

## açúcares adicionados x fibras alimentares

### HIDRÓLISE DE FIBRAS ALIMENTARES

(PRINCIPALMENTE NOS CASOS DA POLIDEXTROSE, FOS E INULINA)

#### 1. Contextualização do tema

A RDC nº 429/2020, no seu Art. 3º, inciso I, traz a definição de açúcares adicionados como:

*I - açúcares adicionados: todos os monossacarídeos e dissacarídeos adicionados durante o processamento do alimento, incluindo as frações de monossacarídeos e dissacarídeos oriundos da adição dos ingredientes açúcar de cana, açúcar de beterraba, açúcares de outras fontes, mel, melaço, melado, rapadura, caldo de cana, extrato de malte, sacarose, glicose, frutose, lactose, dextrose, açúcar invertido, xaropes, maltodextrinas, outros carboidratos hidrolisados e ingredientes com adição de qualquer um dos ingredientes anteriores, com exceção dos poliois, dos açúcares adicionados consumidos pela fermentação ou pelo escurecimento não enzimático e dos açúcares naturalmente presentes nos leites e derivados e dos açúcares naturalmente presentes nos vegetais, incluindo as frutas, inteiros, em pedaços, em pó, desidratados, em polpas, em purês, em sucos integrais, em sucos reconstituídos e em sucos concentrados (grifo nosso)*

Ainda, no seu Art. 3º, inciso XIV, a definição de fibras alimentares é trazida como:

*XIV - fibra alimentar: polímero de carboidrato com três ou mais unidades monoméricas que não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano (grifo nosso)*

A partir disso, na 1ª edição do documento de “Perguntas e Respostas” sobre a Rotulagem Nutricional de Alimentos Embaladas disponibilizada pela Anvisa em julho de 2021, consta na pergunta “31” que os outros carboidratos hidrolisados citados na definição de açúcares adicionados “é usado para fazer referência a qualquer ingrediente que tenha sido obtido por meio de processos produtivos que envolvam algum tipo de hidrólise de carboidratos”, visto que “muitos ingredientes usados na elaboração de alimentos, inclusive com a finalidade de agregar mono e dissacarídeos, oligossacarídeos, polissacarídeos e fibras alimentares, podem ser obtidos por meio de processos que empregam diferentes tipos de hidrólises do seu conteúdo de carboidratos”. Ainda, a pergunta “43” dispõe que para os ingredientes polidextrose e FOS, as frações destes que sejam constituídas por três ou mais unidades monoméricas, que não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano deverão ser declaradas como fibras alimentares, conforme art. 3º, XIV, da RDC nº 429/2020, e ainda se esses ingredientes possuírem frações de mono e dissacarídeos, estas devem ser contabilizadas também como açúcares totais e açúcares adicionados.

No entanto, esta regra causa impacto às empresas que comercializam alimentos adicionados de fibras alimentares no que tange a declaração nutricional de açúcares, e ainda pode impossibilitar a realização da alegação de “sem adição de açúcares” em produtos adicionados de fibras. Neste sentido, se faz importante lembrar que tais

ingredientes não são utilizados com o objetivo de elevar a quantidade de açúcares do produto final ou agregar sabor doce aos alimentos.

Dessa forma, o presente documento tem como objetivo apresentar informações que substanciam a o equívoco de se considerar frações de mono e dissacarídeos presentes nas fibras alimentares, decorrente do processo de hidrólise para obtenção destas, como açúcares adicionados nos produtos finais adicionados desse ingrediente e como isso pode impactar também a informação que chega ao consumidor.

## 2. Processo produtivo de obtenção das fibras alimentares

Muitas fibras alimentares são obtidas a partir de conversão enzimática e/ou química de componentes, como no caso, por exemplo, dos oligossacarídeos. Estes processos podem trazer frações de mono e dissacarídeos como residuais específicos de acordo com o tipo de hidrato de carbono usado como matéria-prima. No geral, essas frações são muito pequenas e, considerando a taxa de inclusão das fibras nos alimentos, a contribuição dessas porções para a quantidade de açúcares adicionados presentes será irrelevante, dado que tecnologicamente a função não é para a caracterização do sabor doce, como ocorre no caso das frações mono-di tradicionais, como a sacarose, por exemplo.

### 2.1 Inulina

A raiz de chicória como matéria-prima agrícola vegetal, da qual a inulina é derivada, pode naturalmente conter até cerca de 25% de açúcares (de matéria seca). Há uma variação devido à época da colheita, clima e outros fatores naturais. Durante o processamento dos ingredientes de oligofrutose **Orafti®**, o comprimento da cadeia da inulina é reduzido (por exemplo, para aumentar a solubilidade dessa fibra necessária para certas aplicações) e com isso também alguns açúcares são formados. No entanto, a quantidade total desses açúcares, juntamente com os residuais, não é maior que os naturalmente presentes, pois há no processo uma redução do teor de açúcares da matéria-prima em etapa anterior ao processo de hidrólise. Como pode ser observado na **Tabela 1**.

**Tabela 1:** Teores de fibras e açúcares tipicamente encontrados em ingredientes fontes de frutanos (inulina e oligofrutose) da raiz de chicória.

	Fibra (Especificada)	Fibra (Valor típico)	Açúcar (Especificado)	Açúcar (Valor típico)
Inulina natural (não hidrolisada)	$\geq 90\text{g}/100\text{g m.s}$	89g/100g produto	$\leq 10\text{g}/100\text{g m.s}$	8g/100g produto
Oligofrutose (parcialmente hidrolisada)	93,2- 97,5g/100g m.s	69g/100g produto	2,5-6,8g/100g m.s	6g/100g produto

Assim, é evidente que a quantidade de açúcares presentes nos ingredientes da oligofrutose é ainda menor que aquela presente na inulina natural.

Como os açúcares naturalmente presentes nas frutas e hortaliças são isentos de serem calculados como “açúcares adicionados” na rotulagem, sendo apenas contabilizado nos “açúcares totais”, fica justificado porque os açúcares presentes na raiz da chicória, eventualmente extraídos durante o processo de extração de inulina, também estariam isentos de serem contabilizados e rotulados em “açúcares adicionados”.

## 2.2 Dextrinas resistentes

Os ingredientes fonte de fibras alimentares oriundos da hidrólise de carboidratos, também são bem caracterizados passando, inclusive, por avaliação dessa Agência e de órgãos sanitários internacionais.

Ademais, a dextrinização do amido produzindo dextrinas resistentes, fibras alimentares altamente ramificadas, ganhou interesse na indústria alimentícia. Na dextrinização (ou piroconversão), as dextrinas resistentes são produzidas por meio de hidrólise induzida por calor seco ( $\leq 5\%$  de umidade,  $\geq 100^\circ\text{C}$ ) e ácido ( $\geq 0,1\%$  base de amido seco (db)) de  $\alpha$ -1,4- ou  $\alpha$ -1 ligações, 6-glicosídicas, rearranjo de ligações glicosídicas clivadas, formação de algumas ligações que não são digeríveis no trato gastrointestinal humano, incluindo ligações  $\beta$  e ligações  $\alpha$ -1,2-,  $\alpha$ -1,3-glicosídicas e repolimerização. A hidrólise adicional de dextrinas resistentes com  $\alpha$ -amilase produz dextrinas  $\alpha$ -limite; o equivalente de dextrose (DE) do produto hidrolisado é geralmente inferior a 20. Os produtos resultantes são chamados de “maltodextrinas resistentes”. Os produtos comerciais de dextrinas resistentes e maltodextrinas resistentes geralmente contêm  $\geq 85\%$  de fibra alimentar (Trithavisup, Kamonrat, et al. 2022).

Dextrinas resistentes são derivadas de várias fontes de amido e, geralmente são obtidas sob condições severas de dextrinização usando altas concentrações de ácido ( $\geq 0,1\%$  HCl ou  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), temperaturas de aquecimento ( $\geq 130^\circ\text{C}$ ) e tempos de aquecimento prolongados ( $\geq 60$  min) (Trithavisup, Kamonrat, et al. 2022).

A maltodextrina resistente é produzida por pirólise e hidrólise enzimática do amido de milho e é indigestível no intestino delgado. A maltodextrina resistente tem peso molecular de 2.000. É até 70% solúvel em água a  $20^\circ\text{C}$ , e produz soluções límpidas com baixíssima viscosidade. (efsa,2011)

## 2.3 Polidextrose

A polidextrose é um polissacarídeo não amiláceo de baixa caloria, solúvel em água, ligado aleatoriamente, usado principalmente como agente de volume e texturizador em alimentos. É um polímero de dextrose altamente ramificado e tem uma ampla faixa de peso molecular (mw) (162-20.000), com 90% das moléculas entre os pesos moleculares de 504 a 5.000. A polidextrose não é doce e tem sido usada como agente de volume de baixa caloria e ingrediente fonte de fibra solúvel em muitos produtos alimentícios em todo o mundo. (efsa,2016)

Importante observar na Tabela 2 (SURESH, 2020) que a depender do processo de obtenção das diferentes fibras alimentares, pode-se ter como subproduto da reação de hidrólise um percentual de mono e dissacarídeos não desejáveis, porém inevitável para reações de hidrólise de carboidratos. Para a obtenção de zero (0%) percentual de mono e dissacarídeos haveria necessidade de ter uma reação de hidrólise dos carboidratos com 100% de rendimento, o que não é factível.

**Tabela 2:** Perfil nutricional de suplementos de fibras alimentares testados (SURESH, 2020).

Table 1. Labelled nutritional content of tested dietary fibre supplements.

Product (Name) Qty (per 100 g)	Commercial Supplier (Name)	Total Dietary Fibre (%)	Energy (kJ)	Carbohydrates, Sugars (g)	Protein (g)	Total Fat, Saturated Fat (g)	Essential Nutrients (mg) *
Guar gum	Ceres Organics	77.3	743.0	0.5, 0.5	4.7	0.3, 0.0	13.0
Iota-carrageenan	The Melbourne Food Ingredient Depot	76.0	1298.0	76.0, 0.0	0.0	0.0, 0.0	640.0
Xanthan gum	Myprotein	62.0	832.0	78.0, 0.0	3.3	0.0, 0.0	0.0
Psyllium husk	SF Health Foods	80.0	802.0	0.0, 0.0	3.0	3.0, 0.0	79.0
Citrus pectin	Lotus Pantry	55.0	1005.0	30.0, 30.0	0.0	0.0, 0.0	1000.0
Beta-glucan	Blooms Health Products	44.0	1251.0	22.0, 0.0	20.0	5.0, 1.0	1088.0
Apple-fibre pectin	Myprotein	40.0	1850.0	90.0, 40.0	0.0	0.0, 0.0	0.0
Inulin	Myprotein	89.0	848.0	8.0, 8.0	0.0	0.0, 0.0	0.0
Gum Arabic	New Directions Australia	80.0	1339.0	80.0, 0.0	0.0	0.0, 0.0	0.0
Partially hydrolysed guar gum (PHGG)	Healthy Origins	80.0	1691.0	93.0, 13.0	0.0	0.0, 0.0	0.0

\* Essential nutrients are the cumulative Na, Mg, Ca, K, Fe and Zn present in the commercial fibre supplement in mg.

## 2.4 Galactooligossacarídeos (GOS)

Os galactooligossacarídeos (GOS), por sua vez, são ingredientes obtidos a partir do açúcar do leite, ou seja, da lactose, dissacarídeo caracteristicamente composto pelos monômeros galactose e glicose. Assim, para formação dos polímeros de GOS, a lactose do leite é submetida a reações de transgalactosilação, com uso da enzima beta-galactosidase.

Após a inativação da enzima, as reações de transgalactosilação são interrompidas, sendo removidos quaisquer resíduos e impurezas possivelmente presentes, tais como mono e dissacarídeos. As remoções são feitas por processos de adsorção e filtração, garantindo, inclusive, formas mais concentradas e puras de GOS.

Além disso, vale ressaltar que os GOS são polímeros de unidades de galactose, geralmente contendo uma única molécula terminal de glicose, variando em comprimento (de dissacarídeos a octassacarídeos), mas sempre com um tipo específico de ligação glicosídicas do tipo beta entre as unidades monoméricas. Geralmente são ligações do tipo beta 1-4 Gal, beta 1-6 Gal, podendo haver outros tipos como beta 1-2 Glu, beta 1-3 Glu, beta 1-4 Glu, beta 1-6 Glu, beta 1-2 Gal e beta 1-3 Gal.

Com isso, os GOS são ingredientes que podem conter algumas quantidades residuais de mono e dissacarídeos, além dos polímeros, mas ainda indisponíveis para digestão enzimática do trato digestivo humano.

### 3. Cenário internacional

Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa as fibras alimentares são definidas como polímeros de carboidratos não digeríveis e não absorvidos com 3 ou mais unidades monoméricas.

Com relação aos açúcares adicionados, nos Estados Unidos, de acordo com a norma de rotulagem nutricional, *Nutrition Facts label final rule* (Regra final de rotulagem de informações nutricionais), publicada em maio de 2016 pela *Food and Drug Administration* (FDA), é exposto que as frações de mono e dissacarídeos resultantes de processos de hidrólise não devem ser considerados açúcares adicionados (21 CFR 101.9(c)(6)(iii)), visto que não se tem informações precisas de que os açúcares produzidos por meio da hidrólise de carboidratos complexos resulta em um aumento significativo do conteúdo de açúcares no produto final. No entanto, quando um ingrediente é submetido à hidrólise com o objetivo de obter-se frações de mono e dissacarídeos, essas frações devem ser contabilizadas como açúcares adicionados.

No caso das fibras alimentares, para algumas delas, como já apresentado na seção anterior, em seu processo de obtenção é realizada a hidrólise, que pode gerar frações de mono e dissacarídeos. No entanto, a hidrólise feita não é com o objetivo da obtenção desses açúcares, mas sim a produção de fibras alimentares específicas. Desta forma, essas frações de mono e dissacarídeos geradas não são contabilizadas como açúcares adicionados conforme definição da FDA.

Na Europa, a European Food Safety Authority (EFSA) define os açúcares adicionados como sacarose, glicose e frutose, e os hidrolisados de amido, nominalmente xarope de glicose e xarope de alta frutose, sendo que, de acordo com a Regulamento EU nº 1169/2011, artigo 30, item 1b, sobre rotulagem de alimentos, inclusive rotulagem nutricional, é obrigatória apenas a declaração de açúcares totais, não sendo igualmente necessária a declaração de açúcares adicionados no rótulo dos produtos.

Ainda, de acordo com a Opinião Científica da EFSA 2010 sobre os valores diários dietéticos de referência de carboidratos e fibras, a definição de fibras alimentares, estabelece o mínimo de três unidades monoméricas de carboidratos com base na evidência apresentada sobre a não digestibilidade, além das evidências consideráveis sobre a presença desses constituintes nos alimentos e sobre o seu efeito benéfico na microbiota intestinal, sendo que os dissacarídeos não digeríveis, não são ingredientes proeminentes em alimentos

### 4. Estrutura e digestibilidade das fibras alimentares

O tipo de ligação glicosídica presente em ingredientes fonte de carboidratos é definido pelos carbonos envolvidos (indicado por numeração sequencial) e pelas configurações de suas hidroxilas (OH), podendo ser do tipo  $\alpha$  ou  $\beta$ , dependendo da posição do radical hidroxila que participará da ligação e sua orientação em relação espacial na molécula. As enzimas digestivas humanas são capazes de hidrolisar somente certas ligações do tipo  $\alpha$  (1-4 e 1-6) e não são capazes de hidrolisar as ligações do tipo  $\beta$ , encontradas em oligo (com 3 ou mais unidades glicosídicas) e polissacarídeos, caso das fibras

alimentares, consideradas carboidratos não disponíveis, uma vez que não participam do metabolismo energético (Purgatto e Giuntini, 2021).

No caso dos dissacarídeos, eles são digeridos na borda em escova - microvilosidades dos enterócitos - na parede do intestino delgado, pela ação das enzimas maltase, que age sobre a maltose produzindo duas moléculas de glicose, pela sacarase que hidrolisa a molécula de sacarose em glicose e frutose e pela lactase que produzirá glicose e galactose. As ligações  $\alpha$  1-4 são fáceis e totalmente quebradas e seus monômeros rapidamente absorvidos, elevando a glicemia plasmática de forma abrupta (Índice Glicêmico - IG maltose = 105 %; IG glicose = 100 %); enquanto as ligações  $\alpha$  1-6 são também quebradas de forma integral, embora de forma muito mais lenta (velocidade de digestão 4 a 5 menor em relação à sacarose), reduzindo muito a resposta glicêmica (IG isomaltulose = 32 %, por ex.), e consequentemente a resposta de insulina (Purgatto e Giuntini, 2021).

Dados de estudos com animais e humanos indicam que o consumo excessivo de açúcares adicionados aumenta a resistência à insulina e hiperinsulinemia e pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças coronarianas, (DiNicolantonio; O'Keefe, 2017); mas muitos estudos têm demonstrado que a ingestão de amido resistente e frutanos (inulina e FOS), moléculas que também contêm glicose, melhoram os parâmetros relacionados ao controle da glicemia, em função das ligações glicosídicas características dessas moléculas (Purgatto e Giuntini, 2021).

Estudo de revisão envolvendo 33 estudos controlados randomizados (n=1.346 voluntários), concluiu que a suplementação com inulina reduziu significativamente a glicemia e a insulina de jejum, hemoglobina glicosilada (HbA1c) e resistência à insulina (HOMA-IR), o que foi ainda mais acentuado em pacientes com pré-diabetes e com diabetes tipo 2 (Wang et al., 2019b). Meta-análise com 13 estudos caso-controle [n = 428, > 18 anos, Índice de Massa Corporal (IMC)  $\geq$  25] evidenciou que o amido resistente reduziu a glicemia e insulina de jejum, a HbA1c e melhorou os parâmetros de modelo homeostático de avaliação da sensibilidade à insulina (HOMA-S%), e do modelo homeostático da função das células beta (HOMA-B%) em pacientes adultos com sobrepeso e obesidade, além de reduzir HOMA-IR em pacientes com sobrepeso ou obesidade e diabetes (Wang et al., 2019a); (Purgatto e Giuntini, 2021).

O fruto-oligossacarídeo (FOS) ou oligofrutose é um frutano de cadeia curta, composto de 95% de oligossacarídeos com ligação posição  $\beta$ -(2-1) da sacarose, ligações que não são digeridas pelas enzimas humanas e, portanto, não absorvido, e frações de sacarídeos com ligações de 2 a 10 monômeros (Zdunczyk, 2004). O FOS pode ser sintetizado a partir da sacarose por transfrutossilacção, ou por ação enzimática com hidrólise de inulina, molécula que pode ter até 60 unidades monoméricas.

A tolerância digestiva ao FOS depende da quantidade ingerida, da presença de fatores que reduzem sua carga osmótica no intestino delgado e do grau de adaptação da microflora colônica na fermentação desses açúcares. O efeito osmótico desses açúcares é determinado pela concentração de açúcar que sai do estômago e essa concentração depende da quantidade ingerida, mas também de fatores que retardam o esvaziamento gástrico, o tipo de refeição e seu teor de sólidos e viscosidade. A fração fermentada no intestino grosso fornece 8,4 kJ / g (2 kcal) e a perda de energia quando um açúcar é fermentado é de aproximadamente 50%.

Os frutooligosacarídeos obtidos para aplicação na indústria de alimentos, em especial, para fórmulas infantis, geralmente resulta da hidrólise da inulina (extraída da chicória) sendo aplicada a enzima específica inulinase, sendo que por esse processo estes FOS não possuirão unidades de glicose em sua estrutura (Koblitz, 2008).

Ainda, foi observado que o consumo de FOS (25 g) além de estar associado a benefícios de redução de ácidos graxos livres do plasma, beneficiar a glicose no sangue e a sensibilidade à insulina em longo prazo por conta da ação de produtos da fermentação dos FOS - como lactato e SCFA, como acetato, propionato e butirato - também não gerou aumento dos níveis séricos de glicose pós-prandial e frutose, quando comparado ao consumo de sacarose (Costa et al., 2012). Na Tabela 3 estão resumidos outros estudos do efeito do consumo de FOS, constatando que a glicemia não é alterada diante do consumo de FOS, podendo indicar que de fato não há metabolização das frações de açúcares presentes no ingrediente.

**Tabela 3.** Resumo dos Estudos Realizados com consumo de FOS (Costa et al., 2012)

Condições do estudo	Conclusão	Referências
Consumo de 10,6 g de FOS por dia em indivíduos saudáveis	Não detectaram efeitos sobre a glicemia, seja em jejum ou no período pós-prandial	Giacco et al., 2004
Adição de FOS (8g por dia) por 14 dias à dieta de pacientes com diabetes mellitus tipo 2 cuja concentração sérica de glicose estava descontrolada	O exame de sangue em jejum mostrou redução de 8% nos níveis séricos de glicose.	Yamashita et al., 1984
Adição de FOS (15 g por 20 dias) em pacientes com diabetes tipo 2	Não encontraram alterações significativas nos níveis de glicose.	Alles et al., 1996
Consumo de 20 g de FOS por dia em indivíduos saudáveis	Diminuiu a produção hepática de glicose, mas não teve efeito sobre o metabolismo da glicose estimulado pela insulina.	Luo et al., 1996
Suplementação de oligofrutose no peso corporal e nas concentrações de hormônio da saciedade em adultos	A suplementação de oligofrutose tem o potencial de promover perda de peso e melhorar a regulação da glicose em adultos com sobrepeso	Parnell e Reimer, 2009

O consumo de fibras alimentares oriundas da reação de hidrólise dos carboidratos, como, por exemplo, a maltodextrina resistente, apresenta um efeito metabólico de baixa resposta glicêmica e insulinêmica, mesmo com a presença de mono e

dissacarídeos, subprodutos da reação de hidrólise (Sekiza et al., 2001; Wolf et al., 2001) (Tabela 4, Figuras 1 e 2).

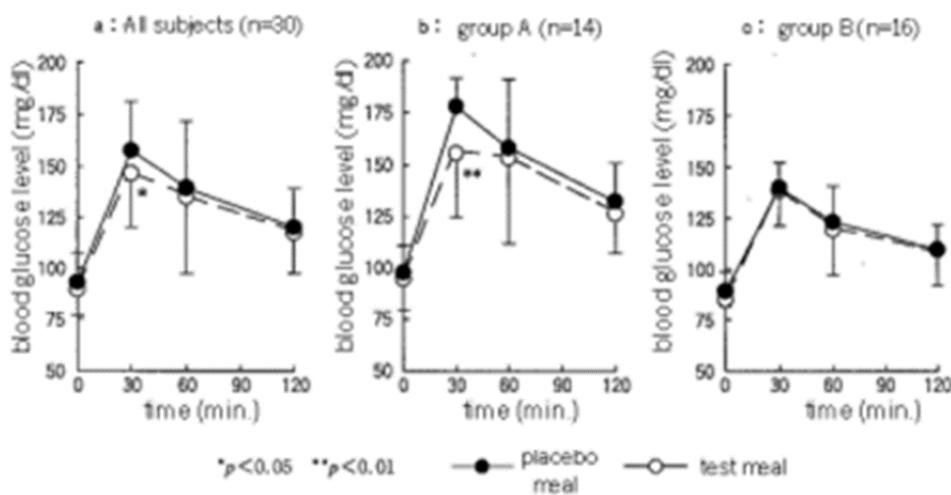
**Tabela 4:** Perfil dos participantes do estudo (Sekiza et al., 2001).

Subjects	Number	Age(y.o.)	Height(cm)	Weight(kg)	Body fat(%)	BMI
All	30	43.0 ± 9.1	164.2 ± 11.8	62.7 ± 11.8	27.7 ± 6.7	23.2 ± 3.2
group A	14	45.2 ± 7.9	167.5 ± 12.3	68.5 ± 11.9	28.4 ± 7.1	24.4 ± 3.2
group B	16	41.1 ± 9.8	161.4 ± 10.9	57.6 ± 9.3	27.1 ± 6.5	22.1 ± 3.0

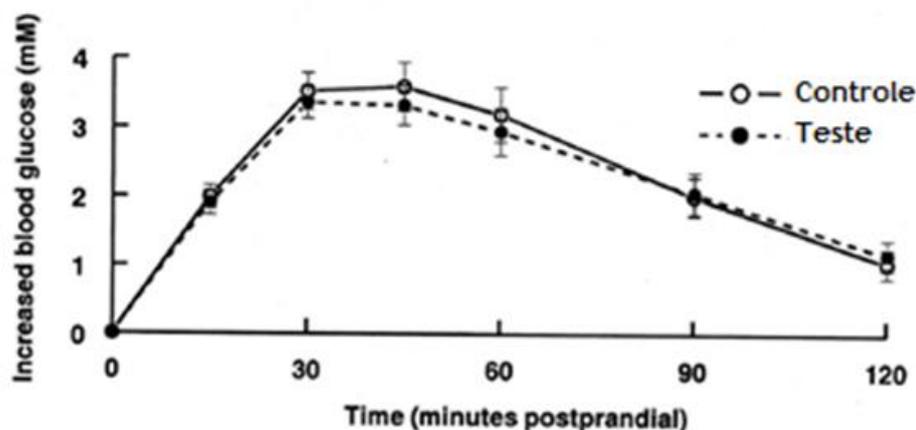
Mean ± SD

group A: group of higher glycaemic response (higher postprandial blood glucose level)

group B: group of lower glycaemic response (lower postprandial blood glucose level)



**Figura 1:** Efeito de arroz contendo dextrina resistente na resposta glicêmica (mg/dL) (Sekiza et al., 2001).



**Figura 2:** Efeito na resposta glicêmica de 30 participantes que receberam 67,5 g de xarope de milho adicionado ou não com 16 g de dextrina resistente. Os valores são dados em média ± desvio-padrão. A glicemia de jejum foi de  $4,65 \pm 0,09$  e  $4,48 \pm 0,08$  mmol/L, para os grupos Controle e Teste, respectivamente. Para conversão de glicose

em “mmol/L” para “mg/dL”, multiplicar por 18,01 (ex.: 6,0 mmol/L=108 mg/dL de glicose) (Wolf et al., 2001).

Por sua vez, os autores Livesey, Geoffrey e Hiroyuki Tagami (2009) conduziram uma meta-análise de estudos controlados e randomizados de 37 estudos que investigaram a atenuação na resposta glicêmica da ingesta combinada de arroz, macarrão, pasteleria, pão e carboidratos refinados, com teor de carboidratos disponíveis variando entre 30 e 173 g com a maltodextrina resistente, tanto em bebidas como em alimentos, na forma líquida ou sólida. Observou-se atenuação percentual significativa, do tipo dose dependente, porém independentemente da quantidade de carboidrato disponível ingerido juntamente com a maltodextrina resistente. A atenuação da resposta glicêmica foi significativa tanto em alimentos sólidos como em bebidas ricas em amido ( $p < 0,001$ ). A dose de 6,0 g de maltodextrina resistente reduziu em cerca de 20%, nas bebidas, e em torno de 10%, nos alimentos sólidos, confirmando um efeito de atenuação na resposta glicêmica estatisticamente significativo em ambas as formas.

Ainda vale lembrar, que esse estudo foi comparativo ao placebo, grupo que consumiu apenas as fontes de carboidratos disponíveis sem a adição de maltodextrina resistente.

A polidextrose, por sua vez, é um polímero com 2 a 120 moléculas de glicose, com pequenas quantidades de sorbitol e ácido cítrico, em cadeia altamente ramificada e ligações aleatórias. Apresenta todas as combinações de ligações glicosídicas possíveis -  $\alpha$ - e  $\beta$ - 1-2; 1-3; 1-4 e 1-6 - com predominância de  $\alpha$  e  $\beta$  1-6. Devido à sua estrutura complexa, essa fibra alimentar não é hidrolisada por enzimas digestivas humanas, chegando no cólon onde é fermentado parcialmente pela microbiota (Röytiö; Ouwehand, 2014), sendo que cerca de 60 % são excretados nas fezes. A reduzida energia produzida (1 kcal/g) pouco impactaria o metabolismo energético e é decorrente dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos pela fermentação parcial e gradual da polidextrose, Os AGCC são utilizados como fonte de energia pelos colonócitos (caso do butirato) e em tecidos periféricos (caso do acetato e propionato) principalmente (Röytiö; Ouwehand, 2014). Estudos com ratos e humanos demonstraram sua capacidade de reduzir picos de glicemia e a insulina pós-prandial (Ramiro do Carmo et al., 2016). Seu índice glicêmico é de  $< 7\%$ , considerando a glicose com IG=100%, o que demonstra que os açúcares decorrentes de sua hidrólise química têm reduzida relevância fisiológica (Purgatto e Giuntini, 2021).

Ainda, já foi demonstrado também que a ingestão diária de polidextrose melhora, sem efeitos adversos, o aspecto fisiológico e as funções do metabolismo, como aumento da absorção de minerais ferro, cálcio e magnésio; aumento na bifidogênese; prevenção e proteção da doença inflamatória intestinal, que foi associada à melhora do estresse oxidativo em células epiteliais intestinais; prevenção e tratamento da obesidade e comorbidades, incluindo redução do risco de doenças cardiovasculares (DCV), diabetes, hipertensão e distúrbios gastrointestinais (diminuição do acúmulo de gordura ectópica e melhora da sensibilidade à insulina e metabolismo da glicose); e auxílio à formação das fezes, redução episódios de constipação e efeito laxativo (Do Carmo et al., 2016).

Os galacto-oligosacarídeos (GOS) são oligossacarídeos não digeríveis, com 1 a 7 unidades de galactose ligadas nas posições  $\alpha$  1-4,  $\beta$  1-3 e  $\beta$  1-6 da glicose ou galactose. Tri a hexassacarídeos com 2 a 5 unidades de galactose (grau de polimerização de 3 a

6) tendem ser os componentes principais de produtos contendo GOS. No entanto, dissacarídeos com galactose ou glicose podem também representar uma proporção significativa dos oligossacarídeos.

Estudos já demonstraram que as enzimas endógenas do trato digestivo humano não hidrolizam as frações de dissacarídeos do GOS. No estudo feito por Ohtsuka e colegas (1990), o amido solúvel, usado como controle, foi hidrolisado pela enzima  $\alpha$ -amilase salivar humana e  $\alpha$ -amilase pancreática de porco, e foi observado um aumento da concentração de açúcar. Em contraste, o GOS não foi digerido e não houve aumento de açúcar foi observado em ambas as condições. Esses resultados indicam que o GOS não é hidrolisado por  $\alpha$ -amilase salivar humana ou  $\alpha$ -amilase pancreática de porco. Já no estudo feito por Chonan e colegas (2004), foram separadas amostras de dissacarídeos (DP-2), trissacarídeos (DP-3) e tetrassacarídeos (DP-4) do GOS e medida a resistência desses sacarídeos às enzimas digestivas em um modelo *in vitro*. As amostras contendo di, tri e tetrassacarídeos não foram digeridas pela  $\alpha$ -amilase salivar humana *in vitro*, pelo suco gástrico artificial e pela  $\alpha$ -amilase pancreática de porco.

Assim, a indigestibilidade e estabilidade de GOS à hidrólise pela  $\alpha$ -amilase da saliva humana foi demonstrado em vários experimentos *in vitro* (Ohtsuka et al., 1990; Watanuki et al., 1996). Isso é porque o GOS, assim como alguns outros oligossacarídeos não digeríveis, tem uma configuração de ligações  $\beta$ , enquanto as enzimas digestivas gastrointestinais humanas são principalmente específicas para ligações  $\alpha$ -glicosídicas. Além disso, a atividade da lactase ( $\beta$ -galactosidase) localizada na membrana da borda em escova do intestino delgado, que tem o potencial de digerir GOS, geralmente é fraco e muitas vezes deficiente (Sako et al., 1999).

Table 1. Profiles of Subjects in Single-dose Test

Subjects	Number	Age(y.o.)	Height(cm)	Weight (kg)	Body fat(%)	BMI
All	30	43.0 $\pm$ 9.1	164.2 $\pm$ 11.8	62.7 $\pm$ 11.8	27.7 $\pm$ 6.7	23.2 $\pm$ 3.2
group A	14	45.2 $\pm$ 7.9	167.5 $\pm$ 12.3	68.5 $\pm$ 11.9	28.4 $\pm$ 7.1	24.4 $\pm$ 3.2
group B	16	41.1 $\pm$ 9.8	161.4 $\pm$ 10.9	57.6 $\pm$ 9.3	27.1 $\pm$ 6.5	22.1 $\pm$ 3.0

Mean  $\pm$  SD

group A: group of higher glycaemic response (higher postprandial blood glucose level)

group B: group of lower glycaemic response (lower postprandial blood glucose level)

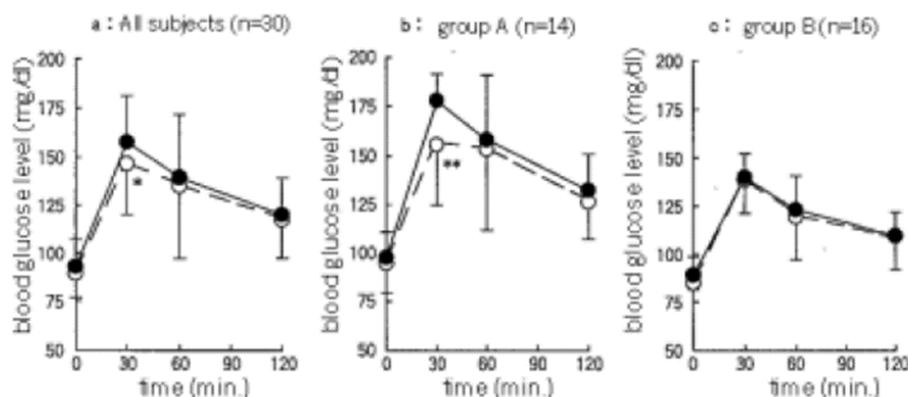


Fig.1 Effect of semi-aseptic packaged rice containing indigestible dextrin on postprandial blood glucose level

\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$  ● placebo meal ○ test meal

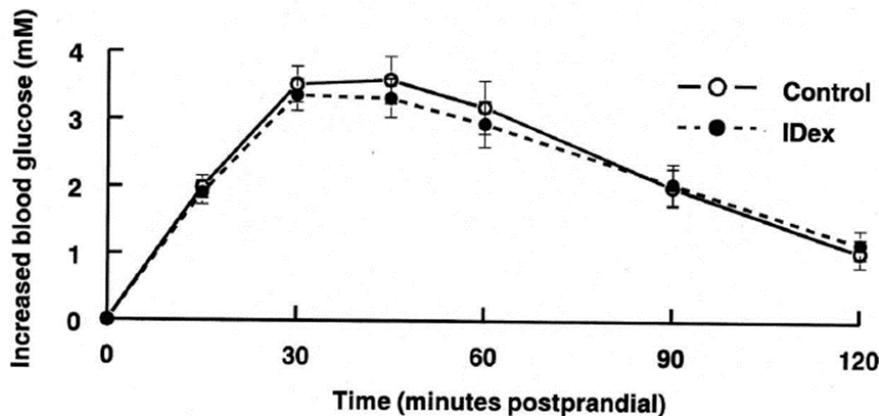


Fig. 1. Incremental change from baseline in capillary blood glucose response for 30 subjects consuming 67.5 g of corn syrup solids with or without 16 g of supplemental indigestible dextrin. Values are mean  $\pm$  SEM. Fasting blood glucose concentrations were  $4.65 \pm 0.09$  and  $4.48 \pm 0.08$  mmol/L for Control and IDex, respectively. To convert glucose mmol/L to mg/dl, multiply mmol/L by 18.01. Glucose of 6.0 mmol/L = 108 mg/dl.

## 5. Conclusão

A nova definição de fibras alimentares estabelecida pela RDC nº 429/2020 vai ao encontro do determinado no cenário internacional e com as informações científicas pertinentes sobre a ocorrência desses ingredientes.

No entanto, a definição de açúcares adicionados que considera, os açúcares resultantes da hidrólise para obtenção de fibras alimentares e que fazem parte da estrutura dessas fibras como “adicionados” para identificação no rótulo, além de não ter alinhamento com as definições internacionais de referência, não traz benefícios ao consumidor. Ao contrário, tal informação pode gerar confusão sobre a real qualidade do produto adicionado de fibras alimentares, cuja ingestão pela população brasileira já não atinge as recomendações nutricionais. Ainda, para indivíduos portadores de diabetes, estes passariam a evitar certos tipos de alimentos por ter a declaração de “açúcares adicionados”, sendo que, na realidade, o consumo de fibras alimentares é demonstrado como benéfico por esses indivíduos, inclusive com relação às fibras que podem ter frações de mono e dissacarídeos em suas estruturas.

Outra provável consequência seria a diminuição da oferta de alimentos adicionados de fibras alimentares à população, uma vez que os fabricantes não desejariam ter elencado em seus produtos a notação “açúcares adicionados”, principalmente em produtos associados a um produto cujo objetivo é entregar um perfil nutricional mais adequado e saudável com a adição de fibras alimentares. A longo prazo, esta diminuição da oferta de produtos com fibras alimentares poderia trazer consequências negativas para a população brasileira, com impacto ainda maior sobre pacientes diabéticos que, de fato, necessitam destes constituintes e podem acabar por diminuir sua ingestão ao lerem uma informação no rótulo que lhes cause entendimento incorreto.

## Do pedido

Assim, ressalta-se a importância de um diálogo sobre o assunto antes da implementação da norma de rotulagem nutricional (RDC nº 429/2020) e a reconsideração dos esclarecimentos apresentados acerca das frações de mono e dissacarídeos do FOS e inulina no documento de Perguntas e Respostas, visando apresentar informações claras ao consumidor.

## Referências bibliográficas

Chonan O, Shibahara Sone H, Takahashi R, Ikeda, M, Kikuchi Hayakawa H, Ishikawa F, Kimura K, Matsumoto K (2004). Undigestibility of galactooligosaccharides. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology.

Costa, GT; Guimarães, SB; Sampaio, HAC. Fructo-oligosaccharide effects on blood glucose. An overview. Acta Cirúrgica Brasileira - Vol. 27 (3) 2012 - 279

DiNicolantonio JJ, O'Keef JH. Added sugars drive coronary heart disease via insulin resistance and hyperinsulinaemia: a new paradigm. Open Heart. 2017; 4:e000729.

Do Carmo, MMR et al. 2. Polydextrose: Physiological Function, and Effects on Health. Nutrients 2016, 8, 553; doi:10.3390/nu8090553

EFSA. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal 2010; 8(3):1462

EFSA. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to resistant maltodextrin and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 796), maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 2927), maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 2927) and changes in bowel function (ID 797) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 2011; 9(4):2070

EFSA. Scientific Opinion on Polydextrose and maintenance of normal defecation: evaluation of a health claim pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 2016; 14(5):4480

EU European Food Safety Authority. REGULATION (EU) No 1169/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Oct 2011.

Koblitz, MGB. Bioquímica de Alimentos: Teoria e aplicações Práticas. Guanabara Koogan. 2008. P. 68

Ohtsuka, K., Tsuji, K., Nakagawa, Y, Ueda, H., Ozawa, O., Uchida, T., & Ichikawa, T. (1990). Availability of 4@-galactosyllactose (O-beta-D-galactopyranosyl-(1-4)-O-beta-D-galactopyranosyl-(1-4)-Dglucopyranose) in rat. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 36, 265-276

Purgatto E, Giuntini EB. Centro de Pesquisa em Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêutica da Universidade de São Paulo. Documento técnico acerca considerações sobre discriminação de açúcares adicionados na informação nutricional. Dez 2021.



Röytiö H, Ouwehand AC. The fermentation of polydextrose in the large intestine and its beneficial effects. *Beneficial Microbes*. 2014;5(3):305-14.

Sako, T., Matsumoto, K., and Tanaka, R. (1999). Recent progress on research and applications of non-digestible galactooligosaccharides. *International Dairy Journal* 9, 69-80.

SEKIZA, K.; YONEZAWA, S. Efficacy of packed boiled rice containing indigestible dextrin on moderating the rise of postprandial blood glucose, levels, and safety of long-term administration. *J. Nutritional Food*, 2001, 4 (3) 81-88.

Suresh, H., Ho, V., & Zhou, J. Rheological Characteristics of Soluble Fibres during Chemically Simulated Digestion and Their Suitability for Gastroparesis Patients. *Nutrients* 2020, 12, 2479, pp. 1-21

U.S. Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration (FDA). Food Labeling: Revision of the Nutrition and Supplement Facts Labels - Final Rule. May 2016.

U.S. Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration (FDA). Nutrition and Supplement Facts Labels: Questions and Answers Related to the Compliance Date, Added Sugars, and Declaration of Quantitative Amounts of Vitamins and Minerals: Guidance for Industry. Dec 2019.

Wang Y, Chen J, Song Y-H et al. Effects of the resistant starch on glucose, insulin, insulin resistance, and lipid parameters in overweight or obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Diabetes*. 2019a;9:19.

Wang L, Yang H, Huang H et al. Inulin-type fructans supplementation improves glycemic control for the prediabetes and type 2 diabetes populations. *J Transl Med*. 17: 410, 2019b.

Watanuki, M., Wada, Y., & Matsumoto, K. (1996). Digestibility and physiological heat of combustions of b1-4 and b1-6 galacto-oligosaccharides in vitro. *Annual Reports of the Yakult Central Institute for Microbiological Research*, 16, 1-12.

Zdunczyk, Z. Physiological Effect of Low Digestible Oligosaccharides in Diets for Animals and Humans. *Pol. J. Food Nutr. Sci*. 2004, Vol. 13/54, SI 1, pp. 115-130.