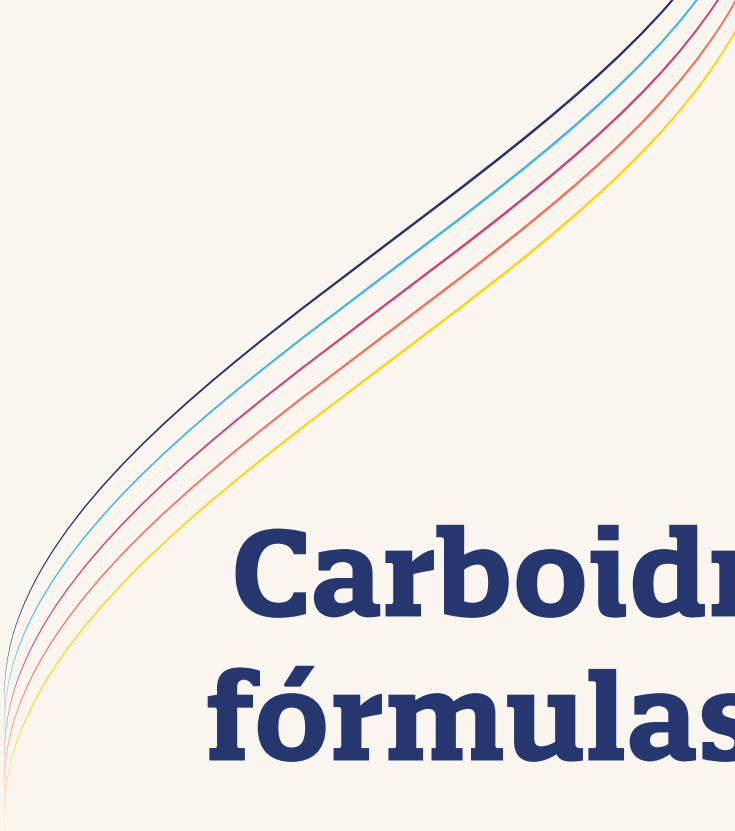




Carboidratos em fórmulas infantis

Olga Amancio



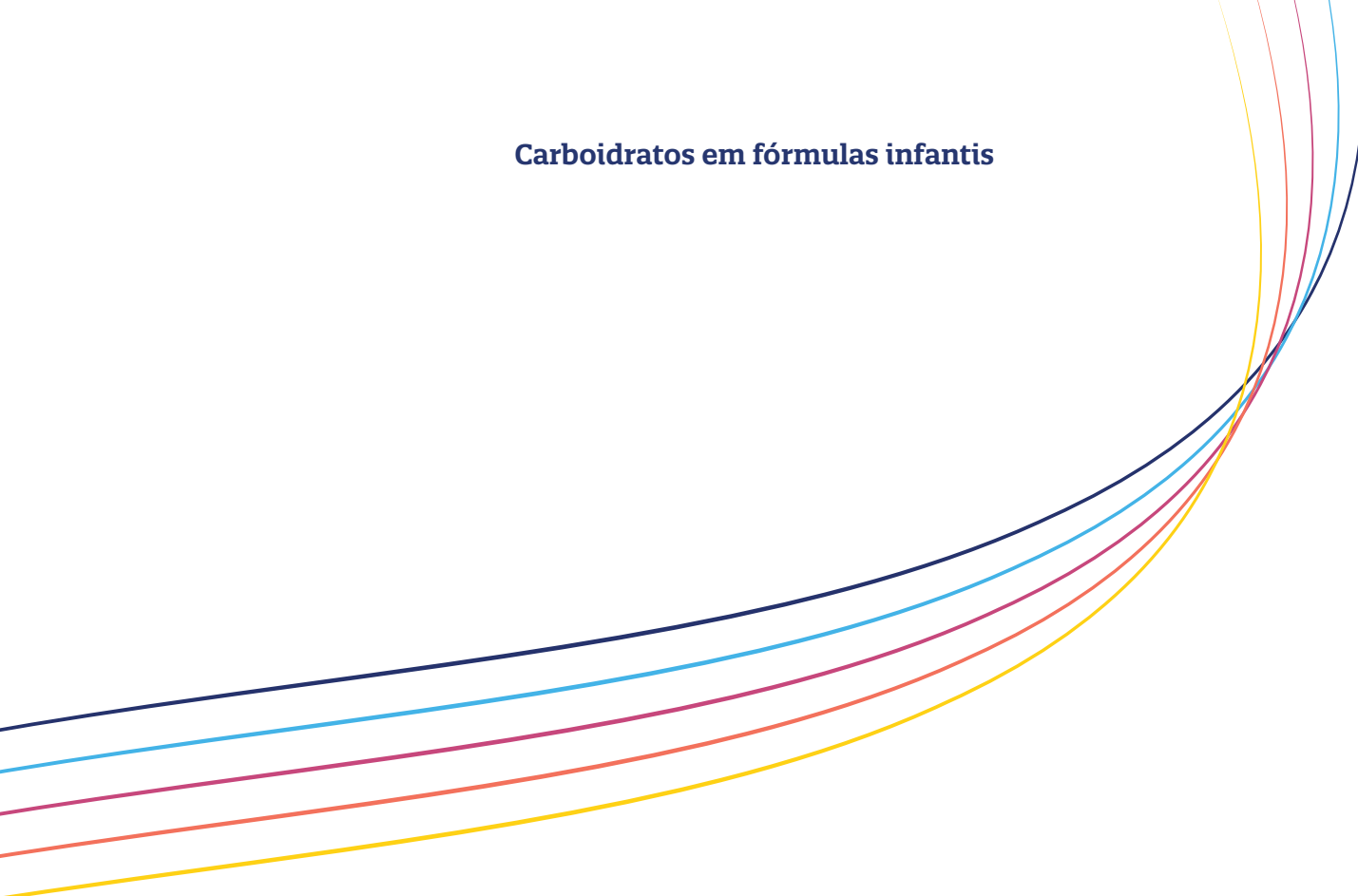
sban

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

2022



Carboidratos em fórmulas infantis



A Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN), fundada em 31 de julho de 1985, é uma associação civil de cunho científico, multiprofissional, sem fins lucrativos.

Realiza periodicamente reuniões científicas e publica a revista científica Nutrire, objetivando a aproximação entre os especialistas brasileiros, membros ou não da Sociedade, e o intercâmbio de informações científicas entre os mesmos.

Mantém intercâmbio com associações científicas nacionais, bem como com especialistas e associações congêneres de países estrangeiros. Nesse sentido é Adhering Body da International Union of Nutritional Sciences - IUNS desde 1997 e Affiliate Membership da American Society for Nutrition - ASN a partir de 2015.

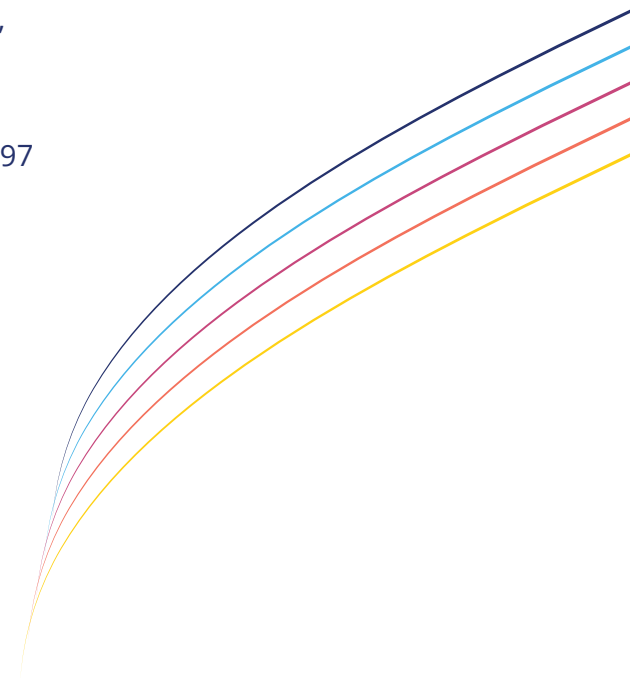
MISSÃO

Estimular e divulgar conhecimentos no campo da Alimentação e Nutrição, estabelecer Declaração de Posicionamento, Documentos Técnicos e informar a população sobre assuntos relacionados a essas áreas.

ESTE DOCUMENTO TÉCNICO

Este documento enfoca, sob vários aspectos, a importância da interação entre Nutrição e Sistema Imunológico. Este tema foi o escolhido dada a sua relevância principalmente nos dias atuais.

Dra. Olga Amancio
Presidente



SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

Gestão 2019 - 2021

Profa. Dra. Olga Maria Silverio Amancio

Presidente

Nutricionista. Professora Sênior do Departamento de Pediatria da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo. Assessora da ANVISA - Área de Alimentos, Codex Alimentarius.

Prof. Dr. Helio Vannucchi

1º Vice Presidente

Médico. Professor Titular Sênior do Departamento de Clínica Médica, Divisão de Nutrologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Prof. Jorge Mancini Filho

2º Vice Presidente

Farmacêutico bioquímico. Professor Titular Sênior do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Vogal da Área de Agroalimentação do CYTED (Ciência y Tecnologia para o Desenvolvimento).

Dra. Márcia O. Terra

Secretária Geral

Nutricionista. Especialista em Nutrição Clínica pelo Hospital das Clínicas - USP, em Administração de Empresas com Aprofundamento em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas, em Ciências do Consumo Aplicadas pela Escola Superior de Propaganda e Marketing, membro da Academy of Nutrition and Dietetics.

Ms. Sueli Longo

1ª Secretária

Nutricionista. Especialista em Nutrição e Esporte (ASBRAN/CFN), Mestre em Comunicação Social (UMESP). Sócia-proprietária do Instituto de Nutrição Harmonie.

Dra. Rosana Farah Simony Lamigueiro Toimil

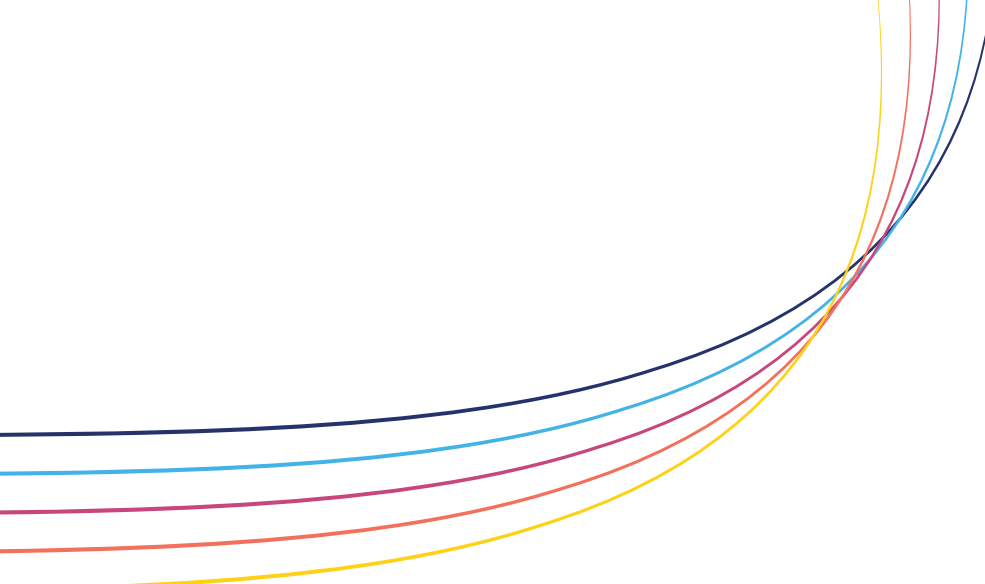
2ª Secretária

Nutricionista. Professora Adjunta do Curso de Nutrição da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina.

Dra. Marisa Lipi

1ª Tesoureira

Nutricionista e Administradora de Empresas. Professora Titular da Universidade Metodista de São Paulo e Sócia-administradora da Mel Eventos Empresariais. Mestre em Nutrição pela Universidade de São Paulo, Especialista em Gestão de Negócios em Serviços de Alimentação pelo SENAC-SP.



**Material destinado
exclusivamente
a profissionais da saúde.
2022**

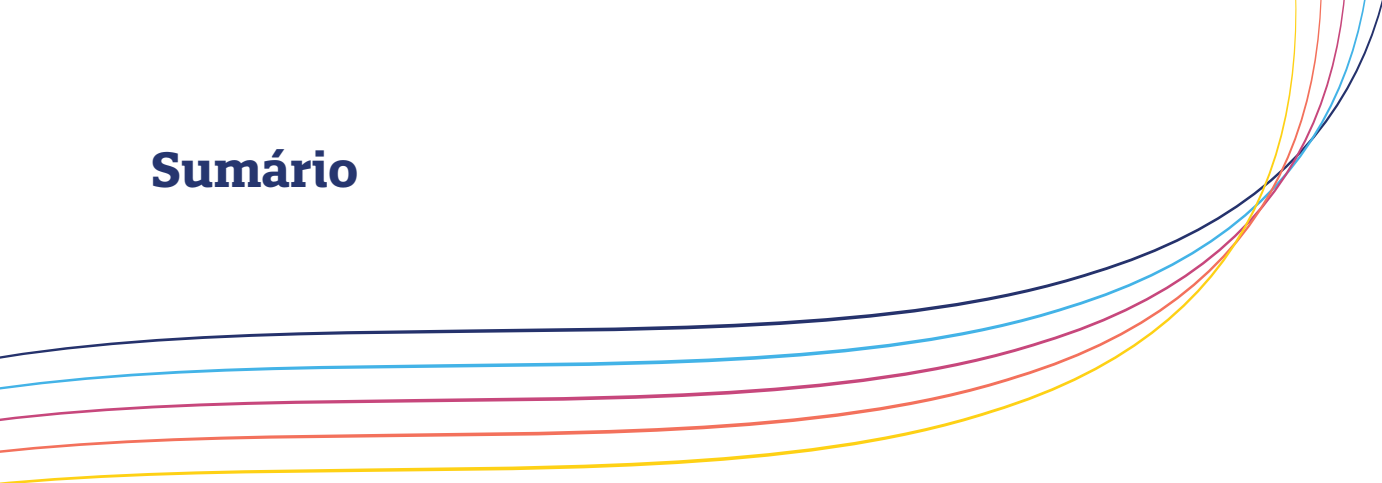
sban

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

Apoio:



Sumário



Introdução

São inquestionáveis os benefícios do aleitamento materno nos primeiros anos de vida. Ele deve ser o único alimento nos 6 primeiros meses e, a partir desse período, recomenda-se a introdução de alimentos complementares, bem como a manutenção da amamentação até os 2 anos ou mais.

Porém, quando o aleitamento não é possível, deve-se recomendar a única alternativa reconhecidamente segura e que forneça as quantidades adequadas de nutrientes para os lactentes, que são as fórmulas infantis.

A fim de garantir que esses produtos sejam adequados e seguros para a população infantil, e que cumpram com os requisitos necessários para que os lactentes cresçam e se desenvolvam de forma saudável, agências reguladoras nacionais (ANVISA) e internacionais (CODEX), assim como as academias, comitês e sociedades científicas, discutem e revisam frequentemente a composição ideal das fórmulas infantis, assim como limitam valores mínimos e máximos dos nutrientes.

O carboidrato é um macronutriente importante nos primeiros anos de vida, pois têm como função principal servir como fonte de energia para todas as células do organismo que, durante esse período, está em intenso crescimento e multiplicação. Por isso, é uma preocupação frequente entre os profissionais da saúde sobre o tipo e fonte dos carboidratos utilizados nas fórmulas infantis.

Sendo assim, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN), construiu este documento técnico com uma abordagem mais detalhada sobre as legislações vigentes, definições, tipos, fontes e classificações dos carboidratos que são permitidos para serem utilizados nas fórmulas infantis.

CARBOIDRATOS em FÓRMULAS INFANTIS

Olga Amancio

Profa. Sênior, Departamento de Pediatria, Escola Paulista de Medicina,
Universidade Federal de São Paulo.

Assessora da ANVISA para o Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses.
Presidente da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN

1. LEGISLAÇÃO de PRODUTOS para ALIMENTAÇÃO INFANTIL

Codex Alimentarius

O *Codex Alimentarius*, expressão em latim que significa “código alimentar”, é uma coleção de normas, diretrizes e códigos de conduta adotados pela Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC).

Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC)

Criação

Esta Comissão foi criada quando os seus estatutos e regras de procedimentos foram estabelecidos pela Conferência da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e pela Assembleia Mundial da Saúde da *World Health Organization* (WHO) em 1961/62¹.

Objetivos

A Comissão do *Codex Alimentarius* tem por objetivos fazer propostas a/ ser consultada por Diretores Gerais da FAO/WHO em todos os assuntos pertinentes à implementação do Programa Conjunto FAO/WHO de Padrões de Alimentos (Joint FAO/WHO Food Standards Programme).

Composição

A CAC é composta por todas as Nações-Membros das Nações Unidas e pelos Membros Associados à FAO/WHO. O Brasil, portanto, é um dos componentes dessa Comissão. Essa Comissão possui Comitês formados de acordo com o assunto a ser tratado. No caso de alimentos para a população infantil, é o *Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses*.

Elaboração de Codex-Standard (Codex-Stan)²

Os procedimentos para a elaboração de um Codex-Stan são uniformes e divididos em 8 Steps:

Step 1

Considerando os critérios pré-determinados para o estabelecimento de prioridades de trabalho e para o estabelecimento dos organismos subsidiários (alguns países, sob a coordenação de um deles, responsáveis pelos documentos de discussão e sua tramitação), a Comissão decide qual Codex-Stan Mundial elaborar ou revisar e qual organismo subsidiário se encarregará do trabalho.

Step 2

Para a elaboração da Proposta de Padrão, a Secretaria da Comissão providencia, dependendo do assunto, alguns documentos específicos nos quais a proposta deverá estar baseada. Por

exemplo, no caso de limites máximos para resíduos de pesticidas ou drogas veterinárias, são providenciados os documentos do Painel de Especialistas em Resíduos de Pesticidas em Alimento, da FAO; os do Painel de Especialistas em Resíduos de Pesticidas, da WHO, e os do Comitê de Especialistas em Aditivos de Alimentos, da FAO/WHO. No caso de leites, produtos lácteos, padrão para queijos, as Recomendações da Federação Internacional da Indústria de Laticínios.

Step 3

A Proposta de Padrão, elaborada pelo organismo subsidiário responsável, é enviada aos Membros da Comissão e também às Organizações Internacionais interessadas no assunto, para que façam comentários de todos os aspectos, inclusive os de possíveis implicações sobre seus interesses econômicos.

Step 4

Os comentários recebidos, por escrito, são enviados pela Secretaria ao organismo subsidiário responsável o qual tem a tarefa de analisar tais comentários e o poder de emendar/aperfeiçoar a Proposta de Codex-Stan.

Step 5

A Proposta é submetida à CAC com o objetivo de sua adoção como um Projeto de Codex-Stan.

Steps 6 e 7

Se houver muitos pontos discordantes, nos steps 6 e 7 repete-se os procedimentos dos steps 3 e 4, caso contrário passa-se para o step seguinte.

Step 8

O Projeto de Codex-Stan e as Propostas dos Membros e das Organizações Internacionais são submetidos à Comissão do Codex para emendas com o objetivo de sua adoção como um Codex-Stan.

A seguir, o Codex-Stan é publicado e enviado às Nações Membros, aos Membros Associados à FAO/WHO e às Organizações Internacionais, que deverão notificar à Secretaria a aceitação do Codex-Stan.

A Secretaria pública periodicamente, um apêndice para cada Codex Stan contendo a lista de países nos quais os produtos de acordo com o padrão podem ser livremente comercializados e também as modificações específicas que foram declaradas a respeito da aceitação.

Essas publicações, o Codex Stan e o apêndice, constituem o chamado *Codex Alimentarius*, que

assim sendo, pode ser definido como uma coleção de padrões de alimentos apresentados de maneira uniforme, adotados internacionalmente, abrangendo todos os alimentos destinados ao consumidor, sejam processados, semi-processados ou crus.

Vale ressaltar que quando há disputa no comércio internacional, a Organização Mundial do Comércio (OMC) se vale das normas do *Codex Alimentarius* para deliberação. Para o Mercosul o documento base utilizado é o do *Codex Alimentarius*. Na impossibilidade de normatizar por meio do Codex, utiliza-se os documentos da União Européia e por último os do *Food and Drug Administration (FDA)*.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA

O Brasil é membro do *Codex Alimentarius* desde 1968. A coordenação do *Codex Alimentarius* no Brasil é exercida desde 1980 pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), quando foi criado o Comitê do *Codex Alimentarius* do Brasil-CCAB³ que é composto por órgãos do governo, indústria, consumidor e academia.

Foram criados no âmbito do CCAB, à semelhança da estruturação do Codex, grupos técnicos-GTs específicos.

O GT é instituído por portaria ministerial e é composto de modo a abranger todos os segmentos interessados. Assim sendo, tem representantes das Universidades, Institutos, Centros de Vigilância Sanitária, Ministério da Agricultura (MAPA), Defesa do Consumidor, Indústria de Alimentos por meio de suas Associações e evidentemente da própria Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aos grupos técnicos, compete analisar e avaliar os temas submetidos a exame pelos respectivos comitês do Codex a fim de elaborar posições a serem submetidas ao CCAB para as reuniões internacionais dos Comitês do Codex.

As coordenações dos Grupos Técnicos (GTs) instituídos pelo CCAB são exercidas pelo Inmetro, pela ANVISA e pelo MAPA⁴.

A ANVISA coordena os seguintes GTs: Higiene de Alimentos, Rotulagem de Alimentos, Métodos de Análise e Amostragem, Nutrição e Alimentos para Dietas Especiais, Contaminantes, Aditivos e Óleos e Gorduras⁵.

Os produtos para alimentação infantil estão alocados no GT Nutrição e Alimentos para Dietas Especiais, correspondente ao NFSDU - *Nutrition and Food for Special Dietary Uses* do Codex.

Para as fórmulas infantis a legislação brasileira possui padrões próprios que são baseados nos padrões de fórmulas infantis do Codex, porém traz, adicionalmente, alguns critérios específicos:

RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 43, DE 19 DE SETEMBRO DE 2011 - Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis para lactentes e RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 44, DE 19 DE SETEMBRO DE 2011 - Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis de seguimento para lactentes e crianças de primeira infância.

Portanto e resumindo, há ampla discussão em nível internacional e nacional, por todos os seguimentos da sociedade interessados no assunto, para garantir que os produtos alimentícios e fórmulas infantis sejam adequados e seguros para a população infantil.

2. CARBOIDRATOS

Os carboidratos são definidos quimicamente como derivados aldeídicos ou cetônicos de álcoois polihídricos (que possuem mais de um grupo OH), seus derivados simples e seus polímeros com ligação tipo acetal.⁶

Classificação Química

Do ponto de vista químico, a classificação de acordo com o grau de polimerização (DP) de Livesey, 2003⁷ compreende as seguintes classes, subclasses e seus componentes:

CLASSE	SUBCLASSE	PRODUTO
Monossacarídeos (DP=1)	Açúcares	Glicose, frutose, galactose
	Monossacarídeos hidrogenados (polióis)	Manitol, xilitol, sorbitol, eritriol
Dissacarídeos (DP=2)	Açúcares	Lactose, sacarose, maltose
	Dissacarídeos hidrogenados (polióis)	Lactitol, maltitol, isomalte
Oligossacarídeos (DP= 3-9)	Malto-oligossacarídeos	Maltodextrinas
	Outros oligossacarídeos	Rafinose, estaquiose, fructo e galacto-oligossacarídeos
	Oligossacarídeos hidrogenados	Hidrolisados de amido hidrogenado
Polissacarídeos (DP=>9)	Amido	Amilopectina, amilose, amidos modificados
	Polissacarídeos não amido	Celulose, hemicelulose, pectinas
	Polissacarídeos hidrogenados	Poliglicitol, polidextrose hidrogenada

Polióis

Por não serem açúcares, os polióis podem ser utilizados em produtos dietéticos. Reduzem a resposta glicêmica pós-prandial⁷.

Açúcares^{8,9}

• Frutose

D-frutose cristalizada e purificada com teor de frutose mínimo de 98% m/m e teor de glicose não mais que 0,5% m/m.

• Lactose

Constituinte natural do leite normalmente obtida a partir do soro com teor de lactose anidra não menor que 99% m/m em base seca. Pode ser anidra ou conter uma molécula de água de cristalização ou ser a mistura das duas formas.

• Maltose

É a junção de duas moléculas de glicose. Não ocorre livre na natureza. Obtida por hidrólise do amido.

• Xarope de glicose

É uma solução aquosa concentrada purificada obtida a partir do amido e/ou inulina. Tem conteúdo de dextrose equivalente não menor que 20% m/m (expresso como D-glicose em base seca) e um conteúdo total de sólidos não menor que 70% m/m.

• Sólidos de xarope de milho ou xarope de glicose desidratado

É o xarope de glicose do qual a água é parcialmente eliminada para obter um teor de sólidos total mínimo de 93% m/m.

• Xarope de milho

Composto principalmente de glicose, contendo grande quantidade de maltose. É adoçante para confeitaria.

• Açúcar mascavo

Açúcar úmido purificado de grão fino, cor que vai do marrom claro ao marrom escuro com sacarose mais açúcar invertido não menor que 88% m/m.

• Melado

Obtido a partir da fervura do caldo de cana.

• Açúcar demerara, açúcar cristal e açúcar refinado

O demerara é obtido do melado de cana, que por processo químico resulta no açúcar cristal, que por sua vez por processos físico-químicos resulta no açúcar refinado que é a sacarose cristalizada e purificada, com polarização mínima de 99,7 oZ.

• Açúcar de confeitiro

Açúcar branco finamente pulverizado com ou sem a adição de agente antiaglomerante.

- **Dextrose anidra**

D-glicose cristalizada e purificada sem água de cristalização, com conteúdo de D-glicose mínimo de 99,5% m/m em base seca e conteúdo total de sólidos não menor que 98% m/m.

- **Dextrose monohidratada**

D-glicose cristalizada e purificada contendo uma molécula de água de cristalização, conteúdo de D-glicose mínimo de 99,5% m/m em base seca e conteúdo total de sólidos mínimo de 90% m/m.

- **Dextrose em pó**

Dextrose anidra finamente pulverizada ou dextrose monohidratada ou mistura de ambas, com ou sem a adição de agente anti-aglomerante.

- **Mel**

Substância doce natural produzida pelas abelhas a partir do néctar de plantas ou de secreções de partes vivas de plantas. Tem cerca de 75% de glicose e frutose¹⁰.

Classificação Fisiológica

Do ponto de vista fisiológico, os carboidratos também podem ser classificados de acordo com a disponibilidade, em carboidratos disponíveis e carboidratos não disponíveis⁶:

Carboidratos disponíveis

Os carboidratos disponíveis, por sua vez, podem ser classificados de acordo com a velocidade de hidrólise (digestão)¹¹ em:

- Dissacarídeos de rápida digestão: lactose, sacarose, maltose
- Dissacarídeos de lenta digestão: isomaltulose
- Oligossacarídeos de rápida digestão: maltodextrina
- Oligossacarídeos de lenta digestão: maltodextrina resistente
- Polissacarídeos podem ser divididos em amido de rápida e lenta digestão, dependendo da fonte, processo tecnológico, estrutura celular, grau de trituração cocção, que pode afetar o grau de gelatinização do amido.

Carboidratos não disponíveis⁶

Os carboidratos não disponíveis também denominados carboidratos resistentes, não digeríveis ou fibra alimentar. São aqueles resistentes à digestão no intestino delgado ou pouco absorvíveis e/ou metabolizados. Porém, não é totalmente correto chamar carboidrato como indisponível porque alguns carboidratos não digeríveis são capazes de prover o organismo com energia através da fermentação que ocorre no intestino grosso.

Vale ressaltar que a classificação puramente química não permite uma tradução direta em termos nutricionais, uma vez que cada uma das principais classes de carboidratos tem uma variedade de efeitos fisiológicos. Por outro lado, a classificação baseada em propriedades fisiológicas cria um número de problemas já que requer um efeito único para ser considerado como predominantemente importante e ser usado como a base da classificação. Estes fatos levaram a introdução de termos para descrever várias frações e sub-frações de carboidrato^{12,13}.

3. CARBOIDRATOS EM FÓRMULAS INFANTIS

Os carboidratos disponíveis têm como função principal servir como fonte de energia para todas as células do organismo. Baixa ingestão crônica resulta em cetose, que pode causar, a longo prazo, deficiências nutricionais¹⁴.

Em relação aos carboidratos para Fórmula Infantil (lactentes de 0-6 meses) e para Fórmula Infantil para Fins Dietoterápicos Especiais (lactentes e crianças de primeira infância com necessidades dietoterápicas especiais), o Codex estabelece: “Lactose e polímeros de glicose devem ser os carboidratos preferidos em fórmula baseada em proteína do leite de vaca e proteína hidrolisada. Somente amidos pré-cozidos e/ou gelatinizados naturalmente livres de glúten podem ser adicionados a Fórmula Infantil até 30% do total de carboidratos e até 2g/100mL.”

“Sacarose, a menos que necessária, e adição de frutose como um ingrediente deve ser evitado em fórmula infantil, por causa de potenciais sintomas de risco de vida em lactentes (6 a 12 meses) com intolerância hereditária a frutose não reconhecida.”

Para Fórmula Infantil de Seguimento (lactentes de 6 a 12 meses) e Fórmula Infantil para Crianças de Primeira Infância (de 1 a 3 anos), o Codex estabelece: “O produto deve conter carboidratos nutricionalmente disponíveis adequados para a alimentação de lactentes e crianças de primeira infância em quantidades tais para ajustar o produto a densidade energética de acordo com as necessidades energéticas, isto é, 100mL do produto pronto para consumo deve fornecer não menos que 60kcal e não mais que 85kcal”¹⁵.

A sacarose e a frutose além de não terem nenhuma vantagem sobre a lactose para lactentes saudáveis, podem se constituir em risco para lactentes com intolerância a frutose e deficiência de sacarase. Entretanto, por razões gustativas, sacarose e glicose são atualmente permitidas em Fórmula Infantil e Fórmula de Seguimento contendo proteína hidrolisada com o objetivo de mascarar o gosto amargo dessas fórmulas. As concentrações máximas que podem ser adicionadas são $\leq$ a 20% do total de carboidrato para a sacarose e $\leq$ a 2g/100kcal para a glicose¹⁶.

Os valores mínimo e máximo de carboidratos em fórmulas infantis são calculados baseados em energia residual, depois de subtração da energia mínima e máxima provenientes dos conteúdos de proteína e gordura¹⁷.

Assim, a ingestão de carboidrato total deve ser no mínimo de 9,0g/100kcal (36% de energia) e no máximo de 14,0g/100kcal (56%)¹⁵.

Lactose

A lactose é dissacarídeo cuja hidrólise produz galactose e glucose e é redutor, uma vez que possui um carbono anomérico livre no resíduo de glucose, assim como os oligossacarídeos e a maioria dos dissacarídeos, exceção feita a sacarose. É encontrada no leite, não tendo outra ocorrência na natureza¹⁸.

A principal fonte de carboidratos em fórmula infantil deve ser lactose, a qual deve fornecer não menos que 50% do total de carboidratos, equivalente a 4,5g/100kcal. Fórmula com proteína vegetal não requer lactose¹⁷.

Essa preferência pela lactose nas fórmulas é justificada pela predominância da lactose no leite humano, pela capacidade do recém-nascido de hidrolisar a lactose do leite humano e pela ausência de vantagens que outros carboidratos glicêmicos possam ter em relação à lactose.¹⁶

Polímeros de glicose

A molécula provedora de energia para os seres vivos é principalmente a glicose que é armazenada na forma de um polissacarídeo que nas plantas é conhecido como amido, nos animais e fungos como glicogênio.

Assim, polímeros de glicose são polímeros procedentes do amido com a função de fornecer energia.

Os polissacarídeos de cadeia de comprimento intermediário, formados a partir dos componentes do amido, pela ação das amilases, são chamados de dextrinas¹⁸.

• Maltodextrina (MD)

O *Food and Drug Administration* – FDA, coloca a MD no item “substâncias alimentares diretas afirmadas como geralmente reconhecidas como seguras” (GRAS – *Generally Recognized As Safe*) e a define como “um polímero de sacarídeo não doce que consiste de unidades de D-glicose unidas principalmente por ligações α -1-4 e que tem uma dextrose equivalente (D.E.) menor que 20. É preparada como um pó branco ou solução concentrada pela hidrólise parcial de amido de milho, amido de batata, ou amido de arroz com ácidos e enzimas seguros e adequados. MD derivada de amido de milho deve ser de uma pureza adequada para o uso pretendido”¹⁹.

Dextrose equivalente (DE) é a medida do grau de hidrólise da molécula de amido e é definida pelo conteúdo de açúcares redutores (AR) expressos em percentual de glicose em base seca. Dependendo do grau de hidrólise da molécula de amido, os produtos obtidos são classificados em maltodextrinas (valor de DE <20) ou xaropes (DE ≥20)²⁰.

Perfil Médio de Dulçor Relativo de Maltodextrinas (MD) em Comparação a Sacarose de Acordo a Dextrose Equivalente (DE)

PRODUTO	MD	MD	MD	MD	Sacarose
DE	4 - 7	9 - 12	13 - 16,9	17 - 19,9	NA
Dulçor Relativo %	5	10	15	18	100

NA: não aplicável

Fonte: GPC²¹

Composição molecular

Os grânulos de amido contêm principalmente quantidades variadas de dois tipos de polímeros de glicose: amilose e amilopectina, que diferem na estrutura molecular. Na amilose, as unidades de glicose estão ligadas em uma estrutura linear por ligações glicosídicas α1,4 enquanto algumas unidades de glicose na amilopectina são ligadas em α1,6 resultando em estruturas ramificadas²². Muitos amidos contêm aproximadamente 70-80% de amilopectina e 20-30% de amilose, sendo que esta última é menos rapidamente digerida pela α-amilase pancreática. MDs ramificadas são mais propensas a ter altas quantidades de açúcares redutores. A dextrose de uma MD correlaciona-se com a razão amilose: amilopectina no amido utilizado para produzi-la; isto é, quanto maior o conteúdo de amilopectina, maior a DE da MD²³.

Para descrever a estrutura molecular de MDs também é usado o grau de polimerização – DP que se refere ao número médio de unidades de monossacarídeos por molécula. É importante notar que a razão DP: DE guarda relação inversa²³.

As maltodextrinas de 5-9 unidades de glicose devem ser as preferidas por corresponderem a especificidade de comprimento de cadeia da glicoamilase intestinal²⁴.

Propriedades

As propriedades de MDs dependem fortemente da sua fonte botânica, do processo de produção e em consequência do nível de DE²³.

A medida que diminui a DE: aumenta viscosidade, poder de ligação, poder anticristalizante, ponto de congelamento.

A medida que aumenta a DE: aumenta doçura, higroscopicidade, reação ao calor (escurecimento), realce de sabor, fermentabilidade, solubilidade, osmolalidade.

Metabolismo

Enquanto a glicose é imediatamente disponível para absorção ao chegar no intestino delgado²⁵, MDs precisam ser digeridas primeiro pela α -amilase e a maltase. A digestão de MDs inicia-se na boca pela ação da α -amilase salivar formando um dissacarídeo, a maltose. Esta enzima tem um papel pequeno na quebra de MDs em função do pouco tempo que estas permanecem na boca²⁶. No intestino, a amilase pancreática hidrolisa as ligações $\alpha 1,4$ ²⁷, levando a formação de unidades de maltose que é absorvida diretamente pelo epitélio intestinal ou posteriormente quebrada pela maltase do bordo em escova, resultando em glicose livre. Esta, por sua vez, é transportada ativamente através da membrana apical dos enterócitos, e subsequentemente através da membrana basal para o sangue²⁷.

Devido a diferença na digestão e absorção, quando comparada a glicose, sugere-se frequentemente que MDs com baixo DE, assim como carboidratos complexos, requereriam mais tempo para digestão e absorção, resultando em resposta glicêmica mais baixa²⁸. Entretanto, não há dados científicos que suporte essa sugestão.

Por outro lado, não há relatos de relação causal entre o consumo de MDs e efeitos negativos sobre a saúde. O que a literatura registra é que o consumo regular de altos níveis de açúcar refinado, particularmente em refrigerantes e doces é que induz a persistente balanço energético positivo resultando em ganho de peso, sensibilidade a insulina diminuída e aumento de colesterol e lipídeos sanguíneos²⁹.

De acordo com *European Food Safety Authority*¹⁶ o Painel não considera necessário propor quaisquer quantidades mínimas e máximas para maltose e maltodextrinas em Fórmulas Infantis e Fórmulas Infantis de Seguimento, desde que o teor máximo de carboidratos não seja excedido.

Utilização de MDs em produtos alimentícios

Devido as suas propriedades tecnológicas e facilidade de aplicação, as MDs tem sido utilizadas em alimentos e bebidas, substituindo a sacarose²³ e a gordura³⁰. Por exemplo, em produtos para:

- Nutrição clínica

MDs foram aplicadas em nutrição enteral e parenteral combinadas com proteínas para uso em alimentos e bebidas no pré-operatório de importantes cirurgias de câncer gastrointestinal. Em comparação com o jejum pré-operatório, os resultados mostraram que no pós-operatório, a média de permanência hospitalar foi 50% menor, além de menor reação inflamatória³¹.

- Bebidas para reidratação esportiva

MDs são usadas para substituir sacarose ou glicose em bebidas esportivas, objetivando uma bebida de baixa osmolalidade. Isto porque a hipertonicidade e os relacionados sintomas gastrointestinais desconfortáveis pós ingestão são significantes fatores limitantes da performance durante maratonas e exercícios da categoria triatleta. Outro efeito da bebida hipertônica é que reduz a velocidade de absorção de água^{32, 33, 34}.

- Bebidas energéticas esportivas

Considerando a estreita relação entre o conteúdo de glicogênio na fibra muscular e sua habilidade de executar contrações repetidas de alta intensidade, tanto a velocidade reduzida de quebra de glicogênio ou aumento do conteúdo de nitrogênio pode ajudar a reduzir a fadiga e assim manter capacidade de performance. A ingestão de MD diminui a quebra de glicogênio durante exercício de longa duração enquanto mantém alta oxidação de carboidrato em todo corpo^{35, 36}.

Utilização de MDs em produtos para a nutrição infantil

- Soluções de reidratação oral – ORS

Em soluções de reidratação oral, os efeitos benéficos da utilização de MDs sobre o uso de glicose, reside principalmente na baixa osmolalidade da solução, além do fornecimento de energia. Na diarreia aguda infantil, estudo mostrou que a reidratação oral com solução de polímero de glicose e baixo conteúdo de sódio traz benefícios nutricionais, quando comparada a solução de alto conteúdo de sódio e alta osmolalidade, devido ao uso de glicose³⁷.

Na mesma concentração em base seca, a osmolalidade e a DE são diretamente proporcionais³⁸ e a osmolalidade de MDs é significativamente menor do que a de dissacarídeos³⁹. Foi observado que uma solução contendo 50g/L de MD com DE de 11-14 ainda tem osmolalidade ligeiramente mais baixa (227mmol/L) do que uma solução contendo somente 20g/L de glicose (311 mmol/L)⁴⁰.

- Fórmulas infantis

Em fórmulas baseadas em proteína do leite de vaca e em proteína hidrolisada, os carboidratos indicados são lactose e polímeros de glicose¹⁵. Entretanto, a deficiência de lactase pode levar a diarreia osmótica induzida pela má absorção, na qual aproximadamente 40% da energia fornecida pode ser perdida⁴¹. Nesses casos, MDs podem ser usadas como substitutas da lactose a fim de fornecer energia⁴². A esse respeito, de acordo com opinião da *European Food Safety Authority*¹⁶ sobre a composição de fórmulas infantis e fórmulas infantis de seguimento, as maltodextrinas e os amidos têm a vantagem de produzir menor osmolalidade nos produtos do que os mono e dissacarídeos. MDs são usadas também como fontes de carboidratos em fórmulas contendo proteínas vegetais e em Fórmula Infantil para Fins Dietoterápicos Especiais, quando a utilização de lactose não é adequada.

A literatura tem registrado efeitos benéficos na utilização de MDs em fórmula infantil, tanto do ponto de vista tecnológico quanto nutricional:

- Foram estudados os efeitos de condições de estocagem sobre propriedades físico-químicas de fórmula láctea infantil em pó contendo razões diferentes de lactose: maltodextrina (L:M 100:0, L:M 85:15 e L:M 70:30). As fórmulas foram caracterizadas durante 180 dias de estocagem a temperaturas de 22 e 40°C e umidade relativa (RH) de

11, 23 e 54%. As três fórmulas se mantiveram estáveis nas duas temperaturas até RH de 23%. Alterações físico-químicas deteriorantes foram observadas com RH de 54%, as quais foram mais rápidas a 40°C do que a 22°C. O aumento da temperatura e da RH durante a estocagem diminuiu a temperatura de transição do vidro a $< 0^{\circ}\text{C}$ e a solubilidade a $< 25\%$, enquanto aumentaram a cristalinidade a $> 40\%$, o teor de gordura superficial e o grau de agregação e endurecimento. O aumento do teor de gordura superficial foi acompanhado por diminuição nos teores de proteína e carboidratos superficiais. A incorporação de maltodextrina aumentou a temperatura, diminuiu a cristalinidade e melhorou a estabilidade das fórmulas⁴³.

- A má absorção de carboidratos (excreção $> 20\text{ppm H}_2$) foi avaliada em 110 recém-nascidos (RN) a termo, antes e depois da alimentação no 60º ou 70º dia. A frequência de má absorção de carboidrato em 49 RN em aleitamento materno foi de 25% (n=12); em 35 RN alimentados com fórmula contendo 7,5% de lactose foi de 31% (n=11) e em 26 RN alimentados com fórmula contendo 1% de lactose e 7,3% de maltodextrina foi de 15% (n=4). O grau de má absorção de carboidrato não foi significativamente diferente entre os grupos aleitamento materno e fórmula com alto conteúdo de lactose, mas em ambos os grupos foi estatisticamente maior do que no grupo fórmula com maltodextrina⁴⁴.
- Foram estudados 200 recém-nascidos (RN) a termo saudáveis recebendo aleitamento materno, se possível, iniciado na sala de parto. Quando o aleitamento não satisfaz os RN, estes receberam suplementação ad libitum, divididos em Grupo A, com fórmula (67 kcal/dL) e grupo B com solução de maltodextrina a 13% (52 kcal, 160mOm/L). O consumo de fluido total foi similar nos 2 grupos. No 20 dia, o grupo A consumiu menos suplementação, entretanto, o consumo calórico não foi diferente entre os grupos. No 40 dia, o grupo A teve maior consumo de calorias devido a suplementação, enquanto o grupo B necessitou de menos suplementação, mas teve maior consumo de leite materno. No dia 5, todos os lactentes receberam aleitamento materno exclusivo. Foram praticamente idênticos, entre os grupos, os parâmetros avaliados: a frequência de alimentação ao seio e de suplemento; temperatura, fezes, perda de peso, glicemia, bilirrubina sanguínea. A contagem de glóbulos vermelhos mostrou valor um pouco mais alto no grupo A. Os autores concluíram que a suplementação com fórmula não teve vantagem sobre a suplementação com maltodextrina; que esta última foi, na verdade, bem tolerada em todos os casos e satisfaz os lactentes que permaneciam com fome após amamentados e que exposição inicial adicional a proteína do leite de vaca seria, assim, evitada em todos esses casos⁴⁵.

Sólidos do xarope de milho

Sólidos do xarope de milho são definidos pelo *Food and Drug Administration* como xarope de glicose desidratado no qual o conteúdo de açúcar redutor é ≥ 20 dextrose equivalente, sendo considerados uma substância GRAS- *Generally Recognized As Safe*¹⁹.

São prontamente digeríveis cumprindo a função de fornecimento de energia, não adicionando sabor doce.

Perfil Médio de Dulçor Relativo de Sólidos do Xarope de Milho (SXM) em Comparação a Sacarose de Acordo a Dextrose Equivalente (DE)

PRODUTO	SXM	SXM	SACAROSE
DE	20 - 23	23 - 27	NA
Dulçor Relativo %	20	25	100

NA: não aplicável

Fonte: GPC²¹

São hipoalergênicos e bem tolerado por lactentes. São utilizados, principalmente, em Fórmulas Infantis para Fins Dietoterápicos Especiais, quando é necessária a diminuição ou ausência da lactose⁴⁶.

Em alguns produtos, os sólidos do xarope de milho são utilizados como carreador/veículo do mix de nutrientes que compõem a fórmula infantil, e neste caso, por ser uma quantidade mínima, não tem função nutricional/energética²¹.

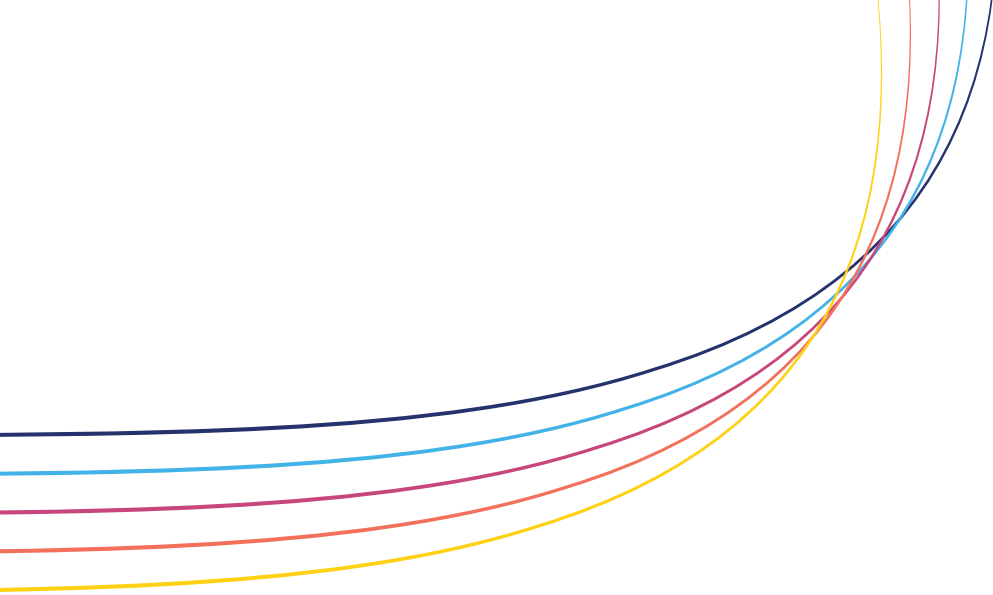
É válido ressaltar que não há relatos da relação causal entre o consumo de fórmulas infantis com maltodextrinas ou sólidos do xarope de milho e efeitos adversos a saúde.

Concluindo, são essas as diretrizes mais recentes para carboidratos em fórmulas infantis.

Referências bibliográficas

1. Codex Alimentarius. [acesso: 02 jul 2021]. Disponível em: www.fao.org/faowho-codexalimentarius.
2. Procedimiento uniforme para la elaboración de normas del Codex y textos afines. In: Comisión del Codex Alimentarius. Manual de Procedimiento. 21a ed. Roma:FAO; 2013. pp 33-35.
3. CCAB- Comitê do Codex Alimentarius do Brasil. Instituído pela Resolução CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial nº 01, de 17 de março de 1980 e reestruturado através das Resoluções CONMETRO nº 07, de 26 de julho de 1988, nº 01 de 16 de junho de 1989, nº 12 de 24 de agosto de 1992 e nº 05 de 26 de maio de 1993.
4. O Brasil no Codex Alimentarius, 2020. [acesso 02 jul 2021]. Disponível em: www.gov.br/anvisa/pt-br/alimentos/participacao-em-foruns-internacionais.
5. Lea Contier de Freitas. O papel do CCAB. Comitê Codex Alimentarius do Brasil, 2018. [acesso : 03 jul 2021]. Disponível em: www.funag.gov.br/images/2018/Setembro/Apresentacoes/FAO/Lea_Contier.pdf
6. FAO/WHO. Food and Agricultural Organization/World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO, 1998.
7. Livesey G. Health potential of polyols as sugar replacers with emphasis on low glycaemic properties. *Nutr Res Rev* 2003;16(2):163-91.
8. Codex Alimentarius. Standard for Sugars. CXS 212-1999. [acesso: 14 jul 2021]. Disponível em: www.fao.org/fao-who-codexalimentarius
9. Ricco RC. Consumo de açúcar na infância e adolescência. In: Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia . Temas da atualidade em nutrologia pediátrica. São Paulo: SBP, 2021 pp 67-71.
10. Codex Alimentarius. Standard for honey. CXS 3-1981. [acesso: 14 jul 2021]. Disponível em: www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/liststandards
11. Menezes E W. Carboidratos: definições, classificação e efeitos fisiológicos. In: Série de Publicações ILSI Brasil. Carboidratos, glicemia e saúde. Vol 7. São Paulo: ILSI Brasil, 2016. pp 13-16.
12. Asp NG. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. *Am J Clin Nutr* 1995;61(4S):930S-937S.
13. Englyst HN, Hudson GJ. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chem* 1996;57(1):15-21.
14. Hojsak I. Digestible and non-digestible carbohydrates. In: Kolestko B. Pediatric nutrition in practice. 2nd. ed. Basel: Karger, 2015. pp 46-50.
15. Codex Stan. [acesso:28 jul2021]. Disponível em: www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/codex-texts/list-standards.
16. EFSA. Scientific opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA J* 2014; 12(7):3760. doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3760>
17. Suthutvoravut U, Abiodun P, Congviriaphan S et al. Composition of followup formula for young children aged 12-36 months: Recommendations of an International Expert Group Coordinated by the Nutrition Association of Thailand and the Early Nutrition Academy. *Rev Article Ann Nutr Metab* 2015; 67:119-32.
18. Lehninger AL. Açúcares, polissacarídeos de reserva e paredes celulares. In: Lehninger AL. Bioquímica. 2a ed. Volume 1. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.
19. FDA -Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations. Title 21 [acesso:28 jul 2021]. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=1841444>
20. Mc Pherson AE, Seib PA. Preparation and properties of wheat and corn starch maltodextrins with a low dextrose equivalent. *Cereal Chem* 1997;74:424-30.
21. GPC – Grain Processing Corporation. Brochure – Maltrin for the food industry.pdf. [acesso: 26 ago 2021]. Disponível em: <https://grainprocessing.com>
22. Tester R F, Karkalas J, Qi X. Starch—composition, fine structure and architecture. *J Cereal Sci* 2004;39:151-65.
23. Hofman DL, vanBuijl VJ, Brouns FPH. Nutrition, health and regulatory aspects of digestible maltodextrins. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016;56(12):2091-100.
24. European Commission, Health and Consumer Protection Directorate- General. Report of the Scientific Committee on Food on the Revision of Essential Requirements of Infant Formulae and Follow-on Formulae. SCF/CS/NUT/IF/65 Final, May 18, 2003. [acesso: 11 ago 2021]. Disponível em:http://ec.europa.eu/food/system/files/2016-10/labelingnutritionspecial_groups_food-children-out199

25. Man C, Camilleri M, Cobelli C. (2006). A system model of oral glucose absorption: validation on gold standard data. *Biomed Eng IEEE Trans on* 2006;53:2472–78.
26. Lebenthal E. Role of salivary amylase in gastric and intestinal digestion of starch. *Dig Dis Sci* 1987;32:1155–57.
27. Gray GM. Carbohydrate digestion and absorption. *New England J Med* 1975;292:1225–30.
28. Zhang G, Hamaker BR. Slowly digestible starch: concept, mechanism, and proposed extended glycemic index. *Crit. Rev Food Sci Nutr* 2009;49:852–67.
29. Gross L S, Li, L, Ford E S, Liu S. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. *Am J Clin Nutr* 2004;79(5):774-9.
30. Hadnađev M, Dokić L, Hadnađev TD et al. The impact of maltodextrin-based fat mimetics on rheological and textural characteristics of edible vegetable fat. *J Texture Stud* 2011;42:404–11.
31. Pexe-Machado PA, de Oliveira BD, Dock-Nascimento DB et al. Shrinking preoperative fast time with maltodextrin and protein hydrolysate in gastrointestinal resections due to cancer. *Nutrition* 2013;29:1054–9.
32. Vist GE, Maughan RJ. The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man. *J Physiol* 1995;486:523–31.
33. Delzenne N, Blundell J, Brouns F et al. Gastrointestinal targets of appetite regulation in humans. *Obes Rev* 2010;11:234–50.
34. Shi X, Passe DH. Water and solute absorption from carbohydrate-electrolyte solutions in the human proximal small intestine: a review and statistical analysis. *Int J Sport Nutr Exer Metabol* 2010;20:427–42.
35. Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ et al. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J Appl Physiol* 2000;89:1845–51.
36. Harger-Domitrovich SG, McClaughry AE, Gaskill SE et al. Exogenous carbohydrate spares muscle glycogen in men and women during 10h of exercise. *Med Sci Sports Exer* 2007;39(12):2171-9.
37. Sandhu BK, Jones B, Brook C et al. Oral rehydration in acute infantile diarrhoea with a glucose-polymer electrolyte solution. *Arch Dis Childhood* 1982;57:152–14.
38. Marchal LM, Beeftink HH, Tramper J. Towards a rational design of commercial maltodextrins: a mechanistic approach. *Trends Food Sci Technol* 1999;10(11):345–55.
39. Shi X, Summers RW, Schedl HP et al. Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption. *Med Sci Sports Exer* 1995; 27(12):1607-15.
40. el-Mougi M, Hendawi A, Koura H et al. Efficacy of standard glucose-based and reduced-osmolality maltodextrin-based oral rehydration solutions: effect of sugar malabsorption. *Bull World Health Organ* 1996;74(5):471-7.
41. Siddiqui Z, Osayande AS. Selected disorders of malabsorption. *Primary Care* 2011;38:395–414.
42. Maldonado J, Gil A, Narbona E et al. Special formulas in infant nutrition: A review. *Early Hum Dev* 1998;53(Suppl1):S23–S32.
43. Masum AKM, Chandrapala J, Huppertz T et al. Effect of storage conditions on physicochemical properties of infant formula powders containing different lactose-to-maltodextrin ratios. *Food Chem* 2020;319:126591. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126591).
44. Douwes AC, Oosterkamp RF, Fernandes J et al. Sugar malabsorption in healthy neonates estimated by breath hydrogen. *Arch Dis Child* 1980;55(7):512-5. doi: 10.1136/adc.55.7.512.
45. Rossegger H. Maltodextrin in a 13% solution as a supplement in the first 4 days of life in breast-fed mature newborn infants. Effect on drinking behavior, weight curve, blood picture, blood glucose and bilirubin] *Wien Klin Wochenschr* 1986;98(10):310-5.
46. Groetch M, Nowak-Wegrzyn A. Practical approach to nutrition and dietary intervention in pediatric food allergy. *Pediatr Allergy Immunol* 2013;24:212–21.



sban

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

Apoio:

