

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

INFLUÊNCIA DO ÍNDICE GLICÊMICO DO ALIMENTO NA
PALATABILIDADE E SACIEDADE: UM ESTUDO COM MULHERES
SAUDÁVEIS E DIABÉTICAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito final para obtenção do grau de Doutor em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof (a). Dra. Evanilda Teixeira

Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Alice Altenburg de Assis

SÔNIA MARIA DE MEDEIROS BATISTA

Florianópolis – SC

Dezembro / 2007

BATISTA, Sônia Maria de Medeiros.

Influência do índice glicêmico sobre a saciedade: um estudo com mulheres saudáveis e diabéticas. / Sônia Maria de Medeiros Batista, Florianópolis, SC: 2007. 171p.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2007.

Orientadora: Doutora Evanilda Teixeira (UFSC) Co-Orientadora: Doutora Maria Alice Altenburg de Assis (UFSC).

1.Índice Glicêmico. 2.Saciedade. 3.Palatabilidade. 4.Sobrepeso. 5.Diabetes.

INFLUÊNCIA DO ÍNDICE GLICÊMICO SOBRE A SACIEDADE: UM ESTUDO COM MULHERES SAUDÁVEIS E DIABÉTICAS

Por

Sônia Maria de Medeiros Batista

Tese aprovada como requisito final para obtenção do título de Doutora no Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos pela Comissão formada por:

Presidente: _____
Prof. Dra. Evanilda Teixeira (orientadora)

Membro: _____
Prof. Dra. Rosa Wanda Diez Garcia (Relatora)

Membro: _____
Prof. Dra. Rosires Deliza

Membro: _____
Prof. Dra. Emília Addison Machado Moreira

Membro: _____
Prof. Dra. Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Membro: _____
Prof. Dra. Alícia de Francisco

Suplente: _____
Prof. Dra. Maria Alice Altenburg de Assis

Coordenador: _____
Prof. Dra. Marilde Bordignon Luís

Florianópolis, 22 de fevereiro de 2008.

Dedico este trabalho...

*Aos meus pais Noé Brilhante (In Memorium) e Therezinha Medeiros Brilhante pelos
caminhos que me indicaram...*

Aos meus irmãos e irmãs (a Luzimar, In Memorium) pelo constante incentivo...

Ao meu marido e meus filhos pela compreensão nas horas de ausência...

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A todas as voluntárias que prontamente participaram da pesquisa.

À minha orientadora, Profa. Dra. Evanilda Teixeira, pela paciência, amizade e pelos ensinamentos que ganhei durante este trabalho.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Maria Alice Altemburg de Assis, por me atender sempre que solicitada.

À Chefe do Departamento de Nutrição Profa. Dra. Regina Lúcia Martins Fagundes, que possibilitou maior afastamento para finalizar a pesquisa.

Aos colegas da área de Nutrição Clínica, Regina, Elisabeth, Giovanna, Raquel Erasmo e pela valiosa contribuição que foi dada no desenvolvimento desta tese.

Em especial à minha amiga e irmã, Emília, pois sem a sua valiosa ajuda, este trabalho não teria sido concluído.

À Michelle pela realização das análises estatísticas e à aluna da Pós-Graduação da Odontologia, Patrícia, pela ajuda na elaboração da apresentação.

Aos alunos Curso de Nutrição que colaboraram na coleta dos dados.

Às nutricionistas e funcionários do Serviço de Nutrição e Dietética do Hospital Universitário pela ajuda em todas as vezes que foram solicitados.

A Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade.

Às amigas Aderley, Sílvia, Rosane, Sandra e Saraspathy pelo apoio nas horas de aflição.

A minha mãe e irmãos que mesmo distantes, me apoiaram, incentivaram e me disponibilizaram tudo que me foi necessário, em todos os momentos.

A minha família que me incentivou nessa jornada.

RESUMO

Nos últimos 20 anos têm-se intensificado os estudos sobre o Índice Glicêmico dos alimentos (IG), o qual tem sido apontado como um importante aliado na prevenção e controle das doenças relacionadas à obesidade como as cardiovasculares e diabetes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dietas de baixo índice glicêmico (BIG) e alto índice glicêmico (AIG) na resposta glicêmica (RG), na saciedade e na palatabilidade dos alimentos. Em um experimento foram avaliadas mulheres com idade média de 30 anos, em dois grupos, controle (sem diabetes, $n = 15$) e experimental (com diabetes tipo 1 ($n = 15$)), e em ambos os grupos as mulheres apresentaram IMC entre 25 a 32 kg/m². Foram testadas duas dietas, a de baixo índice glicêmico (BIG) e alto índice glicêmico (AIG). A composição química das dietas foi semelhante em relação ao teor calórico, de carboidrato, proteína e lipídeos e significativamente maiores para dieta AIG em relação ao teor de fibra, índice glicêmico (IG) e a carga glicêmica. Foram coletados dados de glicemia e de avaliação da saciedade para cada uma das dietas em dois momentos com um intervalo de sete dias. O teste de palatabilidade foi realizado após a ingestão completa das refeições. As participantes também responderam a um questionário de frequência alimentar (QFA) quanto ao consumo de alimentos de alto, médio e baixo IG. Em outro experimento foi testada uma dieta comercial de BIG da marca Substância®, em mulheres ($n = 10$) em sobrepeso ou obesas, sendo também avaliados a redução de peso corporal, redução da circunferência da cintura, a glicemia pós-prandial, a saciedade e a palatabilidade. Este experimento teve duração de sete dias, sendo testadas seis refeições por dia. No primeiro experimento a dieta de BIG apresentou glicemias menores em todos os tempos em ambos os grupos. No grupo de mulheres com diabetes houve diferença significativa na saciedade ($P < 0,05$) em todos os tempos com a dieta BIG. A palatabilidade teve diferença significativa entre os dois grupos após a ingestão da dieta de AIG, a qual foi considerada mais palatável pelo grupo de mulheres com diabetes ($P < 0,001$). Quanto ao consumo de alimentos avaliado pelo QFA, observou-se que os alimentos de alto IG eram ingeridos “diariamente” por 54,4 % das mulheres sem diabetes e 38,9 % das mulheres com diabetes. No segundo experimento foi observada uma significativa redução do peso corporal ($P = 0,001$) e da circunferência da cintura ($P = 0,041$), além de um alto poder de saciedade e palatabilidade com a dieta de BIG, durante todo o período do estudo. As glicemias pós-prandiais mantiveram-se baixas ($91,6 \pm 9,6$) em todos os dias da dieta. Os resultados obtidos em ambos os estudos sugerem que a utilização de alimentos de baixo IG pode ser uma estratégia nutricional efetiva na prevenção e controle de doenças crônicas.

Palavras-chaves: índice glicêmico; saciedade, palatabilidade, resposta glicêmica, diabetes.

ABSTRACT

Over the last 20 years, the number of studies about the Glycemic Index (GI) of foods has increased, and GI is being pointed out as an important ally in prevention and control of obesity-related diseases, such as cardiovascular disease and diabetes. This work aimed at evaluating the effect of low glycemic index (LGI) and high glycemic index (HGI) diets on the glycemic response (GR), satiety and palatability of foods. In one experiment, thirty women were evaluated, mean ages of 30 years, divided into two groups: control (no diabetes, $n = 15$) and experimental (type 1 diabetes, $n = 15$). Both groups had BMI values between 25 and 32 kg/m². Two diets were tested; a LGI and a HGI one, with similar chemical composition in terms of caloric, carbohydrate, protein and lipid content. The LGI diet had higher content of fiber, and lower glycemic index (GI) and glycemic load (GL). Data were collected for each diet in two distinct moments in a seven day interval. Palatability test performed after ingestion of the whole meal. Participants also answered a food frequency questionnaire (FFQ) regarding intakes of high, medium and low GI foods. In another experiment, a LGI commercial diet from Substância® brand was tested, in ten overweight or obese women. Weight reduction, waist circumference reduction, post-prandial glycemia values, satiety and palatability were also tested. This experiment lasted seven days, and six meals a day were tested. In the first experiment, LGI diet presented lower glycemic values in all times in both groups. When the two meals of the control group were compared, it was observed that 80% of the participants presented higher satiety with the LGI meal, but the difference was only significant ($P < 0,002$) in the 45 minute interval and in the group of diabetic women there was significant difference in satiety ($P < 0,05$) at all times with the LGI diet. Palatability presented significant difference between the two groups after ingestion of HGI diet, which was considered more palatable by the group of diabetic women ($P < 0,001$). As to the food intake evaluated by FFQ, it was observed that the high GI foods were ingested daily by 54.4% of non-diabetic women and by 38.0% of diabetic women. The highest percentage of intake was of low GI foods ($P < 0,012$), which was frequently for both groups. In the second experiment, it was observed a significant reduction in weight ($P = 0,001$) and in waist circumference ($P = 0,041$), besides a high satiety and palatability power with the LGI diet, during the whole period of the study. Post-prandial glycemic values were kept low (91.6 ± 9.6 mg/dL) in all days of the diet. Results obtained in both studies suggest that utilization of low GI foods may be an effective nutritional strategy for prevention and control of chronic diseases.

Key-words: glycemic index; satiety; palatability, glycemic response, diabetes.

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	10
2 HIPÓTESE	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 Índice Glicêmico	16
4.2 Carga Glicêmica	20
4.3 Índice de Saciedade	22
4.4 Índice Glicêmico e Obesidade	25
4.5 Palatabilidade	27
4.6 Índice Glicêmico, Saciedade e Palatabilidade	30
4.7 Índice Glicêmico e Saciedade na Prevenção e Controle de Doenças	35
4.8 Índice Glicêmico e Pessoas Sadias	36
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
6 CAPÍTULOS	49
6.1 CAPÍTULO 1	50
6.2 CAPÍTULO 2	72
6.3 CAPÍTULO 3	111
6.4 CAPÍTULO 4	139
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
8 ANEXOS	171
8.1 ANEXO A - PROTOCOLO DO COMITÊ DE ÉTICA	172
8.2 ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	173

9.1 INTRODUÇÃO

Os carboidratos dos alimentos têm sido tradicionalmente classificados como simples e complexos, sendo que os simples aumentam a glicose sanguínea de forma mais rápida, quando comparados aos complexos. Grande parte das recomendações nutricionais para pessoas com diabetes não consideram o tempo de absorção entre os carboidratos dos alimentos e usam classificações que não refletem o efeito fisiológico sobre a glicemia ou insulinemia (BRAND-MILLER, FOSTER-POWELL, 1999; ADA, 2004).

A resposta glicêmica, ou seja, os níveis de concentração da glicemia pós-prandial após a ingestão dos alimentos, pode ser influenciada por diversos fatores, tais como as diferenças na quantidade de fibras e tempo de ingestão, o tipo de carboidrato, sua forma de preparo e a presença de antinutrientes (BLANTE, 1983; CRAPO, 1988). Outro fator a ser observado é que um alimento que contém apenas glicose em sua composição pode apresentar uma resposta glicêmica maior do que outro alimento com a mesma quantidade de glicose, mas que contém também lipídios, proteínas e fibras (WOLEVER, 1991).

O conceito de índice glicêmico (IG) foi introduzido por Jenkins e colaboradores em 1981 (JENKINS et al., 1981). O IG é definido como o percentual de aumento da área abaixo da curva glicêmica produzida por um alimento em relação à área correspondente produzida pela ingestão da mesma quantidade de um alimento referência (pão branco ou glicose – 50g de carboidrato disponível). Com a aplicação deste índice foi observado que quantidades iguais de carboidratos de diversos alimentos produzem respostas glicêmicas em graus diferentes (JENKINS, 1981). Inicialmente a glicose foi utilizada como alimento referência e, posteriormente, o pão branco foi

escolhido para substituí-la, por não apresentar inconveniente relacionado com a tonicidade elevada da solução de água com glicose e/ou sabor desagradável, os quais podem interferir na velocidade de esvaziamento gástrico, dificultando a comparação dos resultados (WOLEVER et al., 1985; GANNON, 1987; FAO, 1998).

Apesar dos carboidratos simples favorecerem o aumento do índice glicêmico e promoverem ganho de peso, se consumidos em excesso, a *American Dietetic Association* (ADA) tem sugerido que pequenas quantidades de sacarose e outros açúcares refinados podem ser aceitáveis no controle metabólico e manutenção do peso corporal, enfatizando que a quantidade de carboidrato é mais importante que a qualidade na elevação da glicemia (ADA, 2004). Os carboidratos complexos em diferentes formas podem provocar diversas respostas glicêmicas. Por exemplo, pães e batatas aumentam os níveis de glicose muito mais que os feijões. Isto porque, feijões possuem menor índice glicêmico do que qualquer outro alimento rico em carboidrato. Essa baixa resposta glicêmica dos feijões está provavelmente relacionada ao seu alto conteúdo de fibra solúvel, forma física e processamento no alimento (ANDERSON et al., 1999; PI-SUNYER, 2002).

A absorção de 50 g de glicose, consumidas em forma fracionada num longo período de tempo, produz um menor aumento da glicemia do que o consumo rápido da mesma quantidade de glicose. A forma como um alimento é consumido pode interferir no índice glicêmico, por exemplo, estima-se que o tempo para comer três maçãs seja de 15 minutos (IG = 34), enquanto que seu suco (IG = 38) pode ser consumido em um minuto e meio (ANDERSON, 1997).

Estudos utilizando alimentos com baixo IG têm merecido destaque nos últimos anos por ter mostrado associação benéfica no tratamento da obesidade e com o baixo risco de desenvolvimento e tratamento do diabetes *mellitus* (FROST et al., 1994;

TSIHILIAS et al., 2000; BUYKEN et al., 2001; LIU et al., 2001).

O principal objetivo da terapia do diabetes é normalizar a glicose sangüínea, tanto em estado de jejum como em estado pós-prandial. Desta forma, a terapêutica nutricional no tratamento do diabético tem buscado estratégias para dar maior flexibilidade na escolha dos alimentos, proporcionando a continuidade de consumo dos alimentos habituais, e ao mesmo tempo obter um controle metabólico adequado. Uma padronização da metodologia de determinação do IG foi proposta pela *Food and Agriculture Organization World Health Organization* (FAO/WHO) em 1998 (FAO/WHO, 1998). Além disso, tem sido relatado que o IG de alimentos contendo carboidratos afeta a saciedade pós-prandial, e um “índice de saciedade” (IS) tem sido proposto para medir a intensidade da saciedade pós-prandial. O IS é medido tal como o IG, isto é, por comparação da área abaixo da curva de saciedade após uma refeição com o pão branco como alimento padrão (HOLT et al., 2001).

Finalmente, SAWAYA e colaboradores (2001) sugeriram que a palatabilidade teve interferências pós-prandiais e em particular sobre o IG (SAWAYA et al., 2001). Os autores destacaram que os alimentos de sabor agradável induziram a um alto nível de glicose circulante e diminuíram o tempo de uma nova ingestão alimentar, isto é, reduziram a saciedade.

Assim, este trabalho se propôs avaliar as respostas glicêmicas, a saciedade e a palatabilidade de dois grupos de mulheres com diabetes e sem diabetes, em sobrepeso, após o consumo de dietas com baixo e alto IG e testar uma dieta comercial de baixo índice glicêmico por sete dias com mulheres em sobrepeso.

2 HIPÓTESE

Hipótese 1

H0 = a dieta com baixo IG provoca maior saciedade do que a dieta de médio IG.

H1 = a dieta com baixo IG não provoca maior saciedade do que a dieta de médio IG.

Hipótese 2

H0 = a resposta glicêmica será menor após a dieta com baixo IG do que após a dieta com médio IG.

H1 = a resposta glicêmica não será menor após a dieta com baixo IG do que após a dieta com médio IG.

Hipótese 3

H0 = a dieta com baixo IG será menos palatável do que a dieta de médio IG.

H1 = a dieta com baixo IG não será mais palatável do que a dieta de médio IG.

3 JUSTIFICATIVA

Todos os tipos de carboidratos, ao serem digeridos, transformam-se em glicose, mas os seus efeitos fisiológicos não dependem exclusivamente do grau de polimerização, e sim, da capacidade de elevar a glicemia.

Os vários alimentos que são fontes de carboidrato levam a diferentes respostas glicêmicas e o índice glicêmico é definido a partir dessa resposta da glicose pós-prandial, em comparação a um alimento padrão (que pode ser a glicose ou o pão branco).

Nos últimos 20 anos têm-se intensificado pesquisas na prevenção e controle das doenças relacionadas à obesidade como as doenças cardiovasculares e diabetes, como por exemplo, pesquisas sobre o Índice Glicêmico (IG) dos alimentos (LIU et al., 2000; FOSTER-POWELL et al., 2002; WOLEVER, MEHLING 2002; BRAND-MILLER et al., 2003).

Desde 1998 a FAO/WHO tem orientado a escolha de alimentos com baixo IG na elaboração de dietas para pessoas com hiperlipidemias e obesidade, bem como para pessoas saudáveis. Reforça esta recomendação mais tarde em outra publicação, descrevendo as evidências de que as dietas com baixo IG reduzem o risco de obesidade e diabetes (FAO/WHO 2003).

Wolever (2004) desenvolveu um trabalho no qual testou glicose, batata cozida, pão branco, arroz polido, macarrão comum e cevada, em oito ocasiões diferentes, com pessoas não diabéticas, utilizando frequências diferentes de coleta de sangue capilar durante duas horas. O autor concluiu que a relação de amostras de sangue e o método de cálculo recomendado pela FAO/WHO (1998) para estas pessoas, ofereceram maior precisão e validade nos valores do IG do que os demais métodos testados.

Além disso, a literatura tem evidenciado a estreita relação da palatabilidade dos

alimentos com o seu valor energético. As medidas de sabor e saciedade estão interligadas com a palatabilidade, sendo que esta é freqüentemente caracterizada em função da ingestão real de alimentos, enquanto a saciedade é algumas vezes medida em termos de menor palatabilidade (PLINER, MANN, 2004).

Desta forma, justifica-se o estudo da relação entre o IG, a saciedade e a palatabilidade dos alimentos analisadas de forma simultânea em dois grupos de mulheres com diabetes e sem diabetes, após o consumo de dietas com baixo e alto IG.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Índice Glicêmico

A resposta glicêmica produzida pelas diferentes fontes de amido tem sido avaliada há algumas décadas em vários países (CRAPO et al., 1977; JENKINS et al., 1981; JENKINS et al., 1983; BORNET et al., 1987; WOLEVER et al., 1991; BORNET et al., 1997; LANG et al., 1999).

Para auxiliar a seleção de alimentos foi criado o índice glicêmico (IG), proposto por Jenkins e colaboradores em 1981, que classifica os alimentos com base no potencial aumento da glicose sangüínea em relação a um alimento padrão (JENKINS et al., 1981). O IG é definido como o aumento da área abaixo da curva glicêmica produzido por uma porção de 50 g de carboidrato de um alimento em relação à mesma quantidade do alimento padrão (JENKINS et al., 1981). A fórmula utilizada para expressar o IG, indicada por WOLEVER (1990) é a seguinte:

$$\text{IG} = \frac{\text{Aumento da área abaixo da curva do alimento testado}}{\text{Área correspondente após a mesma porção do alimento padrão}} \times 100$$

Originalmente, a glicose foi estabelecida como padrão, e, posteriormente foi adotado o pão branco, visto que este apresenta uma melhor resposta fisiológica e não causa o desconforto referido por algumas pessoas, após a ingestão de glicose, tais como náusea e plenitude gástrica, em função da sua alta osmolaridade, podendo interferir nos resultados (WOLEVER et al., 1991; FAO/WHO, 1998).

A importância dos estudos sobre o IG dos alimentos está relacionada aos

possíveis efeitos fisiológicos e terapêuticos de dietas com baixos IG para pessoas saudáveis, obesas, diabéticas e hiperlipidêmicas, estando associado à melhora no controle glicêmico de diabéticos, melhor perfil lipídico em dislipidêmicos e aumento de saciedade em pessoas obesas (SALMERON et al., 1997b; FAO/WHO, 1998; LIU et al., 2000; FOSTER-POWELL et al., 2002; WOLEVER, MEHLING 2002; BRAND-MILLER et al., 2003).

O IG é influenciado pela estrutura do amido, conteúdo de fibras, processamento e forma física dos alimentos (FAO/WHO, 1998; BJÖRK et al., 2000) e conteúdo de outros macronutrientes da refeição (FAO/WHO, 1998; BJÖRK et al., 2000; DALY, 2003). A resposta glicêmica para um alimento, o qual afeta também a resposta insulínica, depende do esvaziamento gástrico, assim como da digestão e absorção dos carboidratos através do intestino delgado (WOLEVER et al., 1996b; LILJEBERG et al., 1999; BJÖRK et al., 2003).

A presença da fibra e macronutrientes no alimento e a sua influência no IG foi documentada por Holt e colaboradores (2001) quando estudaram sete tipos de pães com a mesma densidade energética e quantidades variadas de carboidratos, fibra, proteína e lipídios. Verificou-se em 10 indivíduos saudáveis que, após 120 minutos de ingestão dos diferentes tipos de pães, a maior resposta glicêmica observado foi após a ingestão do pão branco (1,8 g de fibra) e a menor após a ingestão do pão rico em proteína (17,1 g de fibra), seguido do pão rico em proteínas e fibras (19,9 g de fibra), do pão com fruta (10,2 g de fibra), pão com baixo teor de gordura e rico em fibra (23,9 g de fibra) e o pão rico em fibra (33,5 g de fibra) sugerindo que a resposta glicêmica foi menor quando o alimento tinha teor mais alto de proteína do que de fibra (HOLT et al., 2001).

Quanto à forma física do alimento, tem sido relado que o consumo de carboidrato na forma líquida promove balanço energético positivo, enquanto que na

forma sólida leva a uma redução compensatória da ingestão de alimentos, sendo esta forma mais recomendada.

A metodologia empregada para determinar ao IG de alimentos ou refeições tem sido questionada, e algumas propostas têm sido publicadas (JENKINS et al., 1981; WOLEVER et al., 1991; HA et al., 1992; FAO/WHO, 1998; WOLEVER, 2003). Nas várias propostas os autores diferem na frequência da coleta do sangue (sete amostras ou menos, nos tempos 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 minutos), no tipo da amostra (sangue venoso ou capilar) no período total do teste (duas, três ou mais horas) e nas características dos voluntários, podendo ser pessoas saudáveis, diabéticas e não diabéticas.

A escolha de uma metodologia mais precisa tem sido enfatizada para a construção de tabelas com valores de IG que sirvam como guias confiáveis para populações do mundo inteiro. Foster-Powell e Brand-Miller (1995) publicaram uma tabela com valores de IG, a qual reúne resultados obtidos com indivíduos saudáveis e diabéticos. Em estudo subsequente, Foster-Powell e colaboradores (2002) publicaram uma revisão com valores de IG de mais de 750 tipos de alimentos. Os dados de IG de diferentes alimentos nesta tabela foram compilados a partir de pesquisas de diferentes laboratórios, produtos, origens e marcas, e vários tipos de indivíduos avaliados, ou seja, saudáveis ou não, além de alguns procedimentos distintos para medidas e cálculos do IG. É importante salientar que nesta tabela encontra-se uma considerável variação de valores de IG para um mesmo alimento. Assim, o IG do arroz parborizado grão longo variou de 38 a 72 indicando que o valor do IG a partir de uma tabela não deve ser interpretado como um valor exato, mas como uma indicação da expectativa da resposta glicêmica (ARVIDSSON-LENNER et al., 2004).

Wolever et al. (2003) realizaram um estudo utilizando o protocolo de

determinação de IG proposto pela FAO/WHO (1998) em sete laboratórios de pesquisa internacionais, onde testaram os mesmos alimentos com o objetivo de determinar a causa da variação do valor de IG. A conclusão do estudo foi de que a variabilidade da resposta glicêmica produzida pelos indivíduos dia-a-dia foi o fator que levou a uma maior variação dos resultados de IG. As determinações individuais para o mesmo alimento variaram de 17 a 34 unidades de IG. Portanto, a melhor estratégia para solucionar esse fato é encontrar formas de reduzir essa variabilidade intra-pessoal. A resposta glicêmica da refeição é determinada por fatores individuais como a sensibilidade à insulina, funcionamento das células β , motilidade gastrointestinal, atividade física, variações dos parâmetros metabólicos no dia-a-dia.

A FAO/WHO (1998) em uma publicação sobre a ingestão de carboidratos, recomendou a escolha de alimentos com baixo IG na elaboração de dietas para pessoas com hiperlipidemias e obesidade, bem como para pessoas saudáveis. Reforça esta recomendação mais tarde em outra publicação, descrevendo as evidências de que as dietas com baixo IG reduzem o risco de obesidade e diabetes (FAO/WHO 2003).

Acredita-se que o IG consiste em um instrumento auxiliar no aconselhamento dietético e utilização prática no tratamento de pessoas com diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares, desde que considerados todos os fatores que envolvem a metodologia aplicada na obtenção deste índice, e os demais fatores relacionados à digestão e absorção dos carboidratos (CARUSO, MENEZES, 2000; ARVIDSSON-LENNER et al., 2004).

4.2 Carga Glicêmica

A carga glicêmica (CG) mede o grau da resposta glicêmica e da demanda insulínica produzida por uma determinada quantidade de um alimento específico. Ela reflete tanto a quantidade como a qualidade do carboidrato da dieta (FORD, LIU, 2001). O conceito de carga glicêmica foi introduzido em 1997, por pesquisadores da *Harvard School of Public Health* para englobar a idéia de que todo o efeito glicêmico da dieta, não está relacionado somente à quantidade de carboidratos, mas pode também estar relacionada ao risco de doenças. Estes autores observaram que uma baixa CG na dieta está associada com um risco reduzido de desenvolvimento de diabetes em homens e mulheres (SALMERÓN et al., 1997a e 1997b). Os autores definiram que a CG é obtida por meio da multiplicação da quantidade de carboidratos consumida em uma dieta pelo seu IG, que é obtida pela fórmula:

$$\text{CG} = \text{IG} \times \text{Porção do CHO disponível (gramas)} / 100$$

Somando-se a carga glicêmica dos alimentos individuais pode ser calculada a carga glicêmica total da dieta. Este modelo, ajustado com a ingestão energética, foi considerado para representar a combinação da quantidade e da qualidade do carboidrato ingerido na dieta e suas interações.

Nos últimos anos têm sido investigados alguns aspectos da dieta em relação ao risco de doenças, e tem-se levantado a hipótese de que fatores dietéticos que aumentem a resistência à insulina ou a sua secreção têm influência no risco de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares (HANNAH, HOWARD, 1994; LIU et al., 1999; LIU et al., 2000), e mortalidade em mulheres (LIU et al., 2000). Além disso, outros fatores de risco como a concentração sanguínea em jejum do HDL-colesterol e triglicérides, têm sido

independentemente correlacionados com a carga glicêmica (LUDWIG et al., 1999; ROBERTS, 2000; LIU et al., 2001; FORD, LIU, 2001). Estes trabalhos alertam para a relevância fisiológica da CG como um fator de risco potencial para a doença coronariana, particularmente em indivíduos propensos a resistência à insulina.

Apesar da importância destas descobertas, o conceito de CG permanece controverso porque é um conceito matemático baseado no questionável meio de classificação dos alimentos, que é o IG. Além disso, não há uma evidência direta de que a CG tenha um significado fisiológico. Cada unidade de CG pode ser interpretada como um equivalente de um grama de carboidratos a partir do pão branco ou da glicose dependendo da referência usada na determinação do IG (LIU et al., 2000; LIU et al., 2001).

Para documentar uma associação direta entre CG e resposta fisiológica, foi conduzida uma série de experimentos onde os voluntários receberam refeições (“pré-cargas”) de sabor semelhante e com valores energéticos diferentes. Nestes experimentos os valores energéticos das dietas testadas foram alterados pelo uso de adoçantes intensos e produtos diferenciados em substituição à gordura. Na seqüência do estudo as pessoas classificaram os estados de fome e saciedade antes dos intervalos e nos intervalos que seguiram a ingestão da “pré-carga”. A saciedade auto-relatada foi medida pelo teor calórico da próxima refeição ou em refeições subseqüentes. Os resultados dos trabalhos que seguem esta mesma linha sugeriram que as medidas de saciedade auto-relatadas não são muito sensíveis às pequenas variações do valor energético. (DREWNOWSKI et al., 1994; DE GRAFF et al., 1992; DE GRAFF et al., 1993; BRYNES, et al., 2003).

O IG é classificado em Alto (70 ou superior), Médio (56 a 69) ou Baixo (55 ou inferior), assim como a Carga Glicêmica (CG) em Alta (20 ou superior), Média (11 a 19) e Baixa (10 ou inferior). E ainda, podem-se classificar os alimentos pela Carga

Glicêmica Diária como Alta quando for acima de 120, em Média em 100 e Baixa com valores inferiores a 80 (FOSTER-POWELL, et al., 2002).

4.3 Índice de Saciedade (IS)

Diversos estudos têm mostrado que os alimentos podem apresentar diferenças no poder de saciedade, embora com o mesmo valor calórico (HOLT et al., 1995; LILJEBER et al., 1999; FLINT et al., 2003).

Em outro estudo comparando o poder de saciedade de refeições mistas de seis diferentes fontes de alimentos, Lang e colaboradores (1998) observaram que não houve efeito do tipo de proteína sobre a saciedade, sobre a ingestão de energia ou macronutrientes em 24 horas ou sobre a glicose plasmática pós-prandial e a concentração de insulina. Provavelmente, devido à ingestão concomitante de gordura e carboidrato com proteína, o que “neutraliza” a cinética do mecanismo fisiológico implicando na saciedade pós-prandial após uma carga de proteína.

Saciedade e saciação são como medidas de ingestão de energia e utilizadas em pesquisas com pessoas obesas ou em sobrepeso. A saciedade é definida como a sensação de satisfação entre uma refeição e a próxima, e a saciação como a sensação de plenitude que se desenvolve durante uma refeição e contribui para o término da mesma (BLUNDELL et al., 1996a; ROBERT, 2000; FARNSWORTH, 2003).

O conhecimento sobre os mecanismos da saciedade é complexo e ainda limitado e poucos estudos têm examinado o efeito individual do alimento e dos seus componentes. Alguns deles têm mostrado que diferentes tipos de nutrientes e alimentos satisfazem a fome em várias extensões, porém não têm feito comparação sistemática de porções isoenergéticas de alimentos comuns. Estas informações deveriam ajudar a

elucidar os mecanismos gerais pelos quais a composição da dieta pode afetar a saciedade e a regular o peso corporal (HILL et al., 1986; HOLT, et al., 1995; HOLT, BRAND-MILLER, et al., 2002;).

Os macronutrientes interagem hierarquicamente, de forma a criar densidades diferentes de energia para determinar médias de utilização e armazenamento. Estudos têm mostrado que o consumo de alimentos ricos em gordura leva a um consumo significativamente maior de energia do que quando consomem alimentos com menor densidade energética, ricos em carboidratos (LAWTON et al., 1993; GREEN e BLUNDELL, 1996). Acredita-se que esta resposta possa ser devido a uma dificuldade do organismo em detectar rapidamente a alta densidade energética dos alimentos gordurosos. Em resumo, foi observado ainda nestes estudos, que o índice de saciedade tem uma correlação positiva com a água, a fibra e a proteína contida nos alimentos, mas inversa com a gordura (DILIBERTI et al., 2004; BRYNES et al., 2003).

Holt e colaboradores (1995) determinaram para 38 tipos de alimentos, um índice de saciedade (IS) de duas horas e observaram que os maiores valores foram representados pelas frutas ($170 \pm 19 \%$), enquanto que os menores foram encontrados em produtos de padaria. Avaliando individualmente os alimentos estudados, a batata cozida foi o alimento que produziu o maior IS ($323 \pm 51 \%$) enquanto que o *croissants* foi responsável pelo score mais baixo ($47 \pm 17 \%$). A média de saciedade de duas horas foi diferente com a ingestão de alimentos isocalóricos, dependendo do seu peso, quantidade de fibras e do seu conteúdo protéico, sugerindo que a variação da composição está associada com a saciedade. A saciedade também é influenciada pela palatabilidade porque esta representa um importante determinante da escolha do alimento e da quantidade consumida. Quando a palatabilidade da dieta é acentuada, a ingestão de alimentos aumenta, tanto durante a refeição, como durante um longo

período de tempo (ROLLS, 2000; HOLT et al., 1995).

O IS pode ser útil na elaboração de dietas para redução ou ganho de peso. Entretanto, são necessários estudos em longo prazo, para que seja evidenciada uma correlação significativa entre alimentos com altos índices de saciedade e a perda ponderal (HOLT et al., 1995).

Os carboidratos simples, como sacarose, glicose e frutose, desencadeiam rapidamente reações fisiológicas de hiperglicemia, pois têm prioridade no mecanismo de digestão produzindo a sensação de satisfação (BLUNDELL, GREEN, 1996b) e são mais efetivos na supressão do consumo alimentar (BLUNDELL, GREEN, 1996a; STUBBS et al., 1998).

Tanto carboidratos de alto IG quanto os de baixo IG têm influência sobre a saciedade, mas seus efeitos variam em relação ao tempo de saciedade. Anderson e colaboradores (2003) observaram que carboidratos com alto IG estavam associados com a redução do apetite e a ingestão de alimentos por um curto período de tempo (aproximadamente uma hora), enquanto que os alimentos com baixo IG apresentaram este efeito por aproximadamente duas a três horas.

O alto IG estimula a lipogênese, resultando no aumento do tamanho dos adipócitos, enquanto dietas com baixo IG inibem esta resposta (MORRIS, ZEMEL, 1999). Uma melhor sensibilidade à insulina também tem sido observada em experimentos com dietas de baixo IG (FROST et al., 1994; FROST et al., 1998).

O valor energético dos carboidratos tem sido o componente mais importante na eficiência da saciedade. O consumo de mais de 50 g de açúcar, entre 20 a 60 minutos antes de uma refeição, resulta na redução do consumo alimentar, sugerindo que o centro regulador do apetite responde ao conteúdo energético do açúcar. Se o açúcar for substituído pelo adoçante não energético o centro regulador não responde com a

abstenção energética (BLUNDELL, GREEN, 1996a; BLUNDELL, GREEN, 1996b). Segundo alguns autores, o padrão de consumo de macronutrientes durante o dia resulta em maior ou menor consumo energético, dependendo do conteúdo de lipídios e carboidratos da dieta (GREEN, BLUNDELL, 1996a; PROSERPI et al., 1997, ROSADO e MONTEIRO, 2001).

Refeições com alimentos fontes de carboidratos de baixo IG podem resultar em uma redução na ingestão de energia em pessoas obesas. Existem poucos trabalhos em longo prazo e as pesquisas de curta duração indicam que o consumo de carboidratos pode retardar a sensação de fome e reduzir a subsequente ingestão de energia através de carboidratos de alto IG. Alimentos com baixo IG têm um maior poder de saciedade, o que leva a uma menor ingestão alimentar, contribuindo para a prevenção e tratamento da obesidade, sendo também de grande utilidade no controle glicêmico de pessoas com diabetes (KAPLAN, GREENWOOD, 2002; ROBERTS, 2003).

O uso de dietas com baixo IG associado à substituição de cereais refinados por cereais integrais tem sido considerado uma importante forma de orientar os pacientes durante a perda de peso e no controle de doenças metabólicas (ROBERTS, 2000).

4.4 Índice Glicêmico e Obesidade

A relação da obesidade e o alto consumo de alimentos ricos em carboidratos têm sido estudados sob o aspecto de que a sacarose age provocando inicialmente hiperglicemia e depois hipoglicemia reativa com conseqüente sensação de fome o que leva a um maior consumo de alimentos na próxima refeição. Também tem sido verificado em estudos com humanos, que há um aumento do apetite para os alimentos ricos em carboidratos, quando há redução nos níveis de serotonina (ROSADO,

MONTEIRO, 2001). Acredita-se ainda que o número de receptores de gosto na boca, por centímetro quadrado, pode ser maior nas pessoas obesas quando comparadas às pessoas normais (CÂNDIDO, CAMPOS, 1996).

As taxas de doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade têm aumentado nos indivíduos com dietas ricas em energia na forma de carboidratos simples substituídos pelas gorduras, comparados aos grãos integrais, os quais influenciam no índice glicêmico (WILLETT, 1998).

Os maiores benefícios em longo prazo de uma dieta com baixo índice glicêmico são a redução da fome e a conseqüente perda de peso em pessoas obesas (BELL, SEARS, 2003). Estudos de curta duração com alimentos têm geralmente encontrado uma associação inversa entre o IG e o IS. Ensaio clínico em médio prazo têm relacionado à baixa perda de peso com o uso de dietas com alto IG ou alta carga glicêmica quando comparadas a dietas com baixo IG ou baixa carga glicêmica (LIU et al, 2001; PAWLAK et al, 2002).

A medida dos níveis de hormônios em jejum e a sensação de saciedade, entre outras, são maneiras de avaliar como as refeições ricas em carboidratos regulam o apetite, e têm sido referidos por alguns autores como de grande importância no controle de peso de pessoas obesas (NEGRÃO, LICINIO, 2000; NOBRE, MONTEIRO, 2003; MARTINEZ et al 2003).

Em um estudo com adolescentes obesos, as respostas metabólicas, hormonais e de saciedade foram investigadas após a ingestão de três diferentes refeições: uma a base de um substituto de alimentos com baixo IG, outra a base de substitutos de alimentos com moderado IG e outra a base de alimentos integrais. Os resultados demonstraram que a refeição à base de alimentos com baixo IG foi a que teve um maior tempo de saciedade e as melhores respostas hormonais e metabólicas, sugerindo

que o uso de alimentos com baixo IG pode promover uma efetiva redução na ingestão calórica e conduzindo, conseqüentemente, a um melhor controle de peso em longo prazo (BALL et al., 2003).

Normalmente, as dietas usadas nos tratamentos para perda de peso enfatizam uma redução da energia e na gordura total, resultando em uma menor disponibilidade de alimentos para compor uma refeição mais palatável e adequada na sua composição nutricional. A energia proveniente dos vários nutrientes pode apresentar diferentes efeitos sobre a saciedade, a termogênese e o armazenamento de gorduras, aspecto este muito relevante na programação alimentar de pessoas obesas que necessitam perder peso (HOLT, 1995).

Em um estudo com 25 mulheres obesas não diabéticas, Heini e colaboradores (1998) analisaram em estado de jejum e pós-prandial, alguns parâmetros metabólicos como glicose e insulina sangüínea, a colescistoquinina e o coeficiente respiratório, durante a perda de peso. Observaram que em jejum não houve associação na relação fome/saciedade e os parâmetros metabólicos, mas na fase de avaliação pós-prandial, encontraram uma relação positiva entre a saciedade e as respostas glicêmicas e insulínicas. Estes resultados sugerem que isto poderia representar um fator importante na regulação da ingestão de alimentos relativamente ricos em carboidratos em uma refeição, sugerindo a importância dos alimentos de baixo IG no planejamento de dietas para perda de peso.

4.5 Palatabilidade

Os sentidos gustativo e olfativo são chamados sentidos químicos, porque seus receptores são excitados por estimulantes químicos. Os receptores gustativos são

estimulados por substâncias químicas existentes nos alimentos, enquanto que os receptores olfativos são estimulados por compostos voláteis presentes nos alimentos. Esses sentidos trabalham conjuntamente na percepção dos sabores. O centro do olfato e do gosto no cérebro combina a informação sensorial da língua e do nariz (BROOKS et al., 1980, ONGUR, et al., 2003). O receptor sensorial do paladar é a papila gustativa. É constituída por células epiteliais localizadas em torno de um poro central na membrana da mucosa basal da língua. Na superfície de cada uma das células gustativas observam-se as microvilosidades, prolongamentos finos como pêlos, projetando-se em direção da cavidade bucal. Essas estruturas fornecem a superfície receptora para o paladar (BROOKS et al., 1980, ROLLS, 2000, ROLLS et al., 2003).

Os estímulos gustativos passam das papilas gustativas na boca ao trato solitário, localizado na medula oblonga (bulbo). Em seguida, os estímulos são transmitidos ao tálamo; do tálamo passam ao córtex gustativo primário e, subsequente, às áreas associativas gustativas circundantes e à região integrativa comum que é responsável pela interação de todas as sensações (BROOKS et al., 1980, MANCINNI; HALPERN, 2002).

Na superfície da língua existem dezenas de papilas gustativas, cujas células sensoriais percebem os cinco gostos primários, aos quais chamamos sensações gustativas primárias: amargo, azedo ou ácido, salgado, doce, umami ou metálico. De sua combinação resultam centenas de sabores distintos (MANCINNI; HALPERN, 2002).

A distribuição dos quatro tipos de receptores gustativos, na superfície da língua, não é homogênea (BROOKS et al., 1980, HOON et al., 1999). As papilas gustativas possuem alguns graus de sensibilidade para cada uma das sensações gustativas primárias. O cérebro detecta o tipo de gosto pela relação (razão) de estimulação entre

as diferentes papilas gustativas. Isto é, se uma papila que detecta principalmente salinidade é estimulada com maior intensidade que as papilas que respondem mais a outros gostos, o cérebro interpreta a sensação como de salinidade, embora outras papilas tenham sido estimuladas, em menor extensão, ao mesmo tempo (BEAR et al., 2002).

Existe entre as células gustativas de uma papila uma rede com duas ou três fibras nervosas gustativas, as quais são estimuladas pelas próprias células gustativas. Para que se possa sentir o gosto de uma substância, ela deve primeiramente ser dissolvida no líquido bucal e difundida através do poro gustativo em torno das microvilosidades. Portanto, substâncias altamente solúveis e difusíveis, como sais ou outros compostos que têm moléculas pequenas, geralmente fornecem graus gustativos mais altos do que substâncias pouco solúveis difusíveis, como proteínas e outras que possuam moléculas maiores (ARAÚJO, 2003).

O sabor é o indicador básico da energia dos alimentos. Enquanto os alimentos doces são geralmente apreciados, os alimentos amargos, condimentados ou ácidos tendem a ter melhor aceitação dos adultos e rejeitados pelas crianças (BIRCH, 1992). Os alimentos com elevada densidade energética que combinam açúcar e gordura são os mais palatáveis e são prontamente aceitos sem restrições de idade, cultura e região (DREWNOWSKI, POPKIN, 1997).

As preferências sensoriais também podem desenvolver-se para novos sabores que estão associados com alimentos de alto teor energético, tipicamente aqueles que são doces ou ricos em gordura (JOHNSON et al., 1991).

O sabor do alimento e o estado corporal podem não ser tão essenciais ou críticos no controle da ingestão protéico-energética de animais de laboratório. Independente da fonte de carboidrato (sacarose ou amido), animais adultos geralmente apresentam

constante ingestão energética, apesar de que animais que consomem sacarose apresentam maior peso corporal (HILL et al., 1980, CAMBRAIA, 2004).

Algumas propriedades sensoriais do alimento ingerido recebem prioridade sobre os aspectos fisiológicos internos no controle da ingestão (SWIERGIEL, CABANAC, 1989; ACKROFF, SCLAFANI, 1996). Mudança na densidade energética das dietas promove efeito imediato no comportamento alimentar do rato; o padrão alimentar é claramente afetado por algumas propriedades dos alimentos.

Acredita-se que paladar e saciedade têm efeitos opostos sobre o consumo de alimentos. Enquanto a palatabilidade pode levar ao excesso de consumo, a saciedade serve para limitar a ingestão ao reduzir o tamanho da refeição ou aumentar o intervalo entre duas refeições. As medidas de sabor e saciedade estão interligadas com a palatabilidade. A palatabilidade é freqüentemente caracterizada em função da ingestão real de alimentos, enquanto a saciedade é algumas vezes medida em termos de menor palatabilidade. Cabe destacar que as respostas do paladar não precisam estar diretamente ligadas à fome e à saciedade e que nenhuma delas prevê o consumo de alimentos (DREWNOWSKI, 1995).

4.6 Índice Glicêmico, Saciedade e Palatabilidade

O conceito de que a glicose derivada do carboidrato é central para a regulação da saciedade e ingestão de alimentos é baseada na teoria glicostática de regulação de alimentos. Esta teoria propõe que a concentração sanguínea de glicose é monitorada e que o alimento é ingerido quando o uso da glicose por vários órgãos está insuficiente. Inversamente, a saciedade e o término da alimentação ocorrem após um aumento da concentração da glicose sanguínea (ANDERSON, WOODEND, 2003).

O IG pode influenciar a ingestão de energia, e a base mais provável para esta influência é sobre a ingestão de energia em certo período de tempo, mediada pelos estados de fome, saciação ou saciedade. Para diferenciar a saciedade em curto e longo prazo, alguns autores fazem uma distinção entre “saciação” e “saciedade”. A distinção entre “saciação” e “saciedade” serve para acomodar o impacto diferencial dos alimentos doces e com alto teor de gordura sobre o tamanho das refeições (saciação) e sobre as ingestões subseqüentes de alimentos (saciedade). A hipótese corrente é a de que a gordura tem um impacto relativamente pequeno sobre a “saciação”, levando a excessiva ingestão alimentar passiva de calorias originárias da gordura no decorrer de uma refeição. Inversamente, uma vez que a energia da gordura promove a saciedade, o início da refeição seguinte será retardado de maneira apropriada (BLUNDELL et al., 1996b).

A saciedade é muitas vezes classificada como um estado interno, e assim medida como tal. Em um procedimento experimental habitual, procura-se obter classificações auto-relatadas que avaliem os componentes de plenitude, fome ou saciedade, desejo de comer ou alguma outra forma de medir a intenção de consumir uma refeição ou um lanche (DE GRAAF et al., 1992; HULSHOFF et al., 1995). Mensurações múltiplas são feitas em intervalos de cinco minutos até mais de uma hora. Um procedimento típico é o emprego de escalas análogas visuais (EAV) de 100 mm ou 150 mm com as extremidades esquerda e direita ancoradas com os termos “fraco” e “forte”, por exemplo. Estas escalas são apresentadas em cartões de marcação, em folhetos ou na tela de um computador (DREWNOWSKI et al., 1994; HOLT et al., 1995; GREEN, BLUNDELL, 1996).

Entre outros exemplos de medidas de saciedade na literatura, está o uso do termo “pré-carga”. No estudo de Drewnowski e colaboradores (1994) os voluntários receberam as “pré-cargas” de sabor semelhante e com valores energéticos diferentes

adoçadas com sacarose ou aspartame fornecendo 300 kcal ou 700 kcal respectivamente por volume padronizado de 500 mL. Seguindo o protocolo, as pessoas classificaram os estados de fome e saciedade antes da “pré-carga” e nos intervalos que se seguem à sua ingestão, a cada 30 minutos, por 3 horas. Os índices de fome após o café da manhã foram mais baixos, mas foram semelhantes para ambos os tipos de “pré-cargas” testadas. Da mesma forma, as classificações do desejo de comer foram às mesmas para ambos os conjuntos de “pré-cargas” ao café da manhã durante os primeiros 30 minutos após a ingestão, sugerindo assim, que a “medida de saciedade”, não foi muito sensível às pequenas variações do teor energético neste período de tempo. Todavia, à medida que o tempo avançou, as pessoas que receberam menos energia no café da manhã ficaram com mais fome.

Outros estudos também obtiveram resultados semelhantes, prevendo que a fome aumentada associa-se às preferências maiores pelo gosto doce. Os índices de maior fome seguiram-se ao consumo de “pré-cargas” com baixo teor energético, contrário às “pré-cargas” com elevado teor energético, com impacto muito pequeno sobre as preferências pelo gosto doce e muito pouca influência sobre a quantidade de energia consumida na refeição habitual seguinte (DE GRAAF et al., 1992; DE GRAAF et al., 1993). Segundo estes autores as medidas de sabor, saciedade e necessidade de ingestão energética não precisam estar estreitamente ligadas, pois os seus trabalhos mostraram que a quantidade de energia consumida pelas pessoas durante o café da manhã, almoço e jantar não foi afetada pela quantidade de energia consumida no café da manhã. A fome e o desejo aumentado de comer ao meio-dia não se traduziram em um maior consumo de alimentos durante o dia.

Em um estudo sobre o poder de produzir saciedade de 38 alimentos, homens e mulheres consumiram porções de alimentos com o mesmo teor energético (240 kcal),

classificando a saciedade a cada 15 minutos durante duas horas (HOLT et al., 1995). Os primeiros resultados sugeriram que a distensão estomacal indicava a saciedade e que esta, também se correlacionava acentuadamente com o volume do alimento consumido, o qual variou de 38 g no mínimo (para amendoins) e de 625 g no máximo (para laranjas). A densidade energética foi o principal fator para determinar a saciedade, e em seguida as contribuições da proteína, fibra e água presente nos alimentos. Observou-se que o chocolate possuía o menor poder de produzir saciedade relativamente ao valor energético, e que as verduras, legumes, frutas e especialmente, batatas cozidas apresentaram elevado poder. Batatas, mingau de aveia e peixe apresentaram um maior poder de produzir saciedade do que chocolates, doces ou bolos.

Ainda neste estudo foram testados pães com diferentes composições de fibra, proteína carboidratos e gordura, e observou-se que o pão com fibra não foi o que apresentou o maior poder de saciedade como também se referem alguns autores (LILJEBERG et al., 1999; RABEN et al., 2002;) e isso pode estar relacionado ao fato de que o índice de saciedade apresentado foi de um determinado período, podendo não ser apropriado à referência deste fato a períodos maiores.

Concluíram com estes resultados que as diferenças na densidade energética, na forma física dos pães e sua composição química, foram mais importantes na determinação da saciedade do que nas diferenças da glicemia pós-prandial. Em outro estudo comparando o poder de saciedade de refeições mistas enriquecidas com diferentes quantidades de proteína (refeição 1: suco de laranja, pão branco, manteiga, geléia de morango, café ou chá; refeição 2: vagem, batata frita, biscoito amanteigado, sopa de cebola e chocolate) os autores observaram que não houve efeito do tipo de proteína sobre a saciedade, sobre a ingestão de energia ou macronutrientes em 24 horas ou sobre a glicose plasmática pós-prandial e a concentração de insulina (LANG et al.,

1998). Eles acreditaram que isso ocorreu, provavelmente, à ingestão concomitante de lipídeos e carboidratos, o que implica em variações no mecanismo fisiológico da saciedade pós-prandial após uma carga de proteína.

Estes dados confirmaram as observações de Lawton e colaboradores. (1993), em um estudo que mostrou que a salada de frutas apresentava maior poder saciador do que almôndegas e outros alimentos com maior densidade energética, sugerindo uma relação inversa entre palatabilidade e saciedade. Estes autores concordaram que os alimentos que combinam as misturas de fibra e proteína tendem a produzir alto poder saciador. A proteína é considerada como tendo maior poder saciador do que os carboidratos ou a gordura (LAWTON et al., 1993).

Muitos estudos de curta duração abordam a questão do consumo de alimentos com baixo IG reduzir a fome e/ou promover a saciedade em relação ao consumo de alimentos com alto IG (HABER et al., 1977; VAN AMELSVOORT et al., 1992; LATNER et al., 1999; LUDWIG et al., 1999).

Roberts (2000) observou que a ingestão de energia foi 29 % maior após o consumo de refeições de alto IG ou “pré-cargas”, comparado com o consumo de refeições de baixo IG ou “pré-cargas”. Em um estudo anterior, Ludwig e colaboradores (1999) encontraram que o efeito de três níveis de IG (baixo, médio e alto IG) sobre a resposta hormonal e a subsequente ingestão de energia em rapazes adolescentes com sobrepeso, ao final de um período de cinco horas, foi 53 % maior após o consumo da refeição de médio IG. O consumo de energia após a refeição de alto IG foi 81 % maior do que após o consumo da refeição de baixo IG com a mesma densidade energética, mas, com composição diferente de macronutrientes.

Outro fator que pode ser relevante tanto para o cálculo do IG de refeições mistas e para o conhecimento da variabilidade individual do IG de alimentos é que a

palatabilidade tem influência sobre o IG independente do tipo e composição do alimento.

Comparando o consumo de alimentos idênticos preparados de forma diferente para ficarem palatáveis e não palatáveis, Sawaya e colaboradores (2001) observaram que houve um aumento significativo no IG quando os alimentos eram mais palatáveis. Os autores acreditam que estes resultados poderiam estar associados com o aumento da resposta da fase cefálica (produção de saliva e ácido gástrico e a motilidade gástrica) para os alimentos palatáveis comparado com os não palatáveis.

O esclarecimento que tem sido dada a este fato é que, estas dietas são em geral mais variadas do que aquelas que contêm um teor mais baixo de gordura. Explicando assim, a contínua atração dos indivíduos pelos alimentos ricos em gordura em todo o mundo (MACLINTOSH et al., 2003, PLINER, MANN, 2004, ROEFS et al., 2005).

4.7 Índice Glicêmico e Saciedade na Prevenção e Controle de Doenças

Análises epidemiológicas abaixo relacionadas têm associado o IG dos alimentos a vários fatores de riscos e desenvolvimento da doença cardiovascular, como também ao diabetes tipo 2.

Augustin e colaboradores (2003) relacionam o IG com a resistência à glicose, resistência à insulina e o câncer de endométrio. O estudo foi conduzido em dois hospitais durante o período de 1988 a 1998 na Itália e na Suécia, com um total de 1.163 mulheres. Partiram da hipótese de que o IG e a resistência glicêmica são medidas do efeito metabólico dos carboidratos da alimentação e que seus altos valores resultam em altas respostas glicêmicas e insulínicas. Foi investigada a alimentação usual das participantes para ser estimado o valor do IG das refeições. Concluíram o

trabalho sustentando a hipótese de que existe uma associação entre o IG dos alimentos e a possibilidade de câncer de endométrio, assim como dos seus fatores de risco, ou seja, obesidade, diabetes e hipertensão.

A hiperglicemia pós-prandial tem um papel patogênico direto no processo destas doenças. Baixos níveis sanguíneos de glicose e insulina representam um importante fator profilático nos fatores de risco, incluindo a lipoproteína de alta densidade (HDL-colesterol), a hemoglobina glicosilada, a variabilidade hemostática e a função endotelial (BRAND-MILLER, 2003).

Muitos estudos ainda precisam ser realizados para se assegurar à relação do IG, IS e as doenças crônicas incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e diabetes, muito embora atualmente alguns pesquisadores estejam dedicando trabalhos de intervenção com base no IG dos alimentos (LIU et al., 2001, JENKINS et al., 2002, PAWLAK et al., 2002, RABEN, 2002, JIMENÉZ-CRUZ et al., 2003, SCHULZE et al., 2004, ALFENAS, MATTES, 2005).

4.8 Índice Glicêmico e Pessoas Sadias

Dietas com baixo IG têm sido apontadas como responsáveis pela melhoria da tolerância à glicose tanto em pessoas sem e com diabetes. Os possíveis mecanismos desta relação no efeito metabólico em longo prazo vêm sendo discutidos, e referem-se à menor demanda de insulina pós-prandial e à formação de ácidos graxos de cadeia curta a partir da fermentação de carboidratos não digeríveis no cólon (LILJEBERG et al., 1999; PASMÁN et al., 2003).

As respostas glicêmicas e insulínicas e o grau de saciedade foram testadas em um estudo com homens sadios, após a ingestão de dietas contendo respectivamente,

carboidratos simples e carboidratos complexos. Os resultados mostraram que o consumo de refeições com carboidratos complexos foi mais favorável às respostas glicêmicas e insulínicas mais baixas e um melhor grau de saciedade em comparação às refeições contendo carboidratos simples (PASMANN et al., 2003). O baixo IG da dieta em trabalhos com modelos animais e humanos saudáveis, têm sugerido ser um fator determinante na obtenção de um perfil lipídico adequado, assim como melhores níveis basais de glicose e insulina (LIU et al., 2001; KABIR et al., 2002). Assim, a seleção de alimentos com baixo IG tem sido indicada como guia para planejamento alimentar de pessoas com diabetes em vários países (RIZKALLA et al., 2002).

Da mesma forma a *Food and Agriculture Organization*, e *World Health Organization* vem recomendando o consumo de dietas com baixo IG como forma de prevenir a obesidade e doenças como diabetes e cardiopatias (FAO/WHO, 1998).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKROFF, K.; SCLAFANI, A. Rats integrate meal cost and post-oral changes in caloric density. **Physiology & Behavior**, v. 60, n. 3, p. 927-932, 1996.

ALFENAS, R. C. G.; MATTES, R. D. Influence of glycemic index/load on glycemic response, appetite, and food intake in healthy humans. **Diabetes Care**. v. 28, n. 9, p. 2123-2129, 2005.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Nutrition principles recommendations in the diabetes (position statement). **Diabetes Care**, v. 27, n. 1, p. S36-S46, 2004.

ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; WASHNOCK, C. S. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, n. 3, p. 464S – 474S, 1999.

ANDERSON, G. H. Sugars and health: a review. **Nutrition Research**, v.17, n. 9, p. 1485-1498, 1997.

ANDERSON, G. H.; STEWART, S.; KAPLAN, R. Carbohydrate, behavior and health. **Bahrain Medical Bulletin**. v. 20, n. 3, p. 69-76, 1998.

ANDERSON, G. H.; WOODEND, D. Effect of glycemic carbohydrates on short-term satiety and food intake. **Nutrition Review**, v. 61, n.5, Pt II, p. S17-S26, 2003.

ARAÚJO, I. E. Representações gustativas no córtex humano, e o controle central do apetite. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. v. 25 n. S2, p. 25 - 28, 2003.

ASP, N. G. Nutritional classification and analysis of food carbohydrates. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 3, p. 679S-681S, 1994.

ARVIDSSON-LENNER, R.; ASP, N. G.; AXELSEN, M.; BRYNGELSSON, S.; HAAPA, E.; JÄRVI, A.; KARLSTRÖM, B.; RABEN, A.; SOHLSTRÖM, A.; THORSODDOTTIR, I.; VESSBY, B. Glycaemic index. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v. 48, n. 2, p. 84 - 94, 2004.

AUGUSTIN, L. S., GALLUS, S., BOSETTI, C., LEVI, F., NEGRI, E., FRANCESCHI, S., DAL MASO, L., JENKINS, D. J., KENDALL, C. W., LA VECCHIA, C. Glycemic index and glycemic load in endometrial cancer. **Obesity Resources**, v. 1, n. 1, p. 81- 86, 2003.

BALL, S. D.; KELLER, K. R.; MOYER-MILEUR, L. J.; DING, Y. W.; DONALDSON, D.; JAKSON, W. D. Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. **Pediatrics**, v.11, n. 3, p. 488-494, 2003.

BAHADORI, B., YASDANI-BIUKI, B., KRIPPL, P., BRATH, H., UITZ, E., EWASCHER, T. Low-fat, high-carbohydrate (low-glycaemic index) diet induces

weight loss and preserves lean body mass in obese healthy subjects: results of a 24-week study. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 7, n. 3, p. 290-293, 2005.

BEAR, M. F., CONNORS, B. W. & PARADISO, M. A. **Neurociências–Desvendando o Sistema Nervoso**. Porto Alegre 2^a ed, Artmed Editora, 2002.

BELL, S.; SEARS, B. Low-Glycemic-Load Diets: Impact on Obesity and Chronic Diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 43, n. 4, p. 357-377, 2003.

BELLISLE, F., DALIX, A. M., DE ASSIS, M. A., KUPEK, E., GERWIG, U., SLAMA, G. OPPERT, J. M. Motivational effects of 12-week moderately restrictive diets with or without special attention to the glycaemic index of foods. **British Journal of Nutrition**, v, 97, n. 5, p. 790-798, 2007.

BIRCH, L. L. Children's preference for high-fat-foods. **Nutrition Reviews**, v. 50, n. 9, p. 249-255, 1992.

BRAND-MILLER, J. C.; HA, H. S.; PAWLAK, D. B.; MCMILLAN, J. Glycemic index and obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 76, n. 1, p. 281S – 285S, 2002.

BRAND-MILLER, J. C.; Glycemic load and chronic disease. **Nutrition Reviews**, v. 61, n. 5, p. S56 - S60, 2003.

BRAND-MILLER, J. C.; FOSTER-POWELL, K. Diets with a low glycemic index: from theory to practice. **Nutrition Today**, v. 34, n. 2, p.64-77, 1999.

BLANTE, J. P.; LAINE, D. C.; CASTL, G. W.; THOMAS, W.; HOOGWERF, B. J.; GOETZ, F.C. Postprandial glucose and insulin responses to meals containing different carbohydrates in normal and diabetic subjects. **New England Journal of Medicine**, v. 309, n.1, p. 7-12, 1983.

BLUNDELL, J. E.; LAWTON, C. L.; COTON, J. R.; MACDIARMID, J. I. Control of human appetite: implications for the intake of dietary fat. **Annual Review of Nutrition**, v. 16, n. 7, p. 285-319, 1996a.

BLUNDELL, J. E.; GREEN, S. M. Effect of sucrose and sweeteners on appetite and energy intake. **International Journal of Obesity**, v. 20, n. 2, p. S12-S17, 1996b.

BRYNES A. E, MARK EDWARDS, C., GHATEI, M. A., DORNHORST, A., MORGAN, L. M., BLOOM, S. R, FROST G. S. A Randomised four-intervention crossover study investigating the effect of carbohydrates on daytime profiles of insulin, glucose, non-esterified fatty acids and triacylglycerols in middle-aged men. **British Journal of Nutrition**, v. 89, n. 2, p. 207-218, 2003.

BROOKS, C. M.; KOIZUMI, K.; TALEISNIK, S.; MOYANO, H. J.; BELTRAMINO, C.; DEIS, R. P.; et al. Sensory control of the hypothalamus and the neuroendocrine system. **Acta Physiology Latinoamerican**, v. 30, n., p. 159-70, 1980.

BORNET, F. R. J.; BILLAUX, M. S.; MESSING, B. Glycaemic index concept and metabolic diseases. **International Journal of Biology Macromolecular**, v. 21, n. 1- 2, p. 207-219, 1997.

BUYKEN, A. E.; TOELLER, M.; HEITKAMP, G.; KARAMANOS, B.; ROTTIERS, R.; MUGGEO, M.; FULLER, J. H. Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 3, p. 574 - 581, 2001.

CAMBRAIA, R. P. B. Aspectos psicobiológicos do comportamento alimentar. Psychobiological aspects of feeding behavior. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 217 - 225, 2004.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Varela, 1996. 423p.

CARUZO L.; MENEZES E. W. G. Índice glicêmico dos alimentos. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 19, n. 20, p. 49 – 64, 2000.

CASTRO, J. M.; BELLISLE, F.; DALIX, A. M.; SLAMA, G. The effect of type I diabetes on the eating patterns of free-living French a diet diary study. **Physiology & Behavior**, v. 75, n. 4, p. 583-592, 2002.

CHAMPFIEL, L., SMITH, E. Blood glucose dynamics and control of meal initiation: a patterns dictions and recognition theory. **Physiology Reviews**, v.83, n. 1, p. 25-58, 2003.

CHEW, I.; THORNBURY, A. W.; TRUSWELL, A. S. Application of glycemic index to mixed meals. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 47, n. 1, p. 53-56, 1988.

COTTON, J. R.; BURLEY, V. J.; WESTSTRATE, J. A.; BLUNDELL, J. E. Fat substitution and food intake: effect of replacing fat with sucrose polyester at lunch or evening meals. **British Journal of Nutrition**, v. 75, n. 4, p. 545 - 556, 1996.

CRAPO, P. A.; HENRY, R. R. Postprandial metabolic responses to the influence of food form. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 3, p. 560-564, 1988.

DALY M. Sugars, insulin sensitivity, and postprandial state. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 4, p. 865S-72S, 2003.

DE ARAUJO, I. E.; KRINGELBACH, M. L.; ROLLS, E. T.; HOBDEN, P. Representation of umami taste in the human brain. **The Journal of Neurophysiology**, v. 90, n., p. 313-319, 2003.

DE GRAAF, C.; HULSHOFF, T.; WESTSTRATE, J. A.; JAS, P. Short-term effects of different amounts of protein, fat, and carbohydrates on satiety. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 1, p. 33 - 38, 1992.

DE GRAAF, C.; SCHREURS, A.; BLAUW, Y. H. Short-term effects of different amounts of sweet and nonsweet carbohydrates on satiety and energy intake. **Physiology**

& Behavior, v. 54, n. 5, p. 833 - 843, 1993.

DREWNOWSKI, A.; MASSIEN, C.; LOUIS-SYLVESTRE, J.; FRICKER, J.; CHAPELOT, D.; APFELBAUM, M. Comparing the effects of aspartame and sucrose on motivational ratings, taste preferences, and energy intakes. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 2, p. 338 - 345, 1994.

DREWNOWSKI, A. Intense sweeteners and the control of appetite. **Nutrition Review**, v. 53, n.1, p. 1 - 7, 1995.

DREWNOWSKI, A.; POPKIN, B. M. The nutrition transition: new trends the global diet. **Nutrition Review**, v. 55, n. 2, p. 31 - 43, 1997.

EATON, S. B.; KONNER, M. Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. **New England Journal of Medical**, v. 312, n. 5, p. 283-289, 1985.

FARNSWORTH, E.; LUSCOMBE, N. D.; NOAKES, M.; WITTERT, G.; ARGYIOU, G. AND CLIFTON, P. M. Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women, **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 1, p. 31-39, 2003.

FAO/WHO. Expert Consultation. **Carbohydrates in human nutrition**. Geneva: Food and Agriculture Organization, World Health Organization. FAO, 1998.

FEBBRAIO, M.; STEWART, K. CHO feeding before prolonged exercise: effect of Glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 1115-1120, 1996.

FLINT, A.; HELT, B.; RABEN, A.; TOUBRO, S.; ASTRUP, A. Effects of different dietary fat types on postprandial appetite and energy expenditure. **Obesity Research**, v.11, n. 12, p. 1449 - 1454, 2003.

FORD, E. S.; LIU, S. Glycemic index and serum high-density-lipoprotein cholesterol concentration among us adults. **Archives Internal Medicine**, v. 161, p. n. 4, p. 572 - 576, 2001.

FOSTER-POWELL, K.; AND BRAND -MILLER, J. C. International tables of glycemic index. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, n. 4, p. 871S - 935S, 1995.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, E. H. A.; AND BRAND -MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 5 - 56, 2002.

FROST, G.; WILDING, J.; BEECHAM, J. Dietary advice based on the glycemic index improves dietary profile and metabolic control in type2 diabetic patients. **Diabetic Medicine**, v.11, n. 4, p. 397 - 401, 1994.

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, n. 10, p. 1245 - 51, 1998.

GANNON, A. M.; NUTTALL, F. Q.; WESTPHAL, S. A.; NEIL, B. J.; SEAQUIST, E. R. Effects of dose of ingested glucose on plasma metabolite and hormone responses in type II diabetic subjects. **Diabetes Care**, v.12, n. 8, p. 544 - 552, 1989.

GREEN, S. M.; BLUNDELL, J. E. Subjective and objective indices of the satiating effect of foods. Can people predict how filling a food will be? **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 50, n. 12, p. 798 - 806, 1996.

HABER, G. B.; HEATON, K. W.; MURPHY, D.; BURROUGHS, L. F. Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma glucose and serum insulin. **The Lancet**, v. 1; 2, n. 8040, p.679 - 682, 1977.

HANNAH, J. S.; HOWARD, B. V. Dietary fats, insulin resistance, and diabetes. **Journal Cardiovascular Risk**. v. 1, n. 1, p. 31 - 37, 1994.

HEINI, A. F.; LARA-CASTRO, C.; KIRK, K. A.; CONSIDINE, R. V.; CARO, J. F.; WEINSIER, R. L. Association of leptin and hunger-satiety ratings in obese women. **International Journal of Obesity**, v. 22, n. 11, p. 1084 -1087, 1998.

HILL, W.; CASTONGUAY, T. W.; COLLIER G. H. Taste or diet balancing? **Physiology & Behavior**, v. 24, n. 4, p. 765-767, 1980.

HOLLENBECK, C. B.; COULSTON, A. M.; REAVEN, G. M. Glycemic effects of carbohydrates: a different perspective. **Diabetes Care**, v. 9, n. 6. p. 641-647, 1986.

HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. Particle size, satiety and the glycaemic response. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 7, p. 496 - 502, 1994.

HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C.; PETOCZ, P.; FARMAKALIDIS, E. A satiety index of common foods. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, n. 9, p. 675-690, 1995.

HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C.; STTIT, P. A. The effects of equal-energy portions of different breads on blood glucose levels, feelings of fullness and subsequent food intake. **Journal of American Dietetic Association**, v. 101, n. 7, p. 767-773, 2001.

HOON, M. A.; ADLER, E.; LINDEMEIER, J.; BATTEY, J.F.; RYBA, N. J. and ZUKER, C. S. Putative mammalian taste receptors: a class of taste-specific GPCRs with distinct topographic selectivity. **Cellular**, v. 96, n. 4, p. 541 - 551, 1999.

HULSHOFF, T.; DE GRAAF, C.; WESTSTRATE, J. A. Short-term effects of high-fat and low-fat/high-SPE croissants on appetite and energy intake at three deprivation periods. **Physiology & Behavior**, v. 57, n. 2, p. 377 - 383, 1995.

JÄRVI, A. E.; KARLSTRÖM, B. E.; GRANFELDT, Y. E.; BJÖRCK, I. M. E.; ASP, N-G, VESSBY, B. O. H. Improved glycemic control and lipid profile and normalized

fibrinolytic activity on a low glycemic index diet and type 2 diabetic patients. **Diabetes Care**, v. 22, n. 1, p. 10 -18, 1999.

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.; GOOF, D. V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrates exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, n. 3, p. 362 - 366, 1981.

JENKINS, D. J. A.; WOLEVER, T. M. S.; JENKINS, A. L.; THORNE, M. J. ; LEE, R.; KALMUSKY, J.; REICHERT, R.; WONG, G. S. The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: A new basis for carbohydrate exchange favoring the use of legumes. **Diabetologia**, v. 24, n. 4, p. 257 – 264, 1983.

JENKINS, D. J. A.; 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. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 266S–73S, 2002.

JIMÉNEZ-CRUZ, A., GASCON-BACARDI, M., TURNBULL, W. H., ROSALES-GARAES, P., SEVERINO-LUGO, I. A flexible, low glycemic index Mexican style diet in overweight and obese with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period. **Diabetes Care**, v. 26, n. 7, p. 1967 - 1970, 2003.

JIMÉNEZ-CRUZ, A., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, A. N., GASCON-BACARDI, M. Low glycemic index lunch on satiety in overweight and obese people with type 2 diabetes. **Nutricion Hospitalaria**, v. 20, n. 5, p. 348-350, 2005.

JOHNSON, S. L.; MCPHEE, L.; BIRCH, L. L. Conditioned preferences: young children prefer flavors associated with high dietary fat. **Physiology & Behavior**, v. 50, n. 6, p.1245 - 1251, 1991.

KAPLAN, R. J.; GREENWOOD, C. E. Influence of dietary carbohydrates and glycaemic response on subjective appetite and food intake in healthy elderly persons. **International Journal of Food Science**, v. 54, n. 4, p. 305-316, 2002.

KABIR, M.; GUERRE-MILLO, M.; LAROMIGIERE, M.; SLAMA, G.; RIZKALLA, S. W. Negative regulation of leptin by chronic high glycemic index starch diet. **Metabolism**, v. 49, n. 6, p. 764 - 769, 2000.

LATNER, J. D.; SCHWARTZ, M. The effects of a high-carbohydrate, high-protein or balanced lunch upon later food intake and hunger ratings. **Appetite**, v. 33, n. 1, p.119 - 128, 1999.

LANG, V.; BELLISLE, F.; OPPERT, J. M.; CRAPLET, C.; BORNET, F. R. J.; SLAMA, G.; GUY-GRAND, B. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 6, p. 1197-1204, 1998.

LAWTON, C. L.; BURLEY, V. J.; WALES, J. K.; BLUNDELL, J. E. Dietary fat and appetite control in obese subjects: weak effects on satiation and satiety. **International**

Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, v. 17, n. 7, p. 409-416, 1993.

LILJEBERG, H. G. M.; AKERBERG, A. K. E.; BJÖRCK, I. M. E. Effect of the glycemic index and content of indigestible carbohydrates of cereal-based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 4, p. 647 - 645, 1999.

LIU, S.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; HOLMES, M. D.; HU, F. B.; HANKINSON, S. E.; WILLETT, W. C. Dietary glycemic load assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 3, p. 560 - 566, 2001.

LIU, S.; STAMPFER, M. J.; HU, F. B.; GIOVANNUCCI, E.; RIMM, E.; MANSON, J. E.; HENNEKENS, C. H.; WILLETT, W. C. Whole-grain consume and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 3, p. 412 - 419, 1999.

LIU, S.; WILLETT, W. C.; STAMPFER, M. J.; HU, F. B.; FRANZ, M.; SAMPSON, L.; HENNEKENS, C. H.; MANSON, J. E. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 6, p. 1455 - 1461, 2000.

LUDWIG, D. S.; MASIJOUB, J. A.; AL-ZAHRANI, A.; DALLAL, G. E.; BLANCO, I.; ROBERTS, S. B. High glycemic index foods, overeating and obesity. **Pediatrics**, v. 103, n. 26, p. 1-6, 1999.

LUDWIG, D. S. Dietary glycemic index and obesity. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 2, p. 280S - 283S, 2000.

MACLINTOSH, C.G.; HOLT, S.H.; BRAND-MILLER, J.C. The degree of fat saturation does not alter glycemic, insulinemic or satiety responses to a starchy staple in healthy men. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 8, p. 2577-2580, 2003.

MANCINI, M. C.; HALPERN, A. Aspectos Fisiológicos do Balanço Energético **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 46, n. 3, p. 230-248, 2002.

MARTINÉZ, A.; Fernández, D.; Mook-Kanamori, D.; Codner, E. Abnormal eating behaviour and insulin omission in adolescents with diabetes mellitus type 1. Association with glycemic control and body mass index", **XVI Annual Meeting of the Latin-American Society of Pediatric Endocrinology (SLEP)**, Cancún, México, 2003.

MOURÃO, D. M.; MONTEIRO, J. B. R.; HERMSDORFF, H. H. M.; LEITE, M. C. T. Effects of Modified Foods on Appetite of Overweight Men. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**; v. 19, n. 2, p. 47 - 53, 2004.

MORIS, K. L.; ZEMEL, M. B. Glycemic index, cardiovascular disease, and obesity. **Nutrition Reviews**, v. 57, n. 9, Pt. 1, p. 273-276, 1999.

- NEGRÃO, A. B.; LICINIO, J. Leptina: o Diálogo entre Adipócitos e Neurônios. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 44, n. 3, p. 205 - 214, 2000.
- NOBRE, L. N.; MONTEIRO, J. B. R. Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 53, n. 3, p. 243 – 250, 2003.
- ONGUR, D.; FERRY, A. T.; PRICE, J. L. Architectonic subdivision of the human orbital and medial prefrontal cortex. **The Journal of Comportment Neurology**, v. 460, n. 3, p. 425 – 449, 2003.
- PASMAN, W. J. V.; BLOKDIJK, M.; BERTINA, F. M.; HOPMAN, W. P. M. HENDRIKS, H. F. J. Effect of two breakfasts, different in carbohydrate composition, on hunger and satiety and mood in healthy men. **International Journal of Obesity**, v. 27, n. 6, p. 663 – 668, 2003.
- PAWLAK, D. B.; EBBELIN, C. B.; LUDWIG, D. S. Should obese patients be counseled to follow a low-glycaemic index diet? Yes. **Obesity Reviews**, v. 3, n. 4, p. 235-243, 2002.
- PEÑA, M., BACALLAO, J. Obesity among the poor: an emerging problem in Latin América and the Caribbean. In: **PAHO** (Pan American Health Organization). Obesity and poverty: a new public health challenge. Washington (DC), p. 3-10, 2000.
- PERYAN, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v.11, n. 9, p. 9 - 14, 1957.
- PI-SUNYER, F.X. Glycemic index and disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 290S - 298S, 2002.
- PLINER, P.; MANN, N. Influence of social norms and palatability on amount consumed and food choice. **Appetite**, v. 42, n. 2, p. 227 - 237, 2004.
- PROSERPI, C., SPARTI, A., SCHUTZ, Y., DI VETTA, V., MILON, H. AND JEQUIER E. Ad libitum intake of a high-carbohydrate or high-fat diet in young men: effects on nutrient,t balances. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 539-545, 1997.
- RABEN, A. Should obese patients be counseled to follow a low-glycaemic index? No. **Obesity Review**, v. 3, n. 4, p. 245 - 256, 2002.
- RIZKALLA, S. W.; BELLISLE, F.; SLAMA, G. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 3, p. 255S - 262S, 2002.
- ROBERTS, S. B. High-glycemic index foods, hunger, and obesity: is there a connection? **Nutrition Review**, v. 58, n. 6, p. 163-169, 2000.

ROBERTS, S. B. Glicemic index and satiety. **Nutrition Clinical Care**. v. 6, n. 1, p. 20 - 26, 2003.

RODIN, J.; REED, D.; JAMNER, L. Metabolic effects of fructose and glucose: implications for food intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 47, n. 4, p. 683 - 689, 1988.

RODIN, J. Effects of pure sugar vs. mixed starch fructose loads on food intake. **Appetite**, v. 17, n. 3, p. 213 - 219, 1991.

ROEFS, A.; HERMAN, C. P.; MAC LEOD, C. M.; SMULDERS, F. T. Y.; JANSEN, A. At first sight: how do restrained eaters evaluate high-fat palatable foods? **Appetite**, v. 44, n. 1, p. 103 - 114, 2005.

ROSADO, E. L. & MONTEIRO J. B. R. Obesidade e a substituição de macronutrientes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 145 - 152, 2001.

ROLLS, B. J., The role of energy density in the overconsumption of fat. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 2, p. 268S - 271S, 2000.

ROLLS, E. T.; KRINGELBACH, M.L.; DE ARAUJO, I. E. Different representations of pleasant and unpleasant odours in the human brain. **European Journal of Neuroscienc**, v. 18, n. 3, p. 695-703, 2003.

SICHERI R., EVERHART J. E. Validity of a Brazilian food frequency questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake. **Nutrition Research**, v.18, n. 10, p. 1649 - 1659, 1998.

SALMERON, J.; ASCHERIO, A.; RIMM, E. B.; COLDITZ, G. A.; SPIEGELMAN, D.; JENKINS, D. J.; STAMPFER, M. J.; WING, A. L.; WILLETT, W. C. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. **Diabetes Care**, v. 20, n. 4, p. 545 - 550, 1997a.

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. **The Journal of the American Medical Association**, v. 277, n. 6, p. 472 - 477, 1997b.

SARIS, W. H. M. Glycemic carbohydrate end body weight regulation. **Nutrition Reviews**, v. 61, n. 5, p. S10 - S16, 2003.

SAWAYA, A. L.; FUSS, P. J.; DALLAL, G. E.; ROBERTS, S. B. Meal palatability, substrate oxidation, and blood glucose in young and older men. **Physiology & Behavior**, v. 70, n. 1, p. 5 - 12, 2001.

SCHULZE, M. B.; LIU, S.; RIMM, E. B.; MANSON, J. E.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 2, p. 348 - 355, 2004.

STEVENSON, E., WILLIAMS, C., NUTE, M. The influence of the glycaemic index of breakfast and lunch on substrate utilisation during the postprandial periods and subsequent exercise. **British Journal of Nutrition**, v. 93, p. n. 5, 885 – 893, 2005.

STUBBS, R.J., MAZLAN, N., WHYBROW, S. **Carbohydrates, Appetite and Feeding Behavior in Humans**. **The Journal of Nutrition**, v. 131, n. 10, p. 2775S-2781S, 2001.

SWIERGIEL, A. H.; CABANAC, M. Lack of caloric regulation in rats during short-term feeding. **American Journal Physiology Regulatory Integrative Comparative Physiology**, v. 256, n. 2, p. R518 - 522, 1989.

THE DIABETES CONTROL AND COMPLICATION TRIAL GROUP: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. **The New England Journal of Medicine**, v. 329, n. 14, p. 977 - 986, 1993.

TSIHLIAS, E. B.; GIBBS, A. L.; MCBURNEY, M. I.; WOLOVER, T. M. Comparison of high and low-glycemic-index breakfast cereals with monounsaturated fat in the long-term dietary management of type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 2, p. 439 - 449, 2000.

UK PROSPECTIVE DIABETES STUDY (UKPDS) GROUP. Intensive blood glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). **The Lancet**, v. 352, n. 1, p. 837-853, 1998.

VAN AMELSVOORT, J. M.; WESTSTRATE, J. A. Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 712-718, 1992.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1980, 196p.

WARREN, J. M., HENRY, C. J., SIMONITE, V. (2003) Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. **Ped.**, v.112, p. 414, 2003.

WHO. World Health Organization. **Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity**. WHO: Geneva, 1998.

WHO Technical report Series 916: **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of a joint FAO/WHOExpert Consultation, Geneva; 2003.

WILLETT, W. C.; SACKS, F.; TRICHOPOULOU, A.; DRESCHER, G.; FERRRO-LUZZI, A.; HELSING, E.; TRICHOPOULOS, D. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, n. 6, p. 1402S - 1406S, 1995

WILLETT, W. C. Is dietary fat a major determinant of body fat? **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 3, p. 556S - 562S, 1998.

WOLEVER, T. M. S.; NUTTALL, F. Q.; LEE, R.; et al. Prediction of the relative blood glucose response of mixed meals using the white bread glycemic index. **Diabetes Care**, v. 8, n. 5, p. 418 - 428, 1985.

WOLEVER, T. M. S. The glicemic index. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 62, n. 1, p.120-185, 1990.

WOLEVER, T. M. S.; JENKINS, D. J.; JENKINS, A. L. AND JOSSE, R. G. The glycemic index: methodology and clinical implications. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 5, p. 846 - 854, 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. **The Journal of Nutrition**, v. 126, n. 11, p. 2807-2812, 1996a.

WOLEVER, T. M. S.; BOLOGNESI, C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. **The Journal of Nutrition**, v.126, n. 11, p. 2798-2806, 1996b.

WARREN, J. M.; HENRY, C. J. K.; VANESSA, S. S.; Low Glycemic Index Breakfasts and Reduced Food Intake in Preadolescent Children. **Pediatrics**, v. 112, n. 5, p. e414 - e414, 2003.

WU, CHING-LIN; NICHOLAS, C.; WILLIAMS, C.; TOOK, A.; HARDY, L. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. **British Journal of Nutrition**, v. 90, n. 6, p. 1049-1056, 2003.

6. CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1

FOOD GLYCEMIC INDEX VS. SATIETY AND CHRONIC DISEASES*

Artigo aceito para publicação no periódico *British Food of Journal

Food glycemic index vs. satiety and chronic diseases

S.M.M. Batista

Nutrition Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

E. Teixeira

Food Science and Technology Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

A. de Francisco

Food Science and Technology Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

M.A.A. Assis

Nutrition Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

Autobiographical Note.

Sônia Maria de Medeiros Batista

Department of Nutrition

Federal University of Santa Catarina, Campus Trindade

88040-900 Florianópolis, Brazil.

sbatista@ccs.ufsc.br

Tel: +55 48 3721 9784. Home: +55 48 3233 6458. Cel: +55 48 9944 5123

Undergraduate degree in Nutrition from the Federal University of Rio Grande do Norte (1981), Master's degree in Food Science from the Federal University of Santa Catarina (1995), doctorate student in Food Science at the Federal University of Santa Catarina. Since 1986, Professor of Nutrition at the above institution where she teaches Diet-therapy I, Diet-therapy II and Supervised practical training in Clinical Nutrition. Has experience in the clinical nutritional field with emphasis in non-transmissible chronic diseases. Develops research and extension projects in the area of diabetes mellitus, obesity, and hypertension. Has numerous publications in Brazilian scientific journals, annals of scientific congresses and meetings and a book chapter.

Abstract

Purpose – This review documents the influence of low glycaemic index (LGI) and low glycaemic load (LGL) foods over food satiety, their utilization in clinical practice, and their importance in the prevention and control of diseases such as obesity, diabetes and cardiopathies. It also discusses the inclusion of GI information in food labels as an important tool for the consumer who wishes to make healthier choices.

Design/ methodology/ approach – An extensive literature search was conducted in the *Web of Science*, *Pub Med* and *Medline* data bases, as well as in reference lists from the scientific articles retrieved in the search.

Findings – Most of the articles presented similar results regarding the substitution of high glycaemic index (HGI) foods for low GI ones. In diabetics there was an improvement in the glycaemic and lipid profiles control, and in the obese, weight reduction and reduced cardiovascular complications risk were observed. Foods with higher satiety potential were identified as those with lower GIs, which reduce appetite,

cause less glycaemic oscillations in diabetics, and lower caloric intake in the obese.

Originality/value – This revision evidenced the benefits of low GI foods over satiety and palatability, and discussed their effect in the treatment of chronic non-transmissible diseases such as obesity and diabetes.

Key-words – Glycaemic index; Satiety, Diabetes, Obesity.

Type of article – Review paper

Introduction

Food carbohydrates have traditionally been classified as simple and complex, where most simple ones, such as glucose, tend to increase blood sugar levels more rapidly (FAO/WHO, 1998).

In the 1980's, Jenkins and collaborators (1981) introduced the term Glycaemic Index (GI), which expresses the relationship between the areas under the glycaemic response curves after ingestion of 50g of a test food sample and of a reference food item. GI is thus used to classify the food items according to their glycaemic response. Area under the curve (AUC) is calculated and GI is determined by the following equation:

$$\text{GI} = \frac{\text{Increase in the area under the curve of the tested food}}{\text{Increase in the area under the curve if the reference food item}} \times 100$$

Different forms of complex carbohydrates stimulate different glycaemic responses; the slower absorption of a standardized quantity of glucose over a long period of time result in a significantly lower increase in GI than in the case of fast

consumption. (Bellisle, et al, 2007, Jacobs-Van Der Bruggen, et al, 2007; American Diabetes Association - ADA, 2007).

It has also been published that the GI of carbohydrate-containing foods affects postprandial satiety and a satiety index (SI) was proposed to determine that foods with the same energetic value, could show significant differences in satiety (Ball et al., 2003; Alfenas and Mattes, 2005).

Another aspect related to glycaemic response is the palatability of foods, studied by Sawaya et al. (2001), who suggest that palatability may show postprandial interference particularly to GI. The authors mentioned that the foods with a pleasant taste induced a high circulating glucose level and reduced the time between the first and the next food ingestion, which may itself affect satiety.

The glycaemic index has been accepted by many scientists as a useful strategy in the treatment of diabetics (Ebbeling et al., 2003; WHO, 2003; Jiménez-Cruz, 2003). However, there are still those who reject the hypothesis (ADA, 1994, 1998, 2000; Clouston et al., 1997; Sloth et al, 2004; Gutierrez e Alfenas, 2007), particularly due to the variation in results obtained. Some authors suggest that an adequate evaluation of the metabolic effects are not possible when only the glycaemic response is measured, therefore, the insulin index (II) and the SI should also be considered (Tsihlias et al, 2000; Ball et al., 2003, Waeber & Vollenweider, 2007). The objective of this review was to study the factors that affect the glycaemic index of foods, and its association with the satiety index (SI) and the health benefits for humans, as well as their clinical utilization in the prevention of metabolic diseases.

Methods

An extensive literature search was conducted on the GI of foods in data banks of computerized libraries such as *Web of Science*, *Pub Med* and *Medline* as well as in the reference lists from the articles retrieved in the search. The period of search included the first published articles on the theme, in the 1970's, until present, giving emphasis in the publications after the year 2000. Studies that found a beneficial relationship between utilization of LGI foods and the control and prevention of chronic diseases were compared, as well as the ones discussing the benefits of a LGI diet on satiety, weight control, glycaemic control, lipid profile and cardiovascular diseases.

Glycaemic Index

GI is defined as the increase in the area below the glycaemic response curve produced by a portion of 50g of a carbohydrate in relation to the same quantity of a reference food item (Jenkins et al, 1981). Originally, glucose was chosen as the reference food, which then was substituted by white bread since it gave a greater physiological response than glucose and did not cause gastric discomfort such as nausea that occurred after ingestion of a large quantity of glucose (Food and Agriculture Organization / World Health Organization - FAO/WHO, 1998).

To help in the selection of appropriate foods, the concept of GI was created. It was proposed by Jenkins and collaborators in 1981, who classified the foods according to their potential in increasing the blood glucose levels on relation to a control item (Figure 1). Most fruits and vegetables have low GI, that is, a value of 55 or less (Brouns et al., 2005); yacon, oats, whole barley, beans; have medium GI values, from 56 to 69 (Silva et al., 2006); white rice, croissant, corn flour, corn flakes, baked potato, instant rice, white bread have high GI values of 70 or more (Brouns et al., 2005).

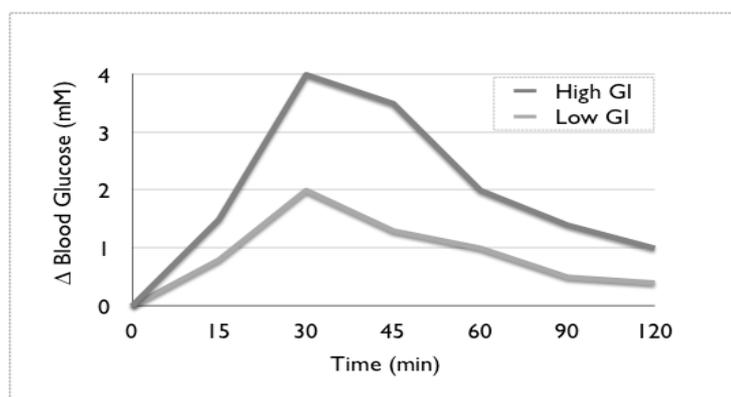


Figure 1: Glycaemic index methodology.

Source: Brouns *et al.*, *Nutrition Research Reviews* 18; 145-171, 2005.

The importance of the studies on GI of foods is related to the possible physiological and therapeutic effects of diets with LGI for healthy, obese, diabetics and hyperlipidemics, since it is associated with: the improvement of glycaemic control for diabetics, a better lipid profile for dislipidemics and an increase in satiety for the obese (Liu *et al.*, 2000; Foster-Powell *et al.*, 2002; Brand-Miller, 2003; Jimenez-Cruz, *et al.*, 2005, Levitan, *et al.*, 2007). The importance of GI for athletic performance is also being studied (Parkin *et al.*, 1997; American College of Sports Medicine – ACSM, 2000).

GI is influenced by starch structure, fibre content, and processing, physical form of the foods and content of other macronutrients in the diet (FAO/WHO, 1998). The glycaemic response to a food, which also affects the insulinaemic response, depends on the gastric emptying as well as on the digestion and absorption of the carbohydrates through the small intestine (Wolever *et al.*, 2003; Juntunen *et al.*, 2003; Feskens & Du, 2006).

In a publication about the ingestion of carbohydrates, the FAO/WHO (1998) recommends the choice of LGI foods to develop diets for hyperlipidemics and obese as well as for healthy individuals. In another publication, it reinforces this

recommendation, describing the evidence about the use of LGI diets and the reduced risk of obesity and diabetes (WHO, 2003).

Arvidsson-Lenner et al. (2004) also suggested that in order to obtain safer conclusions about the global role of the GI for healthy people, long-term studies, preferably for over six months, are still necessary. Besides, the authors suggest that the studies should be planned in such a way where only the GI is manipulated, and not the other components of the diet such as proteins, lipids, fibres, carbohydrates and energy density.

Glycaemic Index and satiety

Satiety is regulated by the central nervous system through neurotransmitters. One of the most important neurotransmitters is serotonin, which has tryptophan as a precursor. A larger secretion of serotonin causes a smaller hunger stimulus. The rate of serotonin secreted by the subject, however, is not the same for all foods, because this seems to be dependent of the type and concentration of the nutrients that compose the food. High GI carbohydrates are the main responsible for the increase in serotonin synthesis (Rolls et al, 2000; Blundell, et al, 2006).

It is known that the ingestion of different types of carbohydrates (simple or complex) produce signals of food ingestion regulation through hunger or satiety sensations. Both high and low GI carbohydrates influence satiety but the effects vary in relation to the satiety duration (Ludwig, 2002; Anderson et al. 2003).

The ingestion of foods with a low glycaemic load tend to reduce hunger, promote satiety and reduce food ingestion at the next meal (Ludwig, 2000; Ludwig, 2002; Bellisle, et al., 2007), contributing to the prevention and treatment of obesity, being also of great value in the glycaemic control of diabetics (Kaplan and Greenwood,

2002; Ball et al., 2003; Roberts, 2003; Jiménez–Cruz et al., 2005).

Holt et al. (2001) analyzed satiety potential after ingestion of seven types of breads in 10 healthy individuals. They concluded from the results that differences in caloric density in the physical format of the breads and their chemical composition, were more important in satiety determination than in the differences in postprandial glycaemia.

In two studies using liquid and solid preparations, the authors verified that carbohydrate consumption in the liquid state resulted in a positive energetic balance, while in the solid form it led to a compensatory ingestion reduction (Monteiro and Mourão, 2003; Saris, 2003). In these studies, the authors suggest that in spite of the evidences about carbohydrate impact on satiety and weight control, there is still the need for more studies, since this influence varies according to the source and type of carbohydrate, as well as with the physical form in which the food is consumed.

Based on this information, Holt et al. (1995) developed a satiety index (SI) for 38 types of foods, and observed that the satiety average of two hours varied with the ingestion of isocaloric foods depending on their weight, fibre and protein content, suggesting that this variation in composition is associated with satiety.

Foods with low GI may benefit control both by promoting satiety and by promoting fat oxidation instead of carbohydrate oxidation. These two qualities of low GI foods derive from the lower digestion and absorption rates, affecting blood glucose levels and hyperinsulinemia after meals. Even when appearance and nutritional content are combined, low GI foods induce more satiety than high GI ones, and are followed by lower energy intake in the following meals (Agus et al., 2000; Ludwig, 2000). Satiety is also influenced by palatability and energy density energetic, which are determinant in the choice and quantity of the food consumed (Rolls, 2000; Brand-Miller et al., 2002).

In spite of the evidence presented, more long term studies are needed about the correlation between satiety and palatability and about energy intake and body weight, in order to obtain more consistent results and use this approach in programs designed for prevention and treatment of obesity (Rolls, 2000; Holt et al., 2001; McCrory et al., 2006).

Glycaemic index and weight control

Literature also mentions cases of obesity that could be related to a larger number of receptors per square centimetre of taste in the mouth, in comparison to normal individuals, or in other words, relates the attraction of the sweet taste of some carbohydrate rich foods with weight gain (Rolls, 1995; Cândido and Campos 1996; Rosado and Monteiro, 2001; Cambraia, 2004; Hermsdorff et al., 2007).

Major long-term benefits of a LGI diet are the reduction of hunger and related weight loss in obese people (Bell and Sears, 2003). Short-term food studies have generally found an inverse relationship between GI and SI. Short-term clinical studies have observed a reduced weight loss with HGI diets or high glycaemic load when compared to diets with LGI or low glycaemic load (Liu et al., 2001b; Pawlak et al., 2002; Martinez et al., 2003).

Meals with HGI stimulate lipogenesis, resulting in an increase in the adipocyte size while diets with LGI inhibit this response (Woo, 2003). In experiments with LGI diets, an improvement in insulin sensibility was also observed (Ball, 2003).

In a study with 25 obese non diabetic women, Heini et al. (1998) analyzed some metabolic parameters such as: glucose and blood insulin during fasting and postprandial situations, cholecystokinin levels, and breathing coefficient during weight loss. They observed that in fasting there was not association of the hunger / satiation feelings with

the metabolic parameters, but in the postprandial phase they found a positive relationship between satiation and the glycaemic and insulenic responses, suggesting that this fact could represent an important factor in the regulation of the ingestion of carbohydrate-rich foods in a meal, as well as the use of LGI foods in the planning of diets for weight reduction.

Glycaemic index and satiety in disease prevention and control

Diets with LGI have been pointed out as responsible for the improvement of glucose tolerance in both diabetics and healthy people. The possible mechanisms of this relationship on the metabolic effect on a long-term basis have been discussed, and suggest a lower postprandial insulin demand and the formation of short-chain fatty acids from the non digestible carbohydrate fermentation in the colon (Rizkalla, et al., 2002; Martinez et al., 2003).

The use of diets with LGI in model studies with animals, as well as with healthy humans, suggested this to be a conclusive factor for obtaining the appropriate lipid profile and better basal levels of glucose and insulin (Liu et al., 2001a; Kabir et al., 2002; Pasman et al., 2003).

Among women consuming modest glycaemic load diets, high dietary glycaemic load and glycaemic index increase the risk of CVD, particularly for overweight women (Beulens et al., 2007).

Epidemiological analyses associated the food GI with the prevention and development of several risk factors, as well as with the treatment of non-transmissible diseases such as cardiovascular diseases, type 2 diabetes and obesity. Furthermore, it contributes to the control of type 1 diabetes and improves lipid profile (Buker et al., 2001, Gibertson, et al., 2001, Augustin et al., 2002). Nevertheless, in spite of the wide

advertisement about the possible mechanisms of how a LGI could influence chronic diseases, some authors question the conclusions of the studies in terms of their duration and effects and benefits on a long-term basis (Raben, 2002, Aston, 2006).

Conclusions from other scientific works have suggested that diets with a high glycaemic load (that is the relationship of GI and the amount of total carbohydrates in a meal) are associated with the increased risk for diabetes type 2 and cardiovascular diseases. This observation may have originated from the fact that postprandial hyperglycaemia has been related as a developing factor in these diseases (Liu et al., 2000; Brand-Miller et al., 2003).

Many studies still need to be conducted to confirm the relationship of GI, SI and chronic diseases such as CVD, cancer and diabetes. Still, many researchers recommend dietary interventions based on the GI of foods because they believe that an improvement in the postprandial hyperglycaemia can be reached with the appropriate maintenance of the amount and type of diet carbohydrates, emphasizing that GI seems to be very effective in the control of chronic diseases (Jenkins et al., 2002; Roberts, 2003; Bahadori et al., 2005, Llona, 2006).

Recommended food glycaemic index

Scientists, health professionals such as doctors and dieticians, and even the public in general, consider food's GI as a fundamental nutritional principle (Rizkalla, et al., 2002, Liu et al., 2001a, Kabir et al., 2002, Pasman et al., 2003).

In Australia, diabetes educators have widely adopted this principle suggesting that the individuals and/or the diabetes' associations demand from the food industries, the addition of the food products GI value in the food composition labels (Brand-Miller and Gilbertson, 2001, Irwi, 2001). The *Dietary Guidelines for Older Australians*

recommends specifically the consumption of LGI foods such as whole grains which are rich in fibre (National Health and Medical Research Council - NHMRC, 1999). However, in spite of having these guidelines for the general public to use food GI as an indicator of healthier foods when making a purchase decision, there is not a uniform food labelling system for the identification of the GI and their carbohydrate content in foods in Australia as well as in many other countries, like Hungary, France, and China. The Nutrition Study Group of the European Association for Diabetes Study, the World Health Organization and Australia's Dieticians Association recommend an elevated intake of fibre rich and low GI foods for diabetics, as a measure to reduce post-prandial glycaemia and weight control (Brand-Miller, 2003; Daly, 2004; Ricardi et al., 2003).

The Food and Agriculture Organization and the United Nations World Health Organization recommend that when the food GI is used, the "GI of the foods should consider the carbohydrate content of these foods and compare it to a group of foods of similar composition (FAO/WHO, 1998).

From the first popular publication of the book "The GI Factor", in 1996 in Australia and later on in the United States and England, the consumers have been guided to recognize GI in the food labels in the same way that they would the fat content or caloric energy present in the food. However, this information about the GI of foods is found almost exclusively in the GI tables of foods which have been based on the data from the literature and announced by health related organisations (Irwi, 2001, Brand-Miller and Gilbertson, 2001, Brand-Miller and Holt, 2004).

Recently the *American Diabetes Association* recognized that the GI could promote an additional benefit beyond the one that considered just the total amount of carbohydrates in a diet (Sheard et al., 2004). At the same time, the same association accepts that it is possible to use average GI values obtained from daily meals (Flint et

al., 2004).

The need to include the GI in the food labels should be rigorously examined and the recommendations made with relevance to some considerations, and only foods and beverages with a high dietary carbohydrate contribution, should be labelled. The method to determine the GI should be standardized. As far as the control food item, or the registered laboratory or the number and characteristics of the individuals that participated in the experiment, among other variables (FAO/Danone Vitapole, 2001).

The concept of glycaemic load (GL) was introduced in 1997, by researchers from the Harvard School of Public Health (Salmerón et al., 1997a, 1997b). GL measures the degree of the glycaemic response and insulin demand produced by a determined quantity of a given food. It reflects both the quantity and the quality of a diet's carbohydrate content, and has been considered as a potential risk factor for coronary disease, especially in insulin-resistant individuals. Blood HDL-cholesterol and triglycerides have also been independently correlated to GL (Hannah and Howard, 1994; Liu et al., 1999, 2000, 2001). The use of GL remains controversial, however, because it is based on the classification of foods according to their GI, and also because of the lack of evidence of its physiological significance (Liu et al., 2000, 2001).

Conclusion

This review covered published papers that suggest LGI foods are responsible for a longer satiety time, reducing caloric ingestion and therefore, contributing to weight reduction of the obese and to better glycaemic and lipidaemic control for diabetics. The food characteristics which influence GI and satiety were discussed, demonstrating the importance of better understanding its effects, in order to apply them in a more useful way in clinical practice, for the prevention and control of chronic diseases. A very

important issue addressed by some of the reviewed papers was the duration time of the studies. The choice of foods with LGI, that is, grains, fruits and pulses has been indicated as a planning guide for diabetics, obese and other individuals with chronic diseases, as well as for health maintenance. In spite of certain controversies regarding the use of GI and GL in dietetic planning, authors agree that there is a need of prospective, long-term clinical trials of low GI and low GL diets in the prevention and treatment of relevant diseases.

References

Agus MSD, Swain JF, Larson CL, Eckert EA, Ludwig DS. (2000), "Dietary composition and physiologic adaptations to energy restriction", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 71 pp. 901-907.

Alfenas, R.C.G., and Mattes, R.D. (2005), "Influence of Glycemic Index/Load on Glycemic Response, Appetite, and Food Intake in Healthy Humans", *Diabetes Care*, Vol. 28 pp. 2123-2129.

American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. (2000), "Joint Position Stand: Nutrition & Athletic Performance", *Medicine Science Sports Exercise*, Vol. 32 2130-2145.

American Diabetes Association (ADA) (1994), "Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus", *Diabetes Care* Vol. 17 pp. 519-522.

American Diabetes Association (ADA) (1998), "Nutrition recommendations and

principles for people with diabetes mellitus (position statement)", *Diabetes Care*, Vol. 21 pp. S32-S35.

American Diabetes Association (ADA) (2000), "The Diabetes Prevention Program: baseline characteristics of the randomized cohort", The Diabetes Prevention Program Research Group. *Diabetes Care*, Vol.23, pp. 1619-1629.

American Diabetes Association (ADA) (2007), "Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus (position statement)", *Diabetes Care*, Vol. 30 pp. S48-S65.

Anderson, G.H., Woodend, D. (2003), "Effect of glycemc carbohydrates on short-term satiety and food intake", *Nutrition Reviews*, Vol.61, No. 5 Pt II pp. S17-S26.

Arvidsson-Lenner, R., Asp, N-P., Axelsen, M., Bryngelsson, S., Haapa, E., Järvi, A., Karlström, B., Raben, A., Sohlström, A., Thorsdottir, I., Vessby, B., (2004), "Glycemic Index: Relevance for health, dietary recommendations and food labelling", *Scandinavian Journal of Nutrition*, Vol. 48 pp. 84-94.

Aston, L.M. (2006), "Glycaemic index and metabolic disease risk", *Proceedings of the Nutrition Society*, Vol. 65 pp. 125-134.

Augustin, L.S., Franceschi, S., Jenkins, D.J., Kendall, C.W., La Vecchia, C. (2002), "Glycemic index in chronic disease: a reviews", *European Journal of Clinical Nutrition* Vol. 56 No. 11 pp. 1049-1071.

- Bahadori, B., Yazdane-Biuki, B., Krippel, P., Brath, H., Uitz, E., Wascher, T.C. (2005), “Low-fat, high-carbohydrate (low-glycaemic index) diet induces weight loss and preserves lean body mass in obese healthy subjects: results of a 24-week study”, *Diabetes, Obesity and Metabolism*, Vol. 7 pp. 290-293.
- Ball, S.D., Keller, K.R., Moyer-Mileur, L.J., Ding, Y.W., Donaldson, D., Jackson, W.D. (2003), “Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents”, *Pediatrics*, Vol. 11 No. 3 pp. 488-494.
- Bell, S.J., Sears, B. (2003), “Low-glycemic-load diets: impact on obesity and chronic disease”, *Critical Reviews Food Science Nutrition*, Vol. 43 No. 4 pp. 357-377.
- Bellisle, F., Dalix, A.M., De Assis, M.A., Kupek, E., Gerwig, U., Slama, G. and Oppert J.M. (2007), “Motivational effects of 12-week moderately restrictive diets with or without special attention to the Glycaemic Index of foods”, *British Journal of Nutrition*, Vol. 97, pp. 790-798.
- Beulens, J.W.J, Bruijne, L.M., Stolk, R.P., Peeter, P.H.M., Bots, M.L., Grobbee, D.E., Van Der Schouw, Y.T. (2007), “High dietary glycemic load and glycaemic index increase risk of cardiovascular disease among middle-aged women”. *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 50 No. 1 pp. 14 – 21.
- Blundell, J.E. (2006), “Perspective on the central control of appetite”, *Obesity*, Vol. 14 No. Suppl 4 pp.160S-163S.

Brand-Miller, J.C. (2003), “Glycemic load and chronic disease”, *Nutrition Reviews*, Vol. 61 No. 5 Pt2 pp. S49-S55.

Brand-Miller J.C Gilbertson H. (2001), “Practical aspects of meal planning using the glycaemic index”, *FAO/Danone Vitapole Workshop. Glycaemic index and health: the quality of the evidence* Bandol, France: Danone Vitapole,

Brand-Miller, J. and Holt, S. (2004), “Testing the glycaemic index of foods: *in vivo*, not *in vitro*”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 58 No. 4, pp. 700-701.

Bjorck, I., Frayn, K. N., Gibbs, A. L., Lang, V., Slama G. and Wolever T. M. S. (2005), “Glycaemic index methodology”, *Nutrition Research Reviews*, Vol.18, pp. 145-171.

Buyken, A .E., Toeller, M., Heitkamp, G., Karamanos, B., Rottiers, R., Muggeo, M., Fuller, J.H. (2001), “Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids”, *American Journal of Clinical*, Vol. 73, pp. 574-581.

Cambraia, R.P.B. (2004), “Aspectos psicológicos do comportamento alimentar”, *Revista de Nutrição*, Vol. 17 No.2, pp. 217 – 225.

Cândido, L.M.B., Campos, A.M. (1996), “*Alimentos para fins especiais: dietéticos*”, São Paulo Varela, 411p.

- Clouston, A.M., Reaven, G.M. (1997), “Much ado about (almost) nothing”. *Diabetes Care*, Vol. 20, pp. 241–243.
- Daly M (2004), “Extending the use of the glycaemic index: beyond diabetes”, *The Lancet* Vol. 364 No.28 pp 736-737.
- Da Silva, A. S. S.; Hass, P.; Berber, R. C.; Batista, S. M. M.; Anton, A. A.; Francisco, A. (2006), “Avaliação da resposta glicêmica em mulheres saudáveis após a ingestão de yacon (*Smallantus sonchifolliuns*), in natura, cultivada no Estado de Santa Catarina – Brasil”, *Alimentação e Nutrição*, Vol. 17, pp. 137–142,
- Ebbeling, C. B., Leidig, M. M., Sinclair, K. B., Hangen, J. P. Ludwig, D. S. (2003), “A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity”, *Archives Pediatrics Adolescent Medical*, Vol. 157 No. 8, pp 773-779.
- Food and Agriculture Organization (1998), “*Carbohydrates in Human Nutrition. Report of an FAO/WHO Expert Consultation and Carbohydrates*”, April 14-18, 1997. Rome, Italy, Rome: FAO.
- FAO/ Danone Vitapole Workshop (2001), “Glycaemic index and health: the quality of the evidence”, *Danone Vitapole*, Badon: France.
- Feskens, E.J.M. & Du, H. (2006), “Dietary glycaemic index from an epidemiological point of view”, *International Journal of Obesity*”, Vol. 30, pp. 566-571.

- Flint, A., Moller, B.K., Raben, A., Pedersen, D., Tetens, I., Holst, J.J., Astrup, A. (2004), “The use of glycaemic index of composite breakfast meal”, *British Journal of Nutrition*, Vol. 91 No. 6, pp. 979-989.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C. (2002), “International table of glycemic index and glycemic load values: 2002”, *American Journal of Clinical Nutrition* Vol. 76 No. 1, pp. 5-56.
- Gilbertson, H.R., Brand-Miller, J.C., Thorburn, A.W., Evans, S., Chondros, P., Werther, G.A. (2001), “The Effect of Flexible Low Glycemic Index Dietary Advice Versus Measured Carbohydrate Exchange Diets on Glycemic Control in Children With Type 1 Diabetes”, *Diabetes Care*, Vol. 24 No. 7, pp. 1137-1143.
- Guttierres, A.P.M., Alfenas, R.C.G. (2007), “Efeito do índice glicêmico no balanço energético. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*”, Vol. 51 No.3, pp. 382–388.
- Heini, A.F., Kirk, K.A., Lara-Castro, C., Weinsier, R.L. (1998), “Relationship between hunger-satiety feeling and various metabolic parameters in women with obesity during controlled weight loss”, *Obesity Reviews*, Vol. 6 No.3, pp. 225-230.
- Hermsdorff, H.H.M., Volp, A.C.P., Bressan, J. (2007), “O perfil de macronutrientes influencia a termogênese induzida pela dieta e a ingestão calórica”, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Vol. 57, pp. 33–42.

- Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C., Petocz, P., Farmakalidis, E. (1995), “A satiety of common foods”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 49, pp. 675-690.
- Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C., Stitt, PA. (2001), “The effect of equal-energy portions of different breads on blood glucose levels, feelings of fullness and subsequent food intake”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 101, pp. 767-773.
- Hannah, J.S., Howard, B.V. (1994), “Dietary fats, insulin resistance, and diabetes”. *Journal of Cardiovascular Risk*, Vol. 1, pp. 31-37.
- Irwi, T. (2001), “A new glycaemic index labeling programme for Australia”, *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, Vol. 26, pp. 317-318.
- Jacobs-Van Der Bruggen, M.A.M., Bos, G., Bemelmans, W.J., Hoogenveen, R.T., Vijgen, S.M., and Baan, C.A. (2007), “Lifestyle Interventions Are Cost-Effective in People with Different Levels of Diabetes Risk: **Results from a modeling study**”, *Diabetes Care*, Vol. 30 No.1, pp.128–134.
- Jenkins, D.J., Wolever, T.M., Taylor, R.H., Barker, H., Fielden, H., Baldwing, J., Bowlig, A., Newman, H., Jenkins, A., Goff, D. (1981), “Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 34, pp. 363-366.
- Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Augustin, L.S.A., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Jenkins, A.L., Axelsen, M. (2002), “**Glycemic index: overview of**

implications in health and disease”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 76 No. 1, pp. 266S-273S.

Jiménez-Cruz, A.; Gascon-Bacardi, M.; Turnbull, W. H.; Rosales-Garaes, P.; Severino-Lugo, I. (2003), “A flexible, low glycemic index Mexican style diet in overweight and obese with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period”, *Diabetes Care*, Vol. 26 No. 7, pp. 1967-1970.

Jiménez-Cruz, A., Gutiérrez-González, A.N., Gascon-Bacardi, M. (2005), “Low glycemic index lunch on satiety in overweight and obese people with type 2 diabetes”, *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 20 No. 5 pp. 348-350.

Juntunen, K.S., Laacksonen, D.E., Poutanen, K.S., Niskanen, L.K., Mykkänen, H.M. (2003), “High-fiber rye bread and insulin secretion and sensitivity in healthy postmenopausal women”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 77 No. 2, pp. 385-391.

Kabir, M., Rizkalla, S., Guerre-Millo, M., LaromIGiere, M. Slama, G. (2002), “Negative regulation of leptin by chronic high glycemic index starch diet”, *Metabolism*, Vol. 49, pp. 764-769.

Kaplan, R.J., Greenwood, C.E. (2002), “Influence of dietary carbohydrates and glycemic response on subjective appetite and food intake in healthy elderly persons”, *International Journal of Food Science*, Vol. 54, pp. 305-316.

Tanja V. E. Kral and Barbara J. Rolls, (2004), "Energy density and portion size: their independent and combined effects on energy intake", *Physiology & Behavior*, Vol. 82 pp.131-138.

Levitan, E.B., Westigren, C.W., Liu, S., Wolk, A., (2007), "Reproducibility and validity of dietary Glycemic index, dietary Glycemic load, and total carbohydrate intake in 141 Swedish men", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 85, pp.548-553.

Liu, S., Stampfer, M. J., Hu, F.B., Giovannucci, E.; Rimm, E., Manson, J.E., Hennekens, C.H., Willett, W.C. (1999), "Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses's Health Study", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 76, pp. 274S-280S.

Liu, S., Willett, W.C., Stampfer, M.J., Hu, F.B., Franz, M., Sampson, L., Henneken, C.H., Manson, J.A.E. (2000), "A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 71 No. 6, pp. 1455-1461.

Liu, S., Willett, W.C., Stampfer, M.J., Hu, F., Franz, M., Sampson, L., Hennekens, C.H., Manson, J.E. (2001a), "A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake and risk of coronary heart disease in US women", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73, pp. 560-566.

Liu, S., Manson, J.E., Stampfer, M.J. Holmes, M.D., HU, F.B., Hankinson, S.E., Willett, W.C. (2001b), "Dietary glycemic load assessed by food-frequency

questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 pp. 560-566.

Llona, A.A. (2006) “El Índice Glicémico. Una controversia actual”, *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 21, pp. 55-60.

Ludwig, D.S. (2000), “Dietary glycemic index and obesity”, *The Journal of Nutrition*, Vol. 130, pp. 280-280.

McCrary MA, Saltzman E, Rolls, B.J., Roberts SB. (2006), “A twin of the effects of energy density and palatability on energy intake of individual foods”, *Physiology Behavior*, Vol. 87 No. 3, pp. 451-459.

Martinez, J.A., Corbalán, M.S., Sánchez-Villegas, A., Forga, L., Marti, A., Martínez-González, M.A. (2003), “Obesity risk is association with carbohydrate intake in women carrying the Gln27Glu β_2 - adrenoceptor polymorphism, *The Journal of Nutrition*, Vol. 133, pp. 2549-2554.

Monteiro, J.B., Mourão, D.M. (2003), “Ingestionalimentar *versus* propiedades sensorias and físico-químicas dos alimentos”, *Revista Abeso*, Vol. 9.

National Health and Medical Research Council (NHMRC) (1999), *Dietary Guidelines for Older Australians*, AusInfo, Canberra.

- Parkin, J.O., Ann, M., Carey, M.F., Martin, I.K., Stojanovska, L., Febbraio, M.A. (1997), "Muscle glycogen storage following prolonged exercise effect of timing of ingestion of high glycaemic index food", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 29 No.2, pp. 220-224.
- Pasman, W.J., Blokdijsk, V.M., Bertina, F.M., Hopman, W.P.M., Hendriks, H.F.J. (2003), "Effect of two breakfasts, different in carbohydrate composition, on hunger and satiety and mood in healthy men", *International Journal Obesity Related Metabolism Disorders*, Vol. 27 No. 6, pp. 663-668.
- Pawlak, D.B., Ebbeling, C.B., Ludwig, D.S. (2002), "Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index? Yes", *Obesity Reviews*, Vol. 3 No. 4, pp. 235-243.
- Raben, A. (2002), "Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index? No.", *Obesity Reviews*, Vol.3, pp. 245-256.
- Riccardi G, Clemente G, Giacco R (2003), "Glycaemic index of local foods and diets: the Mediterranean experience", *Nutrition Review*, Vol 61 No. 5, pp. S56-S60.
- Rizkalla, S.W, Bellisle, F., Slama, G. (2002), "Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals", *British Journal Nutrition*, Vol. 88 No. Suppl.3 pp. S255-262S.
- Rosado, E.L. & Monteiro J.B.R. (2001), "Obesidade e a substituição de macronutrientes

da dieta”. *Revista de Nutrição*, Vol.14 No.2, pp.145-152.

Roberts, S.B. (2003), “Glycemic index and satiety”, *Nutrition Clinical Care*, Vol. 6, pp. 20-26.

Rolls, B.J., Hammer VA. (1995), “Fat, carbohydrate and the regulation of energy intake”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 62 No. 1, pp. 1086S–1095S.

Rolls, B.J. (2000), “The role of energy density in the over consumption of fat”, *The Journal of Nutrition*, Vol. 130, pp. 268S-271S.

Salmerón, J., Ascherio, A., Rimm, E.B., Colditz, G.A., Spiegelman, D., Jenkins, D.J. Stampfer, M.J., Wing, A.L., Willett, W.C. (1997a), “Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men”, *Diabetes Care*. Vol. 20, pp.545-550.

Salmerón, J., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Wing, A. L., Willett, W. C. (1997b), “Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women”, *JAMA*. Vol. 277, pp. 472-477.

Saris, W.H.M. (2003), “Glycemic carbohydrate and body weight regulation”, *Nutrition Reviews*, Vol. 61 No. 5 Pt 2, pp. S10-S16.

Sheard, N.F., Clark, N.G., Brand-Miller, J.C., Franz, M.J., Pi-Sunyer, F.X., Mayer-Davis, E., Kulkarni, K., Geil, P. (2004), “Dietary carbohydrate (amount and type)

in the prevention and management of diabetes: a statement by the American Diabetes Association”, *Diabetes Care*, Vol. 27, pp. 2266-2271.

Sloth, B., Krog-Mikkelsen, J., Flint, A., Tetens, I., Björck, I., Vinoy, S., et al. (2004), “No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 80, pp. 337-347.

Sawaya, A.L., Fuss, P.J., Dallal, G.E., Tsay, R., McCrory, M.A., Young, V., Roberts, S.B. (2001), “Meal palatability, substrate oxidation and blood glucose in young and older men”, *Physiology & Behaviour*, Vol. 72, pp. 5-12.

Tsihlias, E.B., Igbbs, A.L., Mcburney, M.I., Wolever, T.M. (2000), “Comparison of high and low-glycemic-index breakfast cereals with monounsaturated fat in the long-term dietary management of type 2 diabetes”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 72, pp. 439-449.

Waeber, G., Vollenweider, P. (2007), “Prevention of type 2 diabetes: Where do we stand”? *Revist Medical of Suisse*, Vol. 96 No.3, pp. 291-295.

World Health Organization (2003), “Technical report Series 916: Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases”, *Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation*, Geneva.

- Wolever T.M.S., Vorster, H.H., Björck, I., Brand-Miller, J., Brighenti, F., Mann, J.I., Ramdath, D.D., Granfeldt, Y., Holt, S., Perry, T.L. Venter, C., W.U.X. (2003), "Determination of the glycemic index of foods: interlaboratory study", *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 57 No. 3, pp. 475-482.
- Woo, J., Ho, S.C., Sham, A., Sea, M.M., Lam, Lam, T.H., Janus, E.D. (2003), "Diet and glucose tolerance in a Chinese population European", *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 57 No. 4, pp.523-530.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA GLICÊMICA, SACIEDADE E PALATABILIDADE APÓS O CONSUMO DE DIETAS DE ALTO E BAIXO ÍNDICE GLICÊMICO*

- **Artigo aceito para publicação na revista *Alimentos e Nutrição***

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA GLICÊMICA, SACIEDADE E PALATABILIDADE
APÓS O CONSUMO DE DIETAS DE ALTO E BAIXO ÍNDICE GLICÊMICO.

Sônia Maria Medeiros BATISTA*

Maria Alice Altemburg de ASSIS**

Emília Addison Machado MOREIRA**

Evanilda TEIXEIRA***

César DAMIAN***

RESUMO: O Índice Glicêmico (IG) dos alimentos interfere na glicose sanguínea pós-prandial, na saciedade e na palatabilidade dos alimentos. É influenciado pela composição química e as características físicas do alimento e ultimamente vêm sendo estudado quanto aos riscos e benefícios relacionados com doenças crônicas não transmissíveis como obesidade, diabetes e cardiopatias. O objetivo deste estudo, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, foi avaliar o efeito de dietas de baixo índice glicêmico (BIG) e alto índice glicêmico (AIG) na resposta glicêmica, na saciedade e na palatabilidade dos alimentos, através de estudo clínico, randomizado e realizado em dois momentos com um intervalo de sete dias. Foram avaliadas 30 mulheres com idade

* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos - UFSC

** Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

** Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

*** Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina - 88034-001 - Itacorubi – Florianópolis – SC - Brasil

média de 30 anos, em dois grupos, o controle (saúdável, n = 15) e experimental (com diabetes tipo 1, n = 15). Ambos os grupos apresentaram IMC entre 25 a 32 kg/m² e idade média de 30 anos. A dieta de BIG apresentou glicemias menores em todo o estudo em ambos os grupos. A refeição de BIG provocou diferença na saciedade entre os grupos, sendo significativamente maior (p < 0,05) no tempo 15' no grupo de mulheres com diabetes. A palatabilidade teve diferença significativa entre os dois grupos após a ingestão da dieta de AIG, a qual foi considerada mais palatável pelo grupo de mulheres com diabetes (P < 0,05). Estes resultados sugerem que a utilização de alimentos de baixo IG pode ser uma estratégia nutricional efetiva na prevenção e controle de doenças crônicas.

PALAVRAS-CHAVE: Resposta glicêmica; saciedade; palatabilidade; índice glicêmico; diabetes mellitus.

Introdução

O Índice Glicêmico (IG) é uma medida do efeito dos alimentos sobre as concentrações de glicose sanguínea pós-prandial comparado com o efeito do padrão de referência^{59, 60}. Alimentos que elevam rapidamente os níveis de glicose sanguínea são classificados como de alto IG e aqueles que levam a flutuações mínimas da glicose são classificados de baixo IG. O IG dos alimentos é influenciado por inúmeras variáveis, incluindo as características físicas, a estrutura, o conteúdo de fibras e a composição química dos alimentos^{5, 11,12, 21, 27}. Além desses fatores, outros como o teor de proteína, gordura e carboidrato influenciam diretamente no esvaziamento gástrico, na absorção da glicose e na secreção de insulina e indiretamente no IG^{11, 30}.

As dietas com baixo IG têm sido relacionadas à uma resposta insulínica mais adequada, um perfil lipídico mais apropriado em consequência, principalmente, da redução da lipogênese, quando comparadas com dietas de alto IG ^{29, 33, 35, 49}. Assim, estes estudos têm sugerido que os alimentos com baixo IG têm um papel importante na prevalência e tratamento da obesidade e nas doenças crônicas, porém necessita-se de mais investigações e um período maior de estudo para se ter maiores conclusões ^{3,31}.

Recomendações dietéticas atuais dão ênfase não só a quantidade total dos carboidratos da dieta, mas também ao tipo de carboidrato presente nos alimentos, assim como a proteína, os lipídeos e as fibras, pois a glicemia pós-prandial pode ser influenciada pelos mesmos ^{6, 20}. Ressalva-se, que alimentos com a mesma quantidade de carboidrato podem apresentar impacto glicêmico diferente, como é o caso do feijão preto e o pão de trigo branco; 150 g do feijão contêm 23 g de carboidratos e IG de 43, e em apenas 30 g de pão encontra-se igual quantidade de carboidratos e IG de 105 ²⁴.

O IG dos alimentos também tem sido estudado em relação à maior saciedade proporcionada pelos alimentos de baixo IG. A saciedade é definida como o estado no qual a alimentação é inibida, e geralmente ocorre como consequência do consumo alimentar. Após o consumo de uma refeição, o trato gastrintestinal parece ter a maior participação na saciedade, que resulta na cessação da refeição assim como no controle da duração da saciedade. A saciedade pode ser descrita pela duração e/ou quantidade da refeição. A intensidade de resposta da saciedade é correspondente ao intervalo entre refeições ou ocasiões de alimentação e/ou à quantidade de alimento consumido na próxima refeição ⁵⁵.

Algumas propriedades sensoriais do alimento são prioritárias sobre os aspectos fisiológicos internos no controle da ingestão alimentar. Mudanças na densidade energética das dietas parecem promover efeito imediato no comportamento alimentar

em ratos, pois o padrão alimentar pode ser afetado por algumas de suas propriedades tais como a palatabilidade¹⁸.

A palatabilidade também tem sido considerada um importante e determinante fator na seleção e ingestão de alimentos. Estudos em humanos têm mostrado que a ingestão de alimentos parece ser menor quando estes são considerados, não palatáveis. Ainda, algumas pesquisas sugerem que pessoas com sobrepeso são mais susceptíveis na escolha de alimentos mais palatáveis, os quais geralmente têm mais calorias, e conseqüentemente pode levar a um aumento do peso corporal^{9, 41, 47}.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dietas de alto e baixo IG na resposta glicêmica, na saciedade e na palatabilidade dos alimentos em mulheres.

Material e método

Delineamento do estudo: Estudo clínico foi realizado na Unidade Metabólica Multidisciplinar do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina. As duas dietas foram testadas aleatoriamente, em ambos os grupos de voluntárias, em dois momentos com um intervalo de sete dias e foram oferecidas sempre pela manhã, após um jejum de dez a doze horas. Antes de receber a dieta do dia, as participantes assinalavam uma escala de saciedade e em seguida era realizada a coleta de sangue em jejum. Cada dieta foi ingerida completamente em 15 minutos sendo em seguida assinalada a escala de palatabilidade. Os alimentos da dieta de baixo IG (laranja, maçã, ovo cozido e queijo branco) foram picados e oferecidos em pratos individuais. Na dieta de alto IG o leite desnatado, farinha de aveia e mel foi oferecido na forma de mingau, cozidos por 6 minutos e bolacha cream-cracker foi oferecida inteira. As refeições foram acompanhadas de 250 mL de água gelada. Durante duas horas as participantes

permaneceram no laboratório para serem realizadas as demais coletas de sangue e assinalarem a escala de saciedade nos seguintes momentos: 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos após a primeira coleta de sangue. Passadas as duas horas as participantes foram liberadas e orientadas a manterem sua ingestão alimentar e rotina diária normais até o dia do próximo teste. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (protocolo número 094/04) e o termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de todos os participantes.

Sujeitos: Foram avaliados 30 indivíduos do sexo feminino. Divididos em dois grupos sendo o controle (sem diabetes, $n = 15$) e outro experimental (com diabetes tipo 1, $n = 15$).

Critérios de inclusão: Índice de Massa Corporal (IMC) igual ou maior que 25 kg/m^2 , para o grupo controle a glicemia de jejum normal ($< 100 \text{ mg/dL}$) e para o experimental – diabéticos tipo 1.

Critérios de exclusão: Para ambos os grupos: a presença de infecção, doença cardiovascular e/ou neurológica, insuficiência renal e gestação; ser fumante e ter prática de atividade física de alto impacto; uso de drogas como antiinflamatórios e/ou antibióticos que modificassem a ingestão de alimentos ou o comportamento alimentar nos seis meses antecedentes a coleta dos dados. A comprovação da ausência de patologias e gestação nas pacientes com diabetes foi realizada por entrevista com o paciente e consulta prévia ao prontuário médico. Além disso, as participantes do grupo controle não poderiam ter diabetes.

Avaliação nutricional: O estado nutricional dos indivíduos foi realizado pela antropometria. Dados de peso e altura foram tomados para posterior cálculo do Índice

de Massa Corporal (IMC – kg/m²). A classificação do estado nutricional foi realizada segundo a WHO ⁶³.

Dieta: A composição química da dieta de baixo índice glicêmico (BIG) e alto IG (AIG) está descrita na **Tabela 1**.

Avaliação da resposta glicêmica: A resposta glicêmica das dietas foi avaliada subsequente à coleta de sangue em sete momentos: tempo zero (após um período de jejum de dez a doze horas), e, em 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos após a ingestão da dieta, para a determinação da glicemia. O IG das dietas (BIG e AIG) foi obtido pela somatória dos IG dos alimentos que as compunham ²⁴. Cada dieta foi oferecida uma só vez a cada participante, em ambos os grupos.

As amostras de sangue foram coletadas por punção capilar na ponta de um dos dedos da mão com uma lanceta automática e ponteira descartável. A glicemia foi avaliada por meio de uma gota de sangue, a qual foi colocada em uma fita reagente específica para o glicosímetro portátil, marca Accu-Check Active (Roche). Esta determinação está de acordo com o protocolo da FAO/WHO ²¹.

Avaliação da saciedade e de palatabilidade: A percepção de saciedade foi avaliada segundo a escala análoga de sete pontos²⁷, ancorada nas duas extremidades com os termos “não totalmente faminto” e “extremamente faminto”, no tempo 0 (antes de consumir a refeição) e em 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, após a refeição (**Figura 1**). A palatabilidade da dieta foi avaliada após 15 minutos da ingestão utilizando uma escala de palatabilidade de sete pontos, ancorada nas duas extremidades com os termos “gostei

muito” e “desgostei muito”²⁷. As participantes foram dispensadas após as duas horas e orientadas a seguir suas dietas habituais até o dia do próximo teste (**Figura 2**).

Análise estatística: Para a comparação da distribuição dos valores de glicemia e saciedade entre os grupos controle e grupo experimental utilizou-se o teste U de Mann-Whitney. Já para comparação dos valores de glicemia e saciedade dentro de cada grupo, entre as dietas de baixo e alto índice glicêmico, utilizou-se o teste de Wilcoxon. O intervalo de confiança assumido foi de 95 %. Considerou-se estatisticamente significativo o valor de *P* menor que 0,05. Os programas *Microsoft Excel (Microsoft Office XP)* e *Statistical Package for the Social Science (SPSS) for Windows (versão 14.0)* foram utilizados para a tabulação e análise dos dados.

Resultados

Características das pacientes: Foram estudadas 30 mulheres, sendo 15 saudáveis e 15 com diabetes tipo 1, o IMC variou de 25 a 32 kg/m², com idade média de 30 anos, variando de 20 a 45 anos. Observou-se que em 73,3 % do grupo de mulheres saudáveis e em de 80 % do grupo de mulheres com diabetes, houve redução do peso corporal no período entre as duas dietas.

Dietas: A composição química das dietas BIG e AIG foram semelhantes em relação ao teor calórico, de carboidrato, proteína e lipídeos e significativamente maiores para dieta de AIG em relação ao teor de fibra, índice glicêmico (IG) e a carga glicêmica (Tabela 1).

Avaliação da glicemia: a glicemia pós-prandial entre as dietas BIG e AIG em cada um dos grupos, foi significativamente maior ($P < 0,05$) nos tempos 30, 45, 60, e 90 minutos tanto no grupo controle como no diabético para a dieta AIG. E nos mesmos intervalos de tempo, 30, 45, 60, e 90 e 120 minutos a glicemia pós-prandial foi significativamente maior para a dieta AIG para o grupo diabético quando comparado com o grupo controle ($P < 0,05$) (**Figura 3a**).

A dieta de BIG reduziu as glicemias em todos os tempos em ambos os grupos, sendo que no grupo controle as glicemias foram significativamente menores em relação ao grupo com diabetes ($P < 0,05$). Independente do tipo de dieta observou-se que a maior elevação da glicemia ocorreu no tempo 45' em ambos os grupos, e que ao final dos 120' no grupo de diabéticas, as glicemias estavam ligeiramente menores que a de jejum, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Na curva de saciedade (**Figura 3b**) observa-se uma maior saciedade em ambos os grupos 15 minutos após a ingestão da dieta com um declínio semelhante até o tempo 60 minutos e a partir deste houve um decréscimo estatisticamente significativo no tempo 120 entre os grupos para a dieta AIG (**Figura 3b**).

Avaliação da saciedade e palatabilidade: Não houve diferença significativa da saciedade após a ingestão da dieta AIG entre os grupos controle e com diabetes, em nenhum horário (**Tabela 2**). Porém com a refeição de BIG houve diferença na saciedade entre os grupos, sendo maior significativamente ($P < 0,05$) no tempo 15 no grupo de mulheres com diabetes. Quando se comparou as duas refeições no grupo controle, observou-se que 80 % das participantes apresentaram maior saciedade com a refeição de BIG, mas a diferença só foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$) no tempo 45'. No

grupo de mulheres com diabetes houve diferença significativa na saciedade ($P < 0,05$) em todos os tempos com a dieta BIG.

A palatabilidade teve diferença significativa entre os dois grupos após a ingestão da dieta de AIG ($P < 0,05$), sendo que o grupo de mulheres com diabetes classificou esta dieta como sendo mais palatável (**Tabela 3**). Quanto à dieta de BIG não houve diferença significativa entre os grupos em relação a sua palatabilidade.

Discussão

Este estudo demonstrou que a glicemia das mulheres, em ambos os grupos, foi menor após a refeição com BIG e que no grupo controle as glicemias foram sempre menores que no grupo de mulheres com diabetes (**Figura 3a**). Este resultado tem sido observado também em outros estudos, seja com adultos normais e diabéticos tipo 2^{31,32} ou com adolescentes³³. Além da glicemia, a hemoglobina glicosilada e os lipídeos sanguíneos^{17, 31} também parecem ser beneficiados com menores valores após a ingestão de alimentos de baixo IG.

Os nossos resultados também apresentam semelhança com um estudo em dois grupos de mulheres, um controle e outro ingerindo uma dieta com baixo IG, durante 12 semanas, o qual mostrou diferença significativa na perda de peso no grupo de mulheres que consumiram a dieta de baixo IG. Porém, os autores sugerem que este benefício pode não ser atribuído exclusivamente ao valor do IG da dieta, mas também ao volume total dos alimentos consumidos e a composição de nutrientes da mesma¹⁰.

Alimentos com baixo IG também são conhecidos por promoverem diferenças na oxidação dos nutrientes durante o repouso e exercício^{22, 23}. Wu et al.⁶² observaram maior oxidação das gorduras durante o exercício quando os voluntários seguiam uma

dieta de baixo IG do que quando seguiam dieta de alto IG. Em outro estudo onde foi medido o volume de oxigênio expirado em um período de três horas após um desjejum e um almoço com baixo ou alto IG, os autores encontraram que a resposta glicêmica e insulínica após ambas as refeições foi significativamente menor para ambas as refeições com baixo IG⁵¹. Os resultados deste estudo poderiam reforçar os resultados obtidos nesta pesquisa, uma vez que as refeições continham alguns dos alimentos usados em nosso estudo. Ainda foi observado que a quantidade total de gordura oxidada durante as três horas foi significativamente maior com as refeições de baixo IG quando comparada com as refeições de alto IG,

Ainda no mesmo ano Wee et al.⁶² observaram menor estoque de glicogênio e carboidratos após a ingestão de alimentos no desjejum de baixo IG do que com alto IG, mas houve uma melhor preservação do glicogênio durante o exercício subsequente, possivelmente como resultado da maior oxidação da gordura. Isto tem implicações não somente para atletas com o objetivo de melhorar a performance, mas também em exercício recreacional com objetivo de controle de peso. Um estudo na Austrália com adultos obesos seguindo dieta rica em carboidratos de baixo IG por 24 semanas resultou em redução significativa na gordura corporal e menos perda na massa magra do que normalmente acontece, e com boa aderência à dieta⁸.

O IG dos alimentos é considerado de grande importância para pessoas com ou sem diabetes, por seus efeitos hiperinsulinêmico e hiperglicêmico os quais são considerados fatores de risco para a aterosclerose. Estudos epidemiológicos prospectivos têm apoiado a hipótese de que dietas ricas em fibras e carboidratos complexos têm efeito protetor contra enfermidades cardiovasculares e desenvolvimento do diabetes tipo 2^{7, 34, 44}. Desta forma, os nossos resultados vão de encontro a estas

expectativas, uma vez que observamos benefícios da dieta de BIG na glicemia pós-prandial, na redução do peso corporal e na saciedade nos grupos estudados.

No presente trabalho, conforme o registro das participantes da pesquisa, a saciedade foi maior após o consumo da refeição de BIG, apresentando diferença significativa no tempo 45 minutos em ambos os grupos, quando comparada com a refeição de AIG ($P < 0,05$). A saciedade e as características metabólicas dos alimentos de baixo IG contendo açúcar simples podem variar daqueles alimentos de baixo IG contendo amido. Na prática, portanto, é difícil separar os efeitos do IG, da palatabilidade, volume, quantidade de fibra e outros fatores que influenciam na resposta à saciedade de uma refeição. Muitos alimentos contendo sacarose, frutose e /ou lactose têm relativamente baixo valor de IG, não porque são digeridos lentamente, mas porque a frutose e galactose têm um mínimo efeito sobre a glicemia. Por isso, peso por peso de carboidrato, um alimento baseado em sacarose (ou uma mistura equimolar de glicose e frutose) pode ter um menor IG do que outro baseado em amido de digestão rápida (como polímero de glicose), tal como alguns cereais matinais (*cornflakes*)²⁴.

Campfield e Smith¹⁵ estabeleceram que a queda na glicemia é influenciada pelo início da refeição tanto em humanos como em ratos. A maior saciação dos alimentos de baixo IG pode estar mais relacionada à reduzida velocidade na digestão e absorção no intestino, do que à glicemia pós-prandial por si, uma vez que uma das características das dietas com baixo IG é a presença de vegetais e frutas, como foi utilizado em nosso estudo.

Em um estudo comparando dois tipos de refeições, ambas compostas de alimentos com baixo, médio e alto IG, Ludwig e colaboradores³³ observaram um aumento de 81 % na ingestão alimentar após a refeição com alto IG quando comparada com a ingestão de duas outras refeições com o mesmo valor energético porém, com

baixo IG. Resultados semelhantes também foram observados em um estudo com alimentos regionais no México³². Confirmando estes dados, Stubbs e colaboradores⁵³ listaram mais que 26 trabalhos os quais mostravam que os carboidratos complexos têm um maior efeito na redução da fome e na conseqüente limitação na ingestão de energia. As refeições empregadas no presente trabalho seguiram as recomendações com valores < 55 para a refeição com baixo e > 85 para a de alto índice glicêmico e apresentaram 51,8 g e 55,4 g de carboidrato, respectivamente. Em relação ao teor de fibras, a refeição de BIG continha 2,2 g de fibra e a de AIG 0,36 g. Neste estudo, embora os indivíduos declarassem estar “extremamente satisfeitas” nos primeiros 30 minutos após a ingestão de ambas as refeições, 13 % das mulheres com diabetes e 20 % das mulheres saudáveis, manifestaram desejo de consumir mais um alimento naquele momento, sendo que a maioria desejou consumir uma xícara de café puro e uma delas desejou um copo de leite com achocolatado em pó. Esta declaração foi observada em quatro mulheres do grupo sem diabetes e em uma do grupo com diabetes.

A palatabilidade não apresentou diferença significativa entre as duas refeições, apesar de que mais de 50 % das mulheres com diabetes tenha classificado a refeição de BIG como a mais palatável. Apesar das duas refeições apresentarem semelhante teor de gorduras, nutriente que confere maior palatabilidade às preparações, preferência pela refeição com BIG pode ter sido pelo fato de que a mesma tinha uma variedade maior de alimentos, com melhor aparência em função da variedade de cores. Segundo alguns autores, os alimentos mais palatáveis não são os que têm maior poder de saciedade e vice versa^{20, 36}. Ao mesmo tempo a indústria alimentícia coloca à disposição vários alimentos com densidade energética aumentada, que promovem saciedade e que são mais palatáveis e de baixo custo, o que os torna acessíveis às classes de alta e baixa renda^{15, 37, 41, 44}.

Jiménez-Cruz e colaboradores³⁴ estudando alimentos comumente consumidos no México observaram que após três semanas utilizando uma dieta de baixo IG em um grupo de voluntários, houve redução de peso e dos níveis de colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade. Posteriormente estes mesmos autores observaram um aumento da saciedade em outro grupo de voluntários, após o consumo de refeições de baixo IG³².

Em um estudo onde foi observado o efeito de três refeições com diferentes valores de IG, sendo 55, 75 e 100, observou-se que a ingestão de alimentos na refeição seguinte foi menor após a refeição com BIG do que após a refeição com AIG⁵⁶. A escolha de alimentos de BIG em substituição aos de AIG tem sido apontada como uma estratégia benéfica à saúde, uma vez que aumenta a saciedade, diminui a fome e/ou diminui a ingestão voluntária, contribuindo com um melhor comportamento alimentar, o que reduz o risco de sobrepeso, obesidade e suas conseqüências^{7,34}.

Conclusão

Os resultados deste trabalho, em relação à diminuição da glicemia com dieta de BIG comparada à de AIG, são consistentes com outros estudos que têm demonstrado o efeito benéfico de dietas de BIG no controle e prevenção de doenças crônicas como diabetes, obesidade, dislipidemias e cardiopatias, porém, se requer estudos em longo prazo para valorizar os seus benefícios e uma melhor adesão ao tratamento destas patologias.

Em países onde os recursos para a saúde são muito limitados, e os serviços de saúde são precários, é de grande importância a criação de estratégias nutricionais e

dietéticas efetivas que possam ser de baixo custo e de fácil acesso, e assim proporcionar maior aderência ao tratamento de doenças crônicas.

Aplicabilidade

A obesidade vem aumentando em todo o mundo nas últimas duas décadas, em todas as faixas etárias^{1, 34, 36, 40, 46, 50} assim como as complicações decorrentes, como o aumento da prevalência de diabetes mellitus^{34, 40, 57}. Desta forma, identificar estratégias efetivas para o tratamento da obesidade é relevante, uma vez que a redução de peso melhora o perfil glicêmico e lipídico, a pressão sangüínea, diminuindo assim os riscos de complicações cardiovasculares^{4,18,19,62}. O uso de dietas com alimentos de baixo índice glicêmico (IG) tem sido apontado como um importante aliado no controle de peso em obesos^{10, 28, 32, 39} e na melhora do perfil glicêmico em diabéticos^{10,16,46}. Portanto, a indústria de alimentos deve incentivar o aumento da variedade e disponibilidade de produtos que possam ter maior poder de saciedade e menor IG^{12, 48}, usando ingredientes e métodos de processamento que dêem estas características ao produto, tais como utilização de carboidratos de absorção lenta, reduzindo o grau de gelatinização ou aumentando a viscosidade de líquidos com fibra solúvel, usando variedades de grãos com maior relação de amilose: amilopectina e adoçantes ricos em frutose^{55, 27, 38}. Além disso, mudanças no estilo de vida com uma alimentação rica em vegetais e grãos integrais e uma efetiva prática de atividade física, são fatores primordiais na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis^{23, 26, 28, 54, 61}.

Limitação do estudo

Uma das limitações do estudo foi à seleção dos alimentos, os quais deveriam ser tolerados pelas voluntárias, e algumas das mulheres que se dispunha a participar do trabalho tinham certa aversão por um ou outro alimento, o que automaticamente inviabilizava a participação.

Agradecimentos

Agradecemos todas as voluntárias que prontamente participaram da pesquisa, aos alunos e professores do Curso de Nutrição que colaboraram na coleta dos dados e ao Serviço de Nutrição e Dietética do Hospital Universitário que auxiliaram da confecção dos alimentos.

ABSTRACT: The Glycemic Index (IG) of foods affects the postprandial blood glucose, satiety and food palatability. It is influenced by the chemical composition and physical characteristics of the food and lately it has been related to the benefits associated to the reduction of risks of non transmissible chronic diseases such as obesity, type 2 diabetes and coronary heart disease. The objective of this study, approved for the Committee of Ethics of the Federal University of Santa Catarina, was to evaluate the effect of diets with high and low GI in the glycemic response, satiety and food palatability. It consisted of a randomized clinical study with an interval of seven days. Thirty women of about 30 years of age, were evaluated in two groups, the control (without diabetes, n = 15) and experimental (with diabetes type 1, n = 15). The low GI meal resulted in satiety difference between the groups, being significantly higher ($P < 0.05$) after 15

minutes in the group of diabetic women. The utilization of foods with low IG can be a nutritional strategy effective in the prevention and control of chronic diseases.

KEY-WORDS: Glycemic response, palatability, diabetes mellitus; satiety glycemic index.

Referências Bibliográficas

1- ABRANTES, M. M., LAMOUNIER, J. A., COLOSIMO, E. A. Prevalência de sobrepeso e obesidade nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. **Rev. da Assoc. Méd. Bras.** v.49, n.2, 2003.

2- AGUS, M. S. D., SWAIN, J. F. LARSON, C. L., ECKERT, E. A., LUDWIG, D. S. Dietary composition and physiological adaptation to energy restriction. **Am. J. of Clin. Nutr.**, v. 71, p.901-907, 2000.

3- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications (position statement). **Diab. Care**, v.25, p. S50-S60, 2002.

4- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. **Diab. Care**, v.26, p. S51-S61, 2003.

5- AUGUSTIN, L. S., FRANCESCHI, S., JENKINS, D.J., KENDALL, C. W, LA VECCHIA, C. Glycemic index in chronic disease: a review. **Eur J Clin Nutr.** v. 56, n.11, p.1049-1071, 2002.

6- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Nutrition principles and recommendations in diabetes. **Diab. Care**, v.27, p. S36-S46, 2004.

7- BALL, S. D., KELLER, K. R.; MOYER-MILEUR, L. J., DING, Y. W., DONALDSON, D., JACKSON, W. D. Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. **Pediatrics**, v. 11, n.3, p.488-494, 2003.

8- BAHADORI, B., YASDANI-BIUKI, B., KRIPPL, P., BRATH, H., UITZ, E., EWASCHER, T. Low-fat, high-carbohydrate (low-glycaemic index) diet induces weight loss and preserves lean body mass in obese healthy subjects: results of a 24-week study. **Diab., Obes. and Met.**, v. 7, p. 290-293, 2004.

9- BELL, E. A, ROLLS, B. J, Energy density of foods affects energy intake across multiple levels of fat content in lean and obese women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.73, p.1010-1018, 2001.

10- BELLISLE, F., DALIX, A. M., DE ASSIS, M. A., KUPEK, E., GERWIG, U., SLAMA, G. OPPERT, J. M. Motivational effects of 12-week moderately restrictive diets with or without special attention to the glycaemic index of foods. **Brit. J. of Nutr.**, v, 97, p. 790-798, 2007.

11- BJÖRCK, I., GRAANFELDT, Y., LILJEBERG, H., TOVAR, J., ASP, N. G. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrate. **Am. J. of Clin. Nutr.**, v. 59 (suppl), p. 699S-705s, 1994.

12- BONAFACCIA, G., GALLI, V., FRANCISI, R., MAIR, V., SKRABANJA, V., KREFT, I. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. **Food Chem.**, v.68, p. 437-444, 2000.

13- BOUCHE, C., RIZKALLA, S. W., LUO, J., VIDAL, H., VERONESE, A., PACHER, N., FOUQUET, C., LANG, V., SLAMA, G. Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. **Diab. Care**, v.1, n. 25, p. 822 – 828, 2002.

14- BUYKEN, A. E., TOELLER, M., HEITKAMP, G., KARAMANOS, B., ROTTIERS, R., MUGGEO, M., FULLER, J. H. Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 73, p. 574-581, 2001.

15- CHAMPFIEL, L., SMITH, E. Blood glucose dynamics and control of meal initiation: a patterns dictions and recognition theory. **Physiol. Rev.**, v.83, p. 25-58, 2003.

16- CARDOSO, M. A., STOCCO, P. R. Desenvolvimento de um questionário quantitativo de frequência alimentar em imigrantes japoneses em seus descendentes residentes em São Paulo, Brasil. **Cad. de Sau. Pub.**, v. 6, n.1, p.107-114, 2000.

17- CHANDALIA, M., GARG, A., LUTJOHANN, D., VON BERGMANN, K., GRUNDY, S. M., BRINKLEY, L. J. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 Diabetes Mellitus. **The New Eng. J. of Med.**, v. 1, n.19, p.1392-1398, 2000.

18- DIABETES AND NUTRITION STUDY GROUP OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR THE STUDY OF DIABETES. Nutritional recommendations for individuals with diabetes mellitus. **Eur. J. of Clin. Nutr.** v. 54, p.353–355, 2000.

19- DECODE. Study Group, on behalf of the European Diabetes Epidemiology Group. Glucose tolerance and cardiovascular mortality: comparison of fasting and 2-hour diagnostic criteria. **Arch. Intern. Med.**, v. 161, n.3, p. 397-405, 2001.

20- DPP RESEARCH GROUP. The cost-effectiveness of DPP interventions to delay or prevent type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 51 (Suppl. 2) A74, 2002.

21- FAO/WHO. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, p. 14-18, April, 1998.

22- FEBBRAIO, M. & STEWART, K. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **J. Appl. Physiol.**, v. 81, p. 1115-1120, 1996.

23- FEBBRAIO, M., KEENAN, J., ANGUS, D., CAMPBELL, S., GAMHAM, A. Pre exercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **J. Appl. Physiol.**, v. 89, p. 1845-1851, 2000.

24- FOSTER-POWELL, K., HOLT, S. H. A., BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **Am. J. of Clin. Nutr.** v. 76, n. 1, p. 5-56, 2002.

25- HEPTULLA, R. A., TAMBORLANE, W. V., CAVAGHAN, M., BRONSON, M., LIMB, C., M. A, Y. Z., SHERWIN, R. S., CAPRIO, S. Argumentation of alimentary insulin secretion despite similar gastric inhibitory peptide (GIP) responses in juvenile obesity. **Ped. Res.**, v. 47 p. 628-633, 2000.

26- HERMAN, W. H., HOERGER, T. J., BRANDLE, M., HICKS, K., SORENSEN, S., ZHANG, P., HAMMAN, R. F., ACKERMANN, R. T., ENGELGAU, M. M., RATNER, R. E. The cost-effectiveness of lifestyle modification or metformin in preventing type 2 diabetes in adults with impaired glucose tolerance. **Ann. of Inter. Med.** v. 142, n..5, p. 323-332, 2005.

27- HOLT, S. H. A., BRAND-MILLER, J. C., PETOCZ, P., FARMAKALIDIS, E. A. Satiety of common foods. **Eur. J. of Clin. Nutr.** v. 49, p. 675-690, 1995.

28- JACOBS-VAN DER BRUGGEN, M. A. M., BOS, G., BEMELMANS, W. J., HOOGENVEEN, R. T., VIJGEN, S. M., BAAN, C. A. Lifestyle interventions are cost-effective in people with different levels of diabetes risk: results from a modeling study. **Diab. Care.** v. 30, n. 1, p. 128 – 134, 2007.

29- JÄRVI, A., KARLSTRÖ, M. B., GRANFELDT, Y., BJÖRK, I., ASP, N-G. VESSBY, B. Improved glycemic control and lipid profile and normalized fibrinolytic

activity on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic patients. **Diab. Care.** v. 22, p.10-18, 1999.

30- JENKINS, D. J., GHAFARI, H., WOLEVER, T. M., TAYLOR, R. H., JENKINS, A. L., BARKER, M. H., FIELDEN, H., AND BOWLING, A. C. Relationship between rate of digestion of foods and post-prandial glycaemic. **Diab.**, v. 22, p. 450-455, 1982.

31- JIMÉNEZ-CRUZ, A., GASCON-BACARDI, M., TURNBULL, W. H., ROSALES-GARAES, P., SEVERINO-LUGO, I. A flexible, low glycemic index Mexican style diet in overweight and obese with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period. **Diab. Care**, v. 26, p. 1967-1970, 2003.

32- JIMÉNEZ-CRUZ, A., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, A. N., GASCON-BACARDI, M. Low glycemic index lunch on satiety in overweight and obese people with type 2 diabetes. **Nutrición Hospitalaria**, v. 20, n. 5, p. 348-350, 2005.

33- LUDWIG, D. S., MAJZOUB, J., AL-ZAHRANI, A., DALLAL, G. E., BLANCO I., ROBERTS, S. B. High glycemic index foods, overeating and obesity. **Ped.**, v. 103, n. 3, p. 1-6, 1999.

34- LUDWIG, D. S. Dietary glycemic index and obesity. **The J. of Nutr.**, v. 130, p. 280-280, 2000.

35- MORIS, K. L., EZEMEL, M. B. Glycemic index, cardiovascular disease, and obesity. **Nutrition Reviews**, v. 32, p. 273-276, 1999.

- 36- OGDEN, C. L., CARROLL, M. D., CURTIN, L. R., MCDOWELL, M. A., TABAK, C. J., FLEGAL, K. M. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. **J. Am. Med. Assoc.**, v. 295, p.1549-1555, 2006.
- 37- PEÑA, M., BACALLAO, J. Obesity among the poor: an emerging problem in Latin America and the Caribbean. In: **PAHO** (Pan American Health Organization). Obesity and poverty: a new public health challenge. Washington (DC), p. 3-10, 2000.
- 38- RABEN, A, ANDERSEN, K, KARBERG, M. A, HOLST, J. J, ASTRUP, Acetylating of or beta-cyclodextrin addition to potato starch: beneficial effect on glucose metabolism and appetite sensations. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 66, p. 304-314, 1997.
- 39- RABEN, A. Could obese patients be counseled to follow a low-glycaemic index? **No. Obes. Rev.**, v.3, p. 245-256, 2002.
- 40- ROBERTS, S. B. High-glycemic index foods, hunger, and obesity: is there a connection? **Nutr. Rev.**, v. 58, p. 163-169, 2000.
- 41- ROLLS, B. J. The role of energy density in the over consumption of fat. **J. Nutr.**, v.130, p. 268S-71S, 2000.
- 42- ROLLS, B. J., HAMMER, V. A. Fat, carbohydrate and the regulation of energy intake. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 62, (suppl.1), p.1086S-95S, 1995.

43- ROLLS, B. J, MORRIS, E. L., ROE, L. S. Portion size food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 76, p. 1207-1213, 2002.

44- SALMINEN, V., AUNOLA, S., CEPAITIS, Z., VLADISLAV, M., V., HAKUMAKI, M., MANNELIN, M., MARTIKKALA, V. SUNDVALL, J., UUSITUPA, J. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. **The New Eng. J. of Med.**, v. 344, n. 18, p. 1343-1350, 2001.

45- SALMERON, J., ASCHERIO, A., RIMM, E. B., COLDITZ, G. A., SPIEGELMAN, D., JENKINS, D. J., STEMPFER, M. J., WING, A. L., WILLETT, W. C. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. **Diab. Care**, v. 20, p. 545-550, 1997.

46- SANGITA-PAI, P. S., UDIPI, G. S. E. Satiety from rice-based, wheat-based and rice-pulse combination preparations. **App.**, v. 44, p. 263-271, 2005.

47- SAWAYA, A. L, FUSS, P. J, DALLAL, G. E, TSAY, R, MCCRORY, M.A, YOUNG, V, ROBERTS, S. B. Meal palatability, substrate oxidation and blood glucose in young and older men. **Physiol. & Behav.**, v. 72, p. 5-12, 2001.

48- SLABBER, M, BARNARD, H. C, KUYL, J. M, DANNHAUSER, A, SCHALL, R. Effects of a low-insulin-response, energy-restricted diet on weight loss and plasma

insulin concentrations in hyperinsulinemic obese females. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 60, p. 48-53, 1994.

49- SPIETH, L. E., HARNISH, J. D., LENDERS, C. M., RAEZER, L. B., PEREIRA, M. A., HANGEN, J., LUDWIG, D. S. A low glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. **Arch. Ped. Ad. Med.**, v. 154, n. 9, p.947-951, 2000.

50- STYNE, D. M. Childhood and adolescent obesity. Prevalence and significance. **Ped. Clin. N. Am.**, v. 48, n. 4, p. 823-854, 2001.

51- STEVENSON, E., WILLIAMS, C., NUTE, M. The influence of the glycaemic index of breakfast and lunch on substrate utilization during the postprandial periods and subsequent exercise. **Br. J. of Nutr.**, v. 93, p. 885–893, 2005.

52- STEPHEN, A. M., SIEBER, A. M., GESTER, Y. A. AND MORGAN, D. R., Intake of carbohydrate and its components- international comparisons, trends over time, and effects of changing to low-fat diets, **Am. J. of Clin. Nutr.**, v. 62, p., 851S-867S, 1995.

53- STUBBS, R. J., MAZLAN, N., WHYBROW, S. Carbohydrates, appetite and feeding behavior in humans. **J. Nutr.**, v. 131, p. 2775S-2781S, 2001.

54- TUOMILEHTO, J., et al. Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by Changes in Lifestyle among Subjects with Impaired Glucose Tolerance, **The New Eng. J. of Med.**, v. 344, n. 18, p. 1343-1350, 2001.

55- VAN AMELSVOORT, J. M., WESTSTRATE, J. A. Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 55, p.712-718, 1992.

56- WARREN, J. M., HENRY, C. J., SIMONITE, V. Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. **Ped.**, v.112, p. 414, 2003.

57- WAEBER, G., VOLLENWEIDER, P. Prevention of type 2 diabetes: where do we stand? **Rev. Med. of Sui.**, v. 96, n. 3, pp. 291-295, 2007.

58- WEE, S., WILLIAM, C., TSINTZAS, K., BOOBIS, L. Ingestion of high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J. Appl. Physiol.* v. 99, p. 707-714, 2005.

59- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO; 1998.

60- WOLEVER, T. M. S., JENKINS, D. J. A., JENKINS, A. L., JOSSE, R.G. The glycemic index: methodology and clinical implications. **Am. J. of Clin. Nutr.**, v. 54, p. 846-854, 1991.

61- WILLIAM, H. H. et al The cost-effectiveness of lifestyle modification or metformin in preventing type 2 diabetes in adults with impaired glucose tolerance. **Ann. Inter. Med.**, v. 142, n.5, p. 323-332, 2005

62-WILLIAMSON, T. et al. Intentional weight loss and mortality among overweight individuals with diabetes. **Diab. Care.**, v. 23, p. 1499-1504, 2000.

63- WU, C.L. et al. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. **Br. J. Nutr.**, v. 90, p.1049–1056, 2003.

TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Composição química das dietas de baixo e alto índice glicêmico.

	Dieta	Dieta
	Baixo Índice Glicêmico (BIG)	Alto Índice Glicêmico (AIG)
Caloria (Kcal)	359	379
Carboidrato (g)	52	55
Proteína (g)	14	14
Lipídeo (g)	13	12
Fibra (g)	2,2	0,4
Índice glicêmico	55* ^a	86 ^b
Carga glicêmica¹	07* ^a	16 ^b

* $P < 0,05$ = estatisticamente diferente e $a \neq b$.

¹ A carga glicêmica (CG) é um produto do índice glicêmico (IG) e da quantidade de carboidrato presente na porção de alimento consumido, comparado com o alimento padrão⁴⁹

Tabela 2 – Valores da saciedade dos grupos estudados antes e depois da avaliação das dietas de baixo (BIG) e alto (AIG) índice glicêmico (IG).

Tempo (minutos)	Controle			Diabético		
	BIG	AIG	<i>P</i>	BIG	AIG	<i>P</i>
0	2,8 ± 1,3	2,8 ± 1,4	0,952	4,2 ± 2,8 ^a	2,0 ± 1,8* ^b	0,007
15'	6,1 ± 1,4	6,4 ± 1,1	0,257	6,9 ± 0,4 ^a	6,3 ± 0,5* ^b	0,003
30'	6,4 ± 1,1	5,9 ± 1,2	0,052	6,9 ± 0,4 ^a	6,1 ± 0,3* ^b	0,001
45'	6,2 ± 1,1 ^a	5,6 ± 1,3* ^b	0,033	6,7 ± 0,6 ^a	5,8 ± 0,6* ^b	0,002
60'	5,9 ± 1,0	5,4 ± 1,3	0,058	6,1 ± 1,1 ^a	5,5 ± 0,8* ^b	0,007
90'	5,5 ± 1,4	5,0 ± 1,7	0,427	5,7 ± 1,2 ^a	4,2 ± 1,4* ^b	0,004
120'	5,3 ± 1,4	4,7 ± 1,7	0,196	5,5 ± 1,1 ^a	4,0 ± 1,3 ^{*b}	0,007

Valores em media e desvio padrão. Teste de Wilcoxon; **P* < 0,05 = estatisticamente significativa e a ≠ b; BIG = Dieta de baixo índice glicêmico;

AIG = Dieta de alto índice glicêmico.

Tabela 3 – Valores da palatabilidade dos grupos estudados antes e depois da avaliação das dietas de baixo (BIG) e alto (AIG) índice glicêmico (IG).

Tempo 15'min.		Palatabilidade				
Dieta	Controle - BIG	Controle - AIG	P^{\ddagger}	Diabético BIG	Diabético AIG	P^{\ddagger}
	5,5 ± 1,6	5,8 ± 1,6	0,131	4,5 ± 2,6	4,2 ± 1,3	0,714
Grupo	Controle - BIG	Diabético - BIG		Controle - AIG	Diabético - AIG	
	5,5 ± 1,6	4,5 ± 2,6	0,407	5,8 ± 1,6 ^a	4,2 ± 1,3* ^b	0,001

Valores em media e desvio padrão. [‡]Teste de Wilcoxon; [¶]Teste de U de Mann-Whitney; * $P < 0,05$ = estatisticamente significante e $a \neq b$; BIG = Dieta de baixo índice glicêmico; AIG = Dieta de alto índice glicêmico.

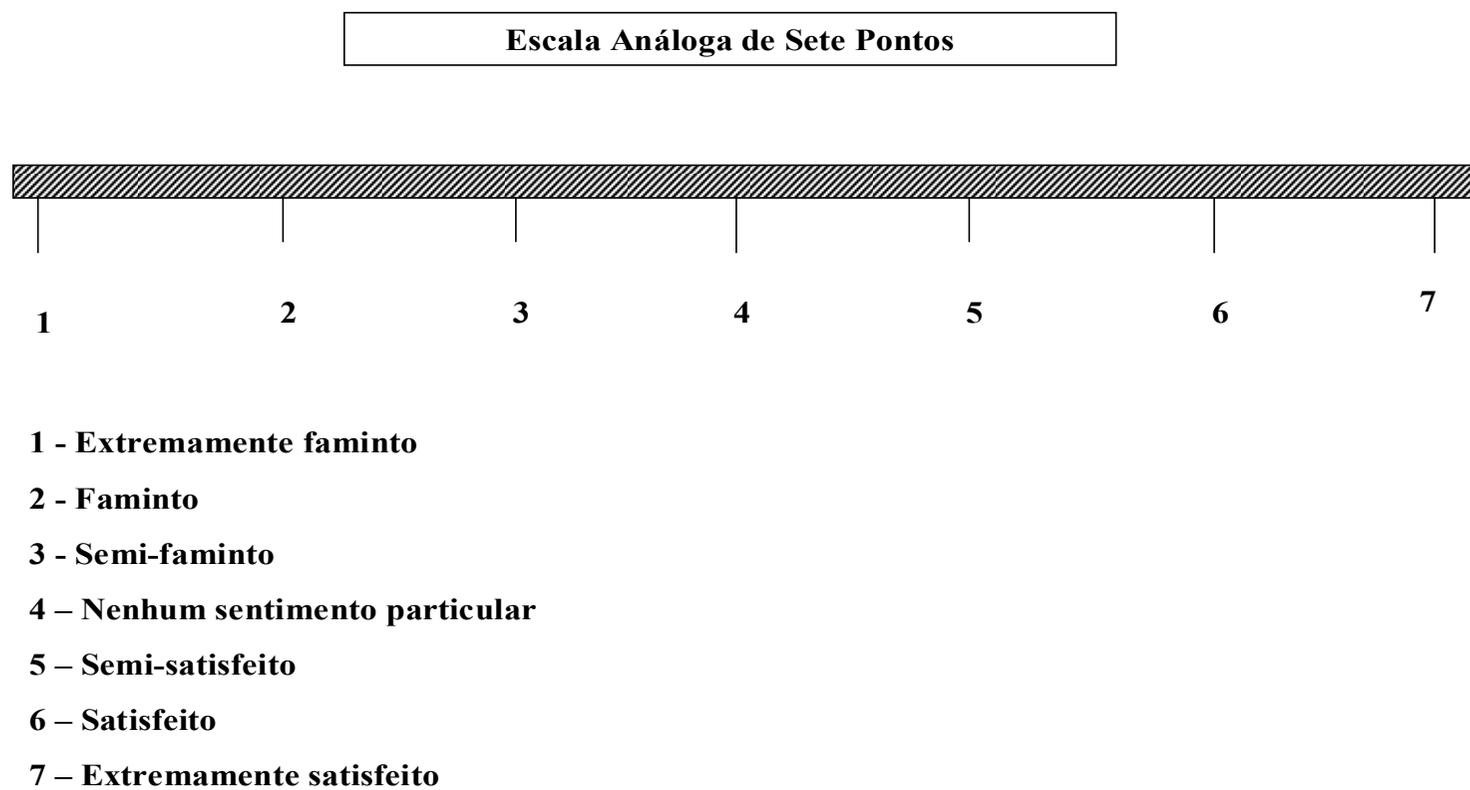


Figura 1 - Escala de avaliação da saciedade.

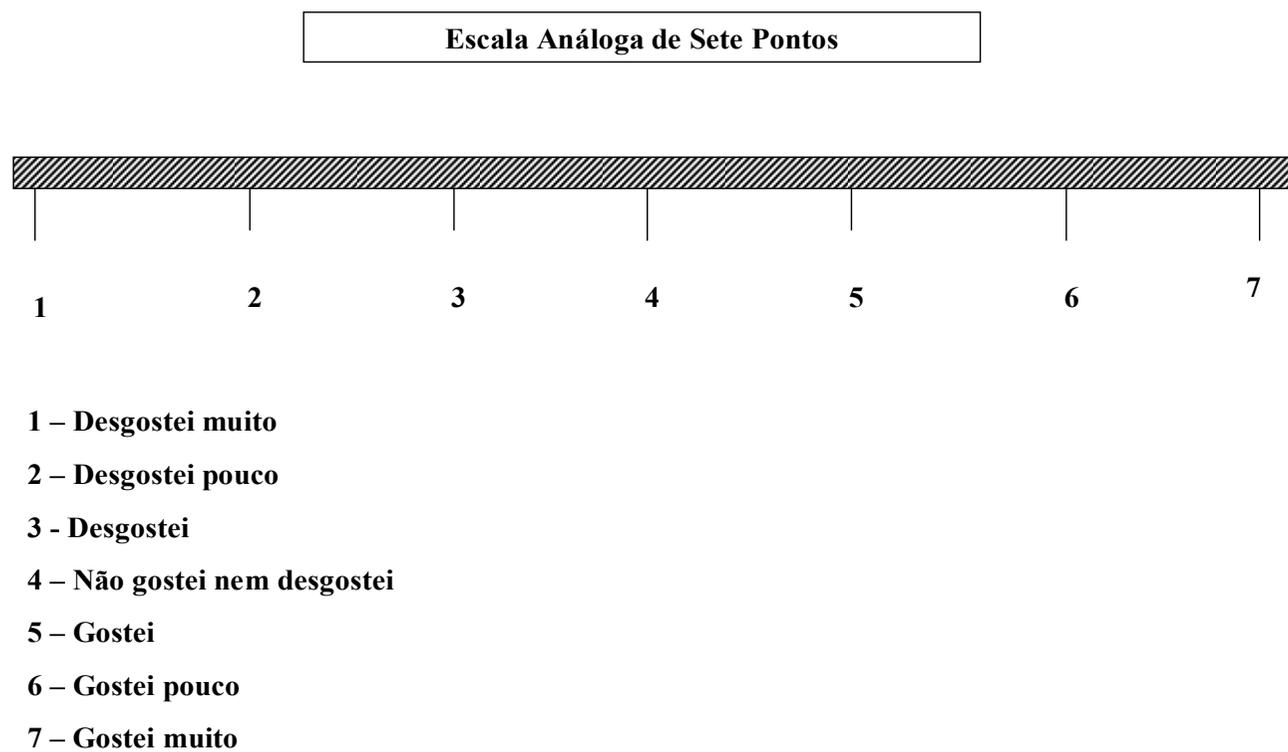
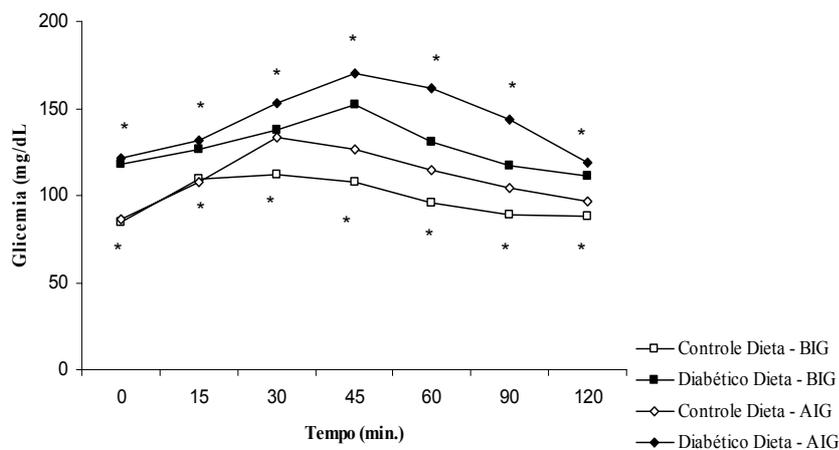
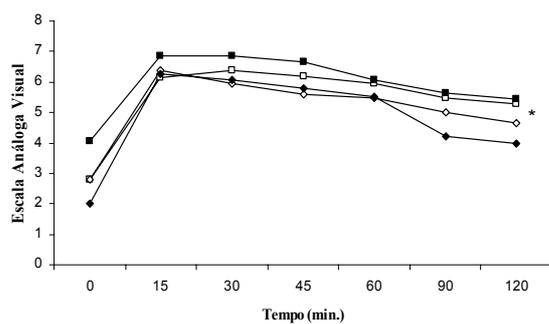


Figura 2 - Escala de avaliação da palatabilidade.



(a)



(b)

Figura 3 – Comparação entre as Curvas glicêmica e de Saciedade após o consumo das dietas BIG e AIG por um período de 120 min. do grupo diabético comparado ao controle. * *P* estatisticamente significante. Teste de U de Mann-Whitney (Controle BIG vs Diabetes BIG e Controle AIG vs Diabético AIG).

CAPÍTULO 3**QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA ALIMENTAR (QFA): AVALIAÇÃO DO
CONSUMO DE ALIMENTOS DE BAIXO E ALTO ÍNDICE GLICÊMICO***

Artigo a ser enviado para o periódico *Appetite

Evaluating food intake according to glycemic index

Sônia Maria Medeiros BATISTA ^{a*}, Emília Addison Machado MOREIRA ^b,
Giovanna Medeiros Rataichesk FIATES ^b, Maria Alice Altenburg DE ASSIS ^b,
Evanilda TEIXEIRA ^c

^a Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – UFSC

^b Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de
Santa Catarina, Florianópolis 88010-970, Santa Catarina, Brasil.

^c Departamento de Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade
Federal de Santa Catarina, Florianópolis 88034-001, Santa Catarina, Brasil

* Corresponding author: Sonia Maria Medeiros Batista

sbatista@ccs.ufsc.br

Phone # 55-48-3721-9784

Fax # 55-48-3721-9542

Address: Departamento de Nutrição – CCS - UFSC. Campus Universitário, Trindade.

88.040-970, Florianópolis / SC, Brazil.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the intake of foods according to their glycemic index, by overweight women, using a Food Frequency Questionnaire. It was a controlled clinical study, which included thirty women divided in one control group (non-diabetic, mean age 27.31 ± 5.11 years, mean body mass index $27.05 \pm 1.56 \text{ kg/m}^2$), and one experimental group (type I diabetes, mean age 27.02 ± 1.58 years, mean body mass index $26.33 \pm 0.45 \text{ kg/m}^2$). Both groups ingested considerably high amounts (54.4% and 36.7% in the control group, 38.9% and 44.4% in the diabetic group) of high glycemic index foods daily, suggesting a possible association between the intakes of these food items with the excessive weight. Also, contrary to what was expected, the diabetic group ingested lower quantity of low glycemic index foods (51.4%) than control group (69.0%), what could explain their the poor glycemic control (125.3 ± 5.6). Diabetic ingested whole milk more frequently than did the control group ($P = 0.032$), and ate fruits less frequently ($P = 0.001$). Not even one woman from the diabetic group referred eating fruits daily. Vegetable consumption, however, was higher in the experimental group, and the difference was significant ($P < 0.000$). In both groups, the Food Frequency Questionnaire evidenced the relationship between the consumption of high glycemic index foods with the participants' overweight. Longer lasting studies are needed, however, to precise the effects of the ingestion of low glycemic index foods in the prevention and treatment of chronic non-transmissible disease.

Keywords: Food frequency questionnaire; Food intake; Glycemic index; Overweight; Diabetes.

Introduction

Dietetic factors, such as frequent ingestion of energy-dense foods, may be related to the increasing prevalence of obesity worldwide, including Brazil (Monteiro & Conde, 1999; Monteiro et al., 2000). The incidence of diabetes mellitus has also been increasing, evidencing the importance of new approaches in the treatment of chronic non-communicable diseases (ADA, 2004), such as the utilization of low glycemic index (LGI) diets (Chandalia et al., 2000; Buyken et al., 2001).

Some authors blame the advances in food industrialization processes, and the availability of ready-to-eat highly palatable foods, for the increased energy content of western typical diets and, consequently, of obesity in a considerable parcel of the population (French et al., 2001; Hu et al., 2001). On the other side, research on healthy food choices has evidenced the importance of ingesting diets containing LGI foods, that is, those whose carbohydrate content is digested and absorbed slowly along the small intestine causing minimal elevations in blood glucose values (Menezes et al., 1996; Rizkalla et al., 2002).

By definition, the glycemic index (GI) is defined as the increase in the area below the glycemic response curve produced by a portion of 50g of a carbohydrate in relation to the same quantity of a reference food item. Originally, glucose was chosen as the reference food, which then was substituted by white bread since it gave a greater physiological response than glucose and did not cause gastric discomfort such as nausea that occurred after ingestion of a large quantity of glucose (FAO/WHO, 1998).

To help in the selection of appropriate foods, Jenkins et al. (1981) classified the foods according to their potential in increasing blood glucose levels in relation to a

control item. Most fruits and vegetables, yacon, oats, whole barley, and beans are classified as low GI foods. White rice, croissant, corn flour are considered medium GI, while corn flakes, baked potato, instantaneous rice, and white bread are high GI foods (Brouns et al., 2005; Silva et al., 2006). Low GI foods have been associated to improved metabolic control in diabetic individuals, weight reduction and maintenance in obese individuals, as well as reduction of cardiovascular risk. Low GI diets have also been related to better insulinic response and lipid profile, as a consequence of reduced lipogenesis (WHO, 1998; Wolever, 2000; Buyken et al., 2001, ADA, 2002; Pawlak et al, 2002; Anderson et al, 2003; Jiménez-Cruz et al., 2003; Warren et al., 2003).

The objective of this study was to evaluate the intake of foods according to their glycemic index, by overweight women, using a Food Frequency Questionnaire. We expected that the diabetic women, who had already received, together with the diagnosis, some kind of dietetic orientation, although being overweight would eat smaller quantities of high GI foods, since this would be considered part of their treatments.

Methods

Study design

The study took place at the Multiprofessional Metabolic Unit, University Hospital, Federal University of Santa Catarina. It was conducted in accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki and approved by the institution's Human Research Ethics Committee (Protocol # 094/2004). The protocol was part of a larger clinical controlled trial conducted with a group of 15 type I diabetic women to test palatability and satiety levels induced by the ingestion of low GI diets (results not yet published). In order to evaluate the women's usual intakes, a FFQ was applied, and to allow comparison of the obtained results, a control group of 15 non-diabetic overweight women was selected.

Participants

From the 35 women who initially volunteered to participate, five were not included because did not fit inclusion criteria. Convenience non-random sample was finally formed by thirty women, divided in two groups (control, n = 15 and diabetic, n = 15) paired by age, sex and nutritional status.

Control group was selected among the university community, invited by ads placed in strategic places around the University Campus. Inclusion criteria were ages between 20 and 45 years old, blood glucose levels within normal range, overweight, absence of chronic transmissible diseases, not pregnant, not lactating, not having their

period or taking any kind of medicine during data collection period.

Diabetic women were previously selected among patients from the University's Hospital ambulatory service and who attended inclusion criteria described as follows: Diagnosis of type I diabetes without complications (nephropathies, neuropathies or cardiopathies), overweight, not pregnant, not lactating, not having their period or taking any kind of medicine. Lack of participation in the study was due to refusal after reading the informed consent form.

Assessment of nutritional status was done through anthropometry. Weight and height were collected according to WHO (1995) protocol, for calculation of body mass index (w/h^2), classified according to WHO standards (1998). Values equal or above 25 kg/m^2 and below 29.9 kg/m^2 defined overweight.

Fasting blood glucose values were determined from blood samples collected by capillary puncture in one of the fingers with an automatic lancet with disposable point. An Accu-Check Active blood glucose meter, model GmbH-D-68298 (Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) was used. Values between 70 and 100 mg / dL were considered normal (ADA, 2008). Testing took place in the same day the FFQ was applied.

Food Frequency Questionnaire (FFQ)

The FFQ was developed by researchers from Harvard University (Burke, 1947), as a fast, low-budget and efficient method for evaluating the usual food intake of individuals or groups (Willett & Lenart, 1998). It has also been applied in epidemiological nutrition studies with the objective of verifying the association between

food intake and disease, especially chronic non-communicable diseases (Gibson, 1990; Willett et al., 1998). Several validation studies have shown that the FFQ is also a valid instrument for the categorization of individuals according to the ingestion of certain food groups and nutrients (Liu, et al., 2001, Liese et al., 2005, Neuhouser et al, 2006).

The FFQ applied in the study was the one by Sichieri & Everhart (1998), already validated in Brazil. The original version contained a list of 26 food items, which for the purpose of the present study were further classified into three categories. This classification was done according to FAO/ WHO recommendations (1998), classifying foods in high, medium or low glycemic index (GI).

Foods included in the high GI category were sugar, chocolate, honey, sweets, white bread, and cookies. Foods included in the medium GI category were rice, pasta, whole rice, whole cereals, and whole bread. Foods included in the low GI category were low fat milk, whole milk, low fat yogurt, whole yogurt, white cheese, yellow cheese, beans, fruits, vegetables, legumes, red meat, pork, poultry, other meats, and eggs.

After reading and explaining by the researcher, the FFQ was answered individually, by the participants. For each food item, a unit or portion size was specified (e.g., a slice of bread or one bread), and each participant was asked how frequently (never, rarely, frequently, or daily), during the last six months, she consumed that food item and in what quantity.

Statistical analysis

To determine differences in frequency of consumption between control and experimental groups, Mann-Whitney U-test was used. Probability levels of $P < 0.05\%$

was used to indicate statistical significance. Softwares used for analyses were Statistical Package for the Social Science (SPSS Inc, 2006, Chicago, IL, USA) for Windows (version 14.0).

Results

Mean values and standard deviations of age, body mass index and blood glucose levels from the women in control and experimental groups are presented in Table 1.

[Table 1]

Analyzing data considering frequency of ingestion (Figure 1), the “daily” category was predominant in the ingestion of high GI foods (54.4% and 36.7% in the control group, 38.9% and 44.4% in the experimental group). In the “frequently” category, both groups presented high consumption of low GI foods, but the highest percentage of consumption was presented by the control group (69.0%), as opposed to 51.4% in the diabetic group. Women in the control group reported rarely eating medium GI foods (23.3%), and women in the diabetic group reported rarely eating low GI foods (28.1%).

[Figure 1]

Both groups ingested high quantities of high GI foods, without significant differences between them. In the control group, 100% of the women said they ingested sugar, white bread and cookies daily or frequently. Surprisingly, women from the diabetic group presented similar behavior; 100% said they ate sugar daily or frequently, 80% ate chocolate frequently, 100% ate white bread and cookies daily or frequently.

As to the medium GI foods, every women from each group reported eating rice daily and pasta daily or frequently. More than half of the diabetic women (66.7%) said they never ate whole bread or whole cereals. Nearly half of them (40%) said they never ate whole bread.

Significant differences were found in the intakes of low GI foods between the two groups. Results are presented in Table 2.

[Table 2]

Diabetic women ingested whole milk more frequently than did the control group ($P = 0,032$), and ate fruits less frequently ($P = 0,001$). Not even one woman from the experimental group referred eating fruits daily. Vegetable consumption, however, was higher in the experimental group ($P = 0,000$).

Discussion

This article reports the findings of a controlled clinical study which compared two groups of overweight women (diabetic and non-diabetic), regarding the glycemic index of the foods ingested by them, using a Food Frequency Questionnaire (FFQ).

Blood glucose values of the diabetic women were high, in spite of being using their regular doses of insulin according to medical prescription prior to the study. Such high values could be caused by the eating habits identified in the FFQ.

Ma et al. (2005), and Brand-Muller et al. (2002) showed in their studies, that participants' Body Mass Index was directly associated with the GI of the foods ingested. Similar results were observed in both groups in the present study, for foods eaten daily and frequently.

Among the medium GI foods frequently consumed by women in both groups was white rice, which has low amylose and high amylopectin content. The starch contained in rice is highly gelatinized during the cooking process, and therefore, easily broken by digestive enzymes, reason why its' GI is moderate. Whole rice, on the other hand, in spite of high fiber content and lower GI than white rice, is also classified as a medium GI food (Brand-Muller et al. 2003).

The high GI food most consumed by both groups daily was white bread, whose starch is totally gelatinized due to the high temperatures of baking, justifying its high GI (Danone Vitapole, 2001).

Some studies have applied Food Frequency Questionnaires with similar results to the ones obtained in the present study. Liu et al. (2001) studied 185 menopausal women, eutrophic or not, and found that the mean GI of their diets was 75. Ma et al.

(2005) studied the diet of a group of overweight individuals through a seven-day record, and found that the mean GI of their diets was 81.7.

Ingestion of high and medium GI foods was frequent in both groups, denoting the importance of creating and marketing nutrition education programs directed to this population. The results suggest that foods with low GI could benefit weight control by this population, for promoting satiety or lipid oxidation and expenditure in carbohydrate oxidation (Ludwig, 1999; Cruzo, 2000; Sieth, 2000; Brand-Miller, 2002).

To our surprise, the group of diabetic women ate a very small variety of low GI foods daily, such as fruits, meats, low fat milk, yogurt, and cheese. Dairy products contribute positively to the GI of diets (Danone Vitapole, 2001). Whole milk, for instance, has a disaccharide which will further be digested into monosaccharides before absorption, besides containing protein and fat in its composition, reducing this food's GI (Brand-Muller & Foster-Powell, 2003).

Benefits of low GI foods have been demonstrated in the eating habits of healthy individuals, as well as in obese and hypercholesterolemic ones (Caruzo, 2000; Spieth, 2000; Bran-Miller, 2002). Several world organizations have been recommending the use of GI as an auxiliary tool in food choice, since it is a very sensible indicator of the impact caused by foods over glycemic response, and of practical application. Utilization of GI index, however, must never be employed isolated, but as a complementary parameter of a food's given composition (Björck, 1996; FAO/WHO, 1998; Menezes, 2000; DanoneVitapole / FAO, 2001).

Data presented in Table 2 reveal that nearly half the women in the control group ingested fruits daily. Although in the experimental group there was not a daily ingestion of fruits, 100% of the women referred eating them frequently. Even though some of

them have high GI, regular ingestion of fruits, vegetables and legumes reduce the GI of the diet, due to their high fiber content. This appears to be a strategic point when planning dietetic interventions directed towards the reduction of the GI of diets, as recommended by the American Diabetes Association (ADA, 2007).

Results of this study are in accordance to literature reports, evidencing that there is some kind of inter-relation between the GI and/or glycemic load of diets and obesity. It is also possible that obese individuals who ingest big portions of foods, regardless of their GI, are also ingesting high quantities of available carbohydrates, proportional to the total energy content of the diet (Anderson & Woodend, 2003, Liese et al., 2005).

Results also evidenced the need of instituting a therapeutic approach to the overweight women evaluated, and one that includes the prescription of low GI diets and nutritional monitoring in order to obtain health benefits.

Limitations

Some methodological issues need to be considered when interpreting the findings presented here. Although the use of the FFQ allows the identification of some eating habits, it is not possible to infer more conclusions, since many other dietetic aspects were not investigated. Longer lasting studies are needed to precise the effects of the ingestion of low glycemic index foods in the prevention and treatment of chronic non-communicable diseases.

Conclusion

The experimental group ingested significantly lower quantities of low glycemic index foods, suggesting a possible association between the intake of high glycemic index foods with the excessive weight and poor glycemic control observed in the diabetic women. The importance of diet over the development of multiple chronic infirmities is well recognized, and in this case, the FFC evidenced the relationship between the consumption of high GI foods with the BMI of the participants, in both groups.

Acknowledgements

We thankfully acknowledge the participation of all volunteers, and also the students and colleagues who collaborated in data collection.

References

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). (2004). Nutrition principles and recommendations in diabetes. *Diabetes Care*, 27, S36 - S46

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA) (2007), “Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus (position statement)”, *Diabetes Care*, 30, S48-S65.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). (2008). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 31, S55 - S60.

ANDERSON, G. H.; WOODEND, D. (2003). Effect of glycemic carbohydrates on short-term satiety and food intake. *Nutrition Reviews*, 61, S17-S26.

ASP, N. G. (1994). Nutritional classification and analysis of food carbohydrates. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59, 679S-681S.

BJÖRK I (1996). Starch: Nutritional aspects. In Eliasson AC. *Carbohydrates in food*. 2 ed Marcel Dekker, 505-553.

BRAND-MILLER, J. C., HOLT, S. H., PAWLAK, D. B., MCMILLAN, J. (2002) Glycemic index and obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 281S-285S.

BRAND-MILLER JC, FOSTER-POWELL K, COLAGIURI S. A nova revolução da glicose. Rio de Janeiro: Elsevier; 2003.

BROUNS, F., BJORCK, I., FRAYN, K. N., GIBBS, A. L., LANG, V., SLAMA, G. AND T. M. S. WOLEVER (2005). "Glycaemic index methodology." *Nutrition Research Reviews* 18, 145-171.

BURKE, B. S. (1947). The dietary history recall as a tool in research. *Journal of the American Dietetic Association*, 23, 1041–1046.

BUYKEN, A. E., TOELLER, M., HEITKAMP, G., KARAMANOS, B., ROTTIERS, R., MUGGEO, M. (2001). Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycosylated hemoglobin and serum lipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 574-81.

CARDOSO, M. A., STOCCO, P. R. (2000). Desenvolvimento de um questionário quantitativo de frequência alimentar em imigrantes japoneses em seus descendentes residentes em São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 16, 107-114.

CHANDALIA, M.; GARG, A.; LUTJOHANN, D.; VON BERGMANN, K.; GRUNDY, S. M.; BRINKLEY, L. J. (2000) Beneficial Effects of High Dietary Fiber Intake in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *New England Journal of Medicine*, 1, 1392 – 1398.

DANONE VITAPOLE/ FAO (2001). Glycemic index and health: the quality of the evidence. John Libbey Eurotext. *Nutrition and Health College*, France, 48p.

DREWNOWSKI, A., SHULTZ, J. M. (2001). Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutrition and health status. *Journal Nutrition Health & Aging*, 5, 75-79.

DRUMMOND, S. E., CROMBIE, N. E., CURSITER, M. C., KIRK, T. R. (1998). Evidence that eating frequency is inversely related to body weight status in male, but not female, non-obese adults reporting valid dietary intakes. *International Journal Obesity Relational Metabolism Disorders*, 22, 105-112.

FRENCH, S., STORY, M., JEFFERY, R. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annual Review Public Health*, 22, 309-35.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/ WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/ WHO) (1998). Carbohydrates in human nutrition. *Food and Nutrition*, Roma: FAO, 140p.

GIBSON, R. S. (1990). Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press.

FOSTER-POWELL, K., HOLT, S. H. A., BRAND-MILLER, J. C. (2002) International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 5-56.

HU, F. B.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G.; LIU, S.; SOLOMON, C. G. & WILLETT, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New England Journal of Medicine*, 345, 790-797.

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., GOOF, D. V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrates exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366.

JENKINS, D. J. A., WOLEVER, T. M. S., VUKSAN, V., RAO V., THOMPSON, L. U., JOSSE, R. G. (1994). Low glycemic index: lent carbohydrates and physiological affects of altered food frequency. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59, 706S–709.

JENKINS, D. J. A., KENDALL, C. W., AUGUSTIN, L. S., FRANCESCHI, S., HAMIDI, M., MARCHIE, A., et al. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 266S–2673S.

LIESE, D. S., SCHULZ, M., FANG, F., WOLEVER T. M. S., D'AGOSTINO, R. B., SPARKS, K. C., MAYER-DAVIS, E. J. (2005). Dietary Glycemic Index and Glycemic Load, Carbohydrate and Fiber Intake, and Measures of Insulin Sensitivity, Secretion, and Adiposity in the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Diabetes Care*, 28, 2832–2838.

LIU, S., MANSON, J. E., STAMPFER, M. J., HOLMES, M. D., HU, F. B., HANKINSON, S. E., WILLETT, W. C. (2001). Dietary glyceemic load assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 560-566.

LUDWIG, D. S.; MAJZOUN, J.; AL-ZAHRANI, A.; DALLAL, G. E.; BLANCO I.; ROBERTS, S. B. (1999). High glyceemic index foods, overeating and obesity. *Pediatrics*, 103, 1 - 6.

LUDWIG, D. S. (2000). Dietary glyceemic index and obesity. *The Journal of Nutrition*, 130, 280-280.

MA Y., OLENDZKI B., CHIRIBOGA D., HEBERT J. R., LI Y., LI W., et al. (2005). Association between dietary carbohydrates and body weight. *American Journal of Epidemiology*, 161, 359-67.

MENEZES, E. W., LAJOLO, F. M., SERAVALLI, E. A. G., VANNUCCHI, H., MOREIRA, E. A. (1996). Starch availability in brazilian foods: "in vivo" and "in vitro" assays. *Nutrition Resource*, 16, 1425-1436.

MONTEIRO, C. A., CONDE, W. (1999). A tendência secular da obesidade segundo estratos sociais: Nordeste e Sudeste do Brasil, 1975-1989-1997. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 43, 186-194.

MONTEIRO, C. A., MONDINI, L., COSTA, R. (2000). Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988-1996). *Revista Saúde Pública*, 34, 251-258.

NEUHOUSER, M. L., TINKER, L. F., THOMSON, C., CAAN, Y. B., HORN, L. V., SNETSELAAR, Z. L., Y. Y. LINDA, M. P., PATTERSON, R. E., ROBINSON-O'BRIEN, R., BERESFORD, S. A. A., AND JAMES M. SHIKANY. (2006). Development of a Glycemic Index Database for Food Frequency Questionnaires Used in Epidemiologic Studies. *Journal of Nutrition*, 136, 1604–1609.

PASMAN, W.J., BLOKDIJK, V.M., BERTINA, F.M., HOPMAN, W.P.M., HENDRIKS, H.F.J. (2003). Effect of two breakfasts, different in carbohydrate composition, on hunger and satiety and mood in healthy men. *International Journal of Obesity Related Metabolism Disorders*, 27, 663-668.

PAWLAK, D. B., EBBELIN, C. B., LUDWIG, D. S. (2002). Should obese patients be counseled to follow a low-glycaemic index diet? Yes. *Obesity Reviews*, 3, 235-243.

RIZKALLA SW, BELLISLE F, SLAMA G. 2002. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. *British Journal of Nutrition*, 88, S255-S262.

SICHERI, R., EVERHART, J. E. (1998). Validity of a Brazilian food frequency questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake. *Nutrition Resource*, 18, 1649-1659.

SILVA, A. S. S.; HASS, P.; BERBER, R. C.; BATISTA, S. M. M.; ANTON, A. A.; FRANCISCO, A. (2006). Avaliação da resposta glicêmica em mulheres saudáveis após a ingestão de yacon (*Smallantus sonchifolliuns*), in natura, cultivada no Estado de Santa Catarina – Brasil. *Alimentação e Nutrição*, 17, 137 – 142.

SPIETH, L. E., HARNISH, J. D., LENDERS, C. M., RAEZER, L. B., PEREIRA, M. A., JAN HANGER, M. S. et al. (2000). A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. *Archives Pediatrics Adolescent Medical*, 154, 947–951.

WARREN, J. M.; HENRY, C. J.; SIMONITE, V. (2003). Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. *Pediatrics*, 112, 414.

WHO. World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Report of a WHO expert committee. WHO: Geneva, 1995.

WHO. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO consultation on obesity. WHO: Geneva, 1998.

WMA. World Medical Association Declaration of Helsinki: Human Subjects Ethical Principles for Medical Research Involving. (2000). *The Journal of the American Medical Association*. 284 (23), 3043-3045. Retrieved on May 29, 2008, from <http://jama.ama-assn.org/cgi/content/full/284/23/3043>

WILLETT, W. C., LENART, E. (1998). Reproducibility and validity of food frequency questionnaire. In: Willett W (ed). *Nutritional Epidemiology*, 2nd edn. Oxford University Press: New York.

WOLEVER, T. M. S. (2000). Dietary carbohydrates and insulin action in humans. *British Journal of Nutrition*, 83, S97–S102.

Table 1: Age, body mass index (BMI) and blood glucose values from women in control and experimental groups.

Group	Control group	Diabetic group	<i>P</i>
	(n = 15)	(n = 15)	
Age years	27.31 ± 5.11	27.02 ± 1.58	0.835
BMI kg/ m ²	27.05 ± 1.56	26.33 ± 0.45	0.097
Blood glucose mg/ dL	97.9 ± 8,1	125.3 ± 5.6	< 0.000

Results in mean ± SD; *P* value < 5% confidence interval

Table 2 – Frequency of consumption of low glycemic index (LGI) foods in control and experimental groups.

Groups	Control Group								Diabetic Group								<i>P</i>
	Daily		Frequently		Rarely		Never		Daily		Frequently		Rarely		Never		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Whole milk	05	33.3	09	60.0	01	6.7	-	-	-	-	13	86.7	02	13.3	-	-	0.032*
White cheese	-	-	11	73.3	03	20.0	01	6.7	-	-	03	20.0	12	80.0	-	-	0.011*
Yellow cheese	01	6.7	13	86.7	01	6.7	-	-	-	-	05	33.3	10	66.7	-	-	0.001*
Fruits	08	53.3	07	46.7	-	-	-	-	-	-	15	100.0	-	-	-	-	0.001*
Vegetables	02	13.3	12	80.0	01	6.7	-	-	12	80.0	03	20.0	-	-	-	-	< 0.000*
Legumes	02	13.3	12	80.0	01	6.7	-	-	09	60.0	06	40.0	-	-	-	-	0.007*
Red meat	08	53.3	07	46.7	-	-	-	-	02	13.3	13	86.7	-	-	-	-	0.022*
Poultry	10	66.7	05	33.3	-	-	-	-	-	-	15	100.0	-	-	-	-	< 0.000*
Other meats	-	-	14	93.3	01	6.7	-	-	-	-	08	53.3	07	46.7	-	-	0.015*

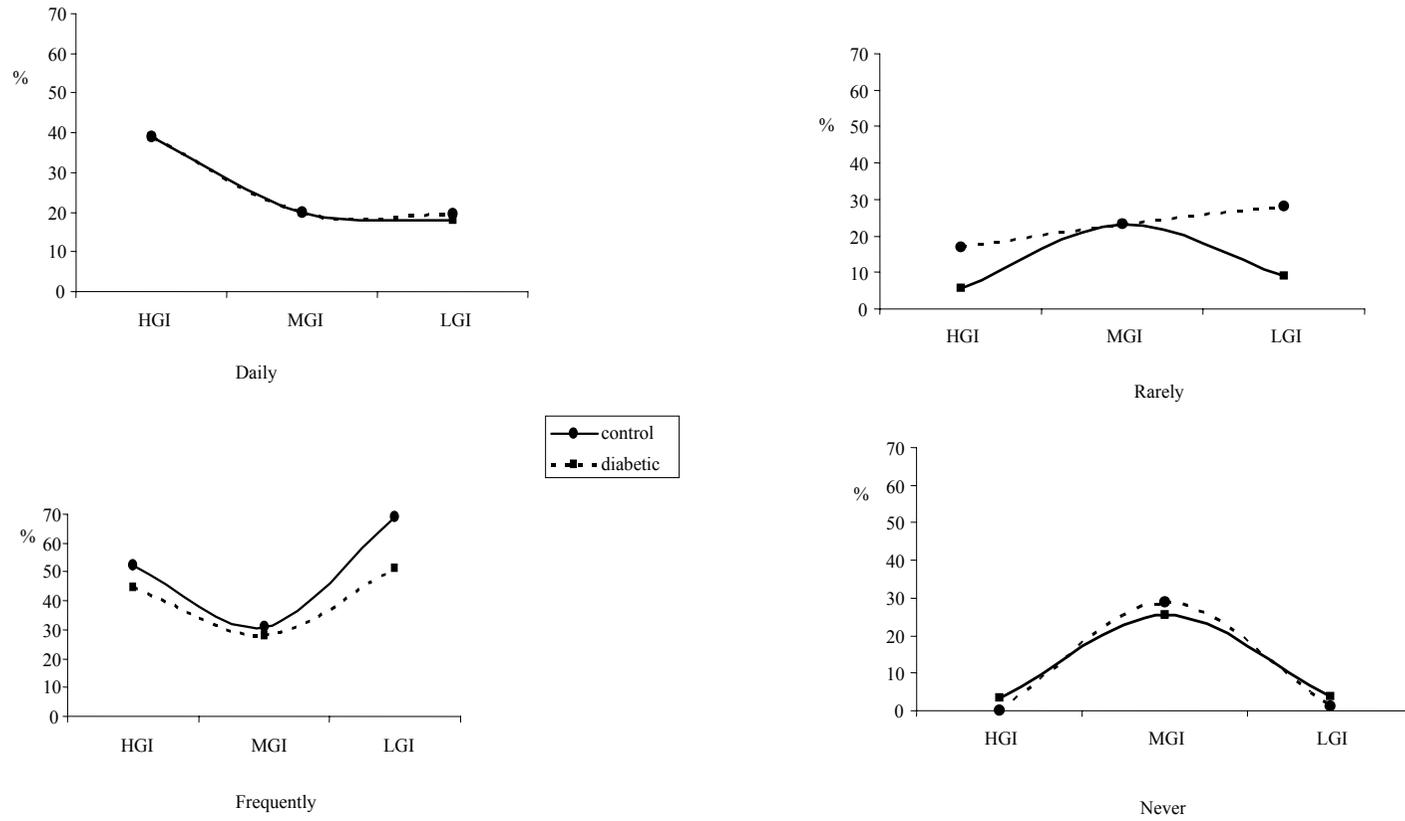


Figure 1 – Percentage distribution of the participants according to frequency of consumption of foods according to glycemic index. HGI = High glycemic index; MGI = Medium glycemic index; LGI = Low glycemic index.

Tabela 2 – Percentual de frequência do consumo de alimentos de alto, médio e baixo IG nos dois grupos estudados.

Índice glicêmico	Frequência	Controle	Diabético
		(%)	(%)
Alto	Diariamente	54,4	38,9
	Freqüentemente	36,7	44,4
	Raramente	5,6	16,7
	Nunca	3,3	-
Médio	Diariamente	20	20
	Freqüentemente	31,1	27,8
	Raramente	23,3	23,3
	Nunca	25,6	28,9
Baixo	Diariamente	18,1	12,4
	Freqüentemente	69,0	51,4

CAPÍTULO 4**DIETA DE BAIXO ÍNDICE GLICÊMICO: EFEITO SOBRE A PERDA DE PESO, GLICEMIA, SACIEDADE E PALATABILIDADE***

Artigo a ser enviado para publicação no periódico *British Food of Journal

Dieta de baixo índice glicêmico: efeito sobre a perda de peso, glicemia, saciedade e palatabilidade.

S. M. M. Batista

Nutrition Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

E. Teixeira

Food Science and Technology Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

E. A. M. Moreira

Nutrition Department

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

Autobiographical Note.

Sônia Maria de Medeiros Batista

Department of Nutrition

Federal University of Santa Catarina, Campus Trindade

88040-900 Florianópolis, Brazil.

sbatista@ccs.ufsc.br

Tel: +55 48 3721 9784. Home: +55 48 3233 6458. Cel: +55 48 9944 5123

Undergraduate degree in Nutrition from the Federal University of Rio Grande do Norte (1981), Master's degree in Food Science from the Federal University of Santa Catarina (1995), doctorate student in Food Science at the Federal University of Santa Catarina. Since 1986, Professor of Nutrition at the above institution where she teaches Diet-therapy I, Diet-therapy II and Supervised practical training in Clinical Nutrition. Has experience in the clinical nutritional field with emphasis in non-transmissible chronic diseases. Develops research and extension projects in the area of diabetes mellitus, obesity, and hypertension. Has numerous publications in Brazilian scientific journals, annals of scientific congresses and meetings and a book chapter.

Resumo

Objetivo: Avaliar os benefícios de uma dieta comercial com baixo índice glicêmico (BIG) sobre a glicemia, a redução do peso, a saciedade e a palatabilidade.

Sujeitos e Métodos: Estudo clínico - experimental com 10 mulheres, idade média de $38,8 \pm 11,3$ anos e índice de massa corporal (IMC) de $27,2 \pm 3,5$ kg/m² submetidas a dieta comercial de BIG por 7 dias (desjejum, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde, jantar e lanche da noite). Avaliação nutricional: IMC, circunferência da cintura (CC), prega cutânea tricípital (PCT) e circunferência braquial (CB). A glicemia capilar de jejum foi avaliada no primeiro e último dia do estudo, e glicemia pós-prandial três vezes ao dia em cinco dias. A saciedade e a palatabilidade foram avaliadas em três refeições durante os sete dias.

Resultados: Observaram-se baixas glicemias pós-prandial $91,6 \pm 9,6$ mg/dL e de jejum $88,7 \pm 6,1$ mg/dL, porém sem diferença significativa entre elas. Houve redução significativa do peso corporal $1,1 \pm 0,7$ kg ($P = 0,001$) e da circunferência da cintura $3,6 \pm 4,8$ cm ($P = 0,041$), além de uma alta saciedade e palatabilidade.

Conclusões: A dieta comercial de BIG reduziu o peso corporal e a CC, além de proporcionar maior saciedade. Estas mudanças foram acompanhadas por baixos valores de glicemias pós-prandiais. Conclui-se assim, que a dieta BIG possa ser benéfica na prevenção de doenças metabólicas e suas possíveis complicações.

Palavras chaves: Índice glicêmico, sobrepeso, saciedade e palatabilidade.

Introdução

O índice glicêmico (IG) é um indicador baseado na habilidade da ingestão do carboidrato (50 g) de um dado alimento elevar os níveis de glicose sanguínea pós-prandial, comparado com um alimento referência, a glicose ou o pão branco. Fatores como a presença de fibra solúvel, o nível do processamento do alimento, a interação amido-proteína e amido-gordura, podem influenciar nos valores do índice glicêmico (FAO/WHO, 1998).

O IG foi proposto para auxiliar a seleção de alimentos, assim consideram-se alto, IG maior ou igual a 70, médio IG entre 56 e 69 e baixo IG inferior ou igual a 55 (Brand-Muller and Foster-Powell, 2003). A recomendação para o uso do IG, baseia-se, principalmente, na substituição de alimentos de alto IG por baixo ao longo do dia (Leeds, 2002, Pi-Sunyer, 2005).

A inclusão do IG planejamento de dietas é uma estratégia que tem sido estudada principalmente na Austrália, onde Brand-Miller et al. (Foster-Powell and Brand-Muller, 1995, Brand-Muller and Foster-Powell, 2003, Brand-Muller et al., 2002) vêm, há anos, desenvolvendo estudos e comprovando algumas influências negativas de IG moderado ou alto sobre a saúde. Os Estados Unidos, através da *American Diabetes Association* (ADA, 2007) por sua vez, questionavam a utilização ou não do IG dietético, porém passaram a considerar que pode ser relevante avaliá-lo no contexto de uma dieta saudável (Sampaio et al., 2007). Brand-Miller e colaboradores (Brand-Muller et al., 2004) recomendam que uma dieta saudável, respeitando ao máximo o hábito do indivíduo, poderia incluir diariamente de 9 a 12 alimentos de baixo Índice Glicêmico.

As evidências científicas reforçam que o carboidrato é o maior preditor do aumento da glicemia pós-prandial, devendo-se considerar qualidade e quantidade deste macronutriente (Chandalia et al., 2000, ADA, 2004). Existem diversos fatores que

interferem na resposta glicêmica dos alimentos, como a procedência do alimento, tipo de cultivo, forma de processamento e cocção, consistência e teor de fibras (FAO/WHO, 1998, Björck et al., 1994, Bonfaccia et al., 2000, Augustin et al., 2002, ADA, 2002).

O equilíbrio na composição da dieta é um fator imprescindível no tratamento da obesidade, garantindo o bom estado nutricional com baixa densidade energética, saciedade e uma boa palatabilidade, respeitando o padrão alimentar individual e proporcionando a perda de peso gradual necessária (FAO/WHO, 1998, Sampaio et al., 2007).

Outro aspecto importante na determinação do balanço energético é a presença de fibras na dieta, a qual não fornece calorias e tem um alto poder de saciedade.

Apesar da elevada densidade energética dos lipídios, não é recomendado uma ingestão deste nutriente menor que 30 % do Valor Calórico Total (VCT), uma vez que teores reduzidos de gordura comprometem o poder de saciedade, a textura e a palatabilidade das dietas, dificultando a adesão ao tratamento em longo prazo, além de aumentar a proporção de carboidratos e /ou proteínas ingeridas (Holt, 1995, Rolls, 2000).

A redução do peso corporal vem sendo estimulada pela *Organização Mundial da Saúde* (FAO/WHO, 1998) pelos riscos de doenças cardíacas, Diabetes *mellitus* e alguns tipos de câncer, entre outras, e em obesos com IMC $< 35,0 \text{ kg/m}^2$ esta redução pode ser alcançada através de uma dieta equilibrada em nutrientes (Sampaio et al., 2007).

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar efeito de uma dieta de BIG durante sete dias, com seis refeições diárias, sobre a resposta glicêmica pós-prandial, a redução do peso corporal, a saciedade e a palatabilidade das refeições.

Sujeitos e Métodos

Delineamento do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Trata-se de estudo clínico-experimental com duração de sete dias cujo protocolo esta de acordo com a Declaração de Helsinki da Associação Médica Mundial de 1964 (DHAMM, 1964) e suas emendas (1975, 1983, 1989, 1996 e 2000) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (protocolo número 094/04).

Participaram do estudo 10 mulheres voluntárias não fumantes, com idade média de $38,8 \pm 11,3$ anos e índice de massa corporal (IMC) de $27,2 \pm 3,5$ kg/m².

Critérios de Inclusão: com história de níveis glicêmicos anteriores dentro da faixa de normalidade (70 - 100 mg/ dL), sem utilização de medicamentos no período da pesquisa e que apresentavam um Índice de Massa Corporal (IMC) igual ou superior a 25 kg/m².

Critérios de exclusão: a presença de infecção, doença cardiovascular e/ou neurológica, insuficiência renal e gestação; ser fumante e ter prática de atividade física de alto impacto; uso de drogas como antiinflamatórios e/ou antibióticos que modificassem a ingestão de alimentos ou o comportamento alimentar nos seis meses antecedentes a coleta dos dados.

Randomização da amostra: A amostra foi selecionada por adesão voluntária a partir de convite verbal a funcionárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. No primeiro dia de avaliação cada participante recebeu instruções detalhadas sobre os procedimentos experimentais e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido.

Métodos

Avaliação antropométrica

O estado nutricional das participantes foi avaliado pela antropometria. Dados de peso e altura foram medidos no primeiro dia do estudo para posterior cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC – kg/m^2). A classificação do estado nutricional foi realizada segundo a WHO (1998) [1]. Também foram coletados os dados de circunferência braquial e circunferência da cintura com fita métrica de 150 cm e prega cutânea tricúspita com adipômetro marca SKINFOLD CALIPER, segundo os critérios preconizados pela WHO (1998), assim como os pontos de corte.

Dieta

A dieta comercial da marca Substância[®] foi igual para todas as participantes e era composta de seis refeições diárias (desjejum, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde, jantar e lanche da noite). O cálculo da composição química foi realizado por tabela de composição dos alimentos (TACO, 2006) e o índice glicêmico segundo Foster Powell (2002). As refeições eram compostas, em média, de: $1.126,57 \pm 93,81$ kcal, $139,00 \pm 7,30$ g de carboidratos, $70,01 \pm 3,75$ g de proteínas, $32,29 \pm 8,03$ g de gorduras totais, $11,47 \pm 4,19$ g gordura saturada, zero de gorduras trans e $26,41 \pm 1,68$ g de fibra alimentar total e índice glicêmico de 55 (Tabela 1).

Com exceção dos vegetais crus oferecidos como salada e das frutas oferecidas após o almoço, após o jantar e uma no lanche da manhã, todas as preparações eram congeladas já prontas e aquecidas na hora do consumo em forno de microondas. Apenas o jantar não foi oferecido no laboratório em função da disponibilidade de horários das participantes. Esta refeição foi consumida na casa das participantes.

Avaliação da glicemia de jejum e da glicemia pós-prandial

As amostras de sangue foram coletadas por punção capilar na ponta do dedo indicador da mão direita com uma lanceta automática e ponteira descartável. A glicemia foi avaliada por meio de uma gota de sangue, a qual foi colocada em uma fita reagente

específica para o glicosímetro portátil, marca Accu-Check Active (Roche). Esta determinação está de acordo com o protocolo da FAO/WHO (1998) [1]. Foram coletadas amostras de sangue em jejum no primeiro dia do estudo, antes do consumo da primeira refeição e um dia após o término do estudo. Do primeiro ao sétimo dia do estudo foram verificadas as glicemias pós-prandial duas horas após o desjejum, o almoço e o jantar.

Avaliação da saciedade e de palatabilidade

A percepção de saciedade foi avaliada segundo a escala análoga de sete pontos, (Holt et al., 1995) ancorada nas duas extremidades com os termos “extremamente faminto” e “extremamente satisfeito”, nos sete dias do estudo, imediatamente após o consumo completo das refeições de desjejum, almoço e jantar (Figura 1).

A palatabilidade por sua vez foi avaliada nos mesmos dias e horários da avaliação da saciedade, através de uma escala de palatabilidade de sete pontos, (Holt et al., 1995) ancorada nas duas extremidades com os termos “gostei muito” e “desgostei muito” (Figura 2).

Análise estatística

Para análise estatística dos dados, realizou-se o teste t pareado para verificar se houve diferença nas medidas de peso, circunferência da cintura e glicemia de jejum entre os períodos inicial e final. A glicemia pós-prandial foi comparada entre o primeiro e segundo dia e entre o primeiro e o quarto dia. Além disto, realizou-se o teste de Wilcoxon para observar se houve diferença na saciedade e palatabilidade durante todos os dias do estudo. O intervalo de confiança assumido foi de 95 %. Os programas *Microsoft Excel (Microsoft Office XP)* e *Statistical Package for the Social Science (SPSS) for Windows (versão 14.0)* foram utilizados para a tabulação e análise dos dados. Considerou-se estatisticamente significante o valor de *P* menor que 0,05.

Resultados

A idade média das participantes foi de $38,8 \pm 11,3$ anos, variando de 23 a 50 anos. A redução média de peso corporal foi de $1,1 \pm 0,7$ kg. O peso médio inicial das participantes foi de $68,5 \pm 11,3$ kg e o peso médio final $66,6 \pm 11,0$ kg. O IMC médio inicial foi de $27,22 \pm 3,49$ kg/m² e o final foi de $27,15 \pm 3,68$ kg/m². Houve redução significativa entre peso inicial ($67,4 \pm 11,3$) e final ($66,3 \pm 11,0$), ($P = 0,001$) e circunferência da cintura inicial ($86,7 \pm 11,7$) e final ($83,1 \pm 8,6$), ($P = 0,014$) (Tabela 2).

A composição química média das dietas nos sete dias do estudo está apresentada na figura 3.

As glicemias de jejum apresentaram-se dentro do padrão de normalidade tanto no início como no final do estudo sendo a media de $88,7 \pm 6,0$ mg / dL, com o menor valor de 75 mg/ dL e a maior de 91 mg/ dL. Quanto às glicemias pós-prandiais, estas também estiveram dentro do padrão de normalidade, em todos os dias, ou seja, abaixo de 140 mg/ dL sendo o valor médio de $91,6 \pm 9,6$ mg/ dL. O maior valor de glicemia pós-prandial observado foi de 115 mg/ dL, seguido do valor de 105 mg/ dL. É importante salientar que todos os demais valores de glicemia pós-prandial (duas horas após a refeição) variaram de 77 mg/ dL a 90 mg/ dL, independentemente se a refeição foi desjejum, almoço ou jantar (Tabela 3).

A saciedade avaliada foi elevada nas três refeições nos sete dias do estudo, mostrando predominantemente as respostas “extremamente satisfeita” ou “satisfeita”.

No desjejum do segundo e sexto dia de estudo, duas participantes referiram estar “pouco satisfeita” e no quarto dia apenas uma participante referiu sentir-se “um pouco faminta”. As demais respostas não foram referidas em nenhum dia no desjejum. No almoço dos dias 4, 5 e 6 uma das participantes referiu estar “pouco satisfeita”. O

período de maior variedade na saciedade foi após o jantar, quando uma participante referiu sentir-se “faminta”, uma referiu sentir-se “um pouco faminta” e uma outra referiu sentir “nenhum sentimento particular”. Não houve diferença significativa da saciedade entre as seis refeições do dia, em nenhum dos dias da dieta, apesar do alto grau de satisfação apresentado pela maioria das voluntárias (**Figura 3**).

Em relação à palatabilidade as respostas “gostei muito” e “gostei” predominaram em todas as refeições nos sete dias do estudo, apresentando diferença significativa no almoço quando se comparou o dia 1 com o dia 4, e o dia 1 com os dias 6 e 7, sendo significativamente mais palatável o almoço do dia 1. Também houve diferença significativa na palatabilidade do jantar quando se comparou o dia 2 com os dias 5 e 6, e quando se comparou o dia 4 com o dia 6, sendo o jantar do dia 2 mais palatável que os demais (Figura 4). Vale ressaltar que as respostas “desgostei muito” e “desgostei” estiveram ausente em todos os dias do estudo.

Vários fatores contribuem para os diferentes resultados encontrados quando se avaliam os efeitos da composição da dieta na saciedade e apetite, sendo a palatabilidade um desses fatores, além da composição dos macronutrientes, a densidade calórica e o volume da refeição oferecida, dentre outros. Por isso, a influência dos macronutrientes na ingestão calórica tem sido investigada, mas os resultados ainda são controversos (Sawaya et al., 2001, Jimenez-Cruz et al., 2005, Belisille et al., 2007).

Discussão

A redução de peso das participantes submetidas a uma dieta de baixo IG ao final do estudo de uma semana foi significativa ($P < 0,05$). Resultados semelhantes foram também observados em longo prazo em estudo onde os participantes ($n = 10$) foram acompanhados por doze meses seguindo dieta de baixa carga e índice glicêmicos ou reduzidos em gordura no controle da obesidade. Durante o estudo a ingestão calórica

dos participantes não foi restrita e os resultados mostraram que o grupo que ingeriu dieta de baixo IG apresentou maior redução do índice de massa corporal (IMC) e da massa gordurosa (Ebbeling et al., 2003).

A redução significativa da circunferência da cintura nas mulheres durante os sete dias do estudo foi um fator positivo, uma vez que esta medida quando tem valores igual ou superior a 88 cm na mulher, propicia o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes *mellitus* tipo 2, mais do que se a maior parte da gordura estivesse nas coxas e quadris (FAO/WHO, 1998, NIH, 2002, Pitanga et al., 2005). A redução da circunferência da cintura é vista por Rosini e colaboradores (Rosini et al., 2005) como um fator de proteção para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Este resultado tem sido observado também em outros estudos, seja com adultos normais e diabéticos (Jiménez-Cruz et al., 2003, Jiménez-Cruz et al., 2005, Rosini et al., 2006) ou com adolescentes obesos (Buyken et al., 2001).

As glicemias de jejum e pós-prandiais mantiveram-se abaixo de 100 mg / dL em todas as participantes, todos os dias do estudo, como também foi observado em outros estudos (Jiménez-Cruz et al., 2005, Belisle et al., 2007, Ludwig et al., 1999).

Deve salientar que não é necessário ou desejável evitar os alimentos rapidamente digeridos da dieta. Alguns alimentos podem ser boas escolhas em algumas situações e não em outras (FAO/WHO, 1998). O IG não pode ser considerado isoladamente na avaliação e escolha dos alimentos, pois inúmeros fatores nutricionais devem ser considerados. São inúmeras as constatações levantadas a respeito das vantagens metabólicas e dos benefícios para o controle e prevenção de doenças crônicas associadas a uma baixa resposta glicêmica. Sugere-se que o planejamento da dieta seja feito como um todo e não apenas na escolha de alguns alimentos isoladamente ou seja, alimentos de alto índice glicêmico não precisam ser excluídos da dieta, mas sim

consumidos dentro de um planejamento onde o total da refeição proporcione uma baixa e gradual resposta glicêmica.

Na dieta em estudo observam-se a presença de alimentos como o mel, bolinhos de frutas, pães e sanduíches, os quais não possuem baixo IG, porém, ao serem ingeridos associados com outros alimentos de baixo IG, ou em preparações com grãos integrais, ricos em fibras, a elevação da glicemia pós-prandial é lenta, reduzindo o IG da refeição como um todo.

Em um estudo comparando dois tipos de refeições, ambas compostas de alimentos com baixo, médio e alto IG, Ludwig e colaboradores (1999) observaram um aumento de 81 % na ingestão alimentar após a refeição com alto IG quando comparada com a ingestão de duas outras refeições com o mesmo valor energético com baixo IG. Resultados semelhantes também foram observados em um estudo (n = 10) com alimentos regionais no México (Jiménez-Cruz et al., 2005). Confirmando estes dados, Stubbs e colaboradores (2001) listaram mais que 26 trabalhos os quais mostravam que os carboidratos complexos têm um maior efeito na redução da fome e na conseqüente limitação na ingestão de energia. As refeições empregadas no presente trabalho seguiram as recomendações com valores inferiores a 55 para a refeição com baixo índice glicêmico (IG) e maiores de 86 para a de alto IG e apresentaram 51,8 g e 55,4 g de carboidrato, respectivamente.

Jiménez-Cruz e colaboradores (2003), estudando alimentos comumente consumidos no México, observaram que após três semanas utilizando uma dieta de baixo IG em um grupo de voluntários, houve redução de peso e dos níveis de colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade. Mais tarde estes mesmos autores observaram um aumento da saciedade em outro grupo de voluntários, após o consumo de refeições de baixo IG (Jiménez-Cruz et al., 2003).

Em outro estudo, a maior perda da adiposidade observada em um grupo que ingeriu dieta de baixo IG foi associada a uma menor sensação de fome e/ou maior saciedade, promovendo uma menor ingestão e um menor peso corporal (Ebbeling, et al., 2003).

Ainda estudando-se o efeito do IG sobre a saciedade, pesquisadores observaram o efeito de três refeições com diferentes valores de IG (55, 75, 100). Verificou-se que a ingestão de alimentos na refeição seguinte foi menor após a refeição com BIG do que após a refeição com AIG (Warren et al., 2003). A escolha de alimentos de BIG em substituição aos de AIG tem sido apontada como uma estratégia benéfica à saúde, uma vez que aumenta a saciedade, diminui a fome e/ou diminui a ingestão voluntária, contribuindo com um melhor comportamento alimentar, o que reduz o risco de sobrepeso, obesidade e suas conseqüências (Ball et al., 2003, Ludwig, 2000).

A palatabilidade apresentou resultados bastante satisfatórios, uma vez que predominou em todos os dias do estudo as respostas “gostei muito” e “gostei”, e teve uma relação direta com a saciedade, a qual também obteve as resposta “extremamente satisfeita” e “satisfeita” prioritariamente. A composição química das refeições foi semelhante em todos os dias, mantendo o percentual dos macronutrientes e calorias. Estes dados vão de encontro a alguns estudos onde mostram que quando as dietas apresentavam a mesma densidade calórica e palatabilidade similares, a saciedade também era satisfatória, sugerindo que ingestão calórica foi influenciada pela composição da dieta, não importando se esta tem mais lipídios ou carboidratos (Johnstone et al., 1996, Johnston et al., 2002, Rumpler et al., 2006). Quanto à influência dos componentes químicos da dieta na palatabilidade, estudos mostram que pessoas apresentam menor sensação de fome, menores ingestão calórica e maior saciedade após

a ingestão de uma carga de proteína, quando comparada à ingestão de cargas de carboidrato e lipídio (Johnstone et al. 1996, Hermsdorff et al., 2007).

Este estudo observou resultados semelhantes a vários outros citados nesta discussão, os quais apóiam a hipótese de que alimentos de baixo IG, os quais influenciam positivamente na saciedade, proporcionam melhor controle da glicemia pós-prandial e auxiliam na redução do peso corporal, e podem ser preparados com ingredientes que proporcionem maior palatabilidade sem alterar os valores do IG. Os alimentos de baixo IG têm como característica principal, baixa densidade calórica, alto teor de fibra e proteína (Holt et al., 2001, Sargita-Pai et al., 2005, Jimenez-Cruz, et al., 2005, Rumpler et al., 2006, Du and Feskens, 2006, Beulens et al., 2007, Sampaio et al., 2007).

Conclusão

Os resultados deste estudo mostraram uma relação positiva da saciedade com a redução do peso corporal e da circunferência da cintura, além de valores de glicemia pós-prandial semelhante a glicemias de jejum. Da mesma forma, a palatabilidade das refeições apresentou resultados satisfatórios, uma vez que a grande maioria das participantes pontuou o valor máximo de aceitação na escala de avaliação, em todas as refeições, todos os dias.

Os alimentos que compunham as refeições da dieta comercial utilizada neste estudo são de fácil acesso à população uma vez que podem ser encontrados no comércio e a maioria faz parte do hábito alimentar do brasileiro tais como as frutas, verduras, legumes, carne, frango, peixes, leite e derivados. Adicionados a estes alimentos, estão os cereais integrais, os quais são imprescindíveis em uma alimentação saudável.

A composição química média da referida dieta demonstrou equilíbrio entre os nutrientes analisados, e a alta palatabilidade apresentada, mostrou que a forma de

preparo de alimentos comuns pode ser mais bem trabalhada no planejamento de refeições, de maneira que sejam saudáveis e mais palatáveis. Os resultados sugerem que a utilização de dietas com baixo índice glicêmico na prática clínica para o controle e tratamento da obesidade e diabetes é uma alternativa viável.

Referências

- American Dietetic Association (ADA). (2002), “Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber.” *Journal American Dietetic Association*, Vol. 102 No. 7 pp. 993 – 1000.
- American Diabetes Association (ADA). (2004), “Nutrition principles recommendations in the diabetes (position statement). *Diabetes Care*, Vol. 27 No. 1 pp. S36-S46.
- American Diabetes Association (ADA) (2007), “Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus (position statement)”, *Diabetes Care*, Vol. 30 No. 1pp. S48-S65.
- Augustin, L.S., Franceschi, S., Jenkins, D.J., Kendall, C.W., La Vecchia, C. (2002), “Glycemic index in chronic disease: a reviews”, *European Journal of Clinical Nutrition* Vol. 56 No. 11 pp. 1049-1071.
- Ball, S.D., Keller, K.R., Moyer-Mileur, L.J., Ding, Y.W., Donaldson, D., Jackson, W.D. (2003), “Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents”, *Pediatrics*, Vol. 11 No. 3 pp. 488-494.
- Bellisle, F., Dalix, A.M., De Assis, M.A., Kupek, E., Gerwig, U., Slama, G. and Oppert J.M. (2007) Motivational effects of 12-week moderately restrictive diets with or without special attention to the Glycaemic Index of foods. *Brit. J. of Nutr.*, Vol. 97 No. 5 pp. 790-798.

- Björck, I., Graanfeldt, Y., Liljeberg, H., Tovar, J., Asp, N. G. (1994), “Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrate.” *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 59 No. 3 pp. 699S - 705s.
- Beulens, J. W. J., Bruijne, L. M., Stolk, R. P., Peeters, P. H. M., Bots, M. L., Grobbee, D. E., Van Der Schouw, Y. T. (2007), “High dietary glyceemic load and glyceemic index increase risk of cardiovascular disease among middle-aged women.” *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 50 pp. 14 – 21.
- Brand-Miller, J. C., K. Foster-Powell, (2003), “Glyceemic load and chronic disease.” *Nutrition Reviews*, Vol. 61 No. 5 pp. S56 - S60.
- Bonafaccia, G., Galli, V., Francisi, R., Mair, V., Skrabanja, V., Kreft, I. (2000), “Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread.” *Food Chemistry*, Vol. 68 No. 4 pp. 437 - 444.
- Buyken, A .E., Toeller, M., Heitkamp, G., Karamanos, B., Rottiers, R., Muggeo, M., Fuller, J.H. (2001), “Glyceemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids”, *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 No. 3 pp. 574-581.
- Declaração de Helsinki. Associação médica mundial 1964–1983 adotada na 18a. Assembléia Médica Mundial, Helsinki, Finlândia (1964), alterada na 29a. Assembléia, em Tóquio, Japão (1975) e 35a. em Veneza, Itália (1983).
- Feskens, E. J. M., Du, H (2006), “Dietary glycaemic index from an epidemiological point of view.” *International Journal of Obesity*, Vol. 30 pp. S66 – S71.
- Ebbeling, C. B., Leidig, M. M., Sinclair, K. B., Hangen, J. P., Ludwig, D. S. (2003), “A reduced-glyceemic load diet in the treatment of adolescent obesity.” *Archives Pediatrics Adolescent Medical*, Vol. 157 No. 8 pp. 773-779.
- FAO/WHO. Expert Consultation. *Carbohydrates in human nutrition*. Geneva: Food

- and Agriculture Organization, World Health Organization. FAO, 1998.
- Ferreira, M.G., Valente, J.G., Silva, R.M.V.G., Sichieri, R. (2006), Acurácia da circunferência da cintura e da relação cintura/quadril como preditores de dislipidemias em estudo transversal de doadores de sangue de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Vol. 22 pp. 307 – 314.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C. (2002), “International table of glycemic index and glycemic load values: 2002”, *American Journal of Clinical Nutrition* Vol. 76 No. 1 pp. 5-56.
- Hernsdorff, H. M., Volp, H. P., Carolina, A., Bressan, J. (2007), “O perfil de macronutrientes influencia a termogênese induzida pela dieta e a ingestão calórica.” *Archives Latinoamericano de Nutrición*, Vol. 57 No. 1 pp. 33 – 42.
- Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C., Petocz, P., Farmakalidis, E. (1995), “A satiety of common foods”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 49 pp. 675-690.
- Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C., Stitt, PA. (2001), “The effect of equal-energy portions of different breads on blood glucose levels, feelings of fullness and subsequent food intake”, *Journal of the American Dietetic Association*, Vol. 101, No. 7 pp. 767-773.
- Jiménez-Cruz, A., Gutiérrez-González, A. N., Gascon-Bacardi, M. (2005), “Low glycemic index lunch on satiety in overweight and obese people with type 2 diabetes.” *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 20 No. 5 pp. 348 - 350.
- Jiménez-Cruz, A., Gascon-Bacardi, M., Turnbull, W. H., Rosales-Garaes, P., Severino-Lugo, I. (2003), “flexible, low glycemic index Mexican style diet in overweight and obese with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period.” *Diabetes Care*, Vol. 26 No. 7 pp. 1967 – 1970.

- Johnstone, A.M., Stubbs, R.J., Harbron, C.G. (1996), "Effects of overfeeding macronutrients on day-to-day food intake in man." *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 50 No. 7 pp. 418-30.
- Johnston, C. S., Day, C. S., Swan, P. D. (2002), "Postprandial thermogenesis is increased 100% on a high-protein, low-fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in healthy, young women." *Journal American of College Nutrition*, Vol. 21 No. 1 pp. 55–61.
- Leeds, A. R. Glycemic index and heart disease. (2002), *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 76 No. 1 pp. 286S-289S.
- Pi-Sunyer, X. (2005), "Do Glycemic Index, Glycemic Load, and Fiber Play a Role in Insulin Sensitivity, Disposition Index, and Type 2 Diabetes?" *Diabetes Care*, Vol. 28 No. 12 pp. 2978 - 2979.
- Brand-Miller, J. C., Holt, D. B., Pawlak, S. H., Mcmillan, J. (2002), "Glycemic index and obesity." *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 76 No. 1 pp. 281S-285S.
- Sampaio, H. A. C., Sabry, M. O. D., Matos, M. R. T., Passamai, M. P. B., Passos, T. U., Rego, J. M. C. (2007), "Índice glicêmico de dietas consumidas por escolares com excesso de peso e eutróficos: existe diferença?" *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, Vol. 22 No. 2 pp. 127 – 132.
- Brand-Miller, J. C. (2004), "Postprandial glycemia, glycemic index, and the prevention of type 2 diabetes." *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 80 No. 2 pp. 243 – 244.
- Chandalia, M., Garg, A., Lutjohann, D., Von Bergmann, K. S., Grundy, M., Brinkley, L. J. (2000), "Beneficial Effects of High Dietary Fiber Intake in Patients with

- Type 2 Diabetes Mellitus.” *The New England Journal of Medical*, Vol. 342 No. 19 pp. 1392-1398.
- Ludwig, D. S. (2000), “Dietary glycemic index and obesity.” *Journal of Nutrition*, Vol. 130 No. 2 pp. 280S-283S.
- National Health and Medical Research Council (NHMRC) (1999), *Dietary Guidelines for Older Australians*, AusInfo, Canberra.
- Pitanga, F.J.G., Lessa, I. (2005), Indicadores Antropométricos de Obesidade como Instrumento de triagem para risco coronariano elevado em adultos na cidade de Salvador – Bahia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, Vol. 85 No 1 pp. 26-31.
- Rosini, N., Machado, M.J., Xavier, H.T. (2006), “Estudo de prevalência e multiplicidade de fatores de risco cardiovascular em hipertensos do município de Brusque /SC.” *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, Vol. 86 No. 3 pp. 219 – 222.
- Rolls, B.J. (2000), “The role of energy density in the over consumption of fat”, *The Journal of Nutrition*, Vol. 130 No. 2 pp. 268S-271S.
- Rumpler, W. V., Kramer, M., Rhodes, D. G., Paul, D. R. (2006), “The impact of the covert manipulation of macronutrient intake on energy intake and the variability in daily food intake in no obese men.” *International Journal of Obesity*, Vol. 30 pp. 774 – 81.
- Sangita Pai, P.S. Ghugre, S.A. (2005), “Udipi Satiety from rice-based, wheat-based and rice–pulse combination preparations.” *Appetite*, Vol. 44 pp. 263 – 271.
- Sawaya, A.L., Fuss, P.J., Dallal, G.E., Tsay, R., McCrory, M.A., Young, V., Roberts, S.B. (2001), “Meal palatability, substrate oxidation and blood glucose in young and older men”, *Physiology & Behaviour*, Vol. 72 pp. 5-12.
- Stubbs, R.J., Mazlan, N., Whybrow, S. (2001), “Carbohydrates, Appetite and Feeding

Behavior in Humans.” *The Journal of Nutrition*, Vol. 131 No. 10 pp. 2775S-2781S.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA-UNICAMP-Versão II.- Ed. Campinas – SP: NEPA-UNICAMP (2006) 113p.

Warren, J.M., Henry, C. J., Simonite, V. (2003) “Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children.” *Pediatrics*, Vol. 112, p. 414.

Tabela 1 Composição química da dieta comercial de BIG (Substância[®])

Refeição	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Café da manhã	Café, leite desnatado, linhaça bolinho de aveia.	Café, leite desnatado, linhaça, sanduíche integral c/ queijo e peito de peru.	Café, leite desnatado, linhaça, bolinho integral.	Café, leite desnatado, linhaça, sanduíche integral c/ queijo e peito de peru.	Café, leite desnatado, linhaça, bolinho de integral.	Café, leite desnatado, linhaça, sanduíche integral com queijo e peito de peru.	Capuccino com linhaça, bolinho de banana com aveia.
Lanche da manhã	Maça	Laranja	Pêssego	Pêra	Banana	Ameixa vermelha	Maça
Almoço	Salada de vegetais crus, peixe, risoto com legumes, pêssego.	Salada de vegetais crus, risoto de camarão, banana.	Salada de vegetais crus, carne, legumes cozidos, Laranja	Salada de vegetais crus, frango, arroz integral, banana.	Salada de vegetais crus, carne, purê de aipim, pêssego.	Salada de vegetais crus, chester, arroz integral, laranja.	Salada de vegetais crus, carne, risoto de arroz integral e ervas, pêra.
Lanche da tarde	Barra de cereal	Iogurte desnatado de frutas.	Bolinho integral	Iogurte desnatado de frutas.	Sanduíche integral.	Iogurte desnatado de frutas	Bolinho integral de frutas.
Jantar	Salada de vegetais crus, frango, bolinho de legumes, pêra.	Salada de vegetais crus, carne com legumes, banana.	Salada de vegetais crus, frango pêssego	Salada de vegetais crus, panqueca de frango, maçã.	Salada de vegetais crus, peixe, risoto de multicereais, pêra.	Salada de vegetais crus, carne, arroz integral, banana	Salada de vegetais crus, frango, legumes, pêssego.
Ceia	Iogurte de frutas	Sanduíche integral	Iogurte c/ aveia e mel	Pão integral de frutas.	Iogurte c/ aveia e mel	Barra de cereal	Iogurte de frutas
Total diário							
Valor Energético (kcal)	1021	1166	1233	1228	1168	1035	1035
Carboidratos (g)	154	140	134	138	137	131	139
Proteínas (g)	75	65	70	71	66	70	74
Gorduras Totais (g)	34	44	38	22	34	27	24
Gorduras Saturadas (g)	9	14	19	7	11	7	12
Fibra Alimentar (g)	28	24	26	25	28	27	27
Índice Glicêmico	52	56	52	58	54	58	55

Tabela 2 – Características antropométricas das participantes no início e no final do estudo

Variáveis Antropométricas	Media ± Desvio padrão	P
Peso inicial	67,42 ± 11,32	
Peso final	66,28 ± 11,01	0,001***
Índice de Massa Corporal Inicial	28,12 ± 3,50	
Índice de Massa Corporal Final	27,95 ± 3,69	
Prega Cutânea Tricipital Inicial	22,65 ± 6,78	0,004***
Prega Cutânea Tricipital Final	19,78 ± 6,25	
Circunferência Braquial inicial	31,80 ± 3,39	
Circunferência Braquial Final	30,11 ± 2,47	0,056
Circunferência da Cintura inicial	86,70 ± 11,69	
Circunferência da Cintura final	83,05 ± 8,64	0,041*

P < 0,05; ****P* < 0,001 estatisticamente significativo

Tabela 3 – Glicemias de jejum e pós-prandial das participantes no início e no fim do experimento.

Variáveis Glicêmicas	Media ± Desvio padrão
Glicemia de jejum inicial	88,7 ± 6,0
Glicemia de jejum final	86,9 ± 5,6
Glicemia pós prandial – dia 1	88,6 ± 8,8
Glicemia pós prandial – dia 2	89,8 ± 12,7
Glicemia pós prandial – dia 4	94,5 ± 9,7
Glicemia pós prandial – dia 7	93,5 ± 7,3
Análise comparativa entre	
as glicemias de jejum e pós prandial	
	<i>P</i>
GJI vs GJF	0,343
GPP – dia 1 vs GPP – dia 2	0,761
GPP – dia 1 vs GPP – dia 4	0,062
GPP – dia 1 vs GPP – dia 7	0,048

$P < 0,05$; *** $P < 0,001$ estatisticamente significativo; GJI = glicemia de jejum inicial;

GPP = glicemia pós prandial

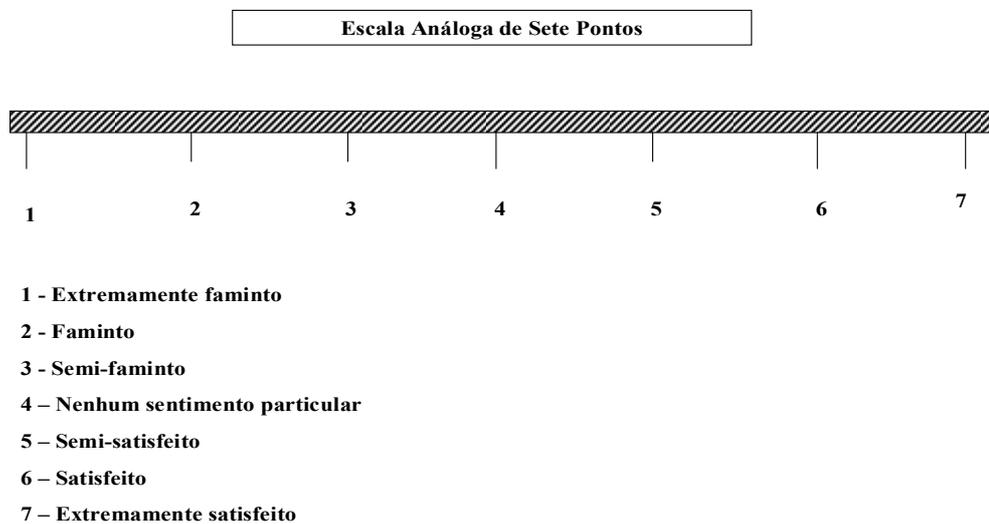


Figura 1 - Escala de avaliação da saciedade.

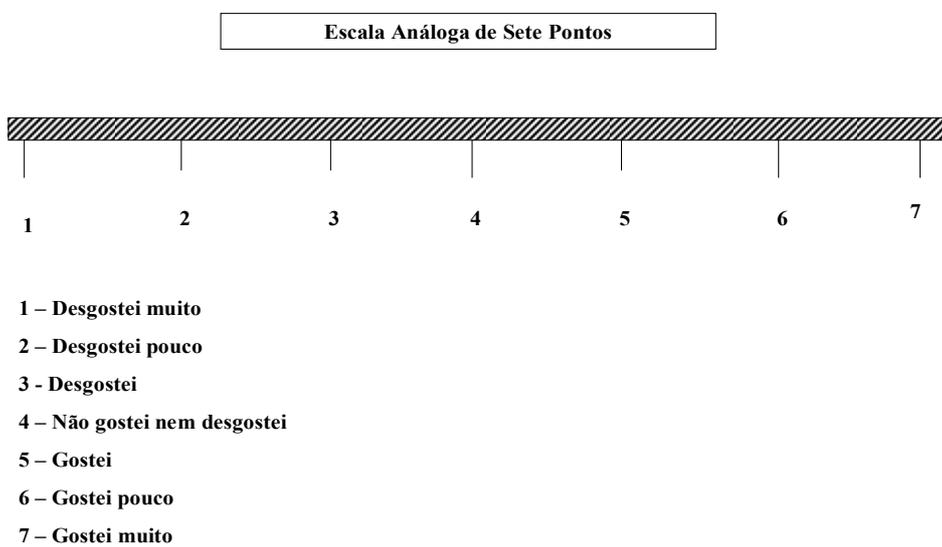
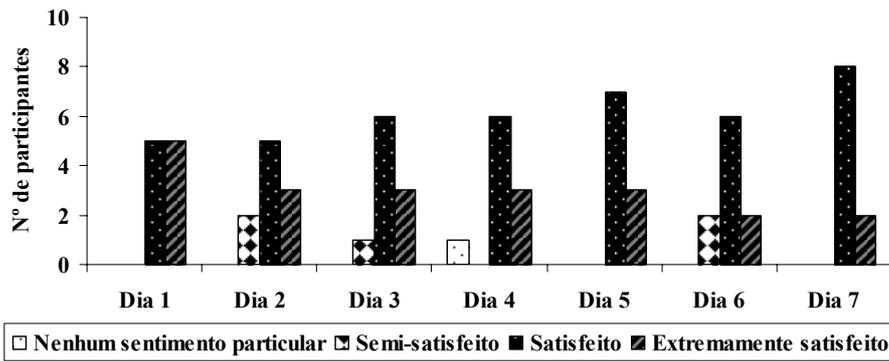
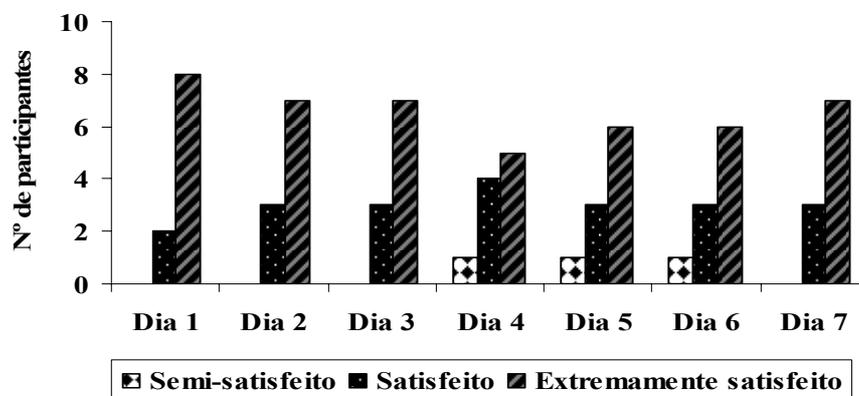


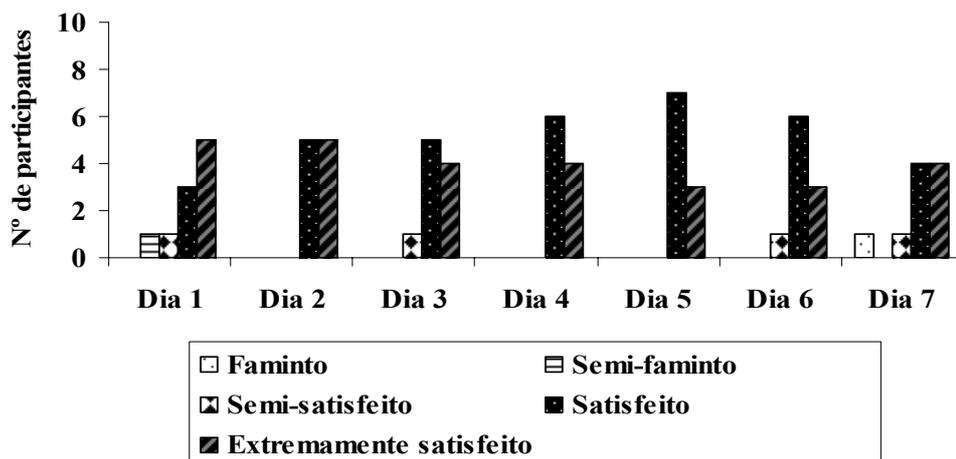
Figura 2 - Escala de avaliação da palatabilidade.



a) Distribuição dos participantes segundo saciedade no desjejum



b) Distribuição dos participantes segundo saciedade no almoço



c) Distribuição dos participantes segundo saciedade no jantar

Figura 4 –Saciedade no desjejum, almoço e jantar ao longo do estudo.

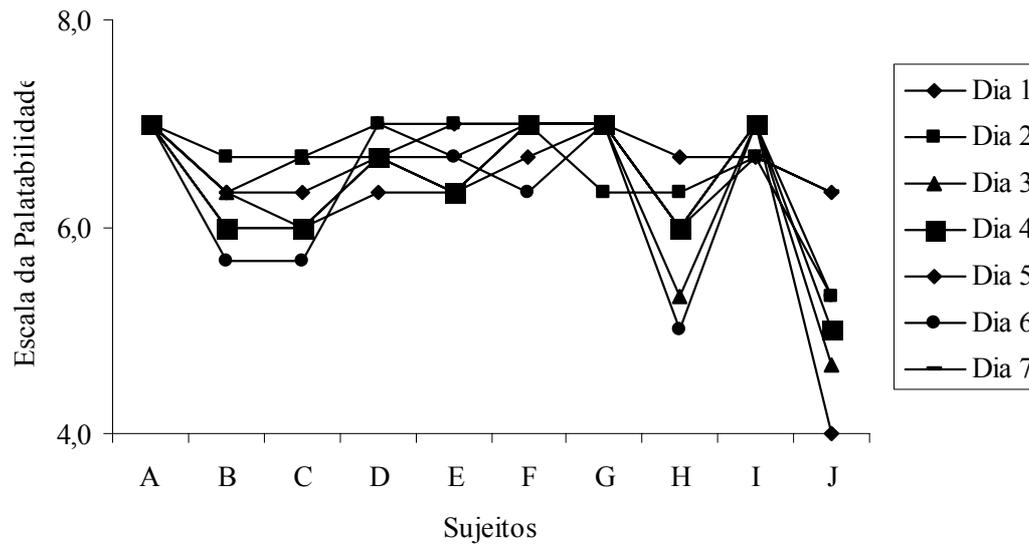


Figura 5 - Distribuição da amostra pela palatabilidade das dietas nos sete dias do estudo.

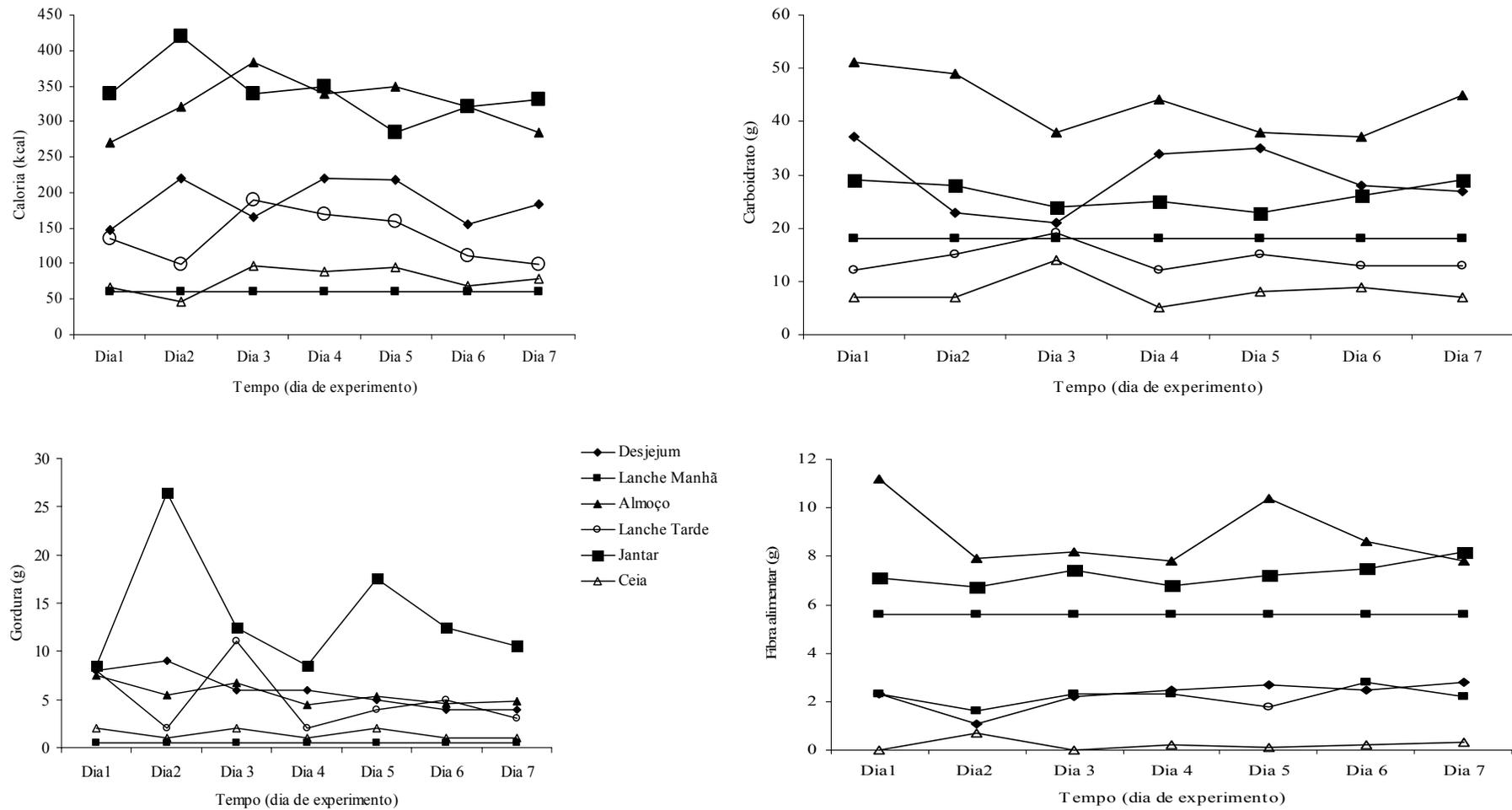


Figura 3 – Representação gráfica da composição química das sete dietas avaliadas em relação a caloria, carbohidrato, gordura e fibra.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de Índice Glicêmico (IG) foi inicialmente proposto por Jenkins et al. (1981). De acordo com seu estudo os autores recomendavam que o IG dos alimentos fosse utilizado para complementar as tabelas de composição de alimentos para auxiliar na prescrição de dietas para pessoas com diabetes.

O IG expressa o aumento da glicose no sangue após o consumo de um alimento fonte de carboidrato, comparando com o consumo de um alimento controle com a mesma quantidade de carboidrato “disponível”. Esse índice mostra como cada alimento comporta-se em termos de velocidade de digestão e absorção, em espaço de tempo de duas horas.

Este índice tem sido reconhecido como indicador de que as respostas da glicemia e da insulinemia pós-prandial a diferentes alimentos pode variar mesmo com a mesma quantidade total de carboidratos disponível. Embora a quantidade total da ingestão de carboidratos seja importante para o controle da glicemia, o uso do índice glicêmico dos carboidratos pode gerar benefícios adicionais não aumentando os ácidos graxos livres plasmáticos, reduzindo os níveis plasmáticos em jejum do LDL colesterol.

A FAO/WHO (1998) reconhece a importância de se utilizar alimentos de baixo IG, desde que seja levada em consideração a composição nutricional do alimento, ressaltando que alguns alimentos possuem baixo IG a custas de um maior teor de lipídeos.

Atualmente existem tabelas com o IG produzido por alimentos de diferentes partes do mundo e em diversas condições fisiológicas. Mais de 1200 alimentos já

tiveram seus IG determinados e alguns aqueles fontes de amido, incluindo batatas, pães, cereais processados, e algumas variedades de arroz, possuem alto IG.

As leguminosas, produtos lácteos, frutas, verduras e legumes possuem baixo IG e alimentos como sorvetes, bolos, bolachas e chocolates produzem uma resposta glicêmica moderada, provavelmente por terem em sua composição maiores quantidades de gorduras e frutose.

A utilização do IG na prática ainda é bastante questionada, sendo a variabilidade dos valores de IG de alimentos similares apontado como um dos principais pontos do questionamento. A FAO/WHO (1998) elaborou um protocolo com o objetivo de padronizar uma metodologia uniforme e assim minimizar as variações encontradas.

Wolever et al. (2003) realizaram estudo, utilizando o protocolo de determinação de IG proposto pela FAO/WHO (1998) em sete centros internacionais de pesquisa, onde testaram os mesmos alimentos com o objetivo de determinar a causa da variação do valor de IG. A conclusão do estudo foi de que a variabilidade da resposta glicêmica produzida pelos indivíduos dia-a-dia é o fator que leva a uma maior variação dos resultados de IG. Portanto, a melhor estratégia para solucionar esse fato é encontrar formas de reduzir essa variabilidade intra-pessoal. A resposta glicêmica da refeição é determinada por fatores individuais como a sensibilidade à insulina, funcionamento das células β , mobilidade gastrintestinal, atividade física, variações dos parâmetros metabólicos no dia-a-dia.

A *American Diabetes Association* (ADA) reconhece que o IG é um bom indicador para a classificação geral de resposta glicêmica dos alimentos, mas questiona a sua utilidade na prática clínica. Para esta, o uso de alimentos com baixo IG pode reduzir a hiperglicemia no pós prandial, mas que as evidências não são suficientes sobre os benefícios, em longo prazo, para que se possa recomendar o uso de dietas com baixo

IG, como estratégia individual para pacientes com diabetes tipo 1 e tipo 2.

Por outro lado, a *European Association for the Study of Diabetes*, a *Canadian Diabetes Association* e a *Dietitians Association of Australia*, recomendam o aumento do consumo de fibras e o consumo de alimentos de baixo IG para pessoas com diabetes como um apóio no controle do peso corporal e da glicemia pós-prandial.

Em uma publicação para prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, a WHO/FAO (2003) concluiu que alimentos de baixo IG, possivelmente, diminuem o risco de diabetes tipo 2 (principalmente, pelo melhor controle na liberação de insulina) e protegem contra o ganho de peso e obesidade, principalmente porque estes alimentos apresentam alto poder de saciedade.

No Brasil existem poucos trabalhos sobre o IG dos alimentos, porém, grupos de pesquisadores da Universidade de São Paulo têm desenvolvido trabalhos avaliando o IG de alguns alimentos brasileiros. Outros laboratórios de pesquisa têm determinado IG de alimentos isolados como o caso do IG da yacon realizado na Universidade Federal de Santa Catarina e do cuscuz e frutas regionais na Universidade Federal de Pernambuco.

Ainda não existe um consenso entre os diversos órgãos de saúde mundiais sobre a recomendação do índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG), como estratégia primária para o planejamento do plano alimentar para pessoas com Diabetes *Mellitus*, pois, questiona-se a relevância e praticidade destes métodos, havendo a necessidade de realização de mais estudos de longa duração com alimentos de baixo IG e CG, no intuito de avaliar seus efeitos na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas não transmissíveis.

A recomendação para o uso do IG baseia-se, principalmente, na substituição de alimentos de alto por baixo IG ao longo do dia.

Entretanto, de acordo com as evidências atuais, dietas com baixo IG podem ser particularmente benéficas para indivíduos com DM com valores altos de hemoglobina glicosilada, o que auxiliaria também na prevenção do risco de morte por doença cardiovascular, já que o IG determina o controle glicêmico pós-prandial.

Além disso, essas dietas parecem ter um efeito benéfico ou neutro nos lipídeos séricos, os quais também são considerados fatores de risco cardiovascular nesses pacientes. Por ser o IG e a CG ferramentas dietéticas que provêm informações sobre como os alimentos que contêm carboidrato afetam a glicemia, devemos levá-los em consideração no planejamento de dietas que visam prevenir ou controlar doenças crônicas não transmissíveis.

Dietas de baixo índice glicêmico podem ser uma alternativa não só para pacientes obesos, mas também para portadores de outras doenças crônicas não transmissíveis, utilizando-a em conjunto com outras estratégias alimentares e nutricionais. Deve ainda ser uma recomendação de alimentação saudável para a população em geral.

O conceito de índice glicêmico pode não ser simples do ponto de vista científico, mas sua utilização pode ser uma ferramenta para promoção de uma alimentação saudável.

Neste sentido é que alguns países já utilizam os valores de IG na informação nutricional dos rótulos dos alimentos industrializados, como forma de disponibilizar uma informação adicional ao consumidor a qual poderá beneficiá-lo na escolha de uma alimentação mais saudável.

ANEXOS

ANEXO A

COMITÊ DE ÉTICA

ANEXO B

TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO