

# BEBIDAS AÇUCARADAS E GLICÉMIA

Susana GUERREIRO, Manuel ALÇADA, Isabel AZEVEDO

## RESUMO

A obesidade está em progressivo aumento em todo o mundo, afectando mais marcadamente pessoas sujeitas a uma mudança rápida entre uma forma de vida tradicional e outra com alta ingestão de alimentos ricos em energia (açúcares e gorduras) e baixo nível de actividade física. O índice glicémico (IG) foi um conceito introduzido como forma de classificar fisiologicamente os glicídeos presentes nos alimentos, através da quantificação da resposta glicémica pós-prandial. Tendo em conta a relevância nutricional do actual consumo de sumos e refrigerantes, este será um ponto importante de discussão na obesidade e em todas as morbilidades associadas.

O estudo teve como objectivo calcular o IG de algumas bebidas com importância no contexto português. Assim, a variação da glicemia ao longo de duas horas, após ingestão de Frutis de maçã®, Frutea de pêssego®, Frutea Green tea®, chá verde, chá preto, infusão de tremoço, infusão de rooibos, solução de raftilose e solução de farelo foi determinada numa população caucasiana com indivíduos de ambos os sexos e na mesma faixa etária (17 a 24 anos). Através deste estudo, verificou-se que o índice glicémico do Frutis de maçã® era de 54,3 caracterizando-se, assim, como uma bebida de baixo índice glicémico; o Frutea Green tea® apresentou um índice glicémico de 64,7, enquadrando-se na qualificação de bebida de índice glicémico moderado, enquanto o Frutea de pêssego® apresentou um índice glicémico de 86,6 (IG elevado). O chá verde, o chá preto, a infusão de rooibos e a infusão de tremoço (edulcorados com 25 g de glicose) não alteraram significativamente os níveis de glicemia por comparação com a bebida de referência (água com 25 g de glicose). O mesmo se verificou na solução de raftilose e farelo.

O conhecimento do valor do IG tem como função ajudar na escolha da quantidade e tipo de glicídeos a consumir para a manutenção da saúde. Antes considerado apenas com interesse nutricional para indivíduos diabéticos, actualmente o IG é um parâmetro útil a ter em conta no padrão alimentar saudável. O estudo foi realizado por estudantes, que observaram a evolução de glicemia neles próprios após a ingestão das bebidas. Assim, para além da informação obtida sobre o IG das várias bebidas, o trabalho de investigação permitiu-lhes constatar a significativa subida de glicemia em relação ao nível basal, que se teria mantido se a bebida fosse água ou outra não açucarada.

S.G., M.A., I.A.: Departamento de Bioquímica (U38-FCT). Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Porto

© 2010 CELOM

## SUMMARY

### SUGARY DRINKS AND GLYCEMIA

Obesity prevalence is increasing all over the world. Most affected are people changing from a traditional lifestyle to an environment with both availability of high energy diet and less physical activity. Glycemic index (GI) is a measure of dietary glyceic carbohydrates, representing their ability to raise blood glucose concentrations. It refers to the postprandial blood glucose response expressed as a percentage of the response to a reference food (glucose or white bread) containing the same carbohydrate content. Given the present high consumption of sugary drinks, the putative contribution of these products to obesity deserves investigation.

The aim of this study was to determine the GI of some drinks from the Portuguese market. Postprandial glycemia after ingestion of apple Frutis®, peach Frutis®, Green tea Frutea®, green tea, black tea, lupin infusion, rooibos infusion, raftilose solution or bran solution

has been determined for two hours in a caucasian population of young adults of any sex, 17 to 24 years of age.

Apple Frutis® GI was found to be 54.3, i.e., a low GI; Frutea Green tea® had a GI of 64.7, considered as a moderate GI; peach Frutis® showed a high GI, 86.6. Green and black teas as well as rooibos and lupin infusions, all with added glucose (25 g), did not change glycemic response in comparison with the reference solution (water with 25 g glucose). No differences were seen after rafterose and bran solutions by comparison with the reference solution.

GI information may help the choice of carbohydrates to include in a healthy diet. Formerly considered as a parameter of interest to diabetic patients, it may actually interest anybody concerned with a healthy diet.

This study has been performed by medical and nutritional science students, who observed glycemic excursions in themselves, after drink ingestion. This experiment allowed them to see the impressive rise of glycemia after ingestion of a sugary drink, by comparison with basal levels which would not rise if plain water or other non-sugary drink had been ingested.

## INTRODUÇÃO

A obesidade está em progressivo aumento em todo o mundo<sup>1</sup>, afectando mais marcadamente pessoas sujeitas a uma mudança rápida de estilos de vida, com alta ingestão de alimentos ricos em energia (açúcares e gorduras) e baixo nível de actividade física<sup>2-5</sup>.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que um bilião de pessoas em todo o mundo tenha excesso de peso e que, destas, 300 milhões sejam obesas. Paradoxalmente, a doença já existe em países em que a subnutrição é a regra. A mudança de comportamentos e os novos hábitos alimentares nos países desenvolvidos são entendidos como causas do forte aumento de incidência da doença. O mesmo estudo da OMS diz que a obesidade é responsável por 2% a 6% das despesas de saúde em vários países desenvolvidos. Estes números não mostram, contudo, a verdadeira dimensão do problema, visto que à obesidade estão associadas alterações patológicas tais como a resistência à insulina, hiperinsulinemia, diabetes *mellitus*, dislipidemia e hipertensão arterial, que, no seu conjunto, constituem a síndrome metabólica<sup>6-9</sup>. Por se tratar dum factor de risco para doenças cardiovasculares<sup>10-14</sup>, e ainda pelo aumento do risco de doenças biliares<sup>15</sup>, perturbações respiratórias<sup>16,17</sup>, osteoarticulares<sup>14,18,19</sup> e neoplásicas<sup>20-22</sup>, tem levado a uma concentração de atenção e esforço investigacional no sentido de compreender, tratar e idealmente prevenir este problema da sociedade actual<sup>23-25</sup>. Só na Europa, as doenças relacionadas com a obesidade provocam a morte de cerca de 320 mil pessoas por ano.

A obesidade é considerada uma doença crónica resultante da acumulação excessiva de tecido adiposo com génese multifactorial, interacção entre factores genéticos, bioquímicos, hormonais, culturais e comportamentais. Assim, a obesidade é considerada uma doença complexa na medida em que é uma condição com várias dimensões, sociais e psicológicas, afectando potencialmente pessoas de todas as idades e grupos socio-económicos.

A prevalência de obesidade no nosso País é estimada, nos adultos, em 13% para o sexo masculino e em 15% para o sexo feminino. A Direcção-geral de Saúde estima que, se nada se fizer para prevenir a obesidade, cerca de 50% da população portuguesa poderá ser obesa em 2025. Um estudo realizado pela Associação Portuguesa de Economia da Saúde revela que uma proporção considerável das despesas de saúde em Portugal se destina ao tratamento de doenças relacionadas com a obesidade.

Os benefícios na saúde de indivíduos obesos, conseguidos através da perda intencional de peso, principalmente se mantida a longo prazo, podem manifestar-se na saúde em geral, na melhoria da qualidade de vida, na redução da mortalidade e na melhoria das doenças crónicas associadas, com especial destaque para a diabetes *mellitus* tipo 2. Assim, de entre os principais factores de risco individuais a combater destacam-se, além do sedentarismo, a alimentação inadequada, o que obriga a uma especial atenção e intervenção, não apenas no que diz respeito a acções que evitam a doença como também a todos os cuidados que promovem o seu tratamento. Os objectivos terapêuticos a atingir na obesidade obrigam à adopção de medidas integradas e complementares, nomeadamente no

$$\text{Índice glicémico (\%)} = \text{AUC}_{(\text{do alimento teste})} / \text{AUC}_{(\text{do alimento controlo})} * 100$$

Fig. 1 – Fórmula do cálculo do índice glicémico de um alimento. AUC = área sob a curva da resposta glicémica após ingestão de uma quantidade pré-estabelecida de glicídeos (25 g a 50 g)

âmbito da redução do excesso de peso e da obesidade, da prevenção e tratamento das morbilidades associadas, redução da mortalidade e na prevenção primária para os familiares.

Jenkins et al introduziram, há mais de vinte anos, o conceito de índice glicémico (IG), como forma de classificar fisiologicamente os glicídeos presentes nos alimentos através da quantificação da resposta glicémica pós-prandial<sup>26</sup>. Em 1997, OMS e FAO (*Food and Agriculture Organization*) reviram as novas pesquisas disponíveis sobre a importância dos glicídeos na nutrição e, conseqüentemente, na saúde humana. O comité apoiou o uso do IG como método de classificação de alimentos ricos em glicídeos e recomendou que os valores de IG nos alimentos deveriam ser usados em conjugação com a restante informação sobre a composição nutricional do alimento<sup>26</sup>. Apesar dos inícios controversos, presentemente o IG é largamente reconhecido e considera-se a sua informação nutricionalmente relevante. O índice glicémico dum alimento (figura 1) é definido como a área sob a curva da resposta glicémica após ingestão de uma quantidade pré-estabelecida de glicídeos (25 g a 50 g) desse alimento relativamente à área da resposta após ingestão da mesma quantidade glicídica do alimento controlo (glicose ou pão branco)<sup>26</sup>. Este IG tem-se mostrado mais útil do ponto de vista nutricional comparativamente à informação sobre apenas a quantidade de glicídeos<sup>1</sup>.

De acordo com a classificação de Brand-Miller<sup>27</sup>, valores de IG acima de 70 são considerados IG altos e abaixo de 55 baixos. Fisiologicamente, isto significa que para um IG elevado os glicídeos do alimento provocam uma elevação da quantidade de glicose no sangue rápida e alta. Em contrapartida, valores inferiores a 55 estão associados a IG baixos, provavelmente porque a absorção destes glicídeos é mais lenta, repercutindo-se lentamente na glicémia (Quadro 1).

A actual alimentação ocidental é produto da industrialização baseada em vários processos: pasteurização, este-

rilização, refrigeração, congelamento e desidratação. A oferta de alimentos relativamente baratos, apetitosos e razoavelmente seguros é grande. Infelizmente, esse empenho pela excelência numa área gerou problemas inesperados noutra. O nosso organismo digere e absorve rapidamente os glicídeos básicos de hoje, inclusive o pão comum.

A hiperglicémia e conseqüentes hiperinsulinemias tornaram proporções epidémicas. Porque o IG compara a qualidade dos glicídeos, tendo em conta que muitas vezes as quantidades de alimento para a comparação com o alimento de referência são muito diferentes (para igual quantidade de glicídeos), surge a necessidade de definir carga glicémica (CG). Trata-se dum valor que resulta de uma correcção no IG<sup>26</sup>. A carga glicémica (figura 2) é igual ao produto do valor de IG do alimento pela quantidade de glicídeos presente numa porção da dieta (Quadro 1).

$$\text{Carga glicémica} = \frac{\text{IG}_{(\text{alimento})} \times \text{quantidade de glicídeos}}{100}$$

Fig. 2 – Cálculo da carga glicémica de um alimento por 100 g ou porção normalmente ingerida na dieta

O IG e a CG são dois conceitos a ter em conta na escolha da quantidade e do tipo de glicídeos para a manutenção da saúde. Antes considerados importantes somente para diabéticos, actualmente o IG e a CG são uma ferramenta útil para todos os que querem uma vida saudável.

Níveis glicémicos pós-prandiais elevados podem diminuir as concentrações do colesterol-HDL no sangue, aumentar a trigliceridemia, e tornar-se directamente tóxicos por aumentarem a glicação das proteínas, gerar stresse oxidativo e causar hipercoagulação<sup>26</sup>.

Existe uma tendência crescente para o consumo de refrigerantes açucarados<sup>28</sup>. Por outro lado, o consumo de chá verde e chá preto tem vindo a aumentar, uma vez que existe evidência científica sobre os efeitos protectores da infusão obtida de folhas da planta *Camelia sinensis* e de vários dos seus componentes em relação a algumas patologias, nomeadamente cardiovasculares<sup>29,30</sup>. Estas bebidas, conhecidas e consumidas há centenas de anos, possuem uma grande abundância em compostos polifenólicos (dos quais se destacam as catequinas, as epicatequinas, as epigalocatequinas e os seus galatos) e xantinas (teofilina e cafeína)<sup>31,32</sup>.

A indústria tem por objectivo inovar nos seus produtos, de forma a cativar a atenção do consumidor. O facto de

Quadro 1 – Índice glicémico e Carga glicémica, adaptado da referência<sup>27</sup>

|                         | Baixo(a) | Médio(a)  | Alto(a) |
|-------------------------|----------|-----------|---------|
| Classificação do Índice | ≤ 55     | ≥ 56-69 ≤ | ≥ 70    |
|                         | ≤ 10     | ≥ 11-19 ≤ | ≥ 20    |

existir evidência sobre os efeitos protectores da fibra alimentar em relação a algumas patologias, nomeadamente metabólicas (que, por sua vez, se relacionam com as cardiovasculares) e oncológicas<sup>1,25,33,34</sup>, levou recentemente ao aparecimento no mercado de bebidas com fibras.

Os benefícios nutricionais de diferentes alimentos são variados, e é aconselhável que se baseiem as escolhas alimentares no conteúdo nutricional geral do alimento e bebida, levando em consideração particularmente o seu teor de gordura saturada, sal, fibras e o seu IG.

## OBJECTIVO

Decidimos, assim, avaliar o índice glicémico de algumas bebidas consumidas diariamente em Portugal. Escolhemos produtos de mercado já preparados como: o Frutis de maçã<sup>®</sup>, o Frutea de pêssego<sup>®</sup> e Frutea Green tea<sup>®</sup>. Por outro lado, seleccionaram-se algumas infusões de: *Camellia Sinensis* (chá verde e chá preto), *Aspalathus linearis* (rooibos) e *Lupinus* (tremoço). Outro objectivo do trabalho foi avaliar o efeito de fibras solúveis (rafitlose) e insolúveis (farelo) na resposta glicémica a uma solução de glicose.

## MATERIALE MÉTODOS

### Desenho do estudo

Participaram neste estudo 203 voluntários, caucasianos, saudáveis, com idades entre os 17 e 24 anos, alunos do primeiro ano da Faculdade de Medicina e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. As experiências coincidiram com os horários das aulas laboratoriais da disciplina de Bioquímica. Realizou-se um inquérito a cada voluntário antes do início da experiência, de forma a avaliar alguns parâmetros que poderiam influenciar a resposta glicémica (hora e conteúdo da refeição anterior, realização de exercício físico e consumo de medicamentos), registando-se também os antecedentes familiares (diabetes, obesidade, hipertensão, doença da tireóide e doença cardiovascular).

### Regime alimentar

Por forma a diminuir a influência da dieta nos resultados, no dia da experiência os voluntários seguiram uma dieta estabelecida de acordo com a hora da experiência:

- Os voluntários das 8h30 tomaram um pequeno-almoço estandardizado, antes das 7h30, composto de uma chávena (cerca de 150 mL) de leite meio gordo, sem açúcar, ou um iogurte natural, sem açúcar, e um pão com fiambre ou queijo (sem doce).

- Os voluntários das 14h00 tomaram um almoço estandardizado, antes das 13h00, composto de uma chávena (cerca de 150 mL) de leite meio gordo, sem açúcar, ou um iogurte natural, sem açúcar, e um pão com fiambre ou queijo (sem doce).

- Os voluntários das 16h30 tomaram um almoço ligeiro, sem doce e acompanhado de água, antes das 13h00. Tomaram um lanche estandardizado, antes das 15h30, composto de 1 chávena (cerca de 150 mL) de leite meio gordo, sem açúcar, ou um iogurte natural, sem açúcar, e um pão com fiambre ou queijo (sem doce).

Em todos os casos, na véspera e no dia da experiência a ingestão de bebidas alcoólicas foi evitada.

### Doseamento da glicemia

Colheram-se amostras de sangue capilar por picada no dedo do indivíduo antes da ingestão da bebida teste, equivalente a 25 g de glicose (ver quadro 2), e 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos e 120 minutos depois para análise da glicemia. A bebida foi ingerida num período máximo de cinco minutos. A glicemia foi medida por um glicosímetro *OneTouch Ultra* da *Johnson & Johnson company*, que determina a oxidação da glicose pela desidrogenase da glicose. A área sob a curva (AUC) foi calculada geometricamente como o incremento da área sob a curva de concentração de glicose no sangue ao longo do tempo. Somente a área acima da concentração antes da ingestão da bebida foi incluída.

NOTA: Numa semana o voluntário bebeu água com glicose (o seu próprio controlo) e noutra semana uma das bebidas em estudo.

### Preparação das infusões e soluções

Na preparação das infusões adicionou-se a uma saqueta de chá verde (1,40 g), chá preto (1,40 g) ou rooibos (1,75 g) 250 mL de água Vitalis<sup>®</sup> a ferver. O tempo de infusão foi de cinco minutos, três minutos e cinco minutos respectivamente. Para a preparação da infusão de tremoço, pesou-se 70 g de semente de tremoço, que macerou em água fria durante 24 h e posteriormente colocaram-se as sementes (rejeitando o macerado) num litro de água sobre uma placa de aquecimento, a 100 °C, durante uma hora.

As soluções de rafitlose (fibra solúvel) e farelo (fibra insolúvel) foram preparadas por adição de 7,5 g da respectiva fibra a 200 mL de água com 25 g de glicose.

A bebida controlo era uma solução que continha 25 g de glicose em 200 mL de água Vitalis<sup>®</sup>.

### Cálculos e estatística

Os dados foram processados no Microsoft<sup>®</sup> Excel (2003) e posteriormente tratados no SPSS<sup>®</sup> (12.0). As áreas sob a

Quadro 2 – Bebidas utilizadas na experiência, volume de bebida correspondente a 25 g de glicídeos, quantidade de glicose adicionada e marca da bebida

| Bebidas Testadas                                    | Volume a beber (mL) | Glicose adicionada (g) | Marca da bebida |
|---|---------------------|------------------------|-----------------|
| Controlo  | 200                 | 25                     |                 |
| Frutis Natura maçã® 100%                            | 236                 | sem açúcar adicionado  | UNICER          |
| Frutea de pêsego®                                   | 384                 | sem açúcar adicionado  | UNICER          |
| Frutea de Green tea® com aroma de papaia e maracujá | 304                 | sem açúcar adicionado  | UNICER          |
| Chá verde   | 200                 | 25                     | Tetley          |
| Chá preto   | 200                 | 25                     | Tetley          |
| Infusão de rooibos                                  | 200                 | 25                     | POMPADOUR       |
| Infusão de tremçoço                                 | 200                 | 25                     |                 |
| Solução de raffilose                                | 200                 | 25                     |                 |
| Solução de farelo                                   | 200                 | 25                     |                 |

curva de glicémia após ingestão da bebida foram obtidas através do programa GraphPad Prism® (3.0). A análise estatística foi efectuada utilizando o teste de Mann-Whitney e o teste t-Student. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas para valores de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

### Caracterização dos voluntários

Para este estudo validaram-se 174 voluntários caucasianos, saudáveis, com idades compreendidas entre 17 e 24 anos que apresentavam um Índice de Massa Corporal (IMC) entre 20 e 25 Kg/m<sup>2</sup>, que se enquadra no padrão de peso normal (Quadro 3).

Eliminaram-se dos 203 voluntários iniciais os que apresentaram valores de glicemia ao tempo zero superiores a 110 mg/dL ou valores de glicémia após 120 minutos da ingestão de bebida com um erro de mais ou menos 10 mg/dL relativamente ao valor obtido para a glicemia ao tempo zero.

### Efeito das bebidas na variação da glicémia ao longo do tempo

Os valores de glicémia basal, antes de ingestão de bebida, foram independentes do sexo, da hora a que foi efec-

tuado o ensaio e do índice de massa corporal. Através deste estudo foi possível observar a variação dos níveis de glicose após ingestão da bebida num tempo máximo de 120 minutos. No quadro 4 pode observar-se que os valores de glicémia após a ingestão de água com 25 g de glicose (controlo), tais como os observados após a ingestão de bebidas teste apresentavam, aos 30 minutos, um aumento estatisticamente significativo, que corresponde ao pico máximo da curva glicémica, acompanhado de um aumento da dispersão dos resultados, resultante da variabilidade individual da população estudada. Ao fim de 90 minutos, os valores de glicémia já se aproximavam do valor inicial e após 120 minutos eram praticamente idênticos àquele.

Na figura 3 pode verificar-se que a curva glicémica correspondente ao Frutis de maçã® apresenta valores inferiores aos correspondentes ao Frutea de pêsego® e Frutea Green tea®. No entanto, a glicémia após ingestão destas bebidas apresenta uma evolução semelhante entre o tempo zero e 60 minutos e algumas diferenças a partir do tempo 60 até 120 minutos, apesar de não serem estatisticamente significativas. Por sua vez, as curvas glicémicas correspondentes ao chá verde e ao chá preto são muito semelhantes à da água com glicose. No entanto, 30 minutos após a ingestão do chá preto, o nível

glicémico é inferior ao obtido para o chá verde e à medida que se avança no tempo, os níveis de glicose no sangue decrescem mais lentamente para o chá preto do que para o chá verde.

Quadro 3 – Caracterização da população em estudo de acordo com a idade, peso, altura e IMC. Os resultados representam a média (desvio padrão) para o respectivo n

| Nº de voluntários | Sexo | Idade      | Peso (kg)  | Altura (m) | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|------|------------|------------|------------|--------------------------|
| 122               | F    | 18,7 (1,7) | 56,2 (6,2) | 1,7 (0,1)  | 20,5 (2,6)               |
| 52                | M    | 18,8 (1,4) | 73,4 (9,1) | 1,8 (0,1)  | 22,9 (2,3)               |

Quadro 4 – Valores de glicémia média (mg/dL) após ingestão das bebidas em estudo

| Tempo (min)                                     | n   | Glicémia (mg/dL)      |                |                |                |             |  |  |  |  |  |
|---|-----|-----------------------|----------------|----------------|----------------|-------------|--|--|--|--|--|
|   |     | Média (Desvio padrão) |                |                |                |             |  |  |  |  |  |
|   |     | 0                     | 30             | 60             | 90             | 120         |  |  |  |  |  |
| Frutea Green tea®                               | 15  | 92,5 (10,7) *         | 132,3 (18,4)   | 103,5 (19,3) * | 90,5 (13,7)    | 84,9 (10,3) |  |  |  |  |  |
| Frutis de maçã®                                 | 18  | 88,6 (5,6)            | 123,7 (21,0) * | 94,7 (14,3) *  | 86,5 (8,4) *   | 82,5 (7,3)  |  |  |  |  |  |
| Frutea de pêssego®                              | 23  | 92,4 (10,5)           | 134,0 (20,4)   | 105,1 (18,7) * | 93,5 (14,5)    | 87,7 (8,9)  |  |  |  |  |  |
| Chá verde                                       | 17  | 86,4 (7,6)            | 143,9 (25,8)   | 109,6 (25,0)   | 89,2 (22,8)    | 80,9 (6,4)  |  |  |  |  |  |
| Chá preto                                       | 20  | 89,8 (9,5)            | 138,4 (21,0)   | 117,8 (29,2)   | 102,0 (29,3) * | 91,8 (17,0) |  |  |  |  |  |
| Infusão de Rooibos                              | 22  | 85,1 (7,0)            | 135,1 (20,0)   | 125,6 (28,6)   | 93,0 (19,8)    | 82,8 (12,9) |  |  |  |  |  |
| Infusão de Tremoço                              | 15  | 86,0 (8,3)            | 129,1 (17,4)   | 109,4 (22,1)   | 88,5 (12,7)    | 83,8 (12,9) |  |  |  |  |  |
| Solução de Farelo                               | 17  | 84,6 (6,8)            | 143,4 (27,4)   | 122,4 (37,6)   | 92,2 (14,7)    | 84,9 (10,4) |  |  |  |  |  |
| Solução de Raffilose                            | 27  | 85,2 (7,0)            | 146,5 (19,5) * | 119,6 (21,8)   | 91,2 (14,3)    | 83,3 (10,9) |  |  |  |  |  |
| <b>Controlo<sub>global</sub> (glicose 25 g)</b> | 174 | 86,1 (8,4)            | 139,0 (20,0)   | 119,2 (25,3)   | 92,3 (18,0)    | 82,6 (12,9) |  |  |  |  |  |

\* Diferenças estatisticamente significativas relativamente à bebida de referência ( $p < 0,05$ ).

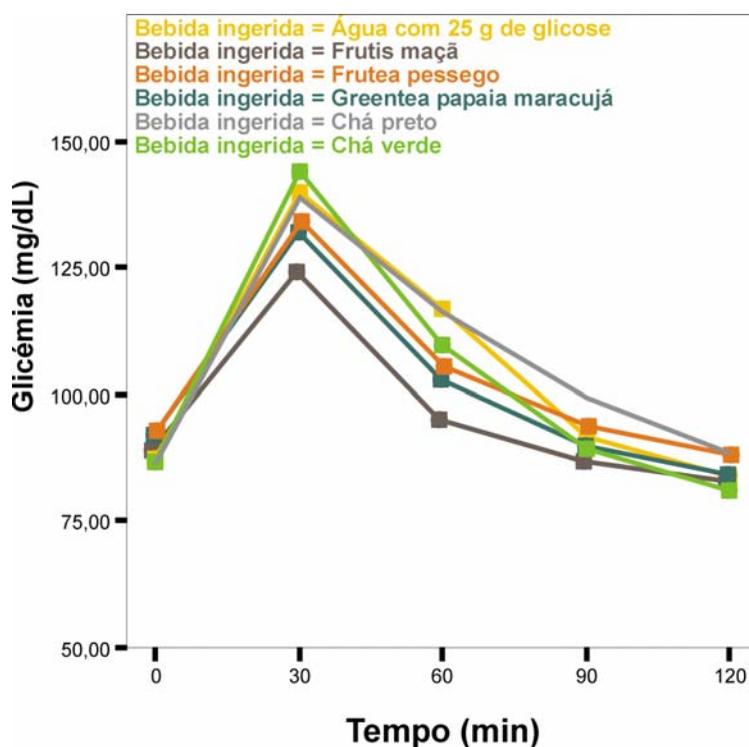


Fig. 3 – Curvas de glicémia ao longo do tempo após ingestão de Frutis maçã®, Frutea pêssego®, Frutea greentea®, chá preto, chá verde e controlo. Os resultados representam a média dos valores de glicémia obtidos nos indivíduos para os diferentes tempos de medição (dados baseados no quadro 4)

Na figura 4 pode ver-se que a curva glicémica após a ingestão de solução de raffilose ou farelo é semelhante à da bebida controlo. No entanto, os picos correspondentes aos 30 minutos apresentam valores superiores ao do controlo. No caso da infusão de rooibos e de tremoço, as curvas da glicémia apresentam uma evolução semelhante à da bebida controlo, mas com valores inferiores aos 30 minutos.

Através das curvas de glicémia individuais, como as representadas no gráfico das figuras 3 e 4, calculou-se a área sob a curva (calculada geometricamente por aplicação da regra dos trapézios) para cada uma das bebidas teste e situação controlo, ou seja, área sob a curva da glicémia. Quando os valores de glicose desciam abaixo da linha de base, indicada pelo valor inicial de glicose no sangue ao tempo zero, somente a área acima foi incluída. Assim, no quadro 5 pode observar-se que as glicémias após ingestão de chá verde ou chá preto apresentam valores próximos da situação controlo. Por outro lado, após a ingestão de Frutis de maçã®, Frutea de pêssego®, Frutea Green tea® ou infusão de tremoço, os valores de área sob a curva de glicémia foram inferiores aos da situação controlo, sendo a diferença estatisticamente significativa. No caso da infusão de rooibos,

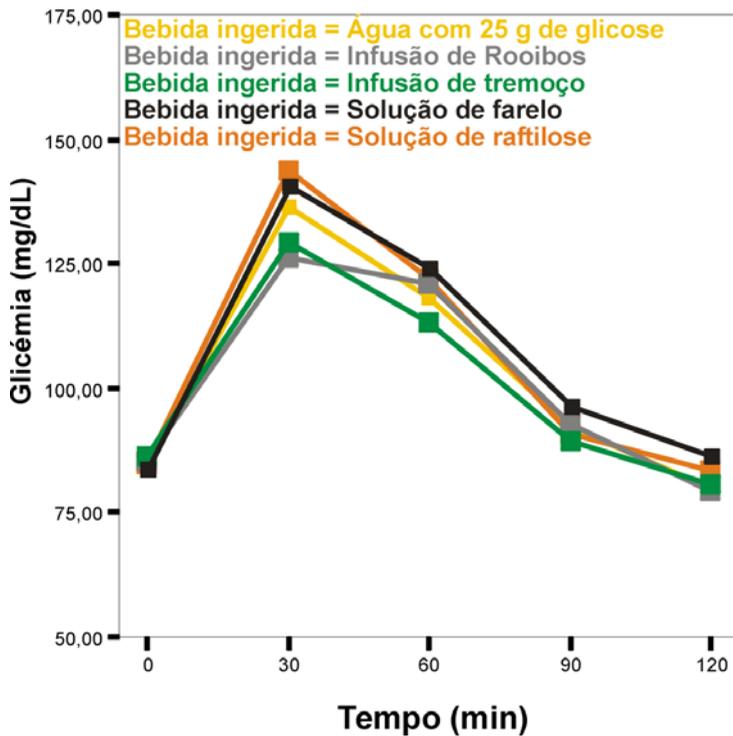


Fig. 4 – Curvas de glicémia ao longo do tempo após ingestão de infusão de rooibos, infusão de tremoço, solução de raftilose, solução de farelo e controlo. Os resultados representam a média dos valores de glicémia obtidos nos indivíduos para os diferentes tempos de medição (dados baseados no quadro 4)

Quadro 5 – Área sob a curva (AUC) da glicémia após ingestão das diferentes bebidas em estudo. Os resultados representam a média (desvio padrão) e número de ensaios

| Bebidas                          | n         | AUC                   |               |
|----------------------------------|-----------|-----------------------|---------------|
|                                  |           | Média (Desvio padrão) |               |
| Frutea Green tea®                | 15        | 1925,2                | (757,7) *     |
| Frutis de maçã®                  | 18        | 1680,9                | (802,4) *     |
| Frutea de pêssigo®               | 23        | 2048,2                | (895,2) *     |
| Chá verde                        | 17        | 2929,4                | (1221,7)      |
| Chá preto                        | 20        | 3190,6                | (1827,3)      |
| Infusão de Rooibos               | 22        | 3080                  | (1500)        |
| Infusão de Tremoço               | 15        | 2225                  | (1134) *      |
| Solução de Farelo                | 17        | 3291                  | (1784)        |
| Solução de Raftilose             | 27        | 3169                  | (1251)        |
| <b>Controlo global (glicose)</b> | <b>81</b> | <b>3004</b>           | <b>(1343)</b> |

\* Diferenças estatisticamente significativas relativamente aos respectivos controlos ( $p < 0,05$ ).

solução de raftilose ou farelo não se observaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao valor do controlo.

### Índice Glicémico

Calculou-se o índice glicémico para cada uma das bebidas em estudo. Constatou-se (figura 5), que o Frutis de maçã® apresentou um índice glicémico de 54,3<sup>7,15</sup> comportando-se, portanto, como uma bebida de baixo índice glicémico. O Frutea Green tea® apresentou um índice glicémico de 64,7<sup>6,30</sup> enquadrando-se em bebidas de índice glicémico moderado e por último o Frutea de pêssigo® mostrou um índice glicémico de 86,6<sup>1,44</sup>, comportando-se, portanto, como uma bebida de elevado índice glicémico. O chá verde apresentou um índice glicémico de 100,0<sup>3,31</sup> e o chá preto apresentou um índice glicémico de 124,8<sup>6,53</sup> (ambos para uma quantidade de 25 g de glicose, que usualmente não se ingere). No caso das infusões de rooibos e de tremoço, adicionadas de glicose, estas apresentaram um índice glicémico de 93,97<sup>26,78</sup> e 79,79<sup>19,72</sup>, respectivamente. A introdução de uma dada quantidade de fibras, solúveis e insolúveis, na água açucarada não alterou o valor de índice glicémico relativamente ao controlo. A solução de raftilose apresentou um índice glicémico de 112,79<sup>36,45</sup> e a solução de farelo apresentou um valor de 108,79<sup>41,20</sup>.

Considerou-se que com base nos índices glicémicos obtidos para as bebidas comercializadas e consumidas pela população portuguesa no seu quotidiano, seria oportuno calcular a carga glicémica fornecida por cada uma dessas bebidas. Para o volume (250 mL) ingerido a CG do Frutis de maçã®, Frutea de pêssigo® e Frutea Green tea® é aproximadamente a mesma (Quadro 6).

Quadro 6 – Carga glicémica de cada uma das bebidas em estudo

| Alimento           | IG glicose = 100 | Glicídeos disponíveis (g)/250 mL | CG por porção |
|--------------------|------------------|----------------------------------|---------------|
| Frutis de maçã®    | 54,3             | 26,5                             | 14,4          |
| Frutea de pêssigo® | 86,6             | 16,25                            | 14,1          |
| Frutea Green tea®  | 64,7             | 20,50                            | 13,3          |

### DISCUSSÃO

A obesidade é presentemente considerada um importante problema de saúde pública para uma grande parte da

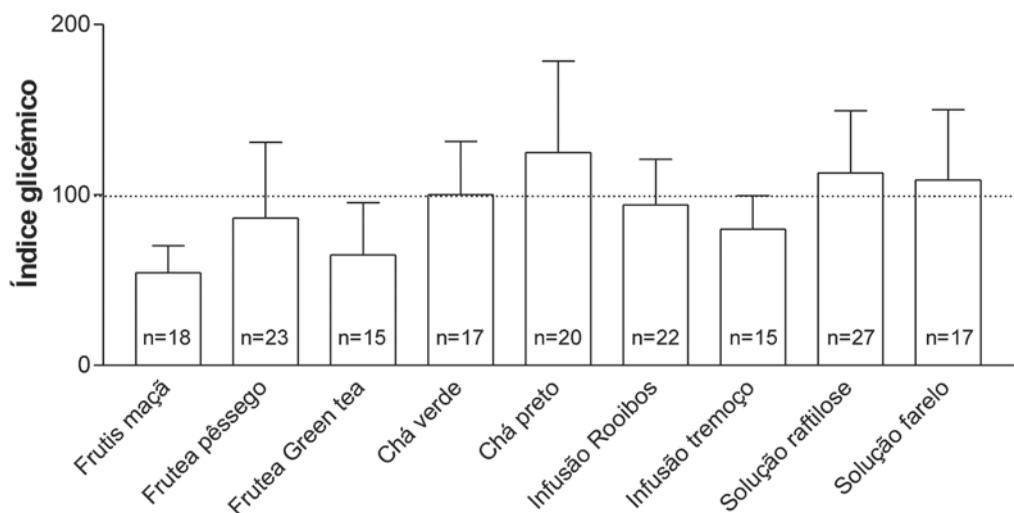


Fig. 5 – Índice glicémico de várias bebidas. Os resultados representam a média (desvio padrão) e número de ensaios (n)

população ocidental. O conhecimento do IG dos alimentos/bebidas pode desempenhar um papel importante no controlo do peso, ajudando a moderar os níveis de insulina e apetite<sup>27</sup>. Estudos na área revelam que o tipo de alimento que o organismo recebe influencia o que será oxidado e o que será armazenado sob a forma de gordura corporal, como também que alguns alimentos possuem efeito saciante maior que outros<sup>35</sup>. Os alimentos com IG baixo proporcionam duas vantagens essenciais para as pessoas que querem emagrecer: são alimentos que saciam durante mais tempo e facilitam a oxidação de substratos lipídicos em detrimento de outros substratos. O IG é um indicador de qualidade dos glicídeos. Quando se determina o IG do alimento num grupo de indivíduos, nem todos produzem o mesmo IG como se pode ver através dos resultados obtidos nos ensaios para as bebidas, o que se deve a uma variação biológica natural. Por isso, de acordo com os estudos realizados por Foster-Powell et al<sup>26</sup>, o IG foi avaliado em pelo menos 10 indivíduos saudáveis. Está descrito que cada pessoa tende a aproximar-se do resultado médio do grupo inteiro. Assim, alimentos classificados com IG alto, médio, ou baixo mostram a mesma categoria em diferentes indivíduos<sup>35,36</sup>.

Existem dados na literatura que apoiam a relevância do conhecimento do IG, associado ao cálculo da CG para uma dada porção de alimento ingerido, para as escolhas dos alimentos particularmente em indivíduos diabéticos<sup>26</sup>. A diabetes *mellitus* é a doença endócrina humana mais comum e caracteriza-se por alterações metabólicas que se devem à deficiência relativa ou absoluta de insulina. As vias anabólicas estimuladas pela insulina requerem a secreção de quantidades fisiológicas desta hormona, em res-

posta às refeições (participando, por exemplo, no metabolismo do glicogénio). As duas principais categorias de diabetes *mellitus* são a diabetes tipo 1 (dependente da insulina) e a diabetes tipo 2 em que há resistência à insulina. Na diabetes tipo 1 ocorre destruição das células beta do pâncreas (local de produção da insulina), provavelmente como consequência de me-

canismos de natureza imunológica. Por outro lado, na diabetes tipo 2 as células beta encontram-se intactas havendo, contudo, uma resistência à acção da insulina nos tecidos alvo<sup>37</sup>. A obesidade é apontada como causa mais frequente para a resistência à insulina.

O IG dum alimento é especialmente importante quando os glicídeos são ingeridos isoladamente e não como parte de uma refeição, uma vez que tendem a ter um impacto mais forte na glicémia quando isolados. No caso de pessoas com diabetes do tipo 2, faz sentido a ingestão de alimentos com IG baixo para ajudar a controlar a glicémia com repercussões menores nos níveis de insulina. Por sua vez, em situações de hipoglicémia aconselha-se a ingestão de alimentos com IG elevado de forma a elevar rapidamente os níveis de glicose no sangue e evitar possíveis morbidades<sup>27,35</sup>.

O IG é também importante para a saúde coronária e para a prevenção de doenças cardíacas. Alimentos com baixo IG trazem benefícios para o controlo de peso. Induzem menores níveis de glicose no sangue após as refeições, o que melhora a elasticidade das paredes das artérias, facilita a sua dilatação e melhora assim o fluxo sanguíneo<sup>35,38,39</sup>. Uma dieta com IG baixo parece influenciar os níveis de HDL que se apresentam mais altos e melhorar a sensibilidade à insulina nas pessoas com alto risco em desenvolver doenças cardíacas<sup>35,38,39</sup>. Recentemente, surgiu evidência científica de que dietas com alimentos de IG baixos também protegem relativamente ao desenvolvimento de cancro do cólon e cancro da mama<sup>26</sup>.

Nos desportos e outros exercícios físicos, há momentos em que os alimentos com IG baixo fornecem uma vantagem (ou seja, antes do evento), e momentos em que

alimentos com IG alto são melhores (ou seja, durante e após o evento). Isto acontece porque os alimentos com IG alto evocam maior secreção de insulina, restabelecendo assim a glicose nos músculos para seu uso imediato ou futuro. Durante as corridas aconselham-se alimentos líquidos pois repõem mais rapidamente a glicose na corrente sanguínea e proporcionam água e electrólitos<sup>27,35</sup>.

No entanto, o IG só por si apresenta algumas limitações na gestão da glicemia na medida em que as categorias de IG não devem ser o único critério nas escolhas alimentares. O IG não tem em conta o conteúdo glicídico do alimento, apenas a qualidade. Assim surge a necessidade de combinar o valor de IG com a carga glicémica dos alimentos ingeridos para uma informação nutricional mais completa<sup>40</sup>.

Numa situação normal, após a ingestão de uma refeição por indivíduos saudáveis, ocorre um aumento da concentração de glicose no sangue, que por sua vez desencadeia um aumento da secreção de insulina. Este aumento da concentração de insulina vai promover a remoção da glicose pelos tecidos, verificando-se, cerca de duas horas após a refeição, valores de glicemia inferiores a 140 mg/dL. Nos indivíduos diabéticos, após as duas horas, os níveis de glicose no sangue permanecem elevados ( $\geq 200$  mg/dL). Esta situação pode ser simulada clinicamente através do teste de tolerância oral à glicose, em que se avalia a glicémia após sobrecarga oral de glicose (normalmente ingestão de uma solução contendo 75 g de glicose anidra dissolvida em água). Nos ensaios realizados neste trabalho, a solução controlo utilizada para posteriormente se calcular o índice glicémico continha somente 25 g de glicose dissolvida em água Vitalis<sup>®</sup>. Escolheu-se esta quantidade de glicose porque é uma dose mais fácil de ingerir, encontrando-se ainda dentro das quantidades normalmente utilizadas na validação do ensaio (25 g a 50 g)<sup>26</sup>. Utilizou-se uma água de consumo corrente de modo a fazer uma aproximação à situação real e não entrar com mais variáveis.

Assim, no presente trabalho, a variação da glicémia ao longo do tempo foi medida numa população caucasiana com indivíduos de qualquer dos sexos e na mesma faixa etária (17 a 24 anos), não apresentando este parâmetro qualquer interferência no cálculo do IG das bebidas. Apesar deste parâmetro não parecer significativo nestes ensaios agudos, em ensaios crónicos parece influenciar o IG.

Uma limitação do nosso estudo é o facto das experiências não terem sido realizadas em condições prévias de jejum, mas sim utilizando uma dieta estandardizada com que se tentou colocar todos os indivíduos em condições idênticas para possibilitar a comparação dos resultados. Por outro lado, apesar das recomendações, os indivíduos

poderiam não ter obedecido totalmente a essa dieta, como também poderiam ter realizado algum tipo de exercício físico antes do ensaio (pequena corrida, subida de escadas) e as suas condições físicas e psicológicas naquele dia poderiam estar alteradas. Como não houve possibilidade de repetir o ensaio três vezes no mesmo indivíduo, aumentou-se o número de indivíduos por ensaio, obtendo-se assim grupos de 15 pessoas para avaliação e validação da bebida em estudo.

Assim, o presente estudo permitiu a comparação do impacto das diferentes bebidas testadas na glicemia ao longo de duas horas.

Constatou-se que o Frutis de maçã<sup>®</sup> apresentou um IG baixo, de 54,3<sup>8,15</sup>. O Frutea Green tea<sup>®</sup> apresentou um IG de 64,7 (30,6), considerado um valor intermédio e Frutea de pêssego<sup>®</sup> um IG igual a 86,6 (44,1), considerado um valor elevado. Os aumentos marcados da glicémia, provocados por ingestão de alimentos com alto IG, parecem relacionar-se com uma maior prevalência de diabetes *mellitus* tipo 2, obesidade e doença cardiovascular<sup>36,41,42</sup>.

Relativamente à carga glicémica o valor obtido foi 14 para o Frutis de maçã<sup>®</sup> e Frutea de pêssego<sup>®</sup>, e de 13 para o Frutea Green tea<sup>®</sup> enquadrando-se ambas as bebidas numa carga glicémica média.

Uma concepção habitual sobre alimentos com IG baixo é que eles produzem uma resposta glicémica baixa como resultado de uma velocidade lenta de digestão dos glicídeos no lúmen intestinal, e consequentemente uma lenta absorção da glicose para a circulação. A concentração da glicose no plasma, contudo, é uma função da taxa de aparecimento da glicose na circulação sistémica e da taxa de remoção da glicose do sangue para as células mediada pela insulina, essencialmente para células adiposas e musculares.

Schenk et al<sup>43</sup> verificaram que uma hiperinsulinemia pós-prandial precoce seguida de um aumento da remoção de glicose plasmática pode atenuar o aumento da concentração de glicose no sangue e por isso levar a um índice glicémico baixo para um dado alimento.

Embora a glicose seja o macronutriente primário a estimular a insulina libertada, o conteúdo de proteína pode aumentar a quantidade de insulina libertada quando ingerida com glicídeos.

A acção protectora na saúde de dietas com IG baixo, por comparação com dietas com IG alto, pode estar relacionada com a redução da toxicidade directa da glicose, por exemplo a glicação de proteínas e lipídeos responsáveis por importantes processos biológicos (AGE- produtos finais de glicação avançada)<sup>44,45</sup>. Foi encontrada uma relação directa entre a glicémia pós-prandial e a indução de

stresse oxidativo<sup>46,47</sup> que podia ser revertida pelos antioxidantes<sup>48,49</sup>.

Alguns estudos mostraram que o aumento pós-prandial de glicose é consistente com a depressão de antioxidantes no soro, incluindo licopeno e vitamina E. Presumivelmente, quanto maior a glicémia maior a redução de antioxidantes no soro pós-prandial. Estudos como estes sugerem um possível benefício no papel das dietas com IG baixo para redução dos danos oxidativos<sup>38</sup>.

Neste trabalho também se visou o estudo dos efeitos do chá verde e do chá preto na variação da glicémia induzida por 25 g de glicose ao longo do tempo. No caso dos chás, estes foram ingeridos a uma temperatura superior à temperatura ambiente. Este factor pode ter levado a diferentes respostas glicémicas por parte dos indivíduos, o que causou uma dispersão maior dos resultados comparativamente às outras bebidas em estudo. No entanto, tendo em conta os resultados do ajuste teórico da curva de Gauss à frequência dos resultados da glicémia ao longo do tempo (dados não mostrados), pode constatar-se que este facto poderia explicar o observado com o chá preto, mas não com o chá verde. Assim parece pouco provável esta questão da temperatura da bebida. Verificou-se que nenhum dos chás modificou a curva glicémica correspondente à água com glicose. No entanto comparando a curva glicémica após chá verde com a curva após chá preto, constatou-se que a curva após chá verde apresentou um pico mais elevado ao 30 minutos e depois um declínio nos níveis de glicose no sangue, mantendo-se a curva abaixo da curva glicémica após o chá preto. Esta observação pode vir ao encontro do resultado de outros estudos, como por exemplo o de Tsuneki et al<sup>32</sup>, que verificaram que o chá verde promove o metabolismo da glicose em pessoas saudáveis aumentando a tolerância oral à glicose, e produz um efeito anti-hiperglicémico em ratinhos diabéticos. Foi estudado o efeito de outras infusões, como a infusão de rooibos, que contém quantidades de polifenóis comparáveis às do chá verde e mostra ter qualidades anti-mutagénicas, anti-cancerígenas e anti-inflamatórias<sup>50</sup>. Ao contrário do chá verde e do chá preto, não contém cafeína. A curva glicémica após ingestão desta infusão com 25 g de glicose apresentou um comportamento semelhante ao da curva controlo a partir do tempo 60 minutos.

Relativamente à infusão de tremçoço, já se observaram algumas diferenças na evolução da curva glicémica em relação ao controlo. Esta apresentava valores de glicémia inferiores entre os 30 minutos e 90 minutos. Este tipo de comportamento parece vir ao encontro de um estudo *in vitro*, realizado por Pereira et al<sup>51</sup>, utilizando um extracto

aquoso de tremçoço (*Lupinus albus*), no qual se observou que o extracto aumentava a libertação de insulina pelas células  $\beta$  pancreáticas do Rato. Esta actividade também já foi evidenciada *in vitro* para compostos alcalóides isolados de várias espécies do género *Lupinus*<sup>52</sup>. Se transpusermos essas evidências documentadas para o estudo realizado, será possível constatar que o extracto de tremçoço, por promover uma maior libertação de insulina, actua ao nível da taxa de remoção de glicose dos tecidos. Esta hipótese pode ser facilmente testada, no futuro, por avaliação da insulinemia nestes casos.

No caso das soluções com raftilose e farelo, a glicémia média atingiu valores superiores aos 30 minutos, relativamente ao controlo, apesar das diferenças não serem estatisticamente significativas. Especula-se que nas fibras comerciais utilizadas existiriam glicídeos digeríveis e absorvíveis, ao contrário do que se esperava.

Os resultados aqui descritos referem-se a indivíduos saudáveis, não devendo ser extrapolados para indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 1 ou tipo 2, na medida em que estes indivíduos podem reagir de forma diferente aos alimentos<sup>26</sup>.

Estes estudos permitiram aos estudantes observar directamente, em si próprios, a resposta glicémica, o que tem um marcado impacto na percepção da problemática em torno do IG.

Num futuro próximo, os alimentos poderão vir a ter informação acerca do IG no seu folheto nutricional, uma vez que o consumidor tem direito a saber como determinado alimento influencia os níveis de glicose ao longo do tempo.

Finalmente, e tal como discutido durante o trabalho com os estudantes, se a determinação do IG obriga a comparação com a solução padrão, de glicose, a opção que se colocará na vida real é entre a água simples, ou outra bebida sem açúcar, e estas bebidas açucaradas que, mesmo quando apresentam um IG moderado ou baixo, aumentam efectivamente a glicémia como era de esperar e se demonstrou neste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado com uma bolsa pelo iBeSa, Instituto de Bebidas e Saúde, Portugal. Agradece-se à Johnson & Johnson Company (LifeScan) o material para medição da glicémia (lancetas, tiras e glicosímetros). Agradece-se também a participação dos voluntários e a colaboração de toda a equipa docente de Bioquímica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

## Conflito de interesses:

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses relativamente ao presente artigo.

## Fontes de financiamento:

Vêr agradecimentos.

**BIBLIOGRAFIA**

1. World Health Organization: Obesity: Preventing and managing the global epidemic. WHO1997;4-5
2. HILL JO, PETERS JC: Environmental contributions to the obesity epidemic. *Science* 1998;280:1471-4
3. HODGE AM, DOWSE G K, GAREEBOO H et al: Incidence, increasing prevalence, and predictors of change in obesity and fat distribution over 5 years in the rapidly developing population of mauritius. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996;20:147-6
4. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature* 2000;404:635-644
5. MANN J: Stemming the tide of diabetes mellitus. *Lancet* 2000; 456:1454-5
6. BRAY GA: Obesity increases risk for diabetes. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1992;16(suppl 4):S14-17
7. CHISHOLM DJ, CAMPBELL LV, KRAEGER EW: Pathogenesis of the insulin resistance syndrome (syndrome x). *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1997;24:782-4
8. GROOP L: Genetics of the metabolic syndrome. *Br J Nutr* 1993;83(suppl 1):S39-48
9. REAVEN GM: Banting lecture 1998; role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988;47:1595-1607
10. CHEN Y, RENNIE DC, REEDER BA: Age-related association between body mass index and blood pressure: The humbolt study. *Int J Obes* 1995;19:825-831
11. JAMES WP: Epidemiology of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1992;16(suppl 2):S24-26
12. MANSON JE, COLDITZ GA, STAMFER MJ et al: A prospective study of obesity and risk of coronary heart disease in women. *N Eng J Med* 1990;322:822-9
13. MANSON JE, WILLET WC, STAMFER MJ: Body weight and mortality among women. *N Eng J Med* 1995;333:677-685
14. RISSANEN AM, HELIOVAARA M, KNEKT P et al: Risks of disability and mortality due to overweight in a finnish population. *BMJ* 1990;301:835-6
15. SPIRT BA, GRAVES LW, WEINSTOCK R, BARTLETT SJ, WADDEN TA: Gallstone formation in obese women treated by a low-caloric diet. *Intern J Obes* 1995;19:594-5
16. GRUNSTEIN RR, STENLOF K, HEDNER J, SJOSTROM L: Impact of obstructive apnoea and sleepiness on metabolic and cardiovascular risk factors in the swedish obese subjects (sos) study. *Intern J Obes* 1995;19:410-8
17. KOPELMAN P: Sleep apnoea and hypoventilation in obesity. *Int J Obes* 1992;16(suppl 2):S37-42
18. DAVIS MA, NEUHAUS JM, ETTINGER WH, MUELLER WH: Body fat distribution and osteoarthritis. *Am J Epidemiol* 1990;142:701-7
19. LOESER JRF: Aging and the etiopathogenesis and treatment of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 2000;26:547-567
20. CHOW W-H, GRIDLEY G, FRAUMENI JF, JARVHOLM B: Obesity, hypertension, and the risk of kidney cancer in men. *N Eng J Med* 2000;444:1405-11
21. GARFINKEL L: Overweight and cancer. *Ann Intern Med* 1985; 104:1044-6
22. MOLLER HMA, LINDVIG K, OLSEN JH: Obesity and cancer risk: A danish record-linkage study. *Eur J Cancer* 1994;40A:444-450
23. FRIEDMAN JM: Obesity in the new millenium. *Nature* 2000; 404:642-4
24. KIBERTIS PA, MARX J et al: Regulation of body weight. *Science* 1998;280:1464-90
25. ZWIAUER KF: Prevention and treatment of over weight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2000;159(suppl 1):S56-68
26. FOSTER-POWELL K, HOLT SHA, BRAND-MILLER JC: International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 2002;76:5-56
27. BRAND-MILLER JC, FOSTER-POWELL K, COLAGIURI S: A nova revolução da glicose. Elsevier 2003
28. JOHNSON RK, FRARY C: Choose beverages and foods to moderate your intake of sugars: The 2000 dietary guidelines for americans – what’s all the fuss about? *J Nutr* 2001;131(suppl): S2766-71
29. HERTOGL MGL, FESKENS EJM, HOLLMAN PCH et al: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The zuphen elderly study. *Lancet* 1993;342:1007-11
30. IMAI K, NAKACHI K: Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases. *BMJ* 1995; 310:693-6
31. MUKHTAR H, AHMAD N: Tea polyphenols: Prevention of cancer and optimizing health. *Am J Clin Nutr* 2000;71(6 Suppl): 1698S-702S;discussion 1703S-4S.
32. TSUNEKI H, ISHIZUKA M, TERASAWA M et al: Effect of green tea on blood glucose levels and serum proteomic patterns in diabetic (db/db) mice and on glucose metabolism in healthy humans. *BMC Pharmacol* 2004;4:18
33. WRIGHT RS, ANDERSON JW, BRIDGES SR: Propionate inhibits hepatocyte lipid synthesis. *Proc Soc Exp Biol Med* 1990; 195(1):26-9
34. VENTER CS, VORSTER HH, CUMMINGS JH: Effects of dietary propionate on carbohydrate and lipid metabolism in healthy volunteers. *Am J Gastroenterol* 1990;85(5):549-553
35. RANKING J: Glycemic index and exercise metabolism. *Sports Sci Exch* 1997;10(1):1-8
36. BRAND-MILLER JC: Postprandial glycemia, glycemic index, and the prevention of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2004; 80(2):243-4
37. ISSELBACHER K, WILSON JD, MARTIN J, FAUCI AS, KASPER DL: Harrison’s principles of internal medicine. Mc Graw Hill 1994;2:1979-2001
38. JENKINS DJ, KENDALL CW, AUGUSTIN LS et al: Glycemic index: Overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76(1):266S-273S.
39. LIU S, WILLETT WC: Dietary glycemic load and atherosclerotic risk. *Curr Atheroscler Rep* 2002;4(6):454-61.
40. MONRO J: Redefining the glycemic index for dietary management of postprandial glycemia. *J Nutr* 2003;133(12):4256-8
41. DALY ME: Extending the use of the glycaemic index: Beyond diabetes? *Lancet* 2004;364(9436):736-7
42. PAWLAK DB, KUSHNER JA, LUDWIG DS: Effects of dietary glycaemic index on adiposity, glucose homeostasis, and

plasma lipids in animals. Lancet 2004;364(9436):778-785

43. SCHENK S, DAVIDSON CJ, ZDERIC TW, BYERLEY LO, COYLE EF: Different glycemic indexes of breakfast cereals are not due to glucose entry into blood but to glucose removal by tissue. Am J Clin Nutr 2003;78(4):742-8
44. PAOLISSO G, GIUGLIANO D, PIZZA G et al: Glutathione infusion potentiates glucose-induced insulin secretion in aged patients with impaired glucose tolerance. Diabetes Care 1992;15(1):1-7
45. CERIELLO A: Oxidative stress and glycemic regulation. Metabolism 2000;49(2 Suppl 1):27-9
46. CERIELLO A, BORTOLOTTI N, CRESCENTINI A et al: Antioxidant defences are reduced during the oral glucose tolerance test in normal and non-insulin-dependent diabetic subjects. Eur J Clin Invest 1998;28(4):329-333
47. CERIELLO A, BORTOLOTTI N, MOTZ E et al: Meal-induced oxidative stress and low-density lipoprotein oxidation in diabetes: The possible role of hyperglycemia. Metabolism 1999; 48(12):1503-8
48. PAOLISSO G, D'AMORE A, GIUGLIANO D et al: Pharmacologic doses of vitamin e improve insulin action in healthy subjects and non-insulin-dependent diabetic patients. Am J Clin Nutr 1993;57(5):650-6
49. SHARMA A, KHARB S, CHUGH SN, KAKKAR R, SINGH GP: Evaluation of oxidative stress before and after control of glycemia and after vitamin e supplementation in diabetic patients. Metabolism 2000;49(2):160-2
50. ULICNA O, VANCOVA O, BOZEK P et al: Rooibos tea (*aspalathus linearis*) partially prevents oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. Physiol Res 2006;55(2):157-164
51. PEREIRA FC, QUEDRAOGO R, LEBRUN P et al: Insulinotropic action of white lupine seeds (*lupinus albus l*): Effects of ion fluxes and insulin secretion from isolated pancreatic islets. Biomedical Research 2001;22(2):103-9
52. GARCIA LOPEZ PM, DE LA MORA PG, WYSOCKA W et al: Quinolizidine alkaloids isolated from lupinus species enhance insulin secretion. Eur J Pharmacol 2004;504(1-2):139-142