



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE GLICÊMICO *IN VITRO*

Danielle **Peres**^{2a}, Alessandra dos **Santos**^{3c}, Aparecida Sônia de **Souza**^{1c}, Maria Teresa **Bertoldo Pacheco**^{1c}, Vera Sônia Nunes da **Silva**^{1b}

¹ Instituto de Tecnologia de Alimentos, Química/Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos; ² PUC – Campinas, ³ Faculdade de Jaguariúna – FAJ

Nº 13238

RESUMO - O alimento é essencial e indispensável à manutenção e a ordem da saúde, pois a dieta influencia todos os estádios metabólicos, sendo de principal importância no fornecimento de nutrientes necessários para saúde mental e corporal. Para atingir equilíbrio é essencial que os alimentos ingeridos sejam adequados tanto em quantidade como em qualidade para manter a integridade estrutural e funcional do organismo. No entanto, o crescimento desenfreado da população refletiu diretamente na necessidade de aumentar a produção de alimentos. Por outro lado os produtos processados nem sempre são “saudáveis” principalmente quando associados ao sedentarismo. A junção destes dois fatores levou ao aumento de pessoas com predisposição a doenças como hipertensão, colesterol e principalmente diabetes. Portanto, é extremamente importante que o consumidor tenha conhecimento sobre o alimento que por ele será consumido. Um dos parâmetros relevantes é justamente conhecer o índice glicêmico do alimento, o qual está relacionado à resposta glicêmica de cada indivíduo. Este estudo teve por objetivo principal a implementação da metodologia para determinação do índice glicêmico *in vitro* (IGv). Para tanto, foi utilizado o pão branco como padrão de referência (IGv=100), e a aveia foi a amostra estudada. Os teores de carboidratos do pão branco (58,10%) e da aveia (56,69%) não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), a aveia foi desengordurada para a realização do ensaio por conter $8,21 \pm 0,10\%$ de lipídeos. O Índice de Hidrólise da aveia foi de 42,4 e o IGv foi de 63.

Palavras-chave: Cinética do amido, índice glicêmico, diabetes, carboidratos.

^a Bolsista CNPq: Graduação em Biologia, PUC, Campinas - SP, dani.22kinha@hotmail.com

^b Orientador, Pesquisador, CCQA/ITAL, Campinas-SP, vera.silva@ital.sp.gov.br

^c Colaborador, Pesquisador, CCQA/ITAL, Campinas – SP

^c Colaborador, estudante, Graduação em Eng. de Alimentos, FAJ, Jaguariúna - SP



ABSTRACT - Food is essential and indispensable to the maintenance of health and order, because diet influences all stages metabolic, being of chief importance in the supply of nutrients needed for health of mind and body. To achieve balance is essential that food intake is adequate both in quantity and quality to maintain the structural and functional integrity of the organism. However, the unrestrained growth of the population directly reflected in the need to increase food production. Moreover processed products are not always "healthy" especially when associated with physical inactivity. The combination of these two factors led to the increase of people with predisposition to diseases such as hypertension, high blood cholesterol and diabetes. Therefore it is very important that the consumer has knowledge about the food that will be consumed by it. One of the relevant parameters is to know the glycemic index of food, which is related to the glycemic response of each individual. This study was aimed at the implementation of the methodology for determining the Glycemic Index in vitro (GI_v). However, we used white bread as the reference standard (GI_v = 100), and oats was the sample studied. The carbohydrate from white bread (58.10%) and oats (56.69%) showed no significant difference ($p < 0.05$). The lipids of oats was $8.21 \pm 0.10\%$, therefore was defatted before the test. The Hydrolysis Index of oats was 42.4 and GI_v was 63.

Key-words: Kinetics of starch, glycemic index, diabetes, carbohydrates.

1 INTRODUÇÃO

A ingestão adequada de alimentos pode contribuir para redução da glicemia pós-prandial e, conseqüentemente, em menor secreção de insulina pelo pâncreas, contribuindo para o controle de glicemia em indivíduos diabéticos (BOURDON et al., 1999). Aos polissacarídeos são atribuídas vantagens como a diminuição da necessidade de insulina exógena além de menores taxas de glicose do sangue (DE LEEUW et al., 2005). Segundo Guillon & Champ, 2000, as fibras protegem estruturalmente as moléculas de amido, as quais estão presentes dentro das células vegetais, até o momento da ação dos ácidos e enzimas do estômago e/ou da atividade microbiana no intestino grosso. Desde 1988, a FAO/WHO reportou o papel fisiológico importante que os carboidratos exercem no organismo, e a razão entre a digestão e absorção dos carboidratos pode ser determinante no controle de alguns tipos de doenças. Por esta razão houve grande interesse da comunidade científica em estudar a utilização biológica dos carboidratos pelo organismo, especialmente ao que se refere ao amido e a fibra alimentar (JENKINS et al. 2002). Muitos mecanismos que envolvem o efeito da fibra na resposta glicêmica já foram compreendidos, os quais dependem de fatores como a estrutura do alimento (integridade da parede celular em alimentos) e das características intrínsecas da fibra, como a capacidade de aumentar a



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

viscosidade da digesta (LECLERE et al., 1994). Estudos revelam que alimentos ricos em fibras contribuem para a diminuição da hiperglicemia pós-prandial (RODRIGUEZ-MORAN et al., 1998) por apresentarem baixos índices glicêmicos.

O índice glicêmico é dependente da velocidade de digestão e absorção dos carboidratos presentes no alimento, que ao contrário da fibra alimentar podem apresentar altos índices glicêmicos. Parâmetro importantíssimo, especialmente as pessoas portadoras de Diabetes Tipo-II que é uma desordem metabólica caracterizada pela ausência de resposta a presença de insulina. Esta patologia afeta o metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídeos, além de prejudicar fígado, rins (BAYNES, 1991), e atinge uma grande proporção da população mundial (ZIMMET & ALBERTI, 2001). Para o ano de 2030, a OMS estima que o número total de pessoas com diabetes atingirá o patamar de 370 milhões (WHO, 2006). As razões deste crescimento devem-se ao aumento da expectativa de vida e também ao desenvolvimento social e econômico, proporcionando a população maior acesso aos produtos industrializados associados ao estilo de vida moderno, caracterizado por alimentação apressada, com alto teor de gordura e sedentarismo (BASILE, 2006).

Portanto, diferentes tipos de alimentos, com teores de carboidratos iguais, podem apresentar respostas glicêmicas diferentes, desta forma, surgiu o termo Índice Glicêmico (IG) que foi definido como a glicemia pós-prandial, calculada sob a área da curva glicêmica, expressa como a porcentagem da área correspondente a uma porção equivalente de carboidratos de um alimento de referência (glicose ou pão branco) (JENKINS et al., 1981).

Os alimentos com menores índices glicêmicos são aqueles que possuem quantidade expressiva de parede celular resistente, portanto, permitidos a indivíduos diabéticos, pois podem refletir em uma menor necessidade de insulina exógena. Contudo, índice glicêmico é definido como a velocidade que o alimento leva para ser absorvido e transformado em açúcar no sangue.

A princípio para determinação de índice glicêmico, a glicose foi estabelecida como padrão, e, posteriormente foi substituída pelo pão branco, por ser um alimento que apresenta resposta fisiológica mais adequada em relação a glicose. Para algumas pessoas, a ingestão de 50g de glicose leva uma pessoa a sintomas desconfortáveis como: náuseas e retardo do esvaziamento gástrico, devido à alta osmolaridade, e conseqüentemente refletir no resultado do IG. Outro ponto a ser considerado é o grau de cozimento e de processamento do alimento, alimentos que contêm naturalmente outros nutrientes como lipídios e proteínas, e a glicose é apenas um monossacarídeo, podem dificultar a comparação dos resultados (WOLEVER et al, 1991).

A determinação do IG de um alimento é baseada na curva de resposta glicêmica média de uma amostra de pelo menos seis indivíduos saudáveis, para que não ocorra uma variação



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

individual. Esses indivíduos ingerem no jejum de 10 a 12 horas, 50g de carboidratos e em intervalos de meia hora é retirada uma amostra de sangue para verificar a concentração de glicose do jeito que a curva resposta glicêmica seja estabelecida (TRUSWELL, 1992). Para obter a curva glicêmica dos alimentos testados, o experimento deve ser o mesmo do alimento padrão. Porém, para obter um valor representativo para o alimento padrão recomenda-se repetir o teste 3 vezes com o mesmo indivíduo, pois existe variações da resposta no mesmo indivíduo de um dia para o outro (FAO/WHO, 1998).

Devido a complexidade do ensaio *in vivo* com humanos, alguns autores propuseram a utilização de método *in vitro* para efetuar a medida do índice glicêmico (GOÑI et al., 1997), entretanto o desenvolvimento da metodologia *in vitro* foi correlacionado ao ensaio *in vivo*. O método *in vitro* baseia-se na hidrólise enzimática controlada, com quantificação da glicose após os tempos de 30, 60, 90, 120 e 180 minutos. Segundo estes autores os resultados obtidos apresentaram concordância entre o ensaio *in vivo* e *in vitro*. Dentro deste contexto, este estudo teve por objetivo principal a implementação da metodologia para determinação do índice glicêmico *in vitro* (IGv).

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima: Aveia, pão branco, disponíveis comercialmente.

2.2. Métodos

2.2.1. Caracterização da matéria-prima: Análises físico-químicas da composição centesimal foram realizadas de acordo com a AOAC (2010).

2.2.2. Determinação do índice Glicêmico *in vitro* (IGv) da matéria-prima e dos produtos gerados: Quantificação do índice glicêmico *in vitro* (GOÑI et al., 1997).

2.3. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (Pimentel Gomes, 2009), para determinação da diferença significativa entre as médias, utilizando o programa SAS – *Statistical Analysis System* (SAS, Cary, USA). As diferenças foram consideradas significativas seguindo o nível de significância de $p \leq 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da matéria prima

O teor de carboidratos (Tabela 1) entre o pão branco e a aveia não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), considerado neste estudo um parâmetro importante para efeito de comparação entre as duas matrizes alimentares, ou seja, valores estatisticamente iguais de



carboidratos com resposta glicêmicas diferentes. Além disso, a aveia disponível comercialmente tornou-se um modelo de estudo importante por ser um cereal, o qual pode ser consumido sem tratamento térmico prévio, embora tenha sido necessário seu desengorduramento prévio (lipídeos: 8,21%), já que o método recomenda que amostras com teores de lipídeos superiores a 5% sejam desengorduradas. Além dos lipídeos, para determinação do Índice Glicêmico (IG), outros fatores também podem influenciar na cinética de digestão do amido, como por exemplo, a natureza do amido, forma física, interações entre lipídeos e proteína, fatores antinutricionais, inibidores enzimáticos e o próprio processamento do alimento (GOÑI et al., 1997). Portanto, para determinação do IG, o alimento deverá estar na forma adequada para o consumo.

Tabela 1. Resultados da composição centesimal

DETERMINAÇÕES	RESULTADOS (g/100g da amostra)*	
	Pão Branco	Aveia
Proteína Bruta (Nx5,75)	7,83 ± 0,07 ^b	14,21 ± 0,08 ^a
Umidade	30,32 ± 0,08 ^a	9,11 ± 0,04 ^b
Cinzas	0,23 ± 0,01 ^b	1,82 ± 0,01 ^a
Lipídeos	1,81 ± 0,02 ^b	8,21 ± 0,10 ^a
Fibra Alimentar Total	1,71 ± 0,11 ^b	10,28 ± 0,11 ^a
Carboidratos**	58,10 ^a	56,69 ^a

* Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **Calculados por diferença: 100 – (proteína + umidade + lipídeos totais + cinzas + fibra alimentar total).

3.2. Cinética *in vitro* da digestão do amido

O ensaio *in vitro* simula a digestão do amido, para evitar a interação proteína-amido utilizou-se uma protease (pepsina). A α -amilase teve como função hidrolisar o amido. A finalidade da amiloglucosidade foi liberar as unidades de glicose dos produtos formados durante a hidrólise do amido (GOÑI et al., 1997). A Figura 1 representa o fluxograma utilizado para determinação da cinética enzimática do amido do pão branco e da aveia. A Figura 2 representa a taxa total de hidrólise do amido, a qual foi expressa com a taxa de glicose em cada amostra expressa em porcentagem (%), para cada intervalo de tempo (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos), através do cálculo da Área Abaixo da Curva de Hidrólise (AACH) estimada geometricamente pela aplicação da regra dos trapézios. O Índice de Hidrólise (IH) da aveia foi calculado como a relação entre a AACH da aveia e a AACH do pão branco. Os valores obtidos neste estudo foram utilizados para o cálculo do Índice Glicêmico *in vitro* (IGv), de acordo com a equação proposta por Goñi e colaboradores (1997), para estimar o índice glicêmico *in vitro* ($IG = 39,71 + 0,549 \cdot IH$).

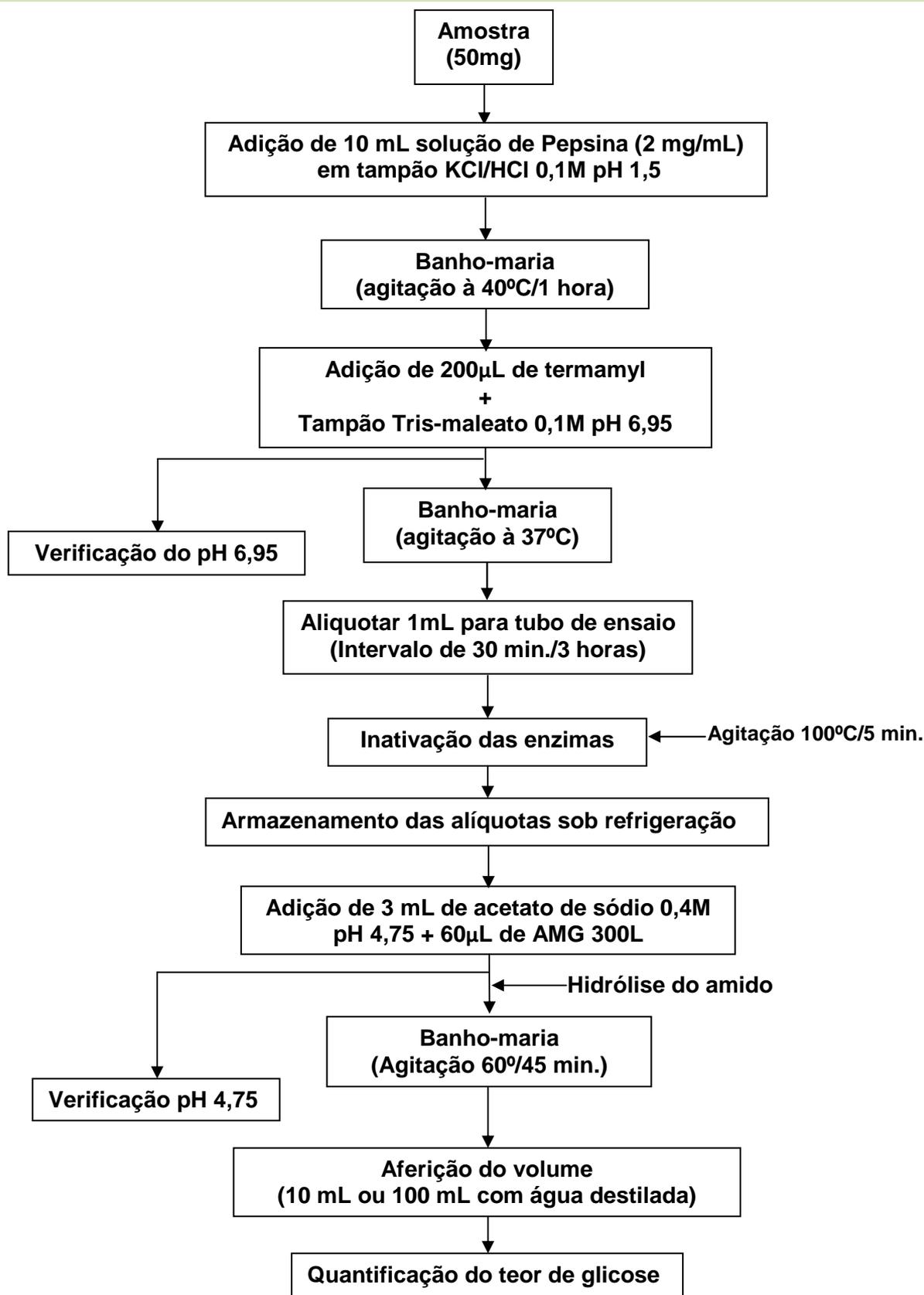


Figura 1. Fluxograma da cinética *in vitro* da digestão do amido do pão branco e da aveia.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

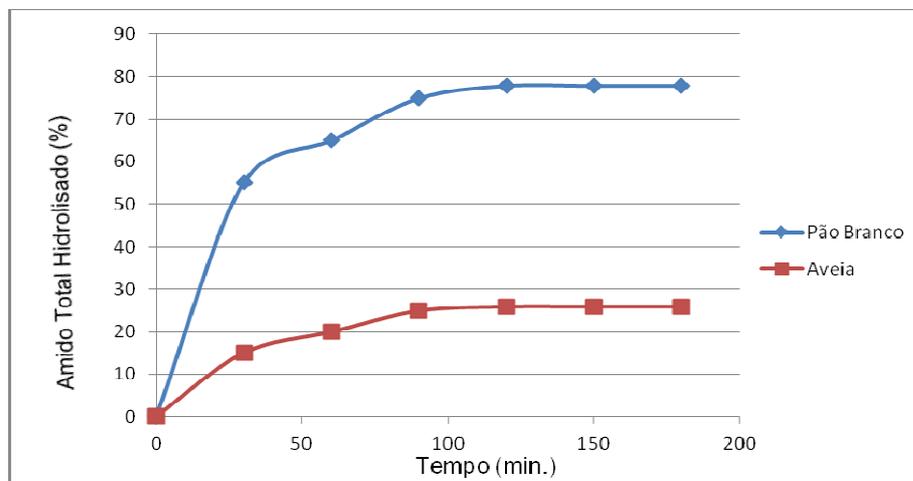


Figura 2. Representação gráfica da taxa da hidrólise total do amido do pão branco e aveia.

O pão branco foi utilizado como padrão de referência (IGv=100), o valor da taxa de digestão do amido (Figura 2) em 180 min. foi de 78%, superior (76,1%) ao encontrado por Goñi et al. (1997), provavelmente este valor está relacionado a algum tipo de variação que pode ter ocorrido durante o procedimento analítico, já que neste estudo procurou-se repetir as condições citadas na referida literatura. A aveia atingiu o patamar de 26% de digestão em 180 min. e 25% em 90 min. O IH da aveia foi de 42,4 e o IGv foi de 63, valor superior ao encontrado no estudo feito pela *University Wincosin Hospital and Clinics* (2013).

4 CONCLUSÃO

Neste estudo foram estabelecidos os parâmetros necessários para a determinação do Índice Glicêmico *in vitro*, porém em trabalhos futuros serão avaliados os Índices Glicêmicos em matrizes alimentares destinadas a pacientes diabéticos.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIT, pela bolsa concedida.

Ao CCQA – ITAL, pela oportunidade de estágio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, Official methods of analysis of the Association of **Official Analytical Chemists**, 18th ed., HORWITZ, W. (Ed.), Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current through Revision 3, 2010.

BASILE, M. C., **Diabetes: Uma pandemia em Crescimento**: <http://boasaude.uol.com.br/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=3648&ReturnCatID=1764>. Acesso em: 21 jan./2006.

BAYNES, J. W. Role of oxidative stress in development of complication of diabetes. **Diabetes**, v.40, p.405-412, 1991.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

BOURDON, I., YOKOYAMA, W., DAVIS, P., HUDSON, C., BACKUS, R., RICHTER, D., KNUCKLES, B., SCHNEEMAN, B., O. Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.69, n.1, p.55-63, 1999.

DE LEEUW, J. A.; JONGBLOED, A. W.; SPOOLDER, H. A. M.; VERSTEGEN, M. W. Effects of hindgut fermentation of non-starch polysaccharides on the stability of blood glucose and insulin levels and physical activity in empty sows. **Livestock Production Science**, Netherlands, v.96, p.165-174, 2005.

FAO/WHO, Food organization / World Health Organization, 1988. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997; **Food and nutrition paper**, Rome: FAO. 140pp.

GOÑI I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A Starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, v. 17, p.427-437, 1997.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**. Amsterdam, v. 33, n.3-4, p.233-245, 2000.

JENKINS, D. J. A.; WOLEVER, T. M. .; 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 food: a physiological basis for carbohydrates ex-change. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, p.362-66, 1981.

JENKINS, D. J., KENDALL, C. W., AUGUSTIN, L. S.; FRANCESCHI, S.; HAMIDI, M.; MARCHIE, A.; JENKINS, A. L.; AXELSEN, M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 76, 266S-273S, 2002.

LECLERE, C. J.; CHAMP, M.; BOILLOT, J.; GUILLE, G.; LECANNU, G.; MOLIS, C.; BORNET, F.; KREMPF, M.; DELORTLAVAL, J.; GALMICHE, J. P.; Role of viscous guar gums in lowering the glycemic response after a solid meal. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.59, n.4, p.914-921, Apr., 1994.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15ªed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

RODRIGUEZ-MORAN, M., GUERRERO-ROMERO, F., LAZCANO-BURCIAGA, G., Lipid- and glucose-lowering efficacy of Plantago Psyllium in type II diabetes. **Journal of Diabetes and its Complications**, New York, v.12, n.5, p.273-278, Sept.-Oct., 1998.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Use's Guide**. Cary: SAS Institute Inc, 1028p., 1983.

TRUSWELL, A. S. Glycaemic index of food. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, S91-S101, 1992.

University Wincosin Hospital and Clinics. Center for Integrative Medicine UWHealth (2013). Disponível em: <http://www.amsa.org/healingthehealer/GlycemicIndex.pdf>. Acesso: 01 de julho de 2013.

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. **Journal of the American College of Nutrition**, v.10, p.364-71, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Impacto econômico do tratamento do diabetes**. /redirect.asp?forwardURL=http://www.who.int/en/ acesso em: 21 jan./2006.

ZIMMET, P.; ALBERTI, K. G. M.; SHAW, J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. **Nature**. v.414, p.782-787, 2001.