

Índice glicêmico dos alimentos

Glycemic index of foods

ABSTRACT

CARUSO, L.; MENEZES, E.W. Glycemic index of foods. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = *J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP. v.19/20, p.49-64, 2000.

Carbohydrates provide over half of the energetic value in human nutrition. It is important to know about the food chemical composition when elaborating a diet. However, this knowledge is not enough to describe what physiological effects the carbohydrates will produce in human body. The glycemic index (GI) aims food classification according to their glycemic response in established patterns. The objective of this work is to discuss GI methodological procedures, factors that interfere in carbohydrate digestion and absorption, as well as GI clinical application. Some studies have related low GI diets with low diabetes prevalence, with glycemic control in treatment of diabetes and cardiovascular diseases, and with obesity nutritional treatment. The glycemic index can help the food choice, but professionals in the nutrition area must consider the correct interpretation of each value, since several variables can interfere on carbohydrate physiological effects.

Keywords: glycemic index; carbohydrates; nutrition; clinical nutrition.

LÚCIA CARUSO²,
ELIZABETE WENZEL DE
MENEZES¹

¹ Depto. Alimentos e
Nutrição Exper.- FCF-USP.
Cx Postal – 66083,
CEP – 05315-970.
São Paulo – SP.
e-mail: wenzelde@usp.br.
² Nutricionista HU-USP
Centro Univ. São Camilo.
Pronut-USP

RESUMEN

Los carbohidratos suministran más del 50% de las calorías de la alimentación. Debido a esto, el conocimiento de la composición química de los alimentos es importante para escoger aquellos que serán incluidos en la dieta, pero solamente esa información no es suficiente para pronosticar los efectos fisiológicos que los carbohidratos van a provocar en el organismo humano. El uso del índice glicémico permite clasificar los alimentos de acuerdo con la respuesta de la glucemia en condiciones uniformes. El objetivo de este trabajo fue examinar la metodología que se usa en la determinación del IG, los factores que intervienen en la digestión y la absorción de los carbohidratos y su aplicación en la práctica clínica. Los estudios realizados hasta ahora, vinculan las dietas con bajo IG a menos surtos de diabetes. El IG puede ser solo una herramienta auxiliar, pero el nutricionista debe estar atento para la interpretación de sus valores, considerando los elementos que pueden intervenir en los efectos fisiológicos de los carbohidratos.

Palabras clave: índice glicémico; carbohidratos; nutrición; nutrición clínica.

RESUMO

Os carboidratos fornecem mais da metade do valor energético da alimentação. Assim sendo, na seleção dos alimentos que irão compor a dieta, o conhecimento da composição química é importante, mas somente essa informação não é suficiente para prever os efeitos fisiológicos que os carboidratos irão produzir no organismo humano. O índice glicêmico (IG) visa classificar os alimentos de acordo com a resposta glicêmica em condições padronizadas. O objetivo deste trabalho é abordar aspectos sobre a metodologia empregada na determinação do IG, os fatores que interferem na digestão e absorção de carboidratos, bem como sua aplicação na prática clínica. Estudos têm relacionado dietas com baixo IG com a menor incidência de diabetes, com um maior controle glicêmico no diabetes e doenças cardiovasculares e com a terapia nutricional na obesidade. O IG pode ser considerado um instrumento auxiliar, mas o profissional da área de nutrição deve estar atento para a correta interpretação de cada valor, levando em conta as diversas variáveis que podem interferir nos efeitos fisiológicos dos carboidratos.

Palavras-chave: índice glicêmico; carboidratos; nutrição; nutrição clínica.

INTRODUÇÃO

Os carboidratos constituem mais da metade do valor energético total da alimentação. Cereais constituem a maior fonte desse nutriente. Os cereais representam cerca de 50% dos carboidratos consumidos tanto nos países desenvolvidos, como naqueles em desenvolvimento. Outras fontes importantes são os “açúcares”, frutas, vegetais e o leite (lactose) (FAO/WHO, 1998).

Os alimentos fontes de carboidratos contêm vitaminas e minerais, além de outros componentes como fitoquímicos e antioxidantes. O consumo de uma ampla variedade de alimentos fontes de carboidratos é recomendado para garantir uma dieta nutricionalmente adequada (NRC/RDA, 1989; VANNUCCHI et al, 1990; FAO/WHO, 1998).

A composição química é importante fator para seleção dos alimentos que irão compor a dieta. Entretanto, o simples conhecimento da natureza química dos carboidratos dos alimentos não reflete completamente seus efeitos fisiológicos.

Os carboidratos presentes na dieta são digeridos e absorvidos ao longo do intestino delgado humano em diferentes velocidades, dependendo de inúmeros fatores relacionados aos próprios alimentos. Estes fatores podem interferir na sua utilização, resultando em diferentes respostas glicêmicas.

Para auxiliar a seleção de alimentos, foi criado o índice glicêmico (IG) que visa classificar os alimentos com base no potencial aumento da glicose sanguínea em relação a um alimento padrão. Este índice foi proposto por (JENKINS et al, 1981) levando em conta que os carboidratos dos alimentos apresentam diferentes respostas glicêmicas, quando testados em condições padronizadas, tanto em indivíduos saudáveis como em diabéticos.

Outros componentes do alimento ou da refeição também devem ser considerados, uma vez que podem interferir na resposta glicêmica, como por exemplo os lipídios, que, através do retardo do esvaziamento gástrico, tornam mais lento o processo absorptivo.

Por outro lado, existem doenças crônicas não transmissíveis nos quais o controle da glicemia constitui objetivo do tratamento. Por exemplo, o Diabetes mellitus é um estado de hiperglicemia crônica, produzido por numerosos fatores ambientais e genéticos que geralmente atuam juntos, caracterizado pela falta total ou parcial de insulina, originando alterações no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios (VAN WYNSBERGHE et al, 1995).

No Brasil, presumivelmente, existem 8 a 10 milhões de diabéticos; destes a metade desconhece sua condição, permitindo a instalação de complicações tardias, decorrentes da falta de adequado controle da doença (FRAIGE FILHO, 1998).

O sucesso no tratamento do diabetes depende do estabelecimento de rotinas, principalmente com relação à alimentação, medicamentos, atividade física e cuidados pessoais, por intermédio de processo educativo que vise promover a adesão do paciente ao tratamento (QUINN, 1993; FRANZ et al, 1994; HOLZMEISTER, 1994).

Um dos principais objetivos no tratamento da diabetes é o controle da glicemia, uma vez que a ausência de insulina (Tipo 1) ou diminuição de sua eficiência (Tipo 2) pode resultar em aumento da glicemia. A utilização de alimentos com baixo índice glicêmico

tem a finalidade de contribuir nesse controle. Esse é um ponto crucial para retardar o aparecimento de complicações como as microangiopatias (EDELMAN, 1998).

O objetivo deste trabalho é abordar aspectos relacionados com a determinação do índice glicêmico (IG) dos alimentos, os fatores que interferem na digestão e na absorção dos carboidratos, bem como discutir a aplicação deste índice.

ÍNDICE GLICÊMICO DOS ALIMENTOS

Os diferentes carboidratos alimentares, embora, em porções equicarbonatadas (que contenham o mesmo teor de carboidratos), produzem diferentes respostas glicêmicas. Essa resposta glicêmica foi chamada índice glicêmico (IG) e refere-se ao incremento da área abaixo da curva glicêmica produzido por uma porção de 50 g de carboidrato de um alimento em relação à mesma porção de alimento considerado padrão (JENKINS et al, 1981). A seguir está indicada a fórmula utilizada para expressar o índice glicêmico (WOLEVER, 1990).

$$IG = \frac{\text{aumento da área abaixo da curva glicêmica do alimento testado}}{\text{área correspondente após porção equicarbonatada do padrão}} \times 100$$

Na Figura 1, observa-se a curva glicêmica do padrão (no caso o pão) e do alimento a ser testado (frutose). A curva glicêmica do pão é considerada 100% e o índice glicêmico da frutose corresponde ao percentual que sua curva representa em relação ao padrão. Assim, nesse estudo de (LEE e WOLEVER, 1998), o IG calculado para frutose foi de 23.

Originalmente, a glicose foi estabelecida como padrão, e, posteriormente, foi adotado o pão branco, visto que o pão condiciona uma resposta mais fisiológica que a glicose. Além disso, para algumas pessoas, a ingestão da glicose, dependendo da quantidade, leva a sintomas como náuseas e retardo do esvaziamento gástrico em função da alta osmolaridade, podendo interferir nos resultados. Outro ponto a ser considerado é que os alimentos contêm naturalmente outros nutrientes como lipídios e proteínas, e a glicose é apenas um monossacarídeo, dificultando a comparação dos resultados (WOLEVER et al,1991).

Para o cálculo da área abaixo da curva, diferentes métodos têm sido utilizados. Para maioria dos dados de IG, essa área tem sido calculada como o aumento da área abaixo da curva de resposta glicêmica (calculada geometricamente aplicando regra trapezoidal), ignorando a área abaixo do período de jejum (WOLEVER et al,1991).

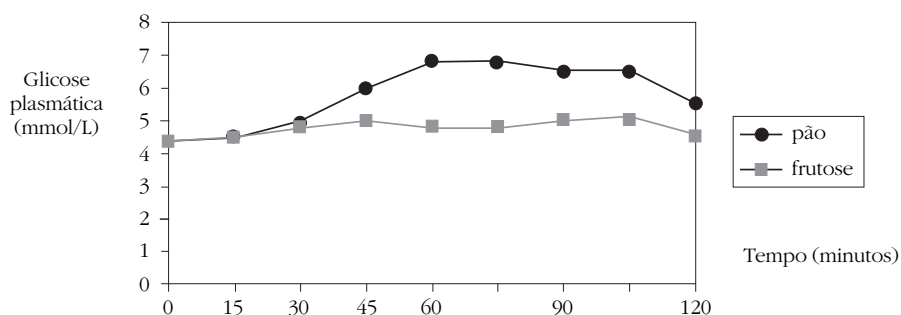


Figura 1 Curva glicêmica do alimento a ser testado. Fonte: Adaptado de LEE e WOLEVER, 1998.

A determinação do IG de um alimento é baseada na curva de resposta glicêmica média de uma amostra de indivíduos, com a intenção de minimizar a interferência da variabilidade individual. O grupo experimental deve ser composto de pelo menos 6 indivíduos. Estes ingerem pela manhã, após jejum de 10 a 12 horas, uma quantidade fixa de carboidratos (50g) do alimento a ser testado, utilizando sempre o mesmo acompanhamento líquido (ex: água, chá, café) (TRUSWELL,1992).

A partir daí, em intervalos de meia hora, são colhidas amostras de sangue para determinação da concentração de glicose, de forma a ser estabelecida a curva de resposta glicêmica ao longo do tempo decorrido da ingestão (TRUSWELL,1992). Foi proposto por (WOLEVER et al, 1991) que, para estudos com indivíduos saudáveis, o tempo total seja de 120 minutos e os intervalos de 15 minutos. Quando o estudo é realizado com diabéticos, o tempo total sugerido é de 240 minutos, com intervalos de meia hora. A dose normal de insulina ou hipoglicemiantes orais, caso o paciente os utilize, deve ser administrada após a coleta da glicemia de jejum, e a refeição teste deve ser ingerida 5 a 10 minutos após a medicação.

Para o estabelecimento da curva glicêmica do alimento a ser testado, as condições experimentais devem ser as mesmas do alimento padrão. No entanto, para obtenção de valor médio mais representativo para o alimento padrão, é recomendada a repetição do teste pelo menos 3 vezes com o mesmo indivíduo, adotando-se a média para a determinação de sua curva glicêmica. Isto porque existem variações da resposta glicêmica de um dia para o outro no mesmo indivíduo (FAO/WHO, 1998).

A publicação da (FAO/WHO, 1998), decorrente da reunião de Experts sobre “Carboidratos e Nutrição Humana”, contém informações detalhadas sobre a metodologia a ser empregada nos experimentos para avaliação do IG de alimentos.

Na determinação do IG, é importante que todas as condições experimentais sejam consideradas e que a metodologia adotada seja criteriosamente seguida, a fim de garantir a reprodutibilidade dos resultados. Por exemplo, existe diferença, quanto à glicemia, se o sangue coletado é proveniente de capilar arterial ou venoso. A concentração de glicose no plasma venoso depois de refeição é cerca de 2 mmol/L mais baixa que no plasma arterial, e, portanto o IG será menor, quando considerado o sangue venoso (WOLEVER, 1990). Segundo a (FAO/WHO, 1998), o sangue capilar arterial é mais indicado, pois além de ser de mais fácil obtenção, revela aumento maior da concentração de glicose e apresenta menor variabilidade que o sangue venoso.

Paralelamente, foi sugerido por alguns autores (COULSTON et al, 1984; HOLLENBECK et al, 1986) que somente a quantificação da resposta glicêmica é insuficiente para a completa avaliação dos efeitos metabólicos. Isto porque o aumento da insulina plasmática tem significativa importância na patogênese da obesidade, diabetes, aterosclerose, hiperlipidemias e hipertensão (DE FRANZO, 1988; DE FRANZO e FERRANNINI, 1991). Alguns autores, inclusive, passaram a avaliar, em seus estudos, além da resposta glicêmica, a de insulina (WOLEVER et al, 1998).

Entretanto, (WOLEVER et al, 1998) observaram que o IG é semelhante em indivíduos de diferentes grupos (saudáveis, obesos-não-diabéticos, obesos com intolerância à glicose,

diabéticos Tipo 2), não ocorrendo o mesmo com o índice insulínemico. Estes resultados mostraram a utilidade clínica do IG como medida da potencial elevação da glicose sérica provocada por um alimento, válida tanto para indivíduos saudáveis, como para aqueles com intolerância a glicose. Os autores sugeriram que a avaliação da insulina plasmática relativa (índice de insulina) pode ter menos utilidade clínica devido a sua variabilidade nos diferentes grupos de indivíduos estudados, dificultando sua aplicação como um índice comum para todos os indivíduos.

Na Tabela 1 são apresentados os valores do índice glicêmico (IG) para alguns alimentos.

Tabela 1 Índice glicêmico de alimentos (IG) (pão branco = 100%).

Alimento	IG*	n**	Alimento	IG*	n**
Biscoitos/Bolos			Grãos		
“Cookies”	90 ± 3	9	Milho (fubá)	98 ± 1	3
Bolacha cream cracker	99 ± 4	8	Arroz branco	81 ± 3	13
“Muffins”	88 ± 9	8	Arroz (baixo teor de amilose)	126 ± 4	3
Bolo	87 ± 5	9	Arroz (alto teor de amilose)	83 ± 5	3
Pães			Arroz instantâneo	128 ± 4	2
de trigo branco	101 ± 0	5	Arroz parborizado	68 ± 4	13
de grão de cevada	49 ± 5	3	Mandioca	115 ± 9	1
de farinha de cevada	95 ± 2	2	Leguminosas		
de grão de centeio	71 ± 3	6	Feijão cozido	69 ± 12	2
de farinha de centeio	92 ± 3	10	Grão de bico	47 ± 2	3
de farinha integral	99 ± 3	12	Grão de bico enlatado	59 ± 1	2
Cereais matinais			Feijão fava	42 ± 6	7
“All bran”	60 ± 7	4	Feijão fava enlatado	74	1
“Cornflakes”	119 ± 5	4	Lentilha	38 ± 3	6
“Musli”	80 ± 14	4	Lentilha verde	42 ± 6	3
Aveia “Oat bran”	78 ± 8	2	Lentilha verde enlatado	74	1
Mingau de aveia	87 ± 2	8	Ervilha verde seca	56 ± 12	2
Frutas			Ervilha verde	68 ± 7	3
Banana	83 ± 6	5	Soja	23 ± 3	3
Banana verde	51 ± 8	2	Diversos		
Banana madura	82 ± 8	2	Batata frita (“chips”)	77 ± 4	2
Kiwi	75 ± 8	2	Chocolate	84 ± 14	2
Laranja	62 ± 6	4	Nozes	21 ± 12	3
Maçã	52 ± 3	4	Pipoca	79	1
Manga	80 ± 7	2	Açúcares		
Pêssego (em calda)	67 ± 12	3	Frutose	32 ± 2	2
Pêra	54 ± 4	4	Glicose	138 ± 4	8
Suco de maçã	58 ± 1	2	Lactose	65 ± 4	2
Suco de laranja	74 ± 4	3	Mel	104 ± 21	2
Leite e derivados			Sacarose	87 ± 2	5
Iogurte adoçado com açúcar	48 ± 1	2			
Iogurte adoçado com edulcorante	27 ± 7	2			
Leite integral	39 ± 9	4			
Leite desnatado	46	1			
Sorvete	84 ± 9	6			
Massas					
Espaguete (branco)	59 ± 4	10			
Macarrão	64	1			
Batatas					
Batata assada	121 ± 16	4			
Batata cozida	80 ± 2	3			
Batata frita (“French”)	107	1			
Batata doce	77 ± 11	2			

* IG = média ± erro padrão médio (valores em porcentagem)

** n = número de estudos

Fonte: adaptado de FAO/WHO, 1998.

DIGESTIBILIDADE DOS CARBOIDRATOS

Para maior compreensão dos diferentes IG encontrados nos alimentos, torna-se necessário levar em conta alguns aspectos relacionados com a absorção e digestão dos carboidratos da dieta, bem como fatores contidos nos alimentos que estão diretamente relacionados com seu aproveitamento.

Os carboidratos são classificados quimicamente de acordo com o grau de polimerização que apresentam, sendo assim especificados no Quadro 1.

Quadro 1 Classificação dos carboidratos.

Classes (GP*)	Subgrupos	Componentes
Açúcares(1-2*)	– Monossacarídeos – Dissacarídeos – Poliois	– glicose, galactose, frutose – sacarose, lactose, tetralose – sorbitol, manitol
Oligossacarídeos (3-9*)	– malto-oligossacarídeos – Outros oligossacarídeos	– maltodextrinas – rafinose, estaquiase, – fruto-oligossacarídeos
Polissacarídeos (>9*)	– Amido – Polissacarídeos não amido	– amilose, amilopectina, amido modificado – celulose, hemicelulose, – pectinas, hidrocolóides

*GP: grau de polimerização (os valores entre parênteses indicam o nº de monômeros das classes)

Fonte: adaptado de FAO/WHO, 1998.

Os carboidratos presentes na alimentação sofrem a ação da α -amilase salivar em pequena proporção e, posteriormente, da α -amilase pancreática no lúmen intestinal. As dissacaridases da borda em escova são responsáveis pela etapa final da digestão, promovendo a absorção dos monossacarídeos (VAN WYNSBERGHE et al,1995).

Os monossacarídeos (glicose, frutose, galactose) são rapidamente absorvidos através das microvilosidades do epitélio intestinal por difusão facilitada ou transporte ativo (MACHADO, 1998).

Quando atingem a circulação, os carboidratos absorvidos promovem a elevação da concentração de glicose. A frutose e a galactose provocam elevação da glicemia de forma menos pronunciada, uma vez que precisam ser convertidas em glicose no fígado. A elevação da glicose sanguínea, bem como a duração desse efeito após uma refeição, depende da velocidade de absorção. Essa, por sua vez, depende de diversos fatores tais como o esvaziamento gástrico, a velocidade de hidrólise e a difusão dos produtos hidrolisados no intestino delgado (FAO/WHO, 1998).

Além disso, outras variáveis relacionadas com a necessidade metabólica do organismo no momento da absorção, podem interferir na resposta glicêmica. Por exemplo, a glicose absorvida pode ser utilizada como fonte de energia pelo próprio enterócito. No fígado, órgão central do metabolismo dos nutrientes, a glicose absorvida pode seguir diferentes vias metabólicas, entre estas o armazenamento na forma de glicogênio, a conversão em ácidos graxos livres; outro destino da glicose é o armazenamento de triglicerídeos no tecido adiposo. Questiona-se qual a real influência desses processos metabólicos na resposta glicêmica dos alimentos, e há necessidade de estudos que melhor abordem esses aspectos (CHAMP e NOAH, 1997).

Os vegetais constituem a principal fonte alimentar dos carboidratos. O amido é a forma de armazenamento de energia das plantas, sendo constituído por 2 cadeias: a amilopectina (cadeia ramificada que representa 70-80% do total de amido) e a amilose (cadeia linear que representa 20-30% do total de amido) (CUMMINGS e ENGLYST, 1995).

O amido é encontrado na forma de grânulos cristalinos, que apresentam diferentes padrões na difração com raio X, de acordo com o comprimento da cadeia, a densidade de empacotamento e a presença de água. Os grânulos de amido são classificados em 3 tipos principais: A (cadeias com 23-29 moléculas de glicose; encontrado usualmente nos cereais), B (30-44 moléculas de glicose; exemplo.: batata crua e banana verde) e C (26-29 moléculas de glicose; é formado pela combinação dos tipos A e B e é típico das leguminosas). Cada tipo apresenta diferenciada digestibilidade pela α -amilase pancreática (ENGLYST et al, 1992). De um modo geral, os tipos B e C tendem a ser mais resistentes à degradação enzimática.

Além da estrutura do amido, existem diversos fatores que interferem no aproveitamento dos carboidratos. Alguns desses fatores estão relacionados a seguir.

Processamento do alimento

O amido em presença de água e mediante aquecimento, sofre o processo de gelatinização (modificação da organização dos grânulos cristalinos), o qual aumenta sua digestão. No entanto, durante o resfriamento ocorre recristalização, processo chamado retrogradação. O amido retrogradado não é digerido pela α -amilase, sendo este um dos tipos de amido resistente presente nos alimentos. Dessa forma, o processamento do alimento interfere na disponibilidade do amido (BJORCK, 1994; CUMMINGS e ENGLYST, 1995; BAGHURST et al, 1996).

Foi realizado por (MENEZES e LAJOLO, 1995) um ensaio de curta duração, em animais, com a finalidade de elucidar de que maneira alguns fatores, presentes nos alimentos, podem interferir no aproveitamento do amido. O feijão, que apresenta reduzido aproveitamento do amido e baixo IG, foi escolhido como modelo de estudo experimental. Através das respostas glicêmicas obtidas, acrescidas de informações sobre hidrólise *in vitro* e microscopia óptica, foi evidenciado que: 1- a integridade da parede celular é importante fator que interfere no aproveitamento do amido do feijão, podendo atuar como uma barreira física que dificulta o entumescimento, a completa gelatinização dos grânulos e a ação de enzimas hidrolíticas; 2- a organização física entre os grânulos de amido e proteínas existentes nas sementes de feijão podem interferir, parcialmente, no aproveitamento do

amido; 3- compostos presentes na parede celular e casca do feijão, quando estudados isoladamente, não explicam o reduzido aproveitamento do amido. Estes fatores, presentes nas leguminosas, devem ser considerados no processamento do alimento, com a finalidade de preservar seus efeitos positivos em relação à resposta glicêmica.

Tamanho das partículas

O tempo de mastigação durante o qual o alimento é submetido determina o grau de trituração e influencia a ação da α -amilase salivar, interferindo no aproveitamento do amido (CUMMINGS e ENGLYST, 1995).

O tamanho da partícula depende, também, do processo ao qual o alimento é submetido na sua elaboração, considerando os alimentos industrializados. Por exemplo, a moagem de grãos resulta em IG superiores, porque proporciona a desestruturação da parede celular, favorecendo o acesso da α -amilase (CUMMINGS e ENGLYST, 1995).

Composição química do alimento

A composição do alimento é um fator que deve ser levado em conta no que diz respeito à resposta glicêmica. As fibras insolúveis, como a celulose, agem acelerando o trânsito intestinal e diminuindo a absorção da glicose e conseqüentemente, o IG é mais baixo. A presença de fibras solúveis como a pectina, goma guar, β -glucanos e hemiceluloses, resulta em menor IG. Isso ocorre em função da viscosidade que essas fibras conferem ao bolo alimentar, tornando a absorção mais lenta. O transporte de glicose na mucosa intestinal é inibido, em parte, pelo aumento da resistência à difusão através da barreira mucosa, em virtude da grande viscosidade do bolo intestinal (WÜRCH e PI-SUNYER, 1997)

A magnitude da redução na resposta glicêmica do alimento é diretamente proporcional à viscosidade e/ou à concentração de fibras solúveis. A adição dessas fibras em determinados alimentos (como pães, biscoitos, “corn flakes”) com a finalidade de reduzir o IG tem sido objeto de estudo. Através da adição de 20% de *psyllium* (cutícula da semente da planta aquática-*Plantago ovata*- rica em hemicelulose) em “corn flakes”, (WOLEVER et al, 1991) obtiveram IG de 52. A resposta glicêmica após a ingestão de soluções de glicose com diferentes concentrações de β -glucanos foi acompanhada por (WOOD et al, 1997). Com a adição de 7 g de β -glucanos a atenuação no pico glicêmico foi de 40%. Já (TAPPY et al, 1996) avaliaram o efeito na resposta glicêmica (em diabéticos Tipo 2) de um cereal matinal extrusado contendo diferentes quantidades de β -glucanos (4g; 6g; 8,4g), ingerido com leite. Os resultados mostraram que os cereais contendo 6 e 8,4g de β -glucanos proporcionaram redução de cerca de 50% na resposta glicêmica quando comparado ao desjejum continental.

Ao considerarmos estes estudos, devemos estar atentos para o fato de que a aplicação, na prática clínica, às vezes encontra limites. Por exemplo, β -glucanos são encontrados no farelo de aveia (“oat bran”) na concentração de 6-10%; assim, para ingestão ao redor de 8g de β -glucanos seriam necessários 80-130 g de farelo de aveia, uma quantidade razoavelmente grande. Por outro lado, concentrados de β -glucanos vem sendo desenvolvidos e podem constituir uma alternativa para a diminuição do IG de alimentos e/ou refeições (WÜRCH e PI-SUNYER, 1997).

O grau de maturidade da fruta também irá influenciar no IG, uma vez que a composição química das frutas sofre alterações com o amadurecimento. Por exemplo, a banana verde apresenta cerca de 37% (matéria seca) de amido (IG = 51); e posteriormente, quando madura, aquele valor é reduzido para 3% (IG = 83) (WOLEVER, 1990).

Os lipídios reduzem o IG, uma vez que retardam o esvaziamento gástrico e/ou interferem na gelatinização do amido, diminuindo a sua absorção. Ao mesmo tempo, deve-se levar em conta que IG mais baixos, decorrentes do aumento na concentração de lipídios da dieta devem ser analisados com relação ao tipo de lipídios, pois no diabetes um dos objetivos da dietoterapia é contribuir para a normalização dos lipídios séricos (TRUSWELL, 1992).

Dessa forma, fica claro que diversos fatores podem interferir na digestão e absorção do amido; inclusive mais de um fator pode estar atuando simultaneamente. Neste contexto, a Tabela 2 mostra a variabilidade de digestibilidade em função da fonte e tipo do amido, visando prever o seu possível comportamento *in vivo*, baseando-se em sua classificação *in vitro*.

Tabela 2 Classificação nutricional *in vitro* do amido.

Tipo de amido (exemplo de ocorrência)	Provável digestão intestino delgado
Amido rapidamente digerido (alimentos que acabaram de ser cozidos)	Rápida e completa
Amido lentamente digerido (cereais)	Lenta e completa
Amido Resistente	
1. Amido fisiologicamente inacessível (grãos triturados e sementes)	Resistente
2. Grânulos resistentes (banana verde e batata crua)	Resistente
3. Amilose retrogradada (pão, "cornflakes", batata cozida e resfriada)	Resistente

Fonte: adaptado de Cummings e Englyst, 1995.

Nem sempre é simples estabelecer uma relação entre a quantidade de amido resistente (AR) do alimento e seu IG. Seria esperado que aqueles alimentos com maior teor de AR apresentassem inferior IG, visto que esse amido não é digerido e absorvido e, dessa forma resultaria em menor resposta glicêmica. No entanto, não é bem isso o que ocorre; alguns alimentos, embora apresentem maior quantidade de AR, produzem elevados IG.

Embora alguns estudos demonstrem a existência de correlação entre a hidrólise *in vitro* do amido e a resposta glicêmica *in vivo* (MENEZES et al, 1996; GOÑI et al, 1997), não tem sido evidenciada correlação entre o conteúdo de amido resistente e resposta glicêmica (ENGLYST et al, 1999) .

Segundo (ENGLYST et al, 1999), o amido presente nos alimentos pode ser dividido em três tipos: amido rapidamente digerido, amido lentamente digerido e amido resistente. O conteúdo de amido rapidamente digerido é que definirá a resposta glicêmica a ser produzida pelo alimento, e não o teor de amido resistente. Por exemplo, “corn flakes” contêm elevados teores de amido resistente e de amido rapidamente digerido, produzindo elevada resposta glicêmica. O autor aponta que a quantificação *in vitro* dos amidos que são lenta e rapidamente digeridos, tem relevância fisiológica e poderia servir como ferramenta para investigar a importância da quantidade, tipo, e forma dos carboidratos alimentares para a saúde.

Assim, além do teor de amido resistente, as frações de amido que são lenta e rapidamente digeridas também devem ser consideradas, contribuindo para uma melhor interpretação do IG do alimento. Nesta interpretação, é importante salientar que não se deve desconsiderar outros fatores, já citados, que podem estar atuando simultaneamente.

APLICAÇÃO PRÁTICA DO ÍNDICE GLICÊMICO

De acordo com o que foi abordado até o momento, os alimentos produzem diferentes respostas glicêmicas, sofrendo a interferência de diversos fatores. Do ponto de vista prático, a utilização do IG, especialmente no diabetes, é uma questão polêmica.

A American Diabetes Association (ADA, 1994), na sua recomendação, enfocou a necessidade de considerar a quantidade total de carboidratos e sua qualidade. A recomendação baseia-se nos carboidratos e ácidos graxos monoinsaturados, que devem representar 60-70% do valor energético total, sem menção sobre a qualidade dos carboidratos. Na revisão de 2000, não houve modificação na recomendação (ADA, 2000).

A sacarose, segundo a recomendação da (ADA, 1994, 2000), desde que consumida numa refeição mista, não interfere no controle glicêmico de diabéticos Tipo 1 ou 2. Entretanto, considerando a quantidade total de carboidratos do plano alimentar, há necessidade de substituições equicarbonatadas dos alimentos.

O problema da utilização de listas de substituições que levam em conta apenas o total de carboidratos, é que outros fatores que podem estar influenciando a resposta glicêmica não são considerados. Estes fatores foram abordados no item anterior. Assim, alimentos com o mesmo teor de carboidratos são substituídos entre si, sem levar em conta sua resposta glicêmica.

Com base em alguns estudos sobre índice glicêmico de refeições mistas, a (ADA, 1994, 2000) tem relegado a um segundo plano a aplicação do índice glicêmico dos alimentos na prática clínica. Entretanto, a metodologia empregada nesses estudos foi questionada por (WOLEVER, 1997).

Os resultados do estudo de (WOLEVER e BOLOGNESI, 1996) contradizem a posição adotada pela (ADA, 1994, 2000). Este estudo, desenvolvido com estudantes não diabéticos (IMC = $\pm 24,6$; idade = $\pm 28,4$ anos), de ambos os sexos, testou o efeito de refeições mistas nas respostas glicêmica e insulinêmica. As refeições apresentaram variações de energia

(1650-2550 kJ), de lipídios (8-24 g), de proteínas (15-25 g), de carboidratos (38-104 g) e de IG (43-99). A correlação entre a resposta da glicose sérica e os teores de carboidratos ou proteínas ou lipídios não foi significativa. Já quando foi levado em conta, além do teor, o tipo dos carboidratos, a correlação foi significativa, ressaltando a importância de se considerar também o tipo de carboidrato no plano alimentar.

Por outro lado, com relação a aplicação do IG no tratamento do diabetes, a (European Association for the Study of Diabetes, 1995) recomenda que a porcentagem do valor energético total de carboidratos e ácidos graxos monoinsaturados *cis* estejam de acordo com a tolerância individual do paciente, e que os lipídios totais não devem ultrapassar 30% da energia. Com relação aos carboidratos, dá preferência aos alimentos com baixo índice glicêmico ou ricos em fibras solúveis.

A (FAO/WHO, 1998) também reconhece, na seleção de alimentos, a validade da aplicação clínica do IG em diabéticos e nos casos de intolerância à glicose. Nos diabéticos, é importante considerar que alguns estudos apontam que alimentos com baixo IG podem contribuir para o controle glicêmico, especialmente se existe hiperglicemia (HOLLENBECK, 1985; WOLEVER, 1992).

Com relação aos estudos sobre o efeito de dietas com diferentes IG (em diabéticos), a meta-análise realizada por (BRAND-MILLER, 1994), levou em conta onze estudos. As dietas com baixo IG reduziram a hemoglobina glicosilada (-9%), as frutosaminas (-8%) e o peptídeo C urinário (-20%). Já a glicemia de jejum não mostrou alterações significativas na maioria dos casos. Com relação aos lipídios séricos, houve redução do colesterol em média de 6% e de triglicérides (9%) em diabéticos Tipo 2. Nos indivíduos com aumento do nível sérico de triglicérides (>2,0 mmol/L), a redução no nível de triglicérides promovida pela dieta com baixo IG foi maior, ao redor de 20%. Embora as alterações sejam modestas, as dietas com baixo IG basicamente contêm vegetais ricos em fibras, leguminosas e massas, e a adesão por parte do paciente normalmente é fácil.

No que se refere à utilidade prática do IG, deve-se levar em conta o estudo de (WOLEVER et al., 1998) realizado com quatro grupos de indivíduos (saudáveis, obesos, obesos com intolerância à glicose, diabéticos Tipo 2). Os autores observaram que não ocorreu diferença entre os valores de glicemia relativa para os grupos estudados. Esses resultados justificam a validade e uso da tabela de IG criada por (FOSTER-POWELL e BRAND-MILLER, 1995), que reúne resultados obtidos em indivíduos saudáveis e diabéticos.

Segundo (BRAND-MILLER et al, 1997), não é pertinente a alegação de que quando se considera o IG dos alimentos no planejamento alimentar do diabético, há uma significativa restrição dos alimentos. Na verdade, é necessário levar em conta cada caso antes de propor a restrição, e muitas vezes apenas a substituição pode ser uma boa alternativa. Por exemplo, alguns cereais matinais ricos em fibras constituem boa opção para a refeição matinal ou refeições intermediárias, pois têm menor IG.

No que diz respeito à prevenção do diabetes, (SALMERON et al, 1997) em estudo prospectivo realizado com 42.759 homens não diabéticos e sem doença cardiovascular,

acompanhados por 6 anos, verificaram correlação positiva entre o consumo de alimentos pobres em fibras (alto IG) e o aumento do risco de desenvolver diabetes Tipo 2. Com relação ao estudo sobre o acompanhamento de mulheres (n=75.543), que também foi prospectivo (6 anos), (SALMERON et al, 1997) verificaram que dietas com baixo IG e alto teor de fibras de cereais apresentam relação inversa com o risco de diabetes Tipo 2. Assim, o incentivo à utilização de produtos integrais, substituindo os refinados, deve ser recomendado, como medida preventiva relacionada a diabetes.

As dietas com baixo IG e a prevenção do diabetes parecem estar relacionadas com a alta demanda de insulina nas dietas com alto IG, que influenciariam o risco de desenvolver diabetes. Outro ponto a ser considerado é a relação entre o baixo IG da dieta e o aumento da sensibilidade à insulina nos adipócitos (*in vitro*), verificado por (FROST et al, 1996) em estudo realizado com indivíduos com doença coronariana, onde é frequente a reduzida sensibilidade à insulina. Em outro estudo realizado com mulheres pré-menopausa, sem doença coronariana (n=61), (FROST et al, 1998) concluíram que a dieta com baixo IG melhora a sensibilidade à insulina, mesmo nos casos com história familiar de doenças cardiovasculares. Um dos mecanismos propostos é que as dietas com alto IG produzem picos altos de insulina pós prandial, que podem resultar em diminuição da glicose sérica para níveis abaixo da curva basal. Isso desencadeia uma resposta contra-regulatória com aumento nos níveis de ácidos graxos livres e diminuição na sensibilidade à insulina (FROST et al, 1998). Assim, de acordo com esses estudos (FROST et al 1996, 1998), dietas com baixo IG contribuiriam para maior sensibilidade à insulina, fator importante na prevenção do desenvolvimento de diabetes.

Com relação à aplicação do IG na obesidade, o tratamento com dietas com baixo IG, aliado ao moderado consumo de proteínas e lipídios, tem sido indicado.

Foi realizado por (LUDWIG et al, 1999) um estudo com adolescentes (média de 15,7 anos), obesos (% peso ideal >120), que receberam dietas com diferentes IGs (alto, médio, baixo). Através da análise do comportamento de alguns hormônios (insulina, glucagon, hormônio do crescimento), glicose e ácidos graxos séricos, os autores sugeriram que a dieta com alto IG induz alterações hormonais (hiperinsulinemia e hipoglucagonemia) e metabólicas (redução da produção hepática de glicose e ácidos graxos por alta incorporação de glicose pelas células musculares e hepáticas). Isso pode limitar a disponibilidade dos combustíveis metabólicos, fazendo com que os obesos, na refeição seguinte, tenham uma tendência a exceder-se nas quantidades consumidas, por apresentarem mais fome, através de uma espécie de mecanismo compensatório para manter a homeostase energética. Assim, seriam contraindicadas dietas hipocalóricas com alto IG, por estimularem posterior hiperfagia, prejudicando tanto a programação de perda de peso, quanto a manutenção de peso após o emagrecimento.

Este estudo (LUDWIG et al,1999), mesmo com a limitação da avaliação apenas dos efeitos a curto prazo, apresenta a sugestão sobre as alterações hormonais e metabólicas resultantes de dietas com baixo IG, que parece pertinente, e é apontada pelos autores como um campo para maiores investigações.

Paralelamente, vem sendo estudado um outro índice, que mede a saciedade de porções de alimentos que contêm o mesmo valor energético, em relação a um padrão (pão branco), chamado índice de saciedade, que virá a contribuir, ao lado do índice glicêmico, para o conhecimento dos efeitos fisiológicos dos alimentos, fornecendo importantes informações para a escolha dos alimentos na prática clínica (HOLT, 1996).

Dessa forma, o IG dos alimentos é considerado uma informação importante na terapia nutricional de diabéticos (WOLEVER, 1992, 1996, 1998; Hollenbeck, 1985; Brand-Miller, 1994, 1997), obesos (WOLEVER, 1998; LUDWIG et al, 1999), portadores de doenças cardiovasculares (FROST, 1996, 1998) e na prevenção do diabetes (SALMERON, 1997) sendo recomendada sua aplicação pela (European Association for the Study of Diabetes, 1995) e pela (FAO/WHO, 1998).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o índice glicêmico é um instrumento que pode auxiliar o profissional da área de nutrição na orientação e elaboração de dietas, desde que sejam consideradas as variáveis envolvidas na metodologia empregada para obtenção deste índice, bem como os diversos fatores relacionados à digestão e à absorção dos carboidratos. Além disso, o profissional deve estar atento para a correta interpretação dos valores de IG no momento da escolha dos alimentos, lembrando que este é um complemento das informações contidas nas tabelas de composição de alimentos e não uma substituição delas. Os estudos indicam dietas com baixo IG para o controle glicêmico no diabetes, nas doenças cardiovasculares e na terapia nutricional da obesidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION Position statement.: Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus. *Diabetes Care*, v.17, p.519-22, 1994.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION Recomendações de nutrição para pacientes diabéticos ano 2000. *Diabetes Clínica*, v.4, p.128-32, 2000.
- BAGHURST, P.A.; BAGHURST, K.I., RECORD, S.J. Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch: a review. *Food Aust.*, v.48, n.3, p.3-32, 1996.
- BJORCK, I.; GRANFELDT, Y.; LILJEBERG, H.; TOVAR, J.; ASP, N.G. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *Am. J. Clin. Nutr.* v.59, p.699S-705S, 1994.
- BRAND-MILLER J. Importance of glycemic index in diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.* v.59, *supp*, p.747S-752S, 1994
- BRAND-MILLER, J.; COLAGIURI, S.; FOSTER-POWELL, K. The glycemic, index is easy and works in practice. *Diabetes Care*, v.20, p.1628, 1997
- CHAMP, M.; NOAH, L. Overview of glucose bio-availability and metabolism. In: GUILLON, F.; ABRAHAM, G.; AMADO, R.; ANDERSON, R.; A.S.P., M.G.; BACH, A.C.; KNUDSEN, K.E.; CHAM, M.; ROBERTSON, J. P. Plant polysaccharides in human nutrition: structure, function, digestive fate and metabolic effects. Nantes, France, 1997. 70p. (European Air – Concerted Action AIR3 CT94-2203)

- COULSTON, A. M.; HOLLENBECK, C.B.; REAVEN, G.M. Utility of studies measuring glucose and insulin responses to various carbohydrate-containing foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.39, p.163-65, 1984.
- CUMMINGS, J. H.; ENGLYST, H.N. Gastrointestinal effects of food carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* v.61, suppl, p.938S-945S, 1995.
- DEFRONZO, R.A. The triumvirate: β -cell, muscle, liver: a collusion responsible for NIDM. *Diabetes*, v.37, p.667-87, 1988.
- DEFRONZO, R.A.; FERRANNINI, E. Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*, v.14, p.173-94, 1991.
- EDELMAN, S. V. Importance of glucose control. *Med. Clin. North Amer.*, v.82, p.665-87, 1998.
- ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S.M.; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.46, suppl, p.S33-S50, 1992.
- ENGLYST, K.N.; ENGLYST, H.N.; HUDSON, G.J.; COLE, T.J.; CUMMINGS, J.H. A rapidly available glucose in foods: An in vitro measurement that reflects the glycemic response. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.69, p.448-54, 1999.
- ESTADOS UNIDOS. National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*. 10thed. Washington, DC: National Academy Sciences, 1989. 284p.
- EUROPEAN ASSOCIATION FOR THE STUDY OF DIABETES. DIABETES AND NUTRITION STUDY GROUP. Statement. Recommendations for nutritional management of patients with diabetes mellitus. *Diab. Nutr. Metab.*, v.8, p.185-89, 19
- FOSTER-POWELL, K.; Brand, D.; MILLER, J.C. International tables of glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.*, suppl., v.62, p.871S-935S, 1995.
- FRAIGE FILHO, F. Situação dos diabéticos no Brasil. *Diabetes & Metabolism*, v.2, p.4-5, 1998.
- FRANZ, M.J.; HORTON, E.S.; BANTLE, J.P.; BEEBE, C.A.; BRUNZELL, J.D.; COULSTON, A.M.; HENRY, R.R.; HOOGWERF, B.J.; STACPOOLE, P.W. Nutrition principles for the management of diabetes and related complications. *Diabetes Care*, v.17, p.490-518, 1994.
- FROST, G.; KEOGH, B.; SMITH, D.; AKINSANYA, K. LEEDS, A. The effect of low-glycemic carbohydrate on insulin and glucose response in vivo and in vitro in patients with coronary heart disease. *Metabolism*, v.45, p.669-72, 1996.
- FROST, G.; LEEDS, A.; TREW, G.; MARGARA, R.; DORNHORST, A. Insulin sensitivity in women at risk of coronary heart disease and the effect of a low glycemic diet. *Metabolism*, v.47, p.1245-51, 1998.
- GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutr. Res.*, v.17, p.427-37, 1997.
- HOLLENBECK, C.B.; COULSTON, A.M.; DONNER, C.C.; WILLIAN, R.A.; REAVEN, G.M. The effects of variations in percent of naturally occurring complex and simple carbohydrates on plasma glucose and insulin responses in individuals with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes*, v.34, p.151-55, 1985.
- HOLLENBECK, C.B.; COULSTON, A.M.; REAVEN, G.M. Glycemic effects of carbohydrates: a different perspective. *Diabetes Care*, v.9, p.641-47, 1986.
- HOLT, S.H.A.; BRAND MILLER, J.C.; PETOCZ, P. Interrelationships among postprandial satiety, glucose and insulin responses and changes in subsequent food intake. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.50, p.788-97, 1996.
- HOLZMEISTER, L.A. Diabetes care and education practice group promotes leadership. *JADA*, v.94, p.497, 1994.
- JENKINS, D.J.A.; WOLEVER, T.M.S.; TAYLOR, R.H.; BARKER, H.; FIELDER, H.; BALDWIN, J.M.; BOWLING, A.C.; NEWMAN, H.C.; JENKINS, A.L.; GOFF, D.V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrates exchange. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.34, p.362-66, 1981.
- LEE, B.M.; WOLEVER, T.M.S. Effect of glucose, sucrose and fructose on plasma glucose and insulin responses in normal humans: comparison with white bread. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.52, p.924-28, 1998.
- LUDWIG, D.S.; MAJZOUB, J.A.; AL-ZAHRANI, A.; DALLAL, G.E.; BLANCO, I.; ROBERTS, S.B.

- High glycemic index foods overeating and obesity. *Pediatrics*, v.103, p.26-36, 1999.
- MACHADO U.F. Transportadores de glicose. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v.42, p.413-21, 1998.
- MENEZES, E.W.; GIUNTINI, E.B.; LAJOLO, F.M. Starch availability in brazilian foods: "in vivo" and "in vitro" assays. *Nutr. Res.*, v.16, p.1425-36, 1996.
- MENEZES, E.W.; LAJOLO, F.M. Utilização do amido de leguminosas. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.45, suppl, p. 270S-272S, 1995
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (FAO/WHO) *Carbohydrates in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation*. Roma: FAO,1998
- QUINN, S. Diabetes and diet. *Med. Cl. North Am.*, v.77, p.773-81, 1993.
- SALMERON, J. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care*, v.20, p.545-550, 1997.
- SALMERON, J.; MANSON, J.E.; STAMPFER, M.J.; COLDITZ, G.A.; WING, A.L.; WILLETT, W.C. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA*, v.272, p.472-77, 1997.
- TAPPY, L.; GÜGOLZ, E.; WÜRSCH, P. Effects of breakfast cereals containing various amounts of β -glucan fibers on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects. *Diabetes Care*, v.19, p.831-34, 1996.
- TRUSWELL, A.S. Glycaemic index of foods. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.46, suppl, p.S91-S101, 1992.
- VAN WYNSBERGHE, D. *Humam anatomy & physiology*. New York, NY.: Library of Congress,1995. 569 p.
- VANNUCCHI, H.; MENEZES, E.W.; CAMPANA, A.O.; LAJOLO, F.M. *Aplicação das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira*. *Cad. Nutr.*, São Paulo, v.2, p.1-155, 1990.
- WOLEVER, T.M.S. The glycemic index. *World Review of Nutrition and Dietetics*, v.62, p.121-185, 1990.
- _____. The glycemic index: flogging a dead horse? *Diabetes Care*, v.20, p.452-56, 1997.
- _____. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am.J.Clin. Nutr.*, v.54, p.846-54, 1991.
- WOLEVER, T.M.S.; BOLOGNESI, C. Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. *J. Nutr.*, v.126, p.2807-12, 1996.
- WOLEVER, T.M.S.; CHIASSON, J.L.; HUNT, J.A.; PALMASON, C.; ROSS, A.S.; RUAN, E.A. Similarity of relative glycaemic but not relative insulinaemic responses in normal, IGT and diabetics subjects. *Nutr. Res.* v.18, p. 1667-76, 1998.
- WOLEVER, T.M.S.; JENKINS, D.J.; VUKSAN, V.; JENKINS, A.L.; BUCKLEY, G.C.; WONG, G.S.; JOSSE, R.G. Beneficial effect of a low glycemic index in tipe 2 diabetes. *Diabet. Med.*, v.9, p.451-58, 1992.
- WOLEVER, T.M.S.; VUKSAN, V.; ESHUIS, H.; SPADAFORA, P.; JENKINS, D.J.A. Effect of method of administration of psyllium on glycemic response and carbohydrate digestibility. *J. Am. College Nutr.*, v.10, p.364-71, 1991.
- WOOD, P.J.; BRAATEN, J.; SCOTT, F.W.; RIEDEL, K.D.; WOLYNETZ, M.S.; COLLINS, M.W. Effect of dose and modification of vicous properties of oat gum on plasma glucose and insulin following na oral glucose load. *Brit.J. Nutr.*,v.72, p.731-43, 1994.
- WÜRCH, P.; PI-SUNYER, E.X. The role of vicous soluble fiber in the metabolic control of diabetes. *Diabetes Care*, v.20, p.1774-89,1997.