose). Quando vários sacarídeos são unidos, formam-se polissacarídeos, como o amido, por exemplo. O amido constitui-se de dois tipos diferentes de polissacarídeos: a amilose, com cerca de 1.000 unidades de glicose numa longa cadeia não ramificada enrolada em hélice, e a amilopectina, com cerca de 48 a 60 unidades de glicose dispostas em cadeias mais curtas e ramificadas.

Os açúcares são ingredientes multifuncionais. Além de adoçantes, são agentes espessantes, umectantes, conservantes, solubilizantes, estabilizantes e, ainda, atuam modificando a textura, fornecendo volume, realçando aroma e sabor, modificando a aparência e atuando como precursor de aroma, sabor e coloração. São ainda utilizados como matéria-prima de fermentação, controladores do ponto de congelamento e reguladores de estrutura e formação de cristais, particularmente em sorvetes.

Os principais açúcares disponíveis na forma sólida são a sacarose, a frutose, a glicose e a lactose. Na forma líquida, pode-se encontrar xaropes de glicose, HFCS, açúcares invertidos, melados e mel. Na escolha de um adoçante para uma determinada aplicação, as principais propriedades a serem consideradas são doçura, solubilidade e higroscopicidade.

A sacarose

A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é o nome científico designando o produto obtido industrialmente da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), da beterraba (*Beta vulgaris*) e de outras plantas sacarinas, em suficiente estado de pureza para a alimentação humana. Seu nome oficial é α -D-glicopiranosil- β -D-fructofuranosídeo. É um tipo de glicídeo, formado por uma molécula de glicose e uma de frutose produzida pela planta ao realizar o processo de fotossíntese.

A sacarose não é um açúcar redutor. Isso significa que os dois grupos redutores dos monossacarídeos que a formam estão envolvidos na ligação glicosídica, ou seja, o átomo de carbono

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS ADOÇANTES

Nutritivos		Não nutritivos	Extratos vegetais
Carboidratos & Derivados	Peptídeos & Derivados		
Sacarose e derivados	Alitame	Acessulfame-K	3-acetato-de(+)-dihidroquercetina
Frutose	Aspartame	Ciclamato	Curculina
Glicose	Neotame	Dihidrochalconas	Estévia
Lactose e seus produtos de hidrólise		Frutooligossacarídeos	Filodulcina
Tagatose		L-açúcares	Glicirrizina
Polióis (eritritol, isomalte, lactitol, maltitol, manitol, sorbitol, xilitol, hidrolisado de amido hidrogenado e xarope de glicose hidrogenado)		Sacarina	Hernandulcina
Xaropes de glicose ou xaropes de milho (HFCS, xarope de maltose)		Sucralose	Mabinlina
			Miraculina
			Mogrosídeo
			Monelina
			Osladina
			Oximas
			Pentadina
			Rubosósídeo
			Taumatina

C1 da glicose e C2 da frutose devem participar da ligação (veja Figura 1).

É muito solúvel na água, dando facilmente solutos sobressaturados, os xaropes; dissolve-se também no álcool absoluto e é insolúvel no éter; no clorofórmio e nos hidrocarbonetos. A sacarose é dextrogira. Quando aquecida acima do seu ponto de fusão perde água e resulta numa mistura amorfa, escura, o caramelo. Tem sabor doce acentuado e na escala empírica para avaliação de edulcorantes atribui-se à sacarose o valor 100, ou 1.

A importância da sacarose decorre de fatores como aceitabilidade, palatabilidade, alta disponibilidade e baixo custo de produção. Apresenta rápida percepção de doçura; o gosto doce aparente é percebido em um ou dois segundos e persiste por aproximadamente 30 segundos. Os produtos elaborados com sacarose destacam-se em termos de aparência (cor, brilho), textura, sabor e estabilidade.

Dentre dos principais derivados da sacarose dois produtos têm grande destaque: o açúcar invertido e a palatinose. A sucralose, outro adoçante de

extrema importância, derivado da sacarose, é um adoçante não nutritivo.

O **açúcar invertido** é obtido através da hidrólise (inversão) da sacarose por ácidos diluídos ou pela ação da

enzima invertase, liberando a glicose e a frutose (ambos os monossacarídeos isômeros) que formam sua estrutura original, em proporções iguais e, quando a reação é parcial, sacarose residual. O termo inversão tem sua origem na polarimetria, em função da transformação da sacarose dextrogira na mistura levogira, glicose e frutose [o plano da luz polarizada incidente desvia-se da direita (+ 66,5°) para a esquerda (+ 52,7° - 92,3° = - 39,6°)]. A Figura 2 mostra o processo de invertase.

Vale lembrar que a doçura da glicose e da frutose em relação à sacarose é de, respectivamente, 0,74 e 1,74. Fazendo-se a média, temos que a doçura relativa da mistura de iguais proporções dos dois monossacarídeos é $(0,74 + 1,74) / 2 = 1,24$, maior que a sacarose.

O açúcar invertido apresenta propriedades muito semelhantes ao xarope de alto teor de frutose e ao mel. Apresenta a elevada solubilidade da frutose e a difícil cristalização da glicose.

Por apresentar peso molecular

FIGURA 1 - SÍNTESE DA SACAROSE A PARTIR DE SEUS CONSTITUINTES: α-GLICOSE E FRUTOSE

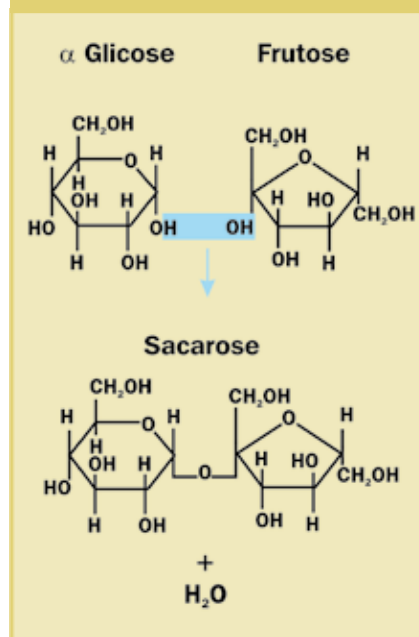
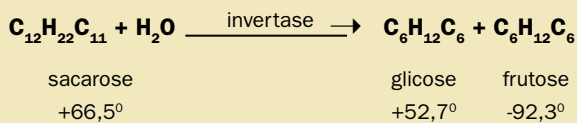


FIGURA 2 – PROCESSO DE INVERTASE



menor, é menos viscoso do que a sacarose líquida na mesma concentração e reduz a atividade de água de forma mais eficiente, o que resulta em maior poder de retenção de água. O efeito de redução da atividade da água é empregado para reduzir a proliferação microbológica, evitar mudança de textura por reduzir perda de água, e evitar cristalização, resultando em aumento do *shelf life* de muitos produtos alimentícios.

O açúcar invertido - assim como a glicose, mel e xaropes de glicose -, é utilizado em confeitos por permitir a obtenção de soluções de sacarose mais concentradas, supersaturadas e estáveis. Em sorvetes, tem seu poder adoçante elevado, permitindo menor adição de adoçante e fornece uma textura mais macia. Em produtos lácteos, confere garantia de pureza microbológica e, em bebidas, evita inconvenientes ligados à inversão do açúcar no produto final e intensifica aromas.

A isomaltulose ou palatinose. É um dissacarídeo redutor quimicamente chamado isomaltulose (6-O- α -D-glicopiranosil-D-frutofuronose, forma mono-hidratada), com fórmula química $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Suas propriedades físicas e organolépticas são muito semelhantes às da sacarose, no entanto, é mais estável química e microbiologicamente e menos estável termicamente, com menor ponto de fusão. É totalmente resistente a ácidos. Não é fermentada pela maioria das bactérias e leveduras. Em bebidas e pães contendo palatinose e sacarose, observa-se que a palatinose permanece intacta. Esta propriedade permite que se mantenha a doçura e o sabor em bebidas e alimentos fermentados. Apresenta baixa cariogenicidade e previne a formação de cáries.

A palatinose possui perfil de doçura

semelhante ao da sacarose. O aumento da percepção da doçura é mais rápido. Logo após, persiste uma forte doçura semelhante a da sacarose, e no estágio final, permanece um sabor mais fraco. Não apresenta sabores estranhos. Seu poder adoçante é quase metade (0,42 vezes) o da sacarose, não se alterando com a temperatura. É indicada para diabéticos.

A isomaltulose é utilizada na produção de isomalte.

A frutose

A frutose é um monossacarídeo ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), com os carbonos dispostos em anel, muito encontrada em frutas, como também em cereais (milho), vegetais e no mel (constituído por mais de 40% em peso de frutose). É também conhecida como levulose, pois uma solução saturada é capaz de transformar luz linearmente polarizada em luz circularmente polarizada, com giro vetorial para esquerda (levogira). É mais doce que a sacarose que, como já mencionado, é um dissacarídeo proveniente da junção da frutose com glicose.

As propriedades mais importantes do ponto de vista tecnológico são: alta solubilidade em água (80% a 20°C) e alta higroscopicidade, o que a torna útil como inibidor de cristalização no armazenamento de alimentos.

Em altas temperaturas, a frutose se decompõe mais facilmente que a sacarose, o que pode ser uma limitação para seu uso. A substituição da sacarose por frutose implica na utilização de menor quantidade de aromas no

processamento, pelo fato da frutose exaltar o sabor e o aroma de outros ingredientes, especialmente de frutas e ácidos. Reduz a atividade de água, auxiliando no controle da contaminação microbiana.

É o mais doce de todos os açúcares naturais, apresentando grau de doçura igual a 117 em relação a sacarose a 10%. A doçura da frutose aumenta com o decréscimo da temperatura, pH e teor de sólidos.

O poder edulcorante elevado da frutose permite que seja consumida em menor quantidade que outros monossacarídeos, reduzindo o aporte calórico. A doçura da frutose é rapidamente percebida, sendo seu uso ideal em produtos como sorvetes e gelados em geral.

Apresenta efeito sinérgico com edulcorantes nutritivos e não nutritivos. A mistura de frutose e edulcorantes foram promovidas com o objetivo de mascarar sabores residuais de edulcorantes, obter sinergismo e fornecer corpo e sensação tátil bucal (*mouthfeel*) a alimentos de baixa caloria. A frutose é menos cariogênica que a sacarose.

Graças às suas propriedades organolépticas e técnicas, a frutose pode ser utilizada como substituto do açúcar em um número muito grande de produtos. A substituição de sacarose por frutose na dieta apresenta grandes vantagens em vários estados clínicos, tais como diabetes, obesidade e hipoglicemia reativa. Por ser metabolizada independentemente da insulina pode ser administrada a pessoas portadoras de *diabetes melito*, uma vez que não ocasiona alterações bruscas na glicemia. A frutose favorece a síntese do glicogênio e a diminuição de seu catabolismo.

Como alimento, a frutose equivale à

Na forma sólida, o sorbitol, assim como o manitol, associado a edulcorantes é amplamente empregado em chocolates dietéticos.

glicose, mas a sua velocidade de absorção é menor. É totalmente assimilada e seu valor calórico é de 4kcal/g.

A glicose

A glicose (do grego *glykys*, que significa doce), também conhecida por dextrose, pertence ao grupo dos monossacarídeos e é o carboidrato mais importante na biologia. É o mais importante açúcar circulante no sangue dos animais superiores. As células a usam como fonte de energia e intermediário metabólico. A glicose é um dos principais produtos da fotossíntese e inicia a respiração celular em procariontes e eucariontes. É um cristal sólido de sabor adocicado, de fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, encontrado na natureza na forma livre ou combinada. Juntamente com a frutose e a galactose, é o carboidrato fundamental de carboidratos maiores, como sacarose e maltose. Amido e celulose são polímeros de glicose. É encontrada nas uvas e em vários frutos. Industrialmente, é obtida a partir do amido. É um pó branco, de sabor doce, muito solúvel em água. É uma substância redutora, constituída por um pó branco, de sabor doce, muito solúvel em água.

No metabolismo, a glicose é uma das principais fontes de energia e fornece 4kcal/g. A glicose hidratada (como no soro glicosado) fornece 3,4kcal/g.

O melhor processo para produção de glicose é a hidrólise do amido de milho através de sistema multienzimático, especialmente de glucoamilases fúngicas. Obtém-se um xarope rico em glicose (92%) que é purificado, evaporado e cristalizado, resultando na glicose hidratada.

Comercialmente, a palavra glicose é utilizada algumas vezes para se referir ao xarope obtido através de hidrólise do amido. Este xarope não é uma solução de glicose pura e sim uma mistura de glicose, maltose e dextrina.

A glicose apresenta grau de doçura inferior ao da sacarose (0,7 em relação à sacarose a 10%) e apresenta uma interessante propriedade conhecida como auto-potenciação a concentrações elevadas. À concentração de



JanPietruszka / Dreamstime.com

2% a 10%, sua doçura relativa é de 0,5 a 0,6, à concentração de 50% a 60%, a doçura relativa passa a valores como 0,9 a 1. A sacarose não pode ser totalmente substituída pela glicose em função de diferenças entre algumas propriedades físicas, como solubilidade, ponto de fusão e estrutura cristalina. A glicose é cariogênica.

É utilizada como ingrediente na indústria farmacêutica e alimentícia, principalmente na fabricação de pães, bebidas, conservas, geléias e confeitos. É empregada em algumas bebidas para atletas. A forma anidra é utilizada em gelatinas, pós instantâneos e outras misturas secas devido às

propriedades de retenção de sabor da glicose, e em coberturas de chocolate onde o produto deve estar livre de umidade. A forma hidratada é usada na indústria de panificação com propósitos de fermentação, como adoçante em bolos, biscoitos e conservas. Na indústria de confeitos é empregada como umectante aumentando o *shelf life*. A glicose fornece textura mais macia a sorvetes.

Os **xaropes de glicose**, muitas vezes chamados de xaropes de milho, são uma mistura de glicose, maltose e oligossacarídeos superiores. São obtidos por hidrólise ácida ou enzimática controlada do amido, principalmente

de milho, trigo ou batata. Enzimas são utilizadas quando se necessitam diferentes graus de hidrólise, sendo que através de enzimas é possível prever exatamente de que maneira a hidrólise irá ocorrer. A extensão da hidrólise do amido é medida pelo equivalente de dextrose da mistura ($DE = 100 / \text{grau de polimerização}$).

O DE representa o teor total de açúcares redutores do xarope expresso como porcentagem do teor de açúcar redutor da glicose pura. O amido apresenta DE igual a zero, sendo que a sua hidrólise completa (glicose pura) fornece um DE igual a 100. O DE é o termo mais utilizado para classificar os xaropes, todavia limitado, pois dois xaropes podem ter o mesmo DE na composição e propriedades diferentes. Um método mais conveniente de descrever os componentes dos xaropes é através do grau de polimerização (DP), que descreve o número de unidades de glicose nos componentes individuais do xarope ($DP_1 = \text{glicose}$; $DP_2 = \text{maltose}$).

O perfil destes xaropes para aplicações específicas pode ser otimizado por técnicas como HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) ou GPC (*Gel Permeation Chromatography*), que informam o peso molecular médio, ou através de métodos indiretos, como medida da viscosidade e instrumentos reológicos.

Estes xaropes podem ser classificados de acordo com o seu equivalente de dextrose (DE), em quatro grupos: tipo I, de 20-38, tipo II, de 38-55, tipo III, de 55-73 e tipo IV, acima de 73. São vários os produtos de amido hidrolisado: xarope de glicose (42 a 64 DE), xarope de alto teor de frutose (95 a 97 DE), maltodextrina (3 a 20 DE), xarope de maltose, xarope de milho desidratado, dextrose monohidratada e dextrose anidra. Existe ainda uma grande variedade de xaropes de glicose contendo teores de frutose superior a 9%. As maltodextrinas não são utilizadas como adoçantes.

O controle do grau de hidrólise produz xaropes com diferentes efeitos sobre: higroscopicidade, viscosidade, cristalização, solubilidade, emulsifica-

ção, doçura e aparência. A medida que o grau de conversão (DE) aumenta, aumenta a doçura (aumentando o DE de 15 a 86, aumenta a doçura de 0,14 a 0,58), a higroscopicidade, a propriedade de intensificação de sabor, a reação de escurecimento, a fermentabilidade, a pressão osmótica, a elevação do ponto de ebulição, e o abaixamento da temperatura de congelamento. As propriedades de viscosidade, prevenção de cristalização do açúcar, estabilização de espuma, agente de corpo e coesão decrescem.

As principais propriedades destes xaropes incluem: adesividade, solubilidade, controle de doçura, fonte de açúcar fermentescível para a indústria, substrato para reação de Maillard e ponto de ebulição maior do que o da sacarose. São higroscópicos, inibidores de cristalização (especialmente os ricos em frutose), inibidores de reações oxidativas em alimentos e estabilizadores de espuma. Promovem diminuição do ponto de congelamento e melhora da textura, aparência e sabor.

Os xaropes de glicose apresentam vantagens em relação à sacarose: diminuem o ponto de congelamento, o que é vital para manutenção da textura em sorvetes e em alimentos submetidos a ciclos de gelo-degelo. Xaropes com baixo DE são mais viscosos e retardam a cristalização. Os de DE mais elevado são importantes como substrato para reações de escurecimento não enzimático.

O uso dos xaropes de glicose é limitado pelo fato de apresentarem elevada viscosidade. Porém, nos Estados Unidos, produzem-se xaropes de glicose sólidos com DE de 20 a 64, incluindo os xaropes de alto teor de maltose, através da remoção de 97% da água do xarope. As propriedades funcionais são idênticas às das suas formas líquidas, com as principais vantagens de serem de fácil manuseio, apropriados para uso em produtos de baixa umidade, com habilidade de aumentar sólidos solúveis sem cozimento e facilidade de mistura com ingredientes sólidos.

Devido aos componentes dos xaropes de milho apresentarem elevado

peso molecular, são absorvidos mais lentamente do que os açúcares simples e, conseqüentemente, causam menor elevação da glicose sanguínea. Apresentam ainda vantagens com respeito ao metabolismo lipídico, quando comparados a sacarose, e menor tendência a formação de placa bacteriana.

Convém aqui mencionar o caso específico dos **xaropes de alto teor de frutose**, mais conhecidos pelo termo inglês HFCS (*High Fructose Corn Syrup*). São produzidos através da conversão da glicose do xarope de milho de 95 DE (92% de glicose em base seca) para a frutose por glicose isomerase imobilizada. Tais xaropes podem conter de 40% a quase 100% de frutose, sendo principalmente comercializados o HFCS-42, HFCS-55 e o HFCS-90. O primeiro (isoglicose) é o mais utilizado; contém 42% de frutose, 52% de dextrose e 5% de outros sacarídeos, com doçura de 0,92 a 1,0 em relação à sacarose, e propriedades funcionais semelhantes as do mel e açúcar invertido total. O HFCS-55 tem 55% de frutose, 40% de dextrose e 5% de outros sacarídeos e é equivalente a sacarose quanto a doçura (1,0 a 1,1 vezes a da sacarose). O HFCS-90, com 90% de frutose, 7% de dextrose e 3% de outros sacarídeos, é muito empregado em produtos *light* e apresenta doçura 1,2 a 1,6 vezes a da sacarose.

São os únicos xaropes, entre todos os xaropes de glicose, que têm doçura superior a da sacarose. Considerando-se que a frutose é mais doce que a sacarose, consegue-se uma redução na quantidade de açúcar utilizado e conseqüente diminuição do valor calórico. Além da doçura, as principais vantagens destes xaropes são solubilidade, resistência a cristalização, e higroscopicidade. Apresentam efeito sinérgico quando em mistura com dextrose, sacarose, ciclamato e sacarina.

Estes xaropes não são utilizados diretamente pelo consumidor e sim na produção de doces, balas, refrigerantes e sorvetes. A indústria de refrigerantes é a principal consumidora do HFCS, porém seu uso está acentuadamente crescente em indústrias de panificação, enlatados, alimentos

processados e produtos lácteos.

Os HFCS, assim como as maltodextrinas, são muito utilizados em bebidas para desportistas, os quais são associados a sucos de frutas e pequena carbonatação. Estas bebidas têm como função contrabalançar os efeitos de perda de minerais e desidratação causados durante a realização de exercícios. Os três principais tipos são as hipotônicas, indicadas para absorção de líquido após exercícios; hipertônicas, para consumo durante exercícios, ajudando na manutenção de equilíbrio mineral e balanço de líquido; e, as mais comuns, as isotônicas, para reposição rápida de energia a qualquer momento.

O HFCS é a principal fonte de frutose na dieta nos Estados Unidos e Reino Unido, sendo muito utilizado como substituto de adoçantes à base de açúcar de cana (sacarose, xaropes invertidos) em refrigerantes, devido ao fato de permanecer estável por todo o *shelf life*. O mercado de xarope de frutose se restringe à América do Norte, parte da Europa e Japão.

A lactose

A lactose ou lactobiose é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e outra de galactose, unidas por uma ligação beta entre o carbono 1 da galactose e o carbono 4 da glicose. O nome químico da lactose é 4-0-βD-galactopiranosil-D-glucopiranosose. A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite, variando de 2% a 7% a sua concentração, no leite das diferentes espécies de mamíferos, sendo de cerca de 4% no leite de vaca e de 6% a 8% no de humanos. No entanto, a sua concentração é bastante constante na espécie, sendo o componente do leite que tem a menor variação na composição (4,6% a 5,2% no leite de bovinos). Ela é quase exclusivamente encontrada no leite e na glândula mamária. Pequenas quantidades de lactose são encontradas nas plantas em muito baixas concentrações, sendo que os mecanismos de síntese nas plantas são diferentes.

A lactose apresenta uma grande função na síntese do leite. É o prin-

cipal componente osmótico do leite, sendo o processo de síntese de lactose o principal responsável pela extração de água para o leite. Devido à estreita relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite, a concentração de lactose é a menos variável dentre os componentes do leite. A lactose não é doce como os outros dissacarídeos, sendo a mais digestível fonte de glicose para os neonatos.

Normalmente, a lactose não é considerada como adoçante, porque seu poder edulcorante é fraco. A doçura da lactose é de 0,16 a 0,23 da sacarose (0,4 em relação a sacarose a 10%), sendo o açúcar de menor doçura. É pouco solúvel, apresentando um décimo da solubilidade da sacarose a temperatura ambiente.

Em função desta doçura, é bastante usado industrialmente como um excelente suporte e estabilizador de vários aromas e produtos farmacêuticos. Como umectante, absorve duas vezes mais água do que a frutose a 60% de umidade relativa, mas consideravelmente menos água do que sacarose, glicose e frutose a 100% de umidade relativa. Devido à sua baixa higroscopicidade, a lactose confere estabilidade a coberturas açucaradas. A lactose é empregada na indústria de panificação.

Lactobacilos transformam a lactose em ácido láctico.

A lactose é obtida do soro do leite, por evaporação, depois da fabricação dos queijos. Os cristais que resultam purificam-se, dissolvendo-os em água e deixando-os novamente cristalizar.

Apresenta restrições de uso devido a ocorrência de intolerância. A hidrólise da lactose ocorre por ação da lactase presente nas microvilosidades intestinais. Entretanto, algumas pessoas apresentam deficiência desta enzima, sendo consideradas intolerantes à lactose. A intolerância à lactose é muito frequente em escala mundial; é comum entre populações asiáticas (98% de tailandeses, 97% chineses, 99% japoneses e 67% de indianos). Entre os caucasianos, a prevalência de intolerância a lactose é de cerca de 15%. Acomete também



negros, africanos (72%), norte-americanos (70%) e índios.

A deficiência congênita (genética) de lactose é uma doença rara. Pode ocorrer deficiência secundária da lactase decorrente da atrofia da mucosa do intestino delgado. A lactose não digerida permanece no intestino, onde sofrerá ação de bactérias fermentativas, ocasionando flatulência, distensão abdominal, cólicas e, em casos mais extremos, diarreia.

A tagatose

A D-Tagatose (sinônimo D-lyxo-Hexulose) é uma cetohexose, um epímero da D-frutose invertida em C4, com sabor doce. Obtém-se a partir da hidrólise da lactose em glicose e galactose. A seguir, a galactose é isomerizada (modificada para uma molécula com a mesma fórmula química,

A GALACTOSE

É um açúcar simples (monossacarídeo), de fórmula $C_6H_{12}O_6$, estereoisômero com a glicose, pertencente ao grupo das aldo-hexoses [compostos químicos orgânicos com seis átomos de carbono, possuindo um grupo aldeído terminal (-CHO)], que na sua forma dextrógira (D) se forma por dissociação eletrolítica da lactose. A galactose pode ser hidrolisada por enzimas pertencentes à classe das hidrolases designadas galactosidades.

A galactose, além de ser componente da lactose, também ocorre naturalmente em alguns oligossacarídeos e polissacarídeos, que se encontram nas pectinas, na goma-arábica e nas borrachas, e em alguns cerebrósidos.

Quando a presença da galactose no sangue excede a quantidade máxima admitida, esta pode provocar a designada galactosemia. Esta doença caracteriza-se pela dificuldade do organismo para metabolizar a galactose do leite em glicose, isto é, uma deficiência numa das enzimas que faz a interconversão de oses.

mas com uma diferente disposição de átomos) para D-tagatose com a adição de hidróxido de cálcio. A tagatose tem, aproximadamente, 1,5 calorias por grama e não causa impacto significativo na glicose sanguínea ou nos níveis de insulina; não fermenta na boca, o que significa que não causa cárie. Não pode ser digerida, por isso passa diretamente pelo organismo sem ser absorvida. É semelhante ao açúcar em volume e sabor e pode ser combinada com outros adoçantes artificiais para melhorar sua textura e sabor. Com textura, umidade e sabor parecidos com o açúcar pode substituí-lo no preparo de doces e pães em proporções similares às estipuladas nas receitas tradicionais. Pode até ser usada para dar a cor caramelada do açúcar queimado.

Pode também ser usada em cereais matinais, refrigerantes *diet*, barras de cereais, iogurtes, sorvetes, doces, confeitos, suspiros e gomas de mascar. Como a tagatose é recente, ainda não há muita controvérsia a seu respeito. Não é bem absorvida pelo organismo e pode causar distúrbios gastrintestinais se consumida em grande quantidade.

OS POLIÓIS

São também denominados açúcares de álcoois e são amplamente distribuídos no reino vegetal e animal. Apesar de serem compostos naturais de muitas plantas e animais, sua extração se torna economicamente inviável, devido aos baixos teores. Assim, os

polióis são obtidos pela conversão do grupo carbonílico (aldeído e cetona) dos açúcares em álcool, por hidrogenação catalítica, por isso também conhecidos como álcoois polihídricos ou açúcares de álcoois.

São denominados edulcorantes de corpo e na indústria alimentícia são empregados juntamente com os edulcorantes intensos, quando há necessidade de restrição de açúcar. Tem valor calórico e dulçor um pouco abaixo do açúcar, porém são usados em maiores quantidades dando corpo e textura aos alimentos.

Constituem uma classe especial de carboidratos, podendo ser monossacarídeos (sorbitol, manitol, xilitol, eritritol), dissacarídeos (maltitol, lactitol, isomalte), e mistura de sacarídeos e polissacarídeos hidrogenados (xarope de glicose hidrogenado). Os polióis monossacarídicos são encontrados naturalmente em frutas e verduras e como produto intermediário no metabolismo de carboidratos de animais, incluindo o homem.

A conversão do grupo carbonílico (aldeído ou cetona) de açúcares em álcool, com conseqüente transformação de estruturas cíclicas a lineares, confere aos polióis importantes propriedades, como resistência ao escurecimento, diminuição da susceptibilidade à fermentação, maior resistência a cristalização, maior estabilidade química e maior afinidade por água. Uma das principais utilizações dos polióis está relacionada à propriedade

destes compostos de conferir “corpo” aos alimentos. Na indústria alimentícia, são empregados em mistura com edulcorantes intensos, quando há a necessidade de restrição de açúcar. Tais misturas muitas vezes não promovem redução do valor calórico do alimento, mas oferecem resultados satisfatórios em termos de sabor e textura.

O poliol que apresenta a maior doçura é o xilitol, que geralmente é considerada igual a da sacarose, os demais são menos doces. Quando dissolvidos na boca na forma cristalina, contribuem com uma sensação refrescante agradável, devido ao calor de dissolução negativo. O poliol com maior ação refrescante é o xilitol, sendo seguido pelo manitol, sorbitol, maltitol, lactitol, e isomalte. Sorbitol, xilitol, maltitol e lactitol têm solubilidade próxima à da sacarose. A solubilidade do isomalte e do manitol é cerca de 40% e 20 % a da sacarose, respectivamente.

Os polióis são excelentes agentes redutores de atividade de água. O manitol apresenta maior atividade de água entre todos os polióis, seguido por lactitol, maltitol, xilitol, e sorbitol, nesta ordem.

Na forma cristalina, manitol e lactitol podem ser considerados não higroscópicos, isomalte e maltitol são levemente higroscópicos, xilitol é moderadamente, e sorbitol altamente.

Os polióis são mais estáveis em presença de ácido, base e calor que o açúcar. O açúcar se decompõe a temperatura abaixo de 150°C, já os polióis em geral podem ser aquecidos a temperatura de 165 a 200°C. Xilitol, lactitol monohidratado e sorbitol apresentam baixos pontos de fusão, e os demais polióis, incluindo lactitol anidro, fundem a temperaturas superiores.

Atuam como emulsificantes, estabilizantes, umectantes (condicionadores de umidade), crioprotetores e redutores de ponto de congelamento.

Os polióis não são cariogênicos. Ao xilitol são atribuídas propriedades cariostáticas, ajudando a prevenir cáries por inibir a fermentação de



Rafael Trueta - Dreamstime.com

carboidratos, reduzindo a acidogênese e a formação de placa.

As principais aplicações de polióis em alimentos são em confeitos isentos de açúcar, como balas (duras e mastigáveis), gomas de mascar e chocolate, bem como em biscoitos, pães, bebidas não alcoólicas, sorvetes, geléias e produtos lácteos.

Metabolicamente, comportam-se como carboidratos, mas são absorvidos independentemente da insulina por absorção passiva e sem elevação da taxa de glicose sanguínea, podendo ser consumidos por diabéticos. O intestino humano apresenta habilidade limitada de utilização dos polióis, sendo que menos de 50% a 75% da dose ingerida é biodisponível. Quando ingeridos em excesso, devido a baixa taxa e lenta velocidade de absorção pelo intestino delgado (várias vezes menor que a da sacarose), podem promover, ao atingir o cólon, um efeito osmótico, causando diarreia. A tolerância à ingestão de polióis é variável de indivíduo para indivíduo, sendo maior para pessoas habituadas a ingeri-los. O eritritol é um polioliol que não apresenta efeito laxativo.

O **sorbitol** também conhecido como D-glucitol é o polioliol mais amplamente

encontrado na natureza, ocorrendo em concentrações relativamente elevadas em ameixas, maçãs, pêras e outras frutas. Porém, como as quantidades presentes na natureza não são suficientes para extração comercial, este hexitol pode ser produzido industrialmente a partir da sacarose (açúcar invertido) ou do amido (xarope de glicose ou isoglicose), da mesma maneira que o manitol. É comercializado na forma de xarope a 70% ou na forma pura em pó. Sorbitol e manitol são estereoisômeros que diferem na posição do grupo hidroxila do C2, resultando em diferenças na solubilidade, higroscopicidade, potencial laxativo, e conteúdo calórico.

Entre as características do sorbitol, podem ser citadas: espessante, edulcorante, inibidor de cristalização, estabilizante, umectante, condicionador de umidade, plastificante, anticongelante (reduz o ponto de congelamento) e crioprotetor. Apresenta doçura igual a 0,5 a 0,7 vezes a da sacarose (0,5 em relação a sacarose a 10%) e, como todos os polióis, efeito refrescante quando dissolvido na boca.

É higroscópico, solúvel e mostra excelente estabilidade química, bacteriológica e térmica, não sendo volátil. Funde a temperatura de 96-9°C.

Mascara o sabor residual amargo da sacarina. Tem a capacidade de fixar tenazmente aromas e cores, podendo ser empregado como diluente de corantes e aromatizantes para alimentos. Não produz reação de Maillard no processamento ou armazenamento. É seqüestrante de metais, desenvolvendo ação antioxidante em reações oxidativas catalisadas por estes.

A viscosidade do sorbitol sob forma de xarope é inferior à de um xarope de sacarose. O sorbitol cristaliza a temperaturas inferiores a 21-23°C.

Sob condições normais de utilização, a acidogênese do sorbitol é desprezível, sendo virtualmente não-cariogênico. No entanto, o sorbitol não apresenta propriedades cariostáticas.

O sorbitol é comumente empregado como adoçante em confeitos e medicamentos isentos de açúcar e em produtos para fins dietéticos especiais indicados para diabéticos. É utilizado em biscoitos, refrigerantes e em vários confeitos isentos de açúcar, sendo o ingrediente padrão em gomas de mascar. Devido a sua boa compressibilidade, pode ser empregado na produção de gomas duras e macias, por diferentes técnicas de compressão.

As principais aplicações de polióis em alimentos são em confeitos isentos de açúcar, como balas duras e mastigáveis.

Na forma sólida, o sorbitol, assim como o manitol, associado a edulcorantes é amplamente empregado em chocolates dietéticos. A substituição do açúcar por estes adoçantes e edulcorantes exige, em muitos casos, maior proporção de manteiga de cacau e leite, e, conseqüentemente, aumento no teor de lipídeos e protídeos. Estes chocolates não são indicados para pessoas em dieta de emagrecimento, mas sim para portadores de diabetes.

Doces elaborados unicamente com sorbitol não podem ser armazenados por longo período devido a sua elevada higroscopicidade. Um grande problema associado ao uso de sorbitol em geléias armazenadas por longos períodos é a sinérese, que é a expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel, gerando contração do volume. A sinérese é um processo que depende basicamente da estrutura da geléia, ou seja, da quantidade e tipo do agente gelificante e do conteúdo de matéria seca.

De um modo geral, atribui-se ao sorbitol o valor calórico de 2,4kcal/g.

Apesar de não ser considerado tóxico, doses excessivas por via oral podem causar flatulência e desconforto abdominal. Doses acima de 20 a 30g/dia podem resultar em efeito diurético e acima de 30 a 70g/dia, efeito laxativo. Em alguns indivíduos, tais sintomas ocorrem em doses tão baixas quanto 10g. Quando ingerido ocasionalmente ou regularmente, como um confeito, ou seja, repetidas vezes durante o dia e mais freqüentemente após as refeições, sintomas digestivos menores (flatulência excessiva) surgem em doses entre 30 e 40g/dia.

O sorbitol tem "IDA não especificada", o que significa que, com base nos dados disponíveis (químicos, bioquímicos, toxicológicos e outros), a quantidade necessária para produzir o efeito desejado, não é prejudicial à saúde, não sendo necessário estabelecer um

valor numérico para a IDA (Ingestão Diária Aceitável).

O **manitol** é encontrado na natureza em vegetais como aipo, cebola, beterraba, azeitonas, figos, em exsudatos de árvores, cogumelos e algas marinhas. É isômero do sorbitol, diferenciando-se na orientação do grupo hidroxila no segundo átomo de carbono. É um açúcar hidrogenado correspondente a manose. Todavia, como a produção a partir deste carboidrato não é viável industrialmente, e a concentração de manitol na natureza não é suficiente para extração comercial, o manitol é obtido, em mistura com o sorbitol, preferencialmente por hidrólise da sacarose seguida de hidrogenação da frutose ou do açúcar invertido, ou ainda por hidrólise do amido, que em meio alcalino resulta na epimerização da glicose a frutose. O manitol pode ser isolado através de sucessivas cristalizações, pela sua baixa solubilidade em água comparado ao sorbitol.

O manitol apresenta as seguintes propriedades: alta estabilidade, não higroscópico, baixa solubilidade, não fermentescível e doçura 0,4 a 0,7 vezes a da sacarose. Funde a temperatura de 165 a 168°C. Pode ser utilizado como edulcorante, espessante e excipiente (diluyente). Devido ao caráter não higroscópico, tem seu uso indicado como agente antiaderente, impedindo a aglomeração do adoçante em pó. A baixa higroscopicidade do manitol permite que não absorva água mesmo a umidade relativa superior a 90%. Apresenta efeito refrescante mais pronunciado que o sorbitol.

A principal aplicação do manitol, geralmente em mistura com o sorbitol, é em gomas de mascar isentas de açúcar, onde atua como ingrediente inerte, antiaderente e como inibidor de cristalização. Sua baixa solubilidade impede que seja utilizado em produtos como sorvetes, frutas em conservas, refrigerantes ou confeitos.

Entre os polióis, o manitol é o que apresenta ação laxativa mais pronunciada, quando ingerido em elevadas doses. Estimula a secreção da insulina, como o sorbitol e o xilitol, provavelmente devido ao fato de ser parcialmente convertido a glicose no organismo, o que não resulta em hiperglicemia. Admite-se que seu valor calórico é duas vezes menor do que o da sacarose, ou seja, 2kcal/g. Seu perfil toxicológico é semelhante ao dos outros polióis. A FAO e a OMS permitem uma dose diária de 50-150mg de manitol/kg de peso corpóreo, sendo sua IDA não especificada.

O **xilitol** ocorre naturalmente em madeiras, frutos e vegetais, cogumelos e microrganismos, e está normalmente presente no organismo humano. Ameixas, framboesas e couve-flor contêm teores relativamente elevados de xilitol, variando de 0,3 a 0,9g/100g de substância seca. É um álcool pentahídrico que pode ser produzido por métodos químicos ou biológicos.

A produção pelo processo químico consiste na reação de hidrogenação de xilose, um açúcar comumente encontrado na parede de células vegetais na forma do polímero xilana. Esse processo inclui quatro etapas básicas:

- obtenção da xilose a partir da hidrólise ácida (quebra de moléculas por adição de água promovida por ácidos) de material vegetal rico em xilana;
- purificação do material resultante até a xilose pura;
- hidrogenação catalítica (adição de hidrogênio a certas ligações da molécula) da xilose, formando xilitol; e
- cristalização do composto.

O rendimento do processo químico e a qualidade do xilitol dependem da pureza da solução inicial de xilose, já que a presença de impurezas interfere na reação catalítica. São necessárias operações de métodos de purificação (como troca iônica, descoloração e fracionamento cromatográfico) para

obtenção de uma solução de xilose de elevada pureza. Após a remoção do catalisador por filtração e troca iônica, a solução de xilitol é concentrada, fracionada por cromatografia, e cristalizada para obtenção do produto puro. Essas diversas etapas de purificação aumentam o tempo de processamento e encarecem o produto.

Como alternativa ao processo convencional, o xilitol pode ser obtido microbiologicamente a partir da fermentação de soluções ricas em xilose, sem a necessidade de purificação prévia do substrato; utilizam-se resíduos agroindustriais, como bagaço de cana, palha de arroz, palha de trigo e sobras de eucaliptos. Existem vários microrganismos fermentadores de xilose em xilitol, em sua maioria fungos.

O xilitol é higroscópico, solúvel, tem boa estabilidade química e microbiológica tanto em forma cristalina como em solução. A percepção da doçura é considerada semelhante à da sacarose e o poder adoçante equivalente ao da sacarose a 10%, porém a viscosidade é substancialmente menor; por esta razão não serve como agente de corpo. Para resolver este problema, tem sido utilizadas formulações contendo xilitol e sorbitol na proporção de doçura 60:40 (em gomas de mascar) ou maltitol e xilitol 80:20 ou 85:15 (em chocolates), que além de conferirem textura adequada, apresentam efeito sinérgico em relação à doçura, e proporcionam doçura igual ao produto adoçado com açúcar.

O xilitol é o único edulcorante disponível, que permite substituição da sacarose 1:1 em formulações de alimentos.

Entre os polióis é o que mostra maior sensação refrescante na saliva, quando na forma cristalina, e maior doçura relativa, além de ser considerado melhor preventivo contra as cáries entre todos os adoçantes nutritivos. Sua ação refrescante é acentuada quando combinado com aroma de menta (sinergismo). A sensação refrescante do xilitol intensifica sabores como de limão e tutti-frutti. Apresenta sinergismo com outros edulcorantes de corpo ou com edulcorantes intensos.

A propriedade cariostática (prevenção de cáries) desse álcool, comprovada por centenas de estudos, deve-se ao fato de não ser metabolizado por microrganismos da biota bucal, principalmente a bactéria *Streptococcus mutans*, o que impossibilita a proliferação das bactérias e, em consequência, impede a produção de ácidos que atacam o esmalte dos dentes. Além disso, também pode ser classificado como anticariogênico, por estimular a produção de saliva, que possui capacidade tamponante (manutenção do pH), o que, juntamente com o aumento na concentração de íons cálcio e fosfato, induz a remineralização, revertendo lesões de cáries recém-formadas.

Portanto, ao xilitol são atribuídas propriedades não cariogênica (não causador de cáries), cariostática (inibe formação de novas cáries) e anticariogênica (promove reversão do processo de formação da cárie).

As principais aplicações do xilitol incluem: gomas de mascar (por ser cariostático), balas duras, chocolates, geléias de pectina e gelatinas e, na Europa, em produtos à base de hortelã para uso após as refeições.

Doses consideráveis, de 5 a 15g/dia de xilitol são formadas normalmente no organismo humano como um intermediário no metabolismo dos carboidratos, sendo sua concentração no sangue na faixa de 0,03 a 0,06mg/100ml. Doses superiores a 30g/dia podem causar diarreia em adultos que o utilizam pela primeira vez, apesar do aparelho digestivo tolerar até 200-300g/dia quando acostumado. O xilitol é considerado mais tolerável do que os hexitóis. Não apresenta efeitos teratogênicos. Tem "IDA não especificada".

O **lactitol**, ou 4-O-β-D-galactopiranosil-D-sorbitol (C₁₂H₂₄O₁₁·H₂O), é um polioli dissacarídeo. Não é encontrado na natureza, sendo obtido através de hidrogenação catalítica de uma solução de lactose, a 30-40%, por redução de uma unidade glicopiranosil em sorbitol.

O lactitol é comercializado na forma dihidratada, podendo ocorrer também na forma monohidratada, dependen-

do das condições de cristalização. A primeira apresenta ponto de fusão de 75 a 78 °C. e a segunda, 120 a 123°C. Alguns destes cristais estão unidos a moléculas de água que se evaporam a temperaturas inferiores a 100°C, transformando a forma monohidratada em anidra.

Por hidrólise produz D-galactose e D-sorbitol.

Utilizado para substituir a sacarose na proporção 1:1 em peso, proporciona estrutura e textura semelhantes às da sacarose pura. A viscosidade do lactitol liquefeito é superior à dos demais polióis. Além disso, o lactitol tem boa solubilidade. Mostra certo efeito refrescante, ao ser dissolvido em água, ou por ação da saliva, devido ao seu calor de dissolução negativo. Apresenta excelente estabilidade química e microbiológica. É estável ao armazenamento na faixa de pH 3,0 a 7,5 e temperatura de 60°C. Com o aumento da temperatura e da acidez pode haver decomposição do lactitol a sorbitol e glicose.

O peso molecular do lactitol é superior ao dos demais polióis, o que resulta em baixa higroscopicidade, justificando sua aplicação como excipiente para edulcorantes intensos. A alta viscosidade que confere às soluções torna-o o edulcorante ideal para caramelos. Seu efeito sobre a atividade de água e redução do ponto de congelamento é semelhante ao da sacarose.

Devido a baixa doçura (0,3 a 0,4 vezes a da sacarose, quando comparado a uma solução de 2 a 8%), é utilizado industrialmente como suporte e estabilizador de aromas e em produtos farmacêuticos. Mostra perfil de doçura semelhante ao da sacarose com dulçor suave e sem sabor residual. Manifesta sinergismo com edulcorantes intensos e outros edulcorantes de "corpo".

O lactitol pode ser esterificado com ácidos graxos, originando excelentes emulsificantes. Por não apresentar grupos redutores, não atua como substrato para reação de Maillard.

O lactitol não é cariogênico, e como os demais polióis apresenta efeito protetor contra as cáries por ser hipocidogênico, podendo ser utilizado em

cremes dentais. O lactitol é de difícil metabolismo por microrganismos orais. Verificou-se que apresenta baixo potencial desmineralizador do esmalte *in vitro* e baixa cariogenicidade em ratos de laboratório. Além disso, forma placa dentária em proporção muito inferior à sacarose.

Por seu sabor suave e agradável e excelente estabilidade térmica pode ser utilizado no preparo de bebidas, sorvetes, *sherbets*, sopas instantâneas. Em produtos de panificação, origina produtos igualmente crocantes. O lactitol realça o sabor de chocolates e promove aumento de *shelf life*, devido

nismo é capaz de se acostumar com o lactitol num período de tempo relativamente curto, permitindo o consumo de doses superiores à recomendada

O **isomalte** ou **isomaltitol** é uma mistura equimolar de dois dissacarídeos hidrogenados, o α -D-glicopiranosil-1,6-D-sorbitol (GPS; isomaltitol) e o α -D-glicopiranosil-1,1-D-manitol (GPM). É uma isomaltulose hidrogenada.

O processo de produção do isomalte consiste essencialmente de duas etapas. A primeira envolve um rearranjo da ligação glicosídica 1,2 da sacarose para ligação 1,6, por bactérias ou en-

As propriedades físicas e químicas do isomalte são muito semelhantes às do açúcar e, em alguns aspectos, no que se refere ao menor valor calórico (2kcal/g) e estabilidade, superiores às do açúcar. Apresenta alta estabilidade química, térmica, enzimática e microbiológica. O isomalte é 10 a 15 vezes mais resistente à hidrólise ácida e enzimática que a sacarose. A estabilidade microbiológica decorre da ligação 1,6, a qual é resistente às enzimas do trato digestivo e à maioria dos microrganismos deteriorantes.

O ponto de fusão, viscosidade e densidade são de mesma ordem que

O isomalte é utilizado como adoçante para chá e café, e em pudins, sobremesas, sorvetes, bebidas refrescantes, balas, chocolates, produtos de panificação e confeitaria.

a sua baixa higroscopicidade. Nestes casos, seu baixo poder adoçante (40% o da sacarose) pode ser contornado através da adição de aspartame ou acessulfame-K, e a associação de lactitol com polidextrose pode resultar em maior redução do valor calórico. O lactitol é especialmente indicado na elaboração de geléias e doces. A substituição de 50% de açúcar em geléia de morango produz sabor semi-doce e agradável. Pode substituir totalmente o açúcar em gomas de mascar, tornando-as mais flexíveis e não higroscópicas, e em balas duras, conferindo-lhes estrutura vítrea bastante estável.

Seu metabolismo é semelhante ao de uma fibra alimentar. Quase 100% da dose administrada de lactitol não é absorvida, ou seja, é muito pouco absorvido pelo trato digestivo, especialmente quando ingerido por crianças.

Tem valor calórico de 2,4kcal/g, ou seja, 40% menos que o açúcar. Não afeta os níveis de glicose ou insulina no sangue, podendo ser utilizado por diabéticos. Pode resultar em flatulência, diarreia e desconforto digestivo.

Tem IDA não especificada, porém para evitar efeito laxativo não deve ser excedida a dose de 20g/dia. O orga-

zimas imobilizadas (*Protaminobacter rubrum*), obtendo-se a isomaltulose (α -D-glicopiranosil-1,6-D-frutofuranose). O produto é purificado por cristalização e, na segunda etapa, através de hidrogenação catalítica no C2 da frutose da isomaltulose em manitol e sorbitol, obtém-se a mistura conhecida como isomalte, composta de quantidades equimolares de dois estereoisômeros α -D-glucopiranosil-1,6-D-sorbitol (GPS) e α -D-glucopiranosil-1,1-D-manitol (GPM).

O poder adoçante do isomalte é 45 a 65% o da sacarose (0,5 a 0,6 em relação à sacarose a 10%). Seu perfil de sabor é puramente doce sem efeito refrescante ou gosto residual. Mostra sinergismo quando combinado com xarope de glicose hidrogenado, sorbitol, xilitol e edulcorantes intensos, podendo mascarar o sabor residual amargo destes últimos. Intensifica sabores em alimentos. A substituição da sacarose por isomalte apresenta vantagens em decorrência da semelhança de suas propriedades exigindo alterações mínimas nos métodos de produção tradicionais. Em relação a corpo e textura, pode substituir a sacarose em proporção 1:1.

os da sacarose. Seu ponto de ebulição, 17% maior que o da sacarose, exige períodos mais prolongados de cozimento. É pouco solúvel em água. Em comparação com os polióis monossacarídicos, o isomalte apresenta maior tendência a cristalização e menor higroscopicidade. Em produtos sólidos, como geléias, onde se usa o isomalte pode haver recristalização, devendo-se utilizar no máximo 46% do produto seco, ou empregar um inibidor de cristalização como o xarope de glicose hidrogenado. A baixa higroscopicidade, não exige embalagens especiais, aumenta a *shelf life* de muitos produtos e, em gomas de mascar, balas e caramelos macios, gera uma superfície de fusão não pegajosa. Mostra menor efeito refrescante que os demais polióis e próximo do da sacarose.

É amplamente utilizado em geléias com máximo de 25% de sólidos, para evitar cristalização, e em preparados a base de fruta. Utilizado como adoçante para chá e café, e em pudins, sobremesas, sorvetes, bebidas refrescantes, balas, chocolates, produtos de panificação e confeitaria.

O isomalte tem valor calórico de 2kcal/g. Animais e humanos podem se adaptar mais rápido a altas doses de

isomalte do que a altas doses de outros polióis. Entre as razões estariam o maior peso molecular e a menor pressão osmótica que o isomalte apresenta em relação aos polióis monossacarídicos. Contudo, doses acima de 100g ingeridas por adultos podem ocasionar diarreia, sendo bem toleradas doses diárias contínuas de pelo menos 50g de isomalte.

O isomalte tem “IDA não especificada”.

O **maltitol** ou 4-O- α -D-glicopiranosil-D-sorbitol é um polioli dissacarídico, não encontrado na natureza. É produzido por hidrogenação da D-maltose obtida de hidrolisado enzimático de amido de milho ou de batata hidrolisado enzimaticamente. A hidrogenação do xarope de maltose resulta no xarope de maltitol, o qual é purificado, desidratado e cristalizado.

O xarope contém cerca de 80% dos sólidos representado por maltitol, 9,5-13,5% maltotriol, 3% sorbitol e 6,5 a 13% por polióis polissacarídeos e oligossacarídeos hidrogenados. Na forma cristalina contém 88,5-99,0% de maltitol e no máximo 3% de sorbitol, 9% de maltotriol e 2 a 6% de oligossacarídeos e polissacarídeos hidrogenados.

O maltitol é considerado um edulcorante de segunda geração, assim como o lactitol, isomalte, xarope de glicose hidrogenado e polidextrose. O poder edulcorante da forma cristalina a 98% de pureza é aproximadamente 80 a 90% o da sacarose e para o xarope, a doçura relativa é tanto maior quanto maior o teor de maltitol. O xarope com 55% de maltitol apresenta 75% da doçura da sacarose. É muito solúvel em água. A viscosidade das soluções de maltitol é maior que às de sacarose pura, ou seja, a viscosidade de um xarope de maltitol com 50 a 55% de maltitol é superior à de xaropes de sacarose e muito próxima de um xarope de 60 DE. A habilidade de conferir “corpo”, a solubilidade, o calor de dissolução, os efeitos de atividade de água e de depressão do ponto de congelamento são semelhantes aos da sacarose. O maltitol é de baixa fermentabilidade e alta higroscopicidade, exigindo cuidados especiais quanto a embalagem. Tem boa estabilidade química, térmica e enzimática e não deixa sensação refrescante ou sabor residual.

Seu uso é limitado devido ao custo. Pode ser utilizado em chocolates, barras de granola, assados, geléias, gelatinas, e sorvetes. No preparo de

balas duras, devido à excelente estabilidade térmica, não ocasiona perda de cor durante a fervura. No caso de balas, caramelos e gomas de mascar, não é necessário reforço de doçura por edulcorantes intensos. Em chocolates, o maltitol cristalino anidro pode substituir todo o açúcar (acima de 50% da composição do chocolate), permitindo redução de 12 a 15% das calorias, ou utilizado em proporção 1:1 com polidextrose ou inulina, resultando em redução de 23% das calorias.

É parcialmente metabolizado, e à semelhança dos demais polióis é transformado em biomassa no intestino por ação da microflora. A digestibilidade do maltitol é cerca de um décimo a da maltose. Após a ingestão de uma única dose de 20g ou de 57g de maltitol dia após as refeições não foram observados sintomas digestivos. O valor calórico do maltitol é considerado igual a 2kcal/g.

Estudos preliminares demonstraram que o maltitol reduz os níveis séricos de insulina e glicose. O maltitol tem “IDA não especificada” e a ingestão de 50g/dia não causa transtornos intestinais.

O **hidrolisado de amido hidrogenado (HSH)** e o **xarope de glicose**



hidrogenado (HGS) são nomes genéricos dados às misturas de polióis. Obtidos a partir de um xarope de glicose com composição pré-determinada, onde todas as unidades com grupos aldeídicos livres são reduzidas ao álcool correspondente. Todas as glicoses da extremidade são reduzidas a unidades de sorbitol. Da mesma maneira que podem ser obtidos inúmeros xaropes de glicose, muitas composições de xaropes hidrogenados podem ser encontradas. Estes xaropes têm como componente principal o maltitol em uma mistura com sorbitol, maltotriol (maltotriose hidrogenada) e numerosos oligo e polissacarídeos hidrogenados. Os termos xarope de maltitol e xarope de glicose hidrogenado (HGS) são utilizados para xaropes com teor de maltitol superior a 50% e hidrolisado de amido hidrogenado (HSH) para aqueles com teor inferior a 50%. Os xaropes de maltitol com teor de maltitol superior a 73% apresentam propriedades diferentes do HGS e HSH. Esses produtos são especialidades da empresa francesa Roquette Frères e são comercializados sob a marca Lycasin®.

A razão original para o desenvolvimento do Lycasin® foi a de permitir o processamento a elevadas temperaturas, resultando em um produto com brilho, claridade e que não estivesse sujeito a inversão por ingredientes ácidos. Além disso, oferece equilíbrio entre doçura, cristalização e não cariogenicidade, enquanto mantém propriedades plásticas importantes na produção de balas de açúcar. O Lycasin com melhores propriedades é o formado por alto teor de maltitol, baixo teor de sorbitol livre e outros dissacarídeos e oligossacarídeos hidrogenados, por isso é mais conhecido como xarope de maltitol.

Os xaropes hidrogenados têm aparência semelhante ao xarope de glicose com as seguintes propriedades: quimicamente inertes, não cristalizam mesmo em altas concentrações e baixas temperaturas e pelo fato de apresentarem doçura relativa inferior à da sacarose (0,75 a 0,80), tornando

mais rápida a percepção de sabor ácido. Têm boa palatabilidade, baixa reatividade, alta estabilidade térmica e microbiológica, alta viscosidade, excelente habilidade texturizante, e atuam como amaciante, anticristalizante e plastificante. Em solução, a higroscopicidade dos xaropes hidrogenados é mínima, mas no estado sólido é elevada. Em mistura com manitol, aumentam o *shelf life* de certos produtos, permitindo o uso de embalagens convencionais.

A não cariogenicidade dos xaropes hidrogenados é variável em função da quantidade relativa de álcoois de cadeia longa em sua composição. A não cariogenicidade destes xaropes deve-se ao fato de apresentarem menos de 3% de polióis com grau de polimerização superior a 20. Quando substituem a sacarose, reduzem significativamente a incidência de cárie devido à baixa acidogênese, mas não protegem o dente contra o ataque de ácidos ou de outros agentes adoçantes. Uma pesquisa desenvolvida com ratos albinos jovens, submetidos a uma dieta de amido de milho não cozido suplementada com Lycasin®, mostrou sua capacidade de reverter fissuras na dentina molar decorrentes da formação da cárie. Devido ao fato do Lycasin® ser lentamente hidrolisado por microrganismos orais, é possível que possa ser cariogênico se ingerido freqüentemente por indivíduos com elevada susceptibilidade à cárie.

São utilizados em balas macias em função da sua força anticristalizante, habilidade texturizante e alta viscosidade. Na fabricação de gomas de mascar, inibem a cristalização do sorbitol, originando um produto não cariogênico de excelente plasticidade. O HSH pode constituir 70% a 98% em peso de um produto, substituindo a sacarose ou os xaropes de milho.

Existem controvérsias quanto à utilização do HSH por diabéticos.

O xarope de maltitol apresenta efeito laxativo menor que os outros polióis. Recomenda-se que a ingestão de produtos que utilizem o xarope de glicose hidrogenado não exceda o

limite de 50g/dia deste edulcorante, apesar de que estudos sugerem que são toleradas doses de até 100g/dia. Os xaropes de maltitol têm IDA não especificada.

O **eritritol** é um poliol encontrado em frutas, algas, cogumelos e em alguns alimentos fermentados como vinho e cerveja. É derivado do monossacarídeo eritritose. O eritritol é produzido por processo biotecnológico de duas etapas: hidrólise enzimática de amido de milho ou trigo, produzindo glicose; que é posteriormente fermentada através de leveduras osmofílicas a eritritol com ribitol e glicerol como subprodutos típicos, obtendo-se 50% de rendimento.

Não é cariogênico, sendo o único poliol que associa esta propriedade com baixo valor calórico e ausência de efeitos colaterais.

Apresenta 68 % da doçura da sacarose, forte efeito refrescante, e perfil de sabor semelhante ao da sacarose. Para acentuar a doçura pode ser utilizado em combinação com edulcorantes como acessulfame-K ou aspartame. Além de ser utilizado como substituto da sacarose, pode atuar como agente redutor de atividade de água e umectante. Apresenta solubilidade muito inferior aos demais polióis, com exceção do manitol. Esta propriedade resulta em excelente comportamento de cristalização, permitindo seu uso em aplicações onde a estrutura cristalina da sacarose é essencial. Em contraste com a sacarose, o eritritol é menos estável no estado vitrificado e cristaliza rapidamente. Apresenta excelente estabilidade térmica e a pH ácido.

É o poliol ideal para utilização em balas e chocolates, sendo que a substituição total de açúcar por eritritol neste último permite redução calórica de 30%, combinado a excelente sabor e qualidade de textura. Pode ser empregado em gomas de mascar e, combinado com edulcorantes intensos, em adoçantes de mesa, proporcionando redução calórica em torno de 90%.

O eritritol foi considerado adequado para ser ingerido por diabéticos. Não causa diarreia e flatulência, como

os demais polióis, devido ao fato de ser rapidamente absorvido pelo intestino delgado. Quantidades que possam eventualmente alcançar o cólon são fermentadas com dificuldade pela microflora intestinal. Após ser absorvido, o eritritol não é metabolizado, sendo excretado inalterado através da urina. Devido à sua difícil utilização pelo organismo, com 90% sendo excretado pela urina, apresenta baixo valor calórico, correspondente a menos de 10% do da sacarose (0,3 a 0,4kcal/g). Com os demais edulcorantes de corpo, onde se tem conseguido redução calórica de 50%, com o eritritol é possível reduzir até 90%.

PEPTÍDEOS E DERIVADOS

O aspartame

O aspartame é o éster metílico de dois aminoácidos, a fenilalanina e o ácido glutâmico, ou seja, éster metílico de L-aspartil-L-fenilalanina. A molécula de aspartame é composta de 39,5% de ácido aspártico, 50% de fenilalanina e 10,5% de éster metílico.

Pode ser sintetizado a partir do ácido aspártico e do éster metílico da fenilalanina por método químico, que resulta em outros produtos secundários, ou com maior especificidade, por síntese enzimática. A L-fenilalanina é obtida por fermentação, sendo que sua produção pode ser acelerada e de menor custo utilizando-se células imobilizadas.

O aspartame tem o sabor do açúcar: o perfil de doçura é o que mais se aproxima ao da sacarose, apesar de desenvolver-se mais lentamente e persistir por mais tempo. Não deixa qualquer sabor residual amargo, químico ou metálico, freqüentemente associados aos demais edulcorantes. Sua doçura é 120 a 220 vezes superior a da sacarose (133 e 200 vezes em relação a sacarose a 10% e 4%, respectivamente). Para refrigerantes pode-se considerar o valor de 180. A doçura relativa ou potência (concentração de sacarose dividida pela do aspartame a igual doçura) varia com o sistema alimentar utilizado. O aspartame é geralmente mais potente

a baixas concentrações e em produtos à temperatura ambiente que em produtos gelados ou quentes. Fatores como pH e presença de outros aditivos podem afetar a potência do aspartame. Podem ocorrer perdas em presença de alguns flavorizantes, especialmente à base de aldeídos (benzaldeído, vanilina, citral, n-decanal) ou mesmo outros componentes de alimentos que contenham compostos carbonílicos. A reatividade é influenciada pela concentração relativa dos reagentes, pH e atividade da água. O efeito sinérgico é observado na combinação de aspartame com vários dos carboidratos ou dos edulcorantes intensos. A mistura aspartame/acesulfame-K na proporção 1: 1, aumenta o poder adoçante do aspartame (290 vezes em relação a sacarose a 10%), podendo atingir, dependendo do tipo de alimento em que é aplicado, valores de 3 a 6 vezes superiores que quando utilizados individualmente. Suas propriedades edulcorantes são ainda melhores quando em mistura com glucona-deltalactona, sais gluconados e bicarbonato de sódio.

O aspartame acentua o aroma e prolonga a percepção do sabor das frutas, principalmente de frutas ácidas. A intensificação é mais efetiva com sabores naturais do que com artificiais. Pode, contudo, potencializar também o gosto amargo. Devido ao alto poder adoçante, são necessárias quantidades mínimas para produzir a doçura desejada, reduzindo a ingestão calórica. Seu valor calórico é 4kcal/g, no entanto, assumindo doçura relativa de 180, o valor calórico por unidade de doçura é de aproximadamente 0,02kcal/g.

O aspartame é pouco solúvel em água, sendo que a solubilidade aumenta a medida que o pH diminui ou que a temperatura aumenta. A solubilidade é máxima a pH 2,2. Para um nível ótimo de dissolução, recomenda-se temperatura de 40°C e pH de 4. Como alternativa, o aspartame pode ser pré-dissolvido numa solução de ácido cítrico sem a necessidade de elevar a temperatura, desde que a solução não fique armazenada por longo período.

O aspartame apresenta algumas restrições quanto a sua estabilidade. É estável em sistemas líquidos acidificados, mas perde sua doçura em pH neutro ou alcalino, ou a temperaturas elevadas. A máxima estabilidade do aspartame está na faixa de pH de 3,0 a 5,0, onde se encontra a maioria dos alimentos e bebidas, e em teor de umidade de 4,0% a 4,5%.

Apesar da instabilidade do produto frente a temperaturas elevadas, vários processamentos, como UHT (*Ultra High Temperature*) ou HTST (*High Temperature Short Time*), promovem perdas inferiores a 3% na doçura do produto adoçado com aspartame.

O armazenamento do aspartame na forma de pó a temperaturas entre 20°C e 25°C e umidade relativa de 50% não ocasiona perdas desde que a umidade seja inferior a 8%. São necessárias temperaturas superiores a 150°C para que a hidrólise seja substancial.

Não provoca cáries, retardando ou inibindo a formação de placas e diminuindo a desmineralização do esmalte.

Pode ser utilizado em praticamente todos os tipos de alimentos, incluindo adoçantes de mesa, assados, misturas em pó, cereais, gomas de mascar, balas duras e moles, sobremesas, bebidas, congelados, refrigerados, geléias, coberturas, xaropes, produtos lácteos, e produtos farmacêuticos.

Após sua ingestão o aspartame é rapidamente hidrolisado no intestino ao dipeptídeo L-aspartil-L-fenilalanina e a metanol. O dipeptídeo é metabolizado nas células da mucosa a seus aminoácidos constituintes: ácido aspártico e fenilalanina.

Pode ser consumido por diabéticos.

Da mesma maneira que a sacarina, o aspartame foi intensamente estudado, e passou por testes detalhados e exames minuciosos para sua aprovação. Os estudos discutidos demonstram claramente a segurança do aspartame para uso humano e nunca foi encontrada nenhuma evidência de toxicidade. Ensaios agudos, crônicos e sub-crônicos em vários animais eviden-

ciaram a ausência de toxicidade e carcinogenicidade associados à ingestão do aspartame. Em resumo: o aspartame não atua a nível de sistemas reprodutivos e não apresenta efeito mutagênico, teratogênico ou embriotóxico, ou efeito tóxico de qualquer natureza. O aspartame é essencialmente inerte a menos que sejam administradas doses muito elevadas.

Constatou -se que sintomas como dor de cabeça, tonturas e alterações gastro- intestinais são de natureza suave e relacionados à hipersensibilidade individual.

Os produtos contendo aspartame devem trazer no rótulo as especificações “contém fenilalanina”, como informação aos portadores de fenilcetonúria. A fenilcetonúria é um distúrbio congênito muito raro, atingindo cerca de um em cada 15.000 nascidos no mundo, que aparece na infância e é caracterizado por sintomas nervosos, retardamento mental e lesões da pele, quando não tratado.

Após uma dose única de aspartame equivalente a 20 latas de refrigerante com este adoçante, o nível de fenilalanina no sangue permanece dentro da faixa normal, bem abaixo de níveis que possam causar toxicidade. Mesmo para indivíduos com capacidade reduzida de metabolizar a fenilalanina (portadores heterozigotos de fenilcetonúria), uma dose semelhante não eleva os níveis plasmáticos de fenilalanina a valores que possam ser considerados um risco à saúde.

A quantidade máxima de aspartame que um adulto com 60kg pode ingerir diariamente, com segurança, é de 2.400mg, o que equivale, aproximadamente, ao consumo de 48 envelopes de 1g de um adoçante dietético com 5% de aspartame, ou a 4 litros de refrigerante adoçado apenas com aspartame.

A FDA estabeleceu para o aspartame a IDA de 50mg/kg de peso corpóreo, uma IDA dificilmente alcançada,

pois as ingestões média levantadas são: para pessoas de faixas etárias variadas (2,3mg/kg), para diabéticos (3,3mg/kg) e para gestantes (2,7mg/kg).

O JECFA estabeleceu para o aspartame IDA de 40mg/kg (corresponde a 5 vezes o consumo diário médio de sacarose de uma pessoa de 60kg).

O alitame

O alitame [L- α -aspartil-N-(2,2,4,4-tetrametil-3 - tioetanil)-D-alaninamida hidratada] é formado pelos aminoácidos ácido L-aspartico, D-alanina, e a amina 2,2,4,4 - tetrametiltioetanil. Da mesma maneira que o aspartame, é obtido por síntese química.

O alitame apresenta 2.000 vezes a doçura da sacarose a 10% . É aproximadamente 12 vezes mais doce que o aspartame e 6 vezes mais que a sacarina, num nível de doçura comparável ao da sacarose a 10%. O elevado poder adoçante do alitame reside na estrutura da porção tioetano amida. Apresenta sabor agradável, estável, semelhante ao da sacarose, e sem sabor residual. O impacto de doçura é muito semelhante ao do aspartame, sendo sua doçura mais duradoura que a da sacarose. Não é higroscópico. É altamente solúvel em água e álcool. Apresenta efeito sinérgico com outros edulcorantes de baixa caloria, como acessulfame ciclamato.

Oferece boa estabilidade numa ampla faixa de pH e a elevadas temperaturas, podendo ser utilizado em alimentos cozidos e assados. Em pH 2 a 4, faixa normalmente encontrada em bebidas, o alitame é duas a três vezes mais estável que o aspartame. A estabilidade aumenta drasticamente, em relação ao aspartame, a pH superior a 5 devido a ausência de formação de dicetopiperazina e ao mecanismo de hidrólise da ligação éster. Na faixa de pH neutro (6-8), o alitame é estável para propósitos práticos. É estável a pasteurização a 90°C por 42 segundos e a 63°C por 10 minutos.

Apesar de ser significativamente

mais estável do que o aspartame tanto em meio aquoso como em temperaturas elevadas, se hidrolisa gradualmente quando exposto por longo período a sistemas aquosos.

Os três principais produtos de decomposição são completamente insípidos nos níveis gerados nos alimentos. Não há ciclização do alitame a dicetopiperazina, problema que ocorre com o aspartame.

Sob armazenamento prolongado, em bebidas acidificadas, pode se combinar com alguns ingredientes produzindo sabores desagradáveis (*off flavors*). As substâncias que podem produzir *off flavors* no armazenamento com alitame em produtos líquidos são peróxido de hidrogênio e bissulfito de sódio. No entanto, ajustes na formulação para eliminar ou modificar ingredientes incompatíveis podem resolver tais problemas. Elevados níveis de açúcares redutores, como glicose e lactose, podem reagir com alitame. Em sistemas líquidos e semi-líquidos aquecidos em presença de açúcares redutores, como produtos de confeitaria, pode haver formação de produtos da reação de Maillard, dependendo da temperatura umidade e outros fatores. Foi observado uma pequena perda de doçura em refrigerantes contendo alitame após três meses de armazenamento a temperatura ambiente.

Não é cariogênico.

Pode ser aplicado, apresentando excelente estabilidade, em alimentos assados, pasteurizados, cereais prontos para consumo, congelados, refrigerados, desidratados, bebidas de frutas, geléias, conservas, gelatinas, pudins, refrigerantes, adoçantes de mesa (pó, líquido, comprimido), balas duras e moles, chocolates, gomas de mascar, entre outros. É empregado em níveis muito baixos, entre 2 e 200 ppm, no entanto, confeitos altamente doces e produtos similares podem exigir níveis de até 600 ppm.

O ácido aspartico é metabolizado normalmente e a alanina passa pelo

O neotame, assim como o aspartame, não tem gosto residual e o sabor se parece bastante com o do açúcar comum.



Tim Curtis Dreamstime.com

organismo com mínima alteração metabólica. É excretado principalmente pela urina (77% a 96%) e pelas fezes (7% a 22%). Seu valor calórico não está definido, no entanto, os valores encontrados foram de somente 1,4kcal/g ou 1,2kcal/g 368, comparado as 4kcal/g das proteínas. Devido à doçura de elevada potência, seu valor calórico é desprezível nos níveis em que é utilizado para obter um efeito edulcorante (cerca de 0,02% da sacarose substituída no produto). Foram conduzidos vários estudos sobre a sua segurança em animais e humanos, provando que é um produto que não apresenta riscos à dieta humana.

O neotame

É obtido a partir da modificação da molécula do aspartame, e tem como fórmula N-[N-(3,3-dimetilbutil)-L-a-aspartil]-L-fenilalanina-1-éster metílico. Por conta da presença do

dimetilbutil na molécula do neotame, ocorre uma reacomodação das ligações, tornando estas mais fortes, impedindo assim a liberação do aminoácido fenilalanina; assim, o neotame não apresenta contra-indicação para portadores de fenilcetonúria, como é o caso do aspartame. É imune a qualquer restrição de uso e recomendado para pessoas de todas as idades, inclusive diabéticos e mulheres grávidas em época de amamentação.

É o adoçante mais potente que existe, sendo 8 mil vezes mais que o açúcar comum. Em função deste alto dulçor, recomenda-se uma baixa dose nas formulações, o que reduz, entre outros gastos, os de embalagem, armazenamento e produção.

Assim como o aspartame, não tem gosto residual e o sabor se parece bastante com o do açúcar comum. A diferença é que o neotame pode ser

aquecido e não se estraga tão facilmente quanto o aspartame. Produtos que contêm neotame também podem ser cozidos ou assados. Pode ser usado em bebidas, sobremesas congeladas, iogurtes, sorvetes, gomas de mascar, doces, bolos e tortas, coberturas, geleias, cereais matinais e muitos outros produtos. Como ainda é muito novo, não existem muitos produtos que o utilizam.

Seus uso em escala industrial é particularmente interessante para o preparo de bebidas *diet*. De acordo com o site do neotame, apenas 6mg são necessárias para adoçar 340g de bebida.

Como ingrediente seco, o neotame se mantém estável por, no mínimo, cinco anos em condições de armazenamento a temperaturas entre 15°C e 30°C e com umidade relativa entre 35% e 60%, em embalagens fechadas.