UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Alimentos e Nutrição Experimental

Impacto do consumo de pães integrais na resposta glicêmica de voluntários
saudáveis

Juliana de Almeida Egas Negrini

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:

Profa. Dra. Elizabete Wenzel de Menezes

São Paulo
2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Alimentos e Nutrição Experimental

Impacto do consumo de pães integrais na resposta glicêmica de voluntários
saudáveis

Versão original encontra-se disponível no Serviço de Pós-Graduação da FCF/USP

Juliana de Almeida Egas Negrini

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:

Profa. Dra. Elizabete Wenzel de Menezes

São Paulo
2015

Juliana de Almeida Egas Negrini

Impacto do consumo de pães integrais na resposta glicêmica de voluntários
saudáveis

Versão Original

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção de grau de Mestre

Profa. Dra. Elizabete Wenzel de Menezes

1º Examinador

2º Examinador

São Paulo, Janeiro de 2015.

Dedico esse trabalho aos meus pais, Ruth e Marcelo, e ao meu marido, Fábio, que sempre me apoiaram e me incentivaram a lutar por todos os meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Assoc. Elizabete Wenzel de Menezes por ter aberto as portas do laboratório para mim pela segunda vez e pela orientação durante a realização deste trabalho.

A todos os professores com os quais eu tive oportunidade de aprender durante o mestrado, por terem colaborado na minha formação e amadurecimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de apoio financeiro para participação em congresso.

Aos companheiros do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos (FCF/USP) pela amizade e apoio contínuo para a realização deste trabalho.

À Dra. Eliana Bistriche Giuntini por ter sido professora e ter me dado total apoio para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da FCF/USP pela colaboração e ajuda durante esses anos juntos.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram da maneira que podiam para que eu chegasse aqui.

À minha família por todo o amor, carinho, compreensão, apoio, entendimento e paciência durante mais essa etapa da minha vida.

Aos meus pais, que sempre me deram amor e apoio incondicionais. Sem vocês eu não estaria aqui hoje.

Ao Fábio, por estar ao meu lado nesses últimos anos fazendo com que o mundo pareça mais fácil de lidar.

Resumo

NEGRINI, J.A.E. **Impacto do consumo de pães integrais na resposta glicêmica de voluntários saudáveis**. 2015. 53 pág. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Pães integrais são alimentos de consumo habitual da população brasileira, porém há poucas informações a respeito da resposta glicêmica pós-prandial. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta glicêmica produzida, em indivíduos saudáveis, após o consumo de pães de fôrma rotulados como integrais. Oito pães de fôrma integrais de três categorias (clássico, *light* e com grãos) foram avaliados, após o consumo de porção equivalente a 25 g de carboidratos disponíveis, através do índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG). Os voluntários (n=15) compareceram ao laboratório em jejum (10 a 12 horas), pela manhã, em onze ocasiões (três dias para o consumo do pão controle e um dia para cada tipo de pão de fôrma integral). A glicemia foi determinada em jejum (t=0) e após o consumo de cada pão nos tempos: 15; 30; 45; 60; 90 e 120 minutos. A curva de resposta glicêmica, a área sob a curva (ASC) e o cálculo do IG e CG para cada um dos pães foram realizados. Considerando a glicose como referência, os pães integrais clássicos (n=2) apresentaram alto IG (71 %); os *light* (n=2), IG baixo (50 %) e médio (58 %) e; os com grãos (n=4), IG baixo (44 e 49 %) e médio (57 e 60 %). Os pães de fôrma *light* e com grãos apresentaram IG menor que os do tipo clássico (p<0,05), os quais apresentaram IG igual ao pão francês (controle). Como foi consumida a mesma quantidade de carboidratos disponíveis, a menor proporção de açúcar solúvel na categoria *light* parece ter sido o fator que induziu ao menor IG observado. Em relação à CG, um pão de fôrma integral *light* (CG=10) e outro com grãos (CG=7) foram classificados como baixa CG; os demais pães integrais (n=6) foram classificados como média CG (11 a 16). Todos os pães integrais apresentaram CG inferior a do pão controle (CG=18) (p<0,05) e entre os integrais novamente os da categoria *light* e com grãos foram os que apresentaram menor CG. Assim, foi observada variação na resposta glicêmica após o consumo de pães de fôrma integrais, sendo que a redução no conteúdo de açúcares solúveis, para os pães *light*, e a adição de grãos integrais, nos pães com grãos, favoreceram menor elevação da resposta glicêmica pós-prandial.

Palavras-chave: Grãos integrais. Índice glicêmico. Carga glicêmica. Resposta glicêmica. Pão integral.

Abstract

NEGRINI, J.A.E. **Impact of consuming whole meal breads in the glycaemic response of healthy volunteers.** 2015. 53 pág. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Whole meal breads are part of the habitual daily diet of the Brazilian population, but there is little information on the postprandial glycaemic response. The aim of this work was to evaluate the glycaemic response produced, in healthy volunteers, following the consumption of breads labeled as whole meal. Eight whole meal breads of three different categories (classic, light and grains) were evaluated, after the consumption of a portion containing approximately 25 g of available carbohydrates, using the glycaemic index (GI) and glycaemic load (GL). The subjects (n=15) attended to the laboratory after an overnight fasting (10 to 12 hours), in eleven different occasions (three days for the consumption of the control bread and a day for each whole meal bread). In every occasion, a portion of bread containing 25 g of available carbohydrate was consumed. Capillary blood samples were taken immediately before (t=0) and 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after the consumption of test breads. The glycaemic response curve, area under the curve (AUC), GI and GL for each bread were obtained. Considering glucose as reference, the classic breads (n=2) had high GI (71 %); the light (n=2), low (50 %) and medium (58 %) GI; and grains (n=4), low (44 and 49 %) and medium (57 and 60 %) GI. The light and grain breads had lower GI than the classic ($p<0,05$), which presented GI similar to white bread (control). As the same amount of available carbohydrates was consumed, the reduced proportion of soluble sugars in the light category breads seems to be a factor that induced the lower GI observed. In relation to the GL, one light bread (GL=10) and a grain bread (GL=7) were classified as low GL; the other whole meal breads (n=6) were classified as medium GL (11 to 16). All whole meal breads had lower GL than the control bread (GL=18) ($p<0,05$), and among the whole meal breads the ones in both light and grain categories presented the lower GL. Therefore, it was possible to observe variation on the glycaemic responses following the consumption of whole meal breads, the reduction in soluble sugar content, in the light breads, and the addition of whole grains, in the grain breads, favored lower elevation in the postprandial glycaemic response.

Key words: Whole grain. Glycaemic index. Glycaemic load. Glycaemic response. Whole meal bread.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1. Grão integral e fibra alimentar	24
1.2. Legislação de pães integrais	27
1.3. Resposta glicêmica	28
1.3.1. Marcadores de resposta glicêmica	28
1.3.2. Resposta glicêmica e DCNT	30
2. JUSTIFICATIVA	323
3. OBJETIVOS	3435
4. DESCRIÇÃO DO CAPÍTULO	367
CAPÍTULO	389
1. Introdução	40
2. Material e Métodos	41
3. Resultados e discussão	44
4. Conclusão	52
5. Agradecimentos	52
6. Referências	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	567
6. REFERÊNCIAS	589
APÊNDICE 1	645
ANEXO 1	69

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

INTRODUÇÃO

Figura 1 – Crescimento no número de publicações* com o termo “*whole grain*” na base de dados Pubmed.....26

Quadro 1 – Mudança no perfil nutricional da população brasileira entre 1974 e 2009.....24

CAPÍTULO

Figura 1 – Perfil da resposta glicêmica após o consumo de diferentes tipos de pães (25 g de carboidrato disponível) em voluntários saudáveis (n=15).....46

Figura 2 – Índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG) de pães.....48

Figura 3 – Dendrograma utilizando metodologia do vizinho mais distante e distância euclidiana do IG, açúcares solúveis, amido disponível, carboidratos não disponíveis, proteínas e lipídios de pães de fôrma integrais e controle.....51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química (g/100 g) e valor energético de pães (base integral).....45

Tabela 2 – Índice glicêmico (IG), carga glicêmica (CG), área sob a curva (ASC) de resposta glicêmica, pico glicêmico e amplitude da glicemia de pães.....47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACCI – *American Association of Cereal Chemists International*

AR – Amido resistente

ASC – Área sob a curva

CAISAN – Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional

CDEIC – Comissão de desenvolvimento econômico, indústria e comércio

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CG – Carga glicêmica

CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

DCNT – Doenças crônicas não transmissíveis

DCV – Doenças cardiovasculares

DM2 – Diabetes *mellitus* tipo 2

ENDEF – Estudo Nacional da Despesa Familiar

FA – Fibra alimentar

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FCF – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

FDA – Food and Drug Administration

HSPH – *Harvard School of Public Health*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG – Índice glicêmico

IMC – Índice de massa corporal

PNSN – Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição

POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares

QFA – Questionário de frequência alimentar

SM – Síndrome metabólica

SUGIRS – *Sidney University Glycemic Index Research Service*

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

TGI – Trato gastrointestinal

USDA – *United States Department of Agriculture*

WGC – *Whole Grains Council*

WHO – *World Health Organization*

1. INTRODUÇÃO

Grãos integrais estão presentes na alimentação humana há cerca de 10 mil anos (Slavin, 2004) e, desde o início do século XIX seu consumo tem sido estimulado devido a evidências epidemiológicas de que estes poderiam estar associados à saúde intestinal, atuando de forma a auxiliar na redução da incidência de constipações intestinais. Porém, desde meados do mesmo século houve um declínio no consumo destes grãos com o início da transição nutricional (Slavin, 2004; Slavin, 2011), quando o moinho de rolo passou a ser utilizado para fazer a moagem e refinamento dos grãos (Slavin, 2004).

A transição nutricional é caracterizada por mudanças no estilo de vida que resultam em níveis reduzidos de atividade física, bem como alterações qualitativas e quantitativas na dieta (Popkin, 2001; WHO, 2003), relacionadas a mudanças econômicas, sociais e demográficas (Monteiro et al., 1995; Morón; Schejtma, 1997; Rivera et al., 2004; Hawkes, 2010) consequentes da industrialização. Há menor gasto energético devido a cargos de trabalho, atividades em casa e de lazer que exigem menor esforço físico; aumento na oferta e no consumo de alimentos adicionados de gorduras (Popkin, 2001) e grãos refinados (Slavin, 2004) e; redução do consumo de alimentos com alto conteúdo de fibra alimentar (FA) (WHO, 2003; Popkin, 2001), como os alimentos integrais (Slavin, 2004). Estes fatores em conjunto podem estar relacionados a risco aumentado de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

As principais consequências da transição nutricional, de acordo com a Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN, 2011), foram a redução nos índices de desnutrição e fome e, aumento nos índices de excesso de peso no Brasil. Essa mudança no perfil nutricional da população brasileira pode ser evidenciada através do Quadro 1, que apresenta dados de desnutrição e excesso de peso entre os anos de 1974 e 2009.

Quadro 1. Mudança no perfil nutricional da população brasileira entre 1974 e 2009

Parâmetro	Gênero	POF 1974-1975 (%)	PNSN 1989 (%)	POF 2002-2003 (%)	POF 2008-2009 (%)
Desnutrição infantil	Masculino	29,3	-	-	7,2
	Feminino	26,7	-	-	6,3
Excesso de peso em indivíduos de 10 a 19 anos	Masculino	3,7	-	-	21,7
	Feminino	7,6	-	-	19,4
Excesso de peso em adultos	Masculino	18,5	34,6	50,0	50,1
	Feminino	28,7	53,5	53,1	48,0

Fontes: Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE), Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índice de Preços, Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF) 1974-1975 (Brasil, 1977); IBGE em convênio com o Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição, Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN) 1989 (Brasil, 1991); IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índice de Preços, Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2002-2003 (Brasil, 2004), POF 2008-2009 (Brasil, 2011).

1.1. Grão integral e fibra alimentar

Grãos integrais consistem em grãos inteiros ou fracionados, desde que esses mantenham em sua composição proporção de germe, farelo e endosperma semelhante ao grão íntegro para garantir a conservação do fornecimento de nutrientes (AACCI, 1999; FDA, 2006). Estes grãos podem ser consumidos puros ou como parte de uma preparação. Para atingir as recomendações de consumo de grãos integrais, os *Dietary Guidelines for Americans* sugerem que 50% dos grãos consumidos diariamente sejam integrais (USDA, 2010).

O processo de refinamento ou beneficiamento dos grãos consiste na retirada do germe e farelo, resultando na redução do conteúdo FA, minerais, compostos fenólicos e antioxidantes (Slavin, 2004, 2010, 2011; McKeown, et al., 2010); além de favorecer o maior aproveitamento energético pelo organismo em comparação com o mesmo grão em sua forma integral (Seal, Brownlee, 2010). Dessa forma é possível relacionar o consumo de grãos integrais e FA, como evidenciado por Bellisle et al. (2013).

A FA é composta por frações: polissacarídeos não amido; amido resistente (AR); proteínas resistentes; oligossacarídeos; polifenóis e compostos associados que não são digeridos ou absorvidos no trato gastrointestinal (TGI) (Menezes et al., 2013). Parte destas frações pode sofrer fermentação colônica, degradação anaeróbia pela ação de bactérias no TGI (Macfarlane et al., 2006; Latullipe et al., 2013; Slavin, 2013), induzindo a formação de diversos produtos, alguns dos quais podem favorecer modificações seletivas na microbiota intestinal (Macfarlane et al., 2006). O principal produto da fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como acetato, butirato e propionato (Cummings, Macfarlane, 1991; Slavin, 2010; Gemen et al., 2011), importantes para o crescimento e desenvolvimento da microbiota colônica (Cummings, Macfarlane, 1991) e possivelmente associados com a modulação da resposta glicêmica (Nilsson et al., 2008).

Segundo a *World Health Organization* (WHO) a meta de ingestão para FA é de, no mínimo, 25 g/dia ou de 20 g/dia de polissacarídeos não amido, sendo que a ingestão total de carboidratos deve ser de 55 a 75% do valor energético total da dieta, e desse percentual apenas 10% deve ser proveniente de açúcares livres (mono ou dissacarídeos adicionados ou naturais) (WHO, 2003). No Brasil o consumo estimado de FA entre os anos de 2008-2009 foi de 12,5 g/dia (Brasil, 2010), inferior às recomendações diárias de ingestão da WHO, se tornando um problema de saúde pública (Slavin, 2013). Com o objetivo de promover um aumento na ingestão de FA, órgãos como os *Dietary Guidelines for Americans* estimulam o consumo de alimentos ricos neste nutriente como frutas, hortaliças e grãos integrais (USDA, 2010).

Devido às evidências de possíveis efeitos positivos à saúde decorrentes do consumo de alimentos com grãos integrais, houve aumento no número de pesquisas científicas relacionadas a estes. Foi feita uma busca no Pubmed utilizando-se palavra chave específica “*whole grain*”, na qual pode-se observar o crescimento no número de artigos publicados (Figura 1) no decorrer dos anos. Estes dados evidenciam o crescente interesse da comunidade científica em realizar pesquisas relacionadas a alimentos com grãos integrais.

Figura 1. Crescimento no número de publicações* com o termo “*whole grain*” na base de dados Pubmed

*até Novembro de 2014

Em estudo observacional com 2.834 voluntários saudáveis de ambos os gêneros, McKeown et al. (2010) relacionaram o consumo de ao menos 3 porções de grão integral por dia e baixo consumo de grãos refinados (menor que 4 porções ao dia) com menor incidência de marcadores de síndrome metabólica (SM). De maneira similar, em meta-análise de 66 estudos Ye et al. (2012) encontraram associação direta entre o consumo de 3 a 5 porções de grãos integrais diárias, quando comparadas ao consumo baixo ou nulo, com a redução na incidência de doenças cardiovasculares (DCV) e diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2); bem como relação inversa entre consumo de grão integral e ganho de peso.

Munter et al. (2007) e Parker et al. (2013) fizeram estudos prospectivos com mulheres, sendo o segundo com mulheres na pós-menopausa, e encontraram relação inversa entre o consumo de grãos integrais e a incidência de DM2. De maneira semelhante, Wirström et al. (2013) observaram maior desenvolvimento de pré-diabetes e DM2 em indivíduos do menor tercil de consumo de grãos integrais, em estudo tipo coorte prospectiva com adultos saudáveis de ambos os gêneros.

Em 2006, Sahyoun et al. publicaram os resultados de um estudo coorte com indivíduos saudáveis de ambos os gêneros, no qual o principal alimento fonte de grãos integrais era o pão integral. Os indivíduos do quartil superior de consumo de grão integral possuíam menor índice de massa corporal (IMC), mortalidade por DCV, concentração de glicose plasmática, pressão arterial e proporção de indivíduos com SM quando comparados aos indivíduos no quartil de menor consumo de grãos integrais. Assim, os autores concluíram que o

consumo de grãos integrais está positivamente relacionado com boa saúde e maior sobrevida a DCV nesta população.

Devido às evidências científicas de que o consumo de grãos integrais pode estar associado a menor risco de desenvolvimento de DCNT, é importante estimular o consumo de produtos que os contenham, como os pães integrais. O pão consiste em alimento de consumo habitual da população brasileira. De acordo com dados da pesquisa de orçamento familiar (POF) do instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) (Brasil, 2011), o consumo diário de pão de sal (francês) pode chegar a 63,9 g por dia e o de pão integral 39,7 g por dia. Como evidenciado pelo IBGE (Brasil, 2011), os pães integrais são alimentos fonte de grãos integrais bem aceitos pela população, porém pode haver variação na formulação devido à falta de regulamentação adequada.

1.2. Legislação de pães integrais

No Brasil, a legislação de panificação vigente, RDC n° 263 (Brasil, 2005), não contém definição específica para pães integrais, assim a quantidade de farinha e/ou grãos integrais nas formulações pode variar e ser inferior à adequada para que os possíveis efeitos positivos à saúde esperados com o seu consumo sejam evidenciados. Para estabelecer um padrão na produção dos pães integrais, as indústrias podem utilizar definições de legislações revogadas, como a CNNPA n° 12 (Brasil, 1978) e a RDC n° 90 (Brasil, 2000); de projetos de lei, como o n° 5.081 (Brasil, 2013), que está aguardando parecer na comissão de desenvolvimento econômico, indústria e comércio (CDEIC); ou de órgãos internacionais, como a *Food and Drug Administration* (FDA, 1999), a *American Association of Cereal Chemists International* (AACCI, 2013) e o *Whole Grains Council* (WGC, 2011).

A CNNPA n° 12 (Brasil, 1978) define pão integral como aquele que contém ao menos 50% de farinha integral em sua formulação; já de acordo com a RDC n° 90 (Brasil, 2000), o pão integral deve possuir farinha de trigo e farinha de trigo integral e/ou fibra de trigo e/ou farelo de trigo em sua composição, sem proporção estabelecida entre os tipos de farinha, fibra e/ou farelo. Por sua vez, o projeto de lei n° 5.081, de fevereiro de 2013, dispõe sobre normas relativas à comercialização de pães integrais e propõe que para um pão ser considerado

integral deverá conter ao menos 51% de grãos integrais em sua composição e, semi-integral entre 15 e 51%, tornando também mandatória a impressão na embalagem do percentual de grãos integrais no produto (Brasil, 2013).

A definição de pão com grãos integrais proposta pelo projeto de lei é semelhante à alegação de propriedades de saúde proposta pela FDA (1999), na qual alimentos com grãos integrais são definidos como aqueles que contenham ao menos 51% de grãos integrais em sua composição. Já a AACCI caracteriza alimento com grão integral como aquele que possui 8 g ou mais de grão integral em uma porção de 30 g do alimento (AACCI, 2013). O órgão norte americano *Whole Grains Council* criou os selos “*Whole Grain*” e “*100% Whole Grain*”, utilizados para sinalizar que a porção usual de consumo do alimento contém ao menos meia porção de grão integral (8 g) ou uma porção de grão integral (16 g), respectivamente (WGC, 2011).

1.3. Resposta glicêmica

A resposta glicêmica consiste na variação na glicemia pós-prandial decorrente do tipo e quantidade de carboidratos presentes nos alimentos (Wolever, Bolognesi, 1996; Menezes, 2011), bem como com a interação destes com outros nutrientes (Wolever, Bolognesi, 1996; Alfenas, Mattes, 2005).

Em vista da impossibilidade da determinação direta dos efeitos dos carboidratos disponíveis, os marcadores índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG) são utilizados como ferramentas para avaliação da resposta glicêmica (Menezes, Lajolo, 2003). Há evidências de relação do consumo de dietas de alto IG e CG e risco aumentado de desenvolvimento de DCNT (Barclay et al., 2008; Schwingshackl, Hoffmann, 2013) e do consumo de dietas de baixo IG e CG com redução no peso corporal (Livesey et al., 2008).

1.3.1. Marcadores de resposta glicêmica

O IG foi proposto por Jenkins et al. (1981) e permite avaliação da qualidade dos carboidratos e classificação dos alimentos quanto a resposta glicêmica produzida. Para estimar o IG, é necessário primeiramente calcular a área sob a curva (ASC) de resposta glicêmica pós-prandial (2 horas) para cada um dos alimentos teste, utilizando a regra trapezoidal, considerando apenas a

área acima da glicemia de jejum (FAO, 1998). É feita a relação entre a ASC do alimento estudado com a ASC do alimento referência, ambos contendo 25 ou 50 g de carboidrato disponível (Brouns et al., 2005). Então, os alimentos podem ser classificados quanto seu IG em (referência = glicose): alto (≥ 70 %); médio (56-69 %) ou baixo (≤ 55 %) (SUGIRS, 2014). Alimentos de alto IG possuem carboidratos de digestão mais rápida, enquanto que aqueles de baixo IG possuem carboidratos de digestão mais lenta e levam a um aumento reduzido na resposta glicêmica (Menezes, Lajolo, 2003).

O conceito de CG foi proposto por Salmeron et al. (1997) como marcador do impacto glicêmico da dieta, que permite avaliação da quantidade e qualidade dos carboidratos em uma porção usual de consumo do alimento. Assim, a CG tem se mostrado um marcador mais completo da resposta glicêmica (Barclay et al., 2005; Menezes, 2011) e pode ser calculada através produto do IG pela quantidade, em gramas, de carboidrato disponível contido em uma porção do alimento e este valor é então dividido por cem. Com o resultado obtido é possível classificar a CG dos alimentos da seguinte forma: Baixa (≤ 10); Média (11 – 19) ou Alta (≥ 20) (HSPH, 2012).

A resposta glicêmica depende da matriz alimentar. Alimentos de mesma CG podem variar quanto ao IG e, assim, produzir diferentes efeitos metabólicos, como menor saciedade e maior aumento na concentração de triacilgliceróis no alimento de maior IG (Barclay et al., 2005). Assim, a *Food and Agriculture Organization* (FAO) sugere o consumo de alimentos fonte de carboidratos de baixo IG, como os pães e massas compostos por grãos integrais (FAO, 1998).

Poucas são as informações disponíveis a respeito da resposta glicêmica de pães comercializados no Brasil. Porém, em busca feita na base de dados da *Sydney University Glycemic Index Research Service* (SUGIRS), foi observada grande amplitude nos valores de IG e CG de pães. Para pães brancos (n=22) (*white bread, wheat flour*), o IG variou de 59 a 89 % e a CG (recalculada para uma porção de 50 g de carboidrato disponível) variou de 13 a 30). Para pães integrais (n=29) (*whole meal (whole wheat) bread* ou *grain*) o IG variou de 34 a 85 % e a CG 6 a 21 (SUGIRS, 2014). Dessa forma os pães integrais presentes nessa base de dados podem apresentar baixa, média ou alta CG.

1.3.2. Resposta glicêmica e DCNT

O consumo regular de dieta que leve a um reduzido aumento na resposta glicêmica pós-prandial pode ter efeitos positivos na saúde (Gemen et al., 2011), favorecendo redução no risco de desenvolvimento e nos danos causados por diversas DCNT, como DM2 (Shulze et al., 2004; Gemen et al., 2011), DCV, obesidade, câncer (principalmente de cólon retal), síndrome do intestino irritável, constipação e diverticulite (Buttriss, Strokes, 2008; Gemen et al., 2011). O grau de associação entre os marcadores de saúde, relacionados às DCNT, e o consumo de dietas que produzam reduzido aumento na resposta glicêmica ainda é controverso (Latulippe et al., 2013), assim os pesquisadores e a indústria de alimentos tem crescente interesse no desenvolvimento de alimentos com esse perfil.

Alimentos de baixo IG podem auxiliar na modulação da resposta glicêmica pós-prandial (Latulippe et al., 2013) por favorecer aumento na sensação de saciedade e estimular liberação mais lenta de insulina, fatores que podem levar a perda de peso (Wolever et al., 2009) e a redução no risco de desenvolvimento de DM2 (Menezes, Lajolo, 2003; Barclay et al., 2005; Schwingshackl, Hoffmann, 2013).

Há estudos evidenciando que o consumo de dieta de baixo IG, rica em FA, pode levar tanto ao aumento na sensação de saciedade e saciação (Gemen et al., 2011), com resultados mais significativos em estudos a curto prazo (Ford, Frost, 2010), como ao maior controle glicêmico. Assim, dietas de baixo IG podem contribuir tanto para a redução do risco de desenvolvimento de DM2, como favorecer menor elevação do peso corporal (Menezes, Lajolo, 2003; Howlett, Ashwell, 2008; Silva et al., 2009). Em coorte prospectiva com mulheres saudáveis foi observada a relação entre o consumo de FA e a incidência de DCV. As voluntárias do quintil de maior ingestão de FA apresentavam menor incidência de morte por DCV quando comparadas àquelas no quintil de menor ingestão de FA (Liu et al., 2002).

Em estudos elaborados com dietas de alto IG há evidências de maior aumento na glicemia pós-prandial (Wolever et al., 2008; Gemen, et al., 2011), fator que pode ter impacto negativo na saúde. Esse tipo de dieta favorece a glicosilação de LDL-colesterol, lipoproteínas potencialmente lesivas ao endotélio

coronariano; além de favorecer a hiperinsulinemia, que pode predispor o desenvolvimento de dislipidemias, hipertensão arterial e disfunção endotelial, fatores estes que podem levar ao desenvolvimento de DCV (Brouns et al., 2005; Carvalho, Alfenas, 2008). A alta taxa de entrada da glicose nas células em decorrência do consumo de alimentos de alto IG e o tempo de manutenção da alta glicemia podem induzir a mudanças metabólicas (Brouns et al., 2005), como estímulo ao acúmulo de gordura corporal, aumento do apetite e exaustão das células beta pancreáticas, mudanças estas que podem favorecer o desenvolvimento de DCNT (Carvalho, Alfenas, 2008).

De acordo com Buttriss e Strokes (2008), dietas ricas em grãos integrais são potencialmente benéficas à saúde, uma vez que possuem além de FA, proteínas e ácidos graxos essenciais em sua estrutura. Dietas com esse perfil podem estar associadas com a redução no risco de desenvolvimento de DCNT por produzir reduzido aumento da resposta glicêmica e estar associadas com marcadores de saúde (Carvalho, Alfenas, 2008). Deste modo, o consumo de pães com grão integrais poderia ser associado ao menor risco de DCNT, porém devido à variação nos tipos e quantidade de grãos integrais e refinados presentes nas formulações dos pães integrais, reforçada pela falta de legislação adequada esta associação pode não ser verdadeira.

2. JUSTIFICATIVA

O consumo de grãos integrais tem sido estimulado devido às evidências epidemiológicas dos possíveis efeitos positivos à saúde relacionados a sua ingestão. Grãos integrais são aqueles que não sofreram processo de beneficiamento ou refinamento, assim mantêm em sua estrutura o germe e farelo intactos e, conseqüentemente, o conteúdo original de FA. Os grãos integrais podem ser utilizados na formulação de diversos alimentos e favorecer reduzido aumento da resposta glicêmica pós-prandial, medida pelos marcadores IG e CG (Menezes, Lajolo, 2006). O consumo regular de dieta com esta característica pode contribuir para a redução no risco de desenvolvimento de DCNT.

A adição de grãos integrais em pães de fôrma, alimentos bem aceitos pela população brasileira, poderia ser utilizada como ferramenta para favorecer o melhor controle da glicemia pós-prandial. Existe uma grande variação nos ingredientes utilizados na elaboração de pães de forma integral, devido à falta de definição para pães integrais na legislação vigente, a RDC nº263 (Brasil, 2005). Assim, a resposta glicêmica produzida após o consumo de diferentes pães integrais pode variar.

Com o objetivo de sanar a deficiência da legislação atual, há no congresso o projeto de lei nº 5.081, de fevereiro de 2013, o qual propõe que pães integrais sejam definidos como aqueles que contenham ao menos 51% de grãos integrais na formulação; e semi-integrais, entre 15 e 51% (Brasil, 2013). Enquanto não há legislação nacional que proponha definição de pão integral, a indústria pode optar por utilizar definições propostas por órgãos internacionais.

Devido à ampla gama de ingredientes utilizados na elaboração dos pães fôrma integrais no mercado brasileiro, reforçada pela falta de legislação adequada para produtos deste tipo, é possível que a resposta glicêmica pós-prandial desses pães também sofra variação. Dessa forma, se torna necessário fazer estudo que avalie a resposta glicêmica produzida após o consumo de pães de fôrma integrais brasileiros.

3. OBJETIVOS

Avaliar a resposta glicêmica produzida, em indivíduos saudáveis, após o consumo de pães de fôrma rotulados como integrais.

4. DESCRIÇÃO DO CAPÍTULO

Capítulo: Resposta glicêmica de pães de fôrma integrais consumidos no Brasil.

Em decorrência da falta de informações disponíveis a respeito da resposta glicêmica de pães integrais comercializados no Brasil, o objetivo deste capítulo foi avaliar a resposta glicêmica produzida, em indivíduos saudáveis, após o consumo de pães de fôrma rotulados como integrais.

Considerações sobre o Comitê de Ética em Pesquisa - De acordo com as normas da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde (CONEP/MS) o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas (CEP/FCF) – USP (Anexo 1). Os ensaios clínicos só tiveram início após a triagem dos voluntários (Apêndice 1) e a assinatura do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE).

Este capítulo será encaminhado para publicação na revista *International Journal of Food Sciences and Nutrition*.

CAPÍTULO

Resposta glicêmica de pães de fôrma integrais consumidos no Brasil

Juliana de Almeida Egas Negrini; Eliana Bistriche Giuntini; Elizabete Wenzel de Menezes

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil; Núcleo de Apoio à Pesquisa em Alimentos e Nutrição (NAPAN) – USP; Food Research Center (FoRC/CEPID/FAPESP).

Resumo

Poucas são as informações disponíveis sobre a resposta glicêmica produzida por pães, em especial pães integrais comercializados no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta glicêmica produzida, em indivíduos saudáveis, após o consumo de pães de fôrma rotulados como integrais. Oito pães de fôrma integrais de três categorias (clássico, *light* e com grãos) foram avaliados, após o consumo de porção equivalente a 25 g de carboidratos disponíveis, através do índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG). Considerando a glicose como referência, os pães clássicos (n=2) apresentaram IG alto (71 %); os *light* (n=2), IG baixo (50 %) e médio (58 %) e; os com grãos (n=4), IG baixo (44 e 49 %) e médio (57 e 60 %). Os pães de fôrma *light* e com grãos apresentaram IG menor que os do tipo clássico ($p<0,05$), os quais apresentaram IG igual ao pão francês (controle). Como foi consumida a mesma quantidade de carboidratos disponíveis, a menor proporção de açúcar solúvel na categoria *light* parece ter sido o fator que induziu ao menor IG observado. Dois pães foram classificados como baixa CG, um *light* (CG=10) e outro com grãos (CG=7); os demais (n=6) foram classificados como média CG (11 a 16). Todos os pães integrais apresentaram CG inferior a do pão controle (CG=18) ($p<0,05$) e entre os integrais novamente os da categoria *light* e com grãos foram os que apresentaram menor CG. Assim, foi observada variação na resposta glicêmica produzida após o consumo de pães de fôrma integrais, sendo que a redução no conteúdo de açúcares solúveis, para os pães *light*, e a adição de grãos integrais, para pães com grãos, favorecem menor elevação da resposta glicêmica pós-prandial.

Palavras-chave: Grãos integrais. Índice glicêmico. Carga glicêmica. Resposta glicêmica. Pão integral.

1. Introdução

A variação na glicemia pós-prandial está relacionada com o tipo e quantidade de carboidratos do alimento (FAO/WHO, 1998; Menezes, 2011), bem como com a interação destes com outros nutrientes (FAO/WHO, 1998). A resposta glicêmica é utilizada para avaliar o impacto dos alimentos sobre a glicemia, em função da impossibilidade de sua determinação direta, são usados os marcadores índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG) (Menezes, 2011).

O IG, proposto por Jenkins et al. (1981), visa avaliar a qualidade dos carboidratos de um alimento por meio da relação entre glicemia produzida pelo alimento teste e referência, ambos ingeridos em quantidades iguais de carboidratos disponíveis. O conceito de CG, proposto por Salmeron et al. (1997), avalia a qualidade e quantidade de carboidrato consumido no impacto glicêmico da dieta/alimento.

Alimentos que contém carboidratos de lenta digestão favorecem reduzido aumento na resposta glicêmica (HSPH, 2012). Dieta com esse perfil pode ser utilizada para o controle da glicemia pós-prandial (WHO, 2003) e possível redução no risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (FAO/WHO, 1998). Grãos integrais apresentam mais lenta digestão que grãos refinados e, dessa forma, seu consumo deve ser estimulado (FAO/WHO, 1998).

Pães integrais são alimentos de consumo habitual da população brasileira, sendo que o consumo diário pode chegar a aproximadamente 40 g/dia (Brasil, 2011). Porém, a legislação de panificação vigente no Brasil, RDC n° 263 (Brasil, 2005), não propõe uma definição específica para esses pães. Definições mais adequadas de pão integral podiam ser encontradas em legislações revogadas, como a CNNPA n° 12 (Brasil, 1978) e a RDC n° 90 (Brasil, 2000), as quais propunham a caracterização de pães integrais quanto à presença de farinha integral em sua composição, sendo que apenas a primeira definia proporção para esse ingrediente.

Outras definições mais específicas para definir pães integrais são descritas por órgãos internacionais como a *American Association of Cereal Chemists International* (AACCI, 2013) e o *Whole Grains Council* (WGC, 2011), os quais propõem a caracterização de alimentos integrais pela presença de uma quantidade mínima de grãos integrais em sua formulação. Atualmente no Brasil está tramitando um projeto de lei, n° 5.081 (Brasil, 2013), que propõe percentual

mínimo de conteúdo de grãos integrais para que o alimento seja classificado como integral ou semi-integral. Este projeto poderá auxiliar na padronização da formulação de pães integrais, entretanto pouco se conhece sobre a resposta glicêmica de pães produzidos no Brasil.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta glicêmica produzida em indivíduos saudáveis, após o consumo de pães de fôrma rotulados como integrais.

2. Material e Métodos

Alimentos estudados

Oito pães de fôrma rotulados como integrais (clássico (A, B), *light* (C, D) e com grãos (E, F, G, H)) e o pão francês (como controle), produzidos e comercializados no Brasil, foram selecionados.

Análises químicas

Plano de amostragem e preparo das amostras - Foram selecionados pães de fôrma integrais de três marcas líderes de venda no mercado, as amostras foram obtidas em supermercados na zona oeste da cidade de São Paulo; o pão controle (francês) foi comprado sempre no mesmo mercado. Amostras compostas, constituídas por 3 diferentes lotes de cada pão de fôrma integral e controle, foram secas e homogeneizadas em partículas menores que 60 mesh. As análises foram feitas em triplicata e os resultados expressos em g por 100 g de amostra na base integral.

A composição centesimal foi determinada de acordo com metodologia da AOAC (Horwitz, Latimer, 2006): umidade (925.45); proteína (960.52); lipídios (920.39) e cinzas (923.03). O fator de conversão utilizado para a determinação do conteúdo de proteínas foi 6,25. O valor energético foi calculado utilizando os fatores gerais de Atwater e considerando a energia proveniente da fibra alimentar (FA) (FAO, 2003).

O conteúdo de FA foi determinado segundo o método AOAC 991.43 (Horwitz, Latimer, 2006) com modificações propostas por McCleary e Rossiter (2004) para evitar a sobreposição do conteúdo de amido resistente (AR).

O conteúdo de açúcar solúvel totais (AST) e de amido total (AT) foram quantificados de acordo com os métodos propostos por Cordenunsi et al. (2008) e Cordenunsi e Lajolo (1995), respectivamente. O conteúdo de AR determinado

pelo método AOAC 2002.02 (McCleary, Monaghan, 2002). O conteúdo de amido disponível (AD) foi obtido pela diferença entre os conteúdos de AT e AR; o conteúdo de carboidratos não disponíveis (CND) foi obtido através da soma dos conteúdos de AR e FA (sem AR) e o conteúdo de carboidratos disponíveis (CD) foi obtido pela somatória dos AST e AD.

Voluntários

Os voluntários foram selecionados através de triagem com base nos seguintes critérios de inclusão: homens ou mulheres (não gestantes ou lactantes); idades entre 18 e 39 anos; índice de massa corporal (IMC) de eutrofia ($18,5\text{-}24,9\text{ kg/m}^2$) (WHO, 2003); ausência de diabetes na família ou diagnóstico prévio de diabetes; ausência de distúrbios da tireóide (hipo ou hipertireoidismo) e ausência de uso de medicamentos que poderiam interferir no metabolismo da glicose.

Quinze voluntários saudáveis, com idade média de 30 ± 6 anos e IMC médio de $23 \pm 2\text{ kg/m}^2$ foram selecionados. O protocolo do ensaio clínico foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF-USP), parecer nº 373.645. Todos os voluntários assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Ensaio clínico

A resposta glicêmica produzida após o consumo aleatório de pães foi determinada de acordo com protocolo estabelecido pela FAO/WHO (FAO/WHO, 1998; Brouns et al., 2005). Os voluntários compareceram ao laboratório em jejum (10 a 12 horas) no período da manhã, em onze ocasiões (três dias para o consumo do pão controle e um dia para cada tipo de pão de fôrma integral), com intervalo mínimo de uma semana. Em cada ocasião, uma porção de um tipo de pão, contendo 25 g de carboidrato disponível, foi consumida em até 15 minutos acompanhada de água (200 ml).

A determinação da glicemia foi realizada em jejum ($t=0$) e após a ingestão de cada pão nos seguintes tempos: 15; 30; 45; 60; 90 e 120 minutos (Wolever et al., 2009). O conteúdo de glicose no sangue capilar foi determinado por método enzimático (glicose oxidase/ peroxidase), utilizando aparelho Accu-Chek® active-Roche). O sangue capilar foi obtido pela punção da polpa dos dedos das mãos com o lancetador Accu-Chek® Softclix® Pro-Roche.

A área sob a curva (ASC) de resposta glicêmica de cada pão, para cada voluntário, foi calculada geometricamente utilizando a regra trapezoidal, ignorando a área abaixo da glicemia de jejum (FAO/WHO, 1998). A partir desses valores foi calculado o IG individualmente utilizando a seguinte equação (Wolever et al., 2003): $IG \% = (ASC \text{ alimento teste} / ASC \text{ alimento controle}) \times 100$. Para obter valores de IG (referência = glicose) a partir do IG (controle = pão francês), o valor obtido foi multiplicado por 0,7 (SUGIRS, 2014).

Para determinação da CG, a partir do IG (referência = glicose), foi utilizada a seguinte equação (Liu et al., 2000; Ludwig, 2003): $CG = (IG \times \text{conteúdo de carboidrato disponível na porção}) / 100$. De acordo com a RDC nº359 (Brasil, 2003), a porção usual de consumo de pães no Brasil é de 50 g.

Critérios de classificação (referência = glicose): IG alto (≥ 70); médio (56-69) e baixo (≤ 55) (SUGIRS, 2014); CG alta (≥ 20); média (11-19); baixa (≤ 10) (HSPH, 2012).

Análise estatística

Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão (DP) para dados químicos, e média $\pm$ erro padrão (EP) para resposta glicêmica. Para comparação dos resultados foi feita análise de variância de uma via seguida de teste *post hoc* Newman Keuls (dados químicos) e teste *post hoc* Bonferroni (resposta glicêmica).

O método de agrupamento (cluster) foi aplicado para avaliar a homo/heterogeneidade dos pães de fôrma integrais. As linhas (observação) foram os diferentes tipos de pães e as colunas (variáveis) foram representadas pelos componentes (açúcares solúveis (g), amido disponível (g), carboidratos não disponíveis (g), proteínas (g), lipídios (g) e IG) dos pães na porção consumida (25 g de carboidrato disponível). Para a identificação de grupos foi construído o dendrograma, baseado no método hierárquico, distância euclidiana e método do vizinho mais distante.

Para a análise dos resultados foram utilizados os programas: Statistica versão 11.0 (Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA) e SPSS versão 20.0 (IBM Corp. 2011). Nível de significância – foram consideradas diferenças significantes os valores de $p < 0,05$.

3. Resultados e discussão

A composição química dos pães, em base integral (g/100 g), está apresentada na Tabela 1. O conteúdo de FA dos pães de fôrma integrais variou de 4,46 a 7,96 g; conteúdos maiores que o observado para o pão francês (controle), de 3,15 g ($p<0,05$). Este resultado é semelhante ao observado por Hettiaratchi et al. (2009), no Sri Lanka, que encontraram conteúdo de FA maior para pão integral (7,6 g/100 g) em relação a pães brancos (2,9 a 3,1 g/100 g); Yusof et al. (2009), na Malásia, encontraram pão branco com reduzido conteúdo de FA (1,35 g/100 g) e conteúdos superiores para pães integrais (2,84 a 7,64 g/100 g). Os pães de fôrma integrais que contém farinha de trigo integral como principal ingrediente (B, D, E, H) apresentaram conteúdo de FA maior em relação aos outros pães de mesma categoria, sendo que para os pães B, D e E essa diferença foi significativa ($p<0,05$) (Tabela 1).

Em relação ao conteúdo de açúcares solúveis (Tabela 1), houve variação de 0,25 a 3,68 g/100 g entre os pães de fôrma integrais, sendo os menores conteúdos observados nos *light* ($p<0,05$). Para os lipídios a variação observada foi de 0,38 a 5,46 g/100 g, sendo que os pães *light* apresentaram os menores conteúdos e os pães com grãos os maiores conteúdos ($p<0,05$). O reduzido conteúdo de açúcares solúveis e lipídios observados para os pães de fôrma integrais *light* em relação às outras categorias permitem a classificação dos mesmos como *light* de acordo com a RDC nº54 (Brasil, 2012). Porém, não foi possível encontrar relação entre os outros nutrientes e as categorias em que os pães estão divididos.

O perfil da resposta glicêmica dos pães pode ser observado na Figura 1. O IG, CG, ASC, pico de glicemia e amplitude de glicemia dos pães estão descritos na Tabela 2. Todos os pães apresentaram curvas de resposta glicêmica com perfis semelhantes (Figura 1), porém com valores de ASC que apresentaram variações dentro da mesma categoria (Tabela 2), o que também foi observado por Brand-Miller et al. (2009). A ASC do pão A (clássico) foi igual à do pão francês (controle), ambas maiores que as ASC dos pães categoria com grãos, mas essa diferença só foi significativa para os pães E e F ($p<0,05$). Estes resultados estão em acordo com os de Yusof et al. (2009), que encontraram valores de ASC menores para pães adicionados de grãos quando comparados com pão integral e pão branco.

Tabela 1. Composição química (g/100 g) e valor energético de pães (base integral)

Categorias	Francês	Integral clássico		Integral <i>light</i>		Integral com grãos			
Identificação	Controle	A	B*	C	D*	E*	F	G	H*
Umidade [†]	27,73 ± 0,15 ^a	33,39 ± 0,58 ^b	36,44 ± 0,08 ^c	34,90 ± 0,17 ^d	38,50 ± 0,14 ^e	33,91 ± 0,06 ^{fg}	31,98 ± 0,19 ^h	33,63 ± 0,09 ^{bf}	34,19 ± 0,08 ^g
Cinzas [†]	2,04 ± 0,01 ^a	2,31 ± 0,01 ^b	2,29 ± 0,01 ^b	2,00 ± 0,02 ^a	1,94 ± 0,02 ^c	1,81 ± 0,01 ^d	2,50 ± 0,02 ^e	2,30 ± 0,01 ^b	2,10 ± 0,07 ^f
Proteínas [†]	9,29 ± 0,03 ^a	9,66 ± 0,04 ^b	11,61 ± 0,05 ^c	11,56 ± 0,10 ^c	15,39 ± 0,14 ^d	14,04 ± 0,17 ^e	14,62 ± 0,12 ^f	16,36 ± 0,31 ^g	13,39 ± 0,13 ^h
Lipídios [†]	0,16 ± 0,00 ^a	1,37 ± 0,06 ^b	1,26 ± 0,00 ^c	0,84 ± 0,06 ^d	0,38 ± 0,02 ^e	3,09 ± 0,06 ^f	5,46 ± 0,02 ^g	3,15 ± 0,02 ^f	2,90 ± 0,03 ^h
Fibra alimentar [†]	3,15 ± 0,15 ^a	6,91 ± 0,10 ^b	7,96 ± 0,46 ^c	4,46 ± 0,02 ^d	5,75 ± 0,32 ^e	7,94 ± 0,70 ^c	5,18 ± 0,23 ^e	5,66 ± 0,20 ^e	5,72 ± 0,48 ^e
Açúcares solúveis [†]	0,09 ± 0,01 ^a	3,06 ± 0,12 ^b	3,29 ± 0,09 ^c	0,47 ± 0,01 ^d	0,25 ± 0,00 ^a	2,74 ± 0,25 ^e	0,93 ± 0,03 ^f	3,68 ± 0,22 ^g	2,10 ± 0,06 ^h
Amido total [†]	50,96 ± 2,65 ^a	43,38 ± 0,99 ^b	40,02 ± 1,15 ^{bc}	45,89 ± 1,35 ^b	41,56 ± 1,71 ^{bc}	31,67 ± 0,50 ^d	44,16 ± 0,62 ^b	36,31 ± 5,60 ^c	40,88 ± 0,62 ^{bc}
Amido resistente [†]	0,95 ± 0,06 ^a	1,27 ± 0,04 ^b	0,91 ± 0,02 ^a	0,99 ± 0,06 ^a	0,57 ± 0,02 ^c	0,91 ± 0,07 ^a	0,77 ± 0,01 ^d	0,65 ± 0,03 ^c	0,58 ± 0,09 ^c
Amido disponível ^a	50,01	42,11	39,11	44,91	40,99	30,76	43,39	35,66	40,30
Carboidratos não disponíveis [¶]	4,10	8,18	8,87	5,45	6,32	8,85	5,96	6,31	6,30
Carboidratos disponíveis ^{¶¶}	50,10	45,18	42,41	45,37	41,24	33,50	44,31	39,34	43,20
Valor energético kJ [§] (kcal [#])/100 g	1164 (278)	1037 (248)	1023 (245)	1034 (247)	1024 (245)	1128 (270)	1246 (298)	1035 (247)	1098 (262)

*Contém farinha integral como principal ingrediente. [†]Resultados expressos como média ± desvio padrão das triplicatas. ^aCalculado pela diferença entre conteúdo de amido total e amido resistente. [¶]Calculados pela soma do conteúdo de fibra alimentar e amido resistente. ^{¶¶}Calculados pela soma do conteúdo de amido disponível e açúcares solúveis. [§] Calculado considerando os fatores gerais de Atwater (17 kJ/g - proteínas, 37 kJ/g - lipídios, 17 kJ/g - carboidratos disponíveis) e FAO (2003) (8 kJ/g - fibra alimentar). [#]1 kJ = 0,239 kcal. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05).

O pico de glicemia para todos os pães estudados ocorreu em T45 (Figura 1 e Tabela 2). Brand-Miller et al. (2009) encontraram picos glicêmicos em T45 apenas para pães integrais de alto IG (n=8) e pico em T30 para pães integrais de médio (n=28) ou baixo (n=55) IG e pães brancos (n=78). Quanto à amplitude da glicemia (Tabela 2) foram observados valores semelhantes para a maior parte dos tipos de pães de fôrma integrais estudados, com exceção dos pães A (clássico) e F (com grãos), os quais apresentaram os extremos de amplitude (p<0,05). Estes resultados reforçam a semelhança do perfil das curvas de resposta glicêmica entre os pães estudados.

Figura 1. Perfil da resposta glicêmica após o consumo de diferentes tipos de pães (25 g de carboidrato disponível) em voluntários saudáveis (n=15)

*Contém farinha integral como principal ingrediente.

O consumo de alimentos de baixo IG pode estar associado a redução de risco de desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) (FAO/WHO, 1998), dessa forma há interesse em conhecer a resposta glicêmica de alimentos habitualmente consumidos. Entre os pães estudados, os integrais clássicos (A, B) foram classificados como alto IG (71 % para ambos), os *light* e com grãos como médio IG (C, G, H; variando de 57 a 60 %) ou baixo IG (D, E, F; variando de 44 a 50 %).

Tabela 2. Índice glicêmico (IG), carga glicêmica (CG), área sob a curva (ASC) de resposta glicêmica, pico glicêmico e amplitude da glicemia de pães

Categorias	Identificação	IG % (glicose = 100) [†]	IG Classificação	CG ^α	CG Classificação	ASC	Pico (T45) [¶]	Amplitude [§]
Francês	Controle	70 ^a	A	18 ^a	M	114 ± 6,7 ^a	7,0 ± 0,1 ^a	2,4 ± 0,1 ^{ab}
Integral clássico	A	71 ± 4,8 ^a	A	16 ± 1,1 ^b	M	123 ± 9,6 ^a	7,4 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,2 ^a
	B*	71 ± 4,0 ^a	A	15 ± 0,8 ^b	M	110 ± 8,5 ^{ab}	7,0 ± 0,2 ^a	2,3 ± 0,2 ^{ab}
Integral <i>light</i>	C	58 ± 4,2 ^{bc}	M	13 ± 0,9 ^c	M	90 ± 9,1 ^{ab}	6,7 ± 0,2 ^a	2,1 ± 0,2 ^{ab}
	D*	50 ± 2,6 ^{bd}	B	10 ± 0,5 ^d	B	86 ± 8,2 ^{ab}	6,7 ± 0,2 ^a	1,9 ± 0,1 ^{ab}
Integral com grãos	E*	44 ± 2,2 ^d	B	7 ± 0,4 ^e	B	76 ± 5,5 ^b	6,7 ± 0,1 ^a	2,0 ± 0,2 ^{ab}
	F	49 ± 3,5 ^d	B	11 ± 0,8 ^{df}	M	75 ± 6,8 ^b	6,5 ± 0,2 ^a	1,7 ± 0,2 ^b
	G	60 ± 3,0 ^c	M	12 ± 0,6 ^{cdf}	M	105 ± 7,4 ^{ab}	6,9 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,1 ^{ab}
	H*	57 ± 4,1 ^{bc}	M	12 ± 0,9 ^{cf}	M	94 ± 8,8 ^{ab}	6,6 ± 0,2 ^a	2,1 ± 0,1 ^{ab}

*Contém farinha de trigo integral como principal ingrediente. Resultados expressos como média ± erro padrão. [†]IG % = (ASC alimento teste/ASC alimento controle) x 100. Classificação IG: Alto (A) (≥ 70); Médio (M) (56-69); Baixo (B) (≤ 55) (SUGIRS, 2014). ^α CG = IG (referência = glicose) x CD na porção/100; para pães brasileiros uma porção tem 50 g (RDC n° 359 (Brasil, 2003)). Classificação CG: Alta (A) (≥ 20); Média (M) (11-19); Baixa (B) (≤ 10) (HSPH, 2012). [¶]Glicemia expressa em mmol/L. [§]Máxima amplitude de glicemia (diferença entre o pico e o menor valor de glicemia) (Brand-Miller et al., 2009). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05).

Não foi observada diferença entre o IG dos pães de fôrma integrais clássicos e o pão francês (controle) (70 %) (Tabela 2), da mesma forma como verificado por Jenkins et al. (1988) e Hettiarachchi et al. (2009) para pães elaborados com farinha integral e refinada. A semelhança no IG entre os pães integral clássico e francês poderia ser explicada pela possível utilização de farinha refinada adicionada de farelo para a elaboração de pães integrais. A presença de farelo nesses pães irá aumentar seu conteúdo de FA em relação ao pão elaborado apenas com farinha refinada, porém não irá favorecer alterações na digestibilidade, uma vez que os grãos presentes não estão íntegros, podendo refletir em respostas glicêmicas semelhantes (Fardet et al., 2006). O incremento no conteúdo de FA proveniente do trigo em pães não parece ser suficiente para favorecer reduzido aumento na resposta glicêmica pós-prandial (Aston et al., 2008; Scazzina et al., 2013), porém pode elevar a ingestão diária desse componente, que costuma ser abaixo do recomendado. Fardet et al. (2006) sugeriu que uma alternativa para que pães integrais tivessem IG menor, seria a utilização de farinha *whole grain*, que contém todas as frações do grão íntegro favorecendo a digestão mais lenta do amido e menor IG, porém neste estudo dos quatro pães produzidos farinha de trigo integral como principal ingrediente, somente dois apresentaram baixo IG. Esse resultado reforça a importância de ter uma legislação com adequado padrão de identidade para elaboração de pães integrais.

Figura 2. Índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG) de pães[†]

* Contém farinha de trigo integral como principal ingrediente. [†]Referência = glicose.

Entre os pães de fôrma integral sem grãos adicionados (clássico e *light*) foi observada variação de 50 a 71 % no IG (Tabela 2) enquanto para os pães com grãos houve variação de 44 a 60 %.

Os valores de IG dos pães de fôrma integral sem adição de grãos foram inferiores aos disponíveis na base de dados da *Sidney University Glycemic Index Research Service* (SUGIRS) (2014), que apresentou variação de 68 a 85 %, em estudos com indivíduos saudáveis, para dez pães integrais (identificador: *whole meal (whole wheat) bread*). No entanto, nessa base de dados não há informações sobre a classificação *light* nos pães, o que poderia explicar os valores de IG superiores; no presente estudo os pães *light* apresentaram IG de 50 % e 58 %. Para a determinação do IG foram consumidas porções de pães com 25 g de carboidratos disponíveis, sendo que somente nos pães *light* havia reduzida quantidade de açúcares solúveis; quando foram avaliados os pães das categorias clássico e *light*, os açúcares solúveis apresentaram correlação positiva com o IG ($r=0,957$; $p<0,05$). Não foi observada correlação semelhante com relação aos pães de fôrma integrais clássicos e com grãos.

Os pães com grãos estudados ($n=4$), foram classificados como IG baixo (44 e 49 %) e médio (57 e 60 %). Na base de dados da SUGIRS (2014), para pães com grãos (*grain*) ($n=19$), elaborados com farinha de trigo (*wheat flour*) foram encontrados pães de IG baixo ($n=11$) (variando de 34 a 55 %), médio ($n=5$) (59 a 62 %) e alto ($n=3$) (70 a 80 %). A variação observada para os IG nos pães adicionados de grãos estudados pode ter ocorrido devido a diferentes graus de fracionamento dos grãos integrais, o qual é de difícil avaliação para cada pão (Aston et al., 2008).

Os pães integrais com grãos apresentaram IG inferior aos clássicos ($p<0,05$), da mesma forma como observado por Yusof et al. (2009) para pães adicionados de grãos em comparação aos pães integrais. Esse resultado pode estar relacionado à presença de grãos com maior grau de refinamento nos pães clássicos, uma vez que quanto mais finamente moídos são os grãos em um alimento, estes são digeridos de forma mais rápida e apresentam maior IG (HSPH, 2012). Jenkins et al. (1988) observaram que pães com maior proporção de grãos íntegros são classificados como lenta digestão e são mais eficientes em reduzir a glicemia pós-prandial. Em estudo *in vitro* com pães adicionados de diferentes proporções de farelo e com diferentes tamanhos de partícula, Sanz-Penella et al. (2014) observaram que quanto maior a proporção de farelo e maior o tamanho do grão, menor o IG. Dessa forma, a adição de grãos com menor grau de refinamento aos pães integrais favorece digestão de amido e esvaziamento gástrico mais lentos, melhorando o

metabolismo da glicose; assim a adição de grãos integrais consistiria em boa estratégia para reduzir o IG de pães e aumentar o conteúdo de FA desses, como evidenciado por Scazzina et al. (2013) em estudo de revisão.

Para verificar como os pães foram distribuídos de acordo com o IG e parâmetros químicos (açúcares solúveis, AD, CND, proteínas e lipídios) foi feita análise de agrupamento (cluster). Obteve-se um dendrograma que evidenciou a formação de três grupos (Figura 3): Grupo 1 (pão francês, A, B); grupo 2 (C, G, H) e grupo 3 (D, E, F); coincidindo com a classificação do IG em alto, médio e baixo, respectivamente.

O IG é um indicador da qualidade dos carboidratos presentes nos alimentos, porém a quantidade desse nutriente pode variar na porção usualmente consumida. De acordo com a RDC nº 359 (Brasil, 2003) a porção de consumo recomendada para pães é de 50 g, dessa forma os pães estudados foram classificados quanto a CG (Tabela 2 e Figura 2). Os pães de fôrma integrais clássicos (A e B) apresentaram CG média (16 e 15, respectivamente) e, os pães *light* e com grãos tiveram CG média (C, F, G, H; variando de 11 a 13) ou baixa (D, E; 10 e 7, respectivamente). A CG dos pães clássicos foi maior que dos demais pães de fôrma integrais ($p < 0,05$). O pão francês (controle) apresentou CG (18) maior que os pães integrais ($p < 0,05$), resultado também observado por Hettiaratchi et al. (2009) para pão integral (CG=15) em relação aos pães brancos (CG=17) (CG recalculadas para uma porção de consumo de 50 g).

Entre os pães de fôrma integral sem grãos adicionados (clássicos e *light*) foi observada variação de 10 a 16 na CG, enquanto para os com grãos houve variação de 7 a 12. As CG dos pães sem adição de grãos foram menores neste estudo em comparação com a base de dados da SUGIRS (2014) (recalculados considerando uma porção de consumo de 50 g), que apresentou variação de 12 a 21. No presente estudo, o pão que apresentou baixa CG (D) é classificado como *light*, o que poderia explicar a ausência de pães de baixa CG na base dados da SUGIRS (2014). Considerando apenas os pães clássicos, as CG (15 e 16) foram semelhantes à encontrada por Hettiaratchi et al. (2009) para pão integral (CG=15). Em relação aos pães com grãos, foi encontrado um pão de CG baixa (7) e três de média (variando de 11 a 12) e, na base de dados da SUGIRS (2014) havia cinco pães de CG baixa (variando de 6 a 10) e quatorze de média (11 a 18). Assim, a proporção dos pães de baixa (25 %) e média CG (75 %) se manteve entre este estudo e base de dados da SUGIRS (2014) para pães integrais com grãos adicionados.

Figura 3. Dendrograma utilizando metodologia do vizinho mais distante e distância euclidiana do IG, açúcares solúveis, amido disponível, carboidratos não disponíveis, proteínas e lipídios de pães de fôrma integrais e pão francês (controle).

É importante determinar a CG de alimentos fontes de carboidratos consumidos com regularidade, uma vez que este marcador tem se mostrado um bom preditor da resposta glicêmica e insulinêmica dos alimentos (Brand-Miller et al., 2003). Além disso, o consumo de alimentos de baixa CG tem sido associado com risco reduzido de DM2 e doenças cardiovasculares (HSPH, 2012).

Apesar da variação observada em relação ao IG e CG de pães de fôrma integrais, é importante observar que esses produtos contêm maior conteúdo de carboidratos não disponíveis do que o pão francês, e que podem contribuir para aumentar a ingestão diária de FA, cuja recomendação de 25 g (WHO, 2003) não é atingida pela população brasileira (Giuntini, Menezes, 2011).

4. Conclusão

Os pães de fôrma integrais da categoria clássico apresentaram alto IG e média CG, enquanto os pães de fôrma integrais da categoria *light* e com grãos apresentaram médios ou baixos IG e CG. Os valores de IG e CG para os pães clássicos foram maiores que para os pães *light* e com grãos ($p < 0,05$).

Portanto, pães de fôrma com rotulagem de integral podem produzir respostas glicêmicas variadas, sendo que a redução no conteúdo de açúcares solúveis e a inclusão de grãos integrais nesses pães favorece reduzida elevação da resposta glicêmica.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de mestrado; a Aline de O dos Santos, técnica do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos (FCF/USP) pelo auxílio na realização das análises químicas; à colega de trabalho Samira B R do Prado pela ajuda com as análises estatísticas e aos colegas do Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos (FCF/USP) pela revisão do texto e todo apoio dado durante a pesquisa.

6. Referências bibliográficas

AACCI (2013). American Association of Cereal Chemists International. AACCI's Whole grains working group unveils new whole grain products characterization. Disponível em: <<http://www.aaccnet.org/about/newsreleases/Pages/WholeGrainProductCharacterization.aspx>>. Acesso em Julho, 2013.

Aston LM, Gambell JM, Lee DM, Bryant SP, Jebb SA. Determination of the glycaemic index of various carbohydrate-rich foods in the UK diet. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 62: 279-285.

Brand-Miller JC, Thomas M, Swan V, Ahmad ZI, Petocz P, Colagiuri S. Physiologic validation of the concept of glycemic load in lean young adults. *Journal of nutrition*. 2003; 133: 2728-32.

Brand-Miller JC, Stockmann K, Atkinson F, Petocz P, Denyer G. Glycemic index, postprandial glycemia, and the shape of the curve in healthy subjects: analysis of a database of more than 1000 foods. *The American journal of clinical nutrition*. 2009; 89: 97-105.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Resolução CNNPA, nº12, 24 setembro 1978.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar o regulamento técnico para a fixação de identidade e qualidade do pão. Institui o código sanitário do Brasil. Resolução RDC, nº 90, 18 outubro 2000.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Resolução RDC, nº 359, 26 dezembro 2003.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (Revoga a resolução RDC, nº90). Institui o código sanitário do Brasil. Resolução RDC, nº 263, 22 setembro 2005.

Brasil. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Diretoria de pesquisas coordenação de trabalho e rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF). Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011, 150 p.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar (Revoga a portaria SVS/MS nº 27). Resolução RDC, nº 54, 12 novembro 2012.

Brasil. Câmara dos Deputados. Projeto de lei nº 5081, de 28 de fevereiro 2013. Dispõe sobre normas de comercialização de pão integral. Brasília, DF; 2013.

Brouns F, Bjork I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever TMS. Glycaemic index methodology. Nutrition research reviews. 2005; 18: 145-71.

Cordenunsi BR, Lajolo FM. Starch Transformation During Banana Ripening: Sucrose Synthase And Sucrose Phosphate Syntase Behavior. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995; 43: 347-51.

Cordenunsi BR, Shiga TM, Lajolo FM. Non-starch polysaccharides composition of two cultivars of banana (*Musa acuminata* L.: cvs Mysore and Nanicão). Carbohydrate Polymers. 2008; 71: 26-31.

Fardet A, Leenhardt F, Lioger D, Scalbert A, Rémésy C. Parameters controlling the glycaemic response to breads. Nutrition Research Reviews. 2006; 19: 18-25.

FAO/WHO (1998). Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, April 14-18, 1997. Food Nutrition Paper, 66. Rome. 140p.

FAO (2003). Food and Agriculture Organization. Food energy: methods of analysis and Conversion Factors. Report of a technical workshop. Rome: FAO; 2003. 92 p.

Giuntini EB, Menezes EW. Fibra alimentar. In: ILSI ed. Série de Publicações ILSI Brasil – Funções plenamente reconhecidas de nutrientes. São Paulo: ILSI, v. 18, 2011. 23 p.

HSPH (2012). Harvard School of Public Health. The nutrition source carbohydrates and the Glycemic Load. Carbohydrates and blood sugar. Disponível em: <<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/carbohydrates/carbohydrates-and-blood-sugar/>>. Acesso em: Abril de 2012.

Hettiaratchi UPK, Ekanayeke S, Welihinda J. Glycaemic indices of three Sri Lankan wheat bread varieties and a bread-lentil meal. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2009; 60(S4): 21-30.

Horwitz W, Latimer GW. Official methods of analysis of AOAC international: Ed. Gaithersburg (Maryland): AOAC international, 2006.

Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1981; 34: 362-66.

Jenkins DJA, Wesson V, Wolever TMS, Jenkins AL, Kalmusky J, Guidici S, Csimá A, Josse RG, Wong GS. Wholemeal versus wholegrain breads: proportion of whole or cracked grain and the glycaemic response. *British Medical Journal*. 1988; 297 (6654): 958-60.

Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, Hennekens CH, Manson JE. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US woman. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 71: 1455-61.

Ludwig DS. Glycemic load comes of age. *Journal of Nutrition*. 2003; 133: 2695-96.

McCleary BV, Rossiter P. Measurement of Novel Dietary Fibres. *Journal of AOAC International*. 2004; 87: 707-17.

McCleary BM, Monaghan DA. Measurement of resistant starch. *Journal of AOAC International*. 2002; 85 (3): 665-76.

Menezes EW. Resposta glicêmica dos alimentos: impacto dos cereais. *Science & Nutrition, Kraft Foods*. 2011; 5: 24 p.

Sanz-Penella JM, Laparra JM, Haros M. Impact of α -amylase during breadmaking on in vitro kinetics of starch hydrolysis and glycaemic index of enriched bread with bran. *Plant Foods and Human Nutrition*. 2014; 69: 216-21.

Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *British Journal of Nutrition*. 2013; 109: 1163-74.

Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin dependent diabetes mellitus in women. *Journal of the American Medical Association*. 1997; 277:472-77.

SUGIRS (2014). Sydney University Glycemic Index Research. Service Glycemic index. Disponível em: <www.glycemicindex.com/sugirs>. Acesso em: agosto de 2014.

WGC (2012). Whole Grains 101. Whole Grains council, 2011. Disponível em: <<http://www.wholegrainscouncil.org/whole-grains-101/identifying-whole-grain-products>>. Acesso em: Março, 2012.

WHO (2003). World Health Organization. WHO Technical Report Series – Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva. 160p.

Wolever TMS, Vorster HH, Björck I, Brand-Miller JC, Brighenti F, Mann JI, Ramdath DD, Granfeldt Y, Holt S, Perry TL, Venter C, Wu X. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003; 57: 475-82.

Wolever TMS, Leung J, Vuksan V, Jenkins AL. Day-to-day variation in glycemic response elicited by white bread is not related to variation in satiety in humans. *Apetite*. 2009; 52: 654-58.

Yusof BNM, Talib RA, Karim NA, Kamarudin NA, Arshad F. Glycaemic index of four commercially available breads in Malaysia. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2009; 60(6): 487-96

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Informações sobre o reduzido aumento na resposta glicêmica após o consumo de pães de fôrma integrais com grãos são informações valiosas, pois podem dar suporte ao projeto de lei nº 5081 (Brasil, 2013), que estabelece conteúdo mínimo de grãos integrais em pães para que esses possam ser classificados com integrais.

Paralelamente, informações sobre a resposta glicêmica de alimentos podem contribuir de forma significativa para melhores escolhas alimentares. Assim, os dados de IG e CG dos pães de fôrma integrais serão disponibilizados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da Universidade de São Paulo (TBCA).

6. REFERÊNCIAS

AACCI (1999). American Association of Cereal Chemists International. AACCI members agree on definition of whole grain. Disponível em: < <http://www.aacc.org/>>. Acesso em Junho, 2013.

AACCI (2013). American Association of Cereal Chemists International. AACCI's Whole grains working group unveils new whole grain products characterization. Disponível em: < <http://www.aaccnet.org/about/newsreleases/Pages/WholeGrainProductCharacterization.aspx>>. Acesso em Julho, 2013.

Alfenas RCG, Mattes RD. Influence of glycemic index/load on glycemic response, appetite and food intake in healthy humans. *Diabetes Care*. 2005; 28: 2123-29.

Barclay AW, Brand-Miller JC, Wolever TMS. Glycemic index, glycemic load and glycemic response are not the same. *Diabetes care*. 2005; 28: 1839.

Barclay AW, Petocz P, Mcmillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, Brand-Miller JC. Glycemic index, glycemic load and chronic disease risk – a meta-analysis of observational studies. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 87: 627-37.

Bellisle F, Hébel P, Colin J, Reyé B, Hopkins S. Consumption of whole grains in French children, adolescents and adults. *British Journal of Nutrition*. 2014; 112: 1674-84.

Brasil. Secretaria de planejamento da presidência da república. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estudo Nacional das Despesas Familiares (ENDEF) 1974-1975. Rio de Janeiro: IBGE; 1977. 202p.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Resolução CNNPA, nº12, 24 setembro 1978.

Brasil. Pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. Condições nutricionais d população brasileira: Adultos e idosos. Instituto nacional de alimentação e nutrição (INAN). Brasília: INAN; 1991. 74p.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar o regulamento técnico para a fixação de identidade e qualidade do pão. Institui o código sanitário do Brasil. Resolução RDC, nº90, 18 outubro 2000.

Brasil. Ministério de planejamento, orçamento e gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Diretoria de pesquisas coordenação de trabalho e rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2002-2003. Aquisição alimentar domiciliar *per capita*. Rio de Janeiro: IBGE; 2004. 251p.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovar o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (Revoga a resolução RDC, nº90). Institui o código sanitário do Brasil. Resolução RDC, nº263, 22 setembro 2005.

Brasil. Ministério de planejamento, orçamento e gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Diretoria de pesquisas coordenação de trabalho e rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009. Aquisição alimentar domiciliar *per capita* Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. 282p.

Brasil. Ministério de planejamento, orçamento e gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Diretoria de pesquisas coordenação de trabalho e rendimento. Pesquisa de Orçamentos

Familiares (POF). Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011, 150 p.

Brasil. Câmara dos Deputados. Projeto de lei nº 5081, de 28 de fevereiro 2013. Dispõe sobre normas de comercialização de pão integral. Brasília, DF; 2013.

Brouns F, Bjork I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever TMS. Glycaemic index methodology. *Nutrition research reviews*. 2005; 18: 145-71.

Buttriss JL, Strokes CS. Dietary fiber and health: an overview. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*. 2008; 33:186-200.

CAISAN (2011). Câmara Interministerial De Segurança Alimentar e Nutricional. Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: 2012/2015. Brasília, DF.

Carvalho GQ, Alfenas RCG. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. *Revista de Nutrição*. 2008; 21: 577-87.

Cummings JH, Macfarlane GT. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal of Applied Bacteriology*. 1991; 70: 443-59.

FAO/WHO (1998). Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, April 14-18, 1997. Food Nutrition Paper, 66. Rome: 140p.

FAO (2003). Food and Agriculture Organization. Food energy: methods of analysis and Conversion Factors. Report of a technical workshop. Rome: 92 p.

FDA (1999). Food and Drug Administration. Health claim notification, March, 1999. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/LabelingNutrition/ucm073639.htm>>. Acesso em Junho, 2013.

FDA (2006). Food and Drug Administration. Guidance for industry and FDA staff: Whole grains label statement (draft guidance). February, 2006. Disponível em: <<http://www.fda.gov/ohrms/dockets/98fr/06d-0066-gdl0001.pdf>>. Acesso em Junho, 2013.

Ford H, Frost G. Symposium on “dietary management of disease” – Sesion 3 (Joint with the british dietary association): Management of obesity, glycemic index, appetite and body weight. *Proceedings of the nutrition society*, v. 69, p. 199-203, 2010.

Gemen R, Vries JF, Slavin JL. Relationship between molecular structure of cereal dietary fiber and health effects: focus on glucose/insulin response and gut health. *Nutrition reviews*. 2011; 69: 22-33.

HSPH (2012). Harvard School of Public Health. The nutrition source carbohydrates and the Glycemic Load. Carbohydrates and blood sugar. Disponível em: <<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/carbohydrates/carbohydrates-and-blood-sugar/>>. Acesso em: Abril de 2012.

Hätönen KA, Similä ME, Virtamo JR, Eriksson JG, Hannila ML, Sinkko HK, Sundvall JE, Mykkänen HM, Valsta LM. Methodologic considerations in the measurement of glicemic index: glycemic response to rye bread, oatmeal porridge, and mashed potato. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006; 84: 1055-61.

Hawkes C. The influence of trade liberalization on global dietary change: the case of vegetable oils, meat and highly processed foods. In: Hawkes C, Blouin C, Henson S, et al., editors. *Trade, Food, Diet and Health: Perspectives and Policy Options*. Oxford: Wiley Blackwell. 2010: 35–59

Howlett J, Ashwell M. Glycemic response and health: summary of a workshop. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 87: 212-216.

Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1981; 34: 362-66.

Latulippe ME, Meheust A, Augustin L, Benton D, Barcák P, Birkett A, Eldridge AL, Faintuch J, Hoffman C, Jones JM, Kendall C, Lajolo F, Perdigon G, Prieto PA, Rastall RA, Sievenpiper JL, Slavin J, Menezes, EW. ILSI Brazil international workshop on functional foods: a narrative review of the scientific evidence in the area of carbohydrates, microbiome, and health. *Food & Nutrition research*. 2013; 57. 18p.

Liu S, Buring JE, Sesso HD, Rimm EB, Willett WC, Manson JE. A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002; 39: 49-56.

Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health – a systematic review and meta-analysis: the database, study characteristics, and macronutrient intakes. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 87: 223-36.

Macfarlane S, Macfarlane GT, Cummings JH. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. *Alimentary Pharmacology e Therapeutics*. 2006; 24: 701 – 14.

Mckeown NM, Troy LM, Jacques PF, Hoffmann U, O'Donnell CJ, Fox CS. Whole and refined-grain intakes are differentially associated with abdominal visceral and subcutaneous adiposity in health adults: the Framingham study. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2010; 92: 1165-71.

Menezes EW, Lajolo FM. Avances sobre el uso y las propiedades de los carbohidratos de los alimentos regionales. USP, Brasil, 2003. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/cyted106PI0297/projeto.asp>>. Acesso em: Janeiro de 2012.

Menezes EW, Lajolo FM. Marcadores in vivo e in vitro para avaliação de carboidratos. In: Lajolo, FM; Menezes, EW. *Carboidratos en Alimentos Regionales Ibero-Americanos*. São Paulo: EDUSP. 2006: 309 – 33.

Menezes EW. Resposta glicêmica dos alimentos: impacto dos cereais. *Science & Nutrition, Kraft Foods*. 2011; 5: 24 p.

Menezes EW, Giuntini EB, Dan MCT, Sardá FAH, Lajolo FM. Codex dietary fibre definition – Justification for inclusion of carbohydrates of 3 to 9 degrees of polymerization. *Food chemistry*. 2013; 140 (3): 581-85.

Monteiro CA, Mondini L, Souza ALM, Popkin BM. Da desnutrição para a obesidade: A transição nutricional no Brasil. In: Monteiro, C. A. *Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças*. São Paulo: Hucitec: Nupens/USP, p.247-255, 1995.

Morón C, Schejtma NA. Evolucion del consumo de alimentos en America Latina. In: Morón C, Zacarias I, Pablo S eds. *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Santiago: FAO: Instituto de Nutricion y Tecnología de Alimentos: Universidad Chile, cap.6, p.58-74, 1997.

Munter JSL, Hu FB, Spiegelman D, Franz M, Van Dam RM. Whole grain, bran and germ intake and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study and systematic review. *Plos medicine*. 2007; 4 (8): 1385-95.

Nilsson A, Ostman E, Preston T, Bjorck I. Effects of GI vs content of cereal fibre of the evening meal on glucose tolerance at a subsequent standardized breakfast. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 62 (6): 712–20.

Parker ED, Liu S, Van Horn L, Tinker LF, Shikany JM, Eaton CB, Margolis KL. The association of whole grain consumption with incident type 2 diabetes: the women's health initiative observational study. *Annals of Epidemiology*. 2013; 23: 321-27.

Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. *Journal of Nutrition*. 2001; 131: 871S-873S.

Rivera JA, Barquera S, Gonzalez-Cossio T, Olaiz G, Sepúlveda J. Nutrition transition in Mexico and in other Latin American countries. *Revista de Nutrição*. 2004; 62(7): S149–57.

Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, McKeown NM. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006; 83: 124-31.

Salmeron J, Manson JE, Stampfer MF, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin dependent diabetes mellitus in women. *Journal of the American Medical Association*. 1997; 277:472-77.

Schwingshackl L, Hoffmann G. Long term effects of low GI/GL vs. high GI/GL diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, metabolism and cardiovascular disease*. 2013; 63: 699-706.

Seal CJ, Brownlee IA. Whole grains and health, evidence from observational and interventional studies. *Cereal Chemistry*. 2010; 87: 167-74.

Shulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. 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*. 2004; 80: 348-56.

Silva FM, Steemburgo T, Azevedo MJ, Mello VD. Papel do Índice Glicêmico e Carga Glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com Diabetes tipo 2. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. 2009; 53: 560-71.

Slavin J. Whole Grains and Human Health. *Nutrition research reviews*. 2004; 17: 99-110.

Slavin J. Whole Grains and digestive Health. *Cereal Chemistry*. 2010; 87: 292-96.

Slavin J. Whole Grains and Health. SLAN, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.cerealintegral.com/docs/WHOLE%20GRAINS%20AND%20HEALTH.pdf>>. Acesso em: Outubro de 2011.

Slavin J. Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*. 2013; 5: 1417-35.

SUGIRS (2014). Sydney University Glycemic Index Research. Service Glycemic index. Disponível em: <www.glycemicindex.com/sugirs>. Acesso em: agosto de 2014.

USDA (2010). United States department of agriculture and United States department of health and human services. *Dietary guidelines for americans*. 7ª edição. Washington, DC: Printing office. 112 p.

WHO (2003). World Health Organization. WHO Technical Report Series – Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva.160 p.

WGC (2012). Whole Grains 101. Whole Grains council, 2011. Disponível em: <<http://www.wholegrainscouncil.org/whole-grains-101/identifying-whole-grain-products>>. Acesso em: Março, 2012.

Wirström T, Hilding A, Gu HF, Östenson CG, Björklund A. Consumption of whole grain reduces risk of deteriorating glucose tolerance, including progression to prediabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2013; 97: 179-87.

Wolever TMS, Bolognesi C. Source and amount of carbohydrate affect glucose and insulin in normal subjects. *Journal of Nutrition*. 1996; 26 (11): 2798-06.

Wolever TMS, Brand-Miller JC, Abernethy J, Astrup A, Atinkson F, Axelsen M et al. Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008; 87: 247-57.

Wolever TMS, Leung J, Vuksan V, Jenkins AL. Day-to-day variation in glycemic response elicited by white bread is not related to variation in satiety in humans. *Apetite*. 2009; 52: 654-58.

Ye EQ, Chacko SA, Chou EL, Kugizaki M, Liu S. Greater whole grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *Journal of Nutrition*. 2012; 142: 1304-13.

APÊNDICE 1

Questionário para triagem de voluntários

1) Nome completo:

2) E-mail:

3) Data de nascimento:

4) Peso:

Altura:

5) Você apresenta alguma das condições abaixo?

a) Diabetes ☐ Sim ☐ Não

b) Hipertensão ☐ Sim ☐ Não

c) Colesterol alto ☐ Sim ☐ Não

d) Doenças gastrintestinais ☐ Sim ☐ Não

e) Outros? Quais?

6) Possui histórico familiar de alguma das condições abaixo?

a) Diabetes ☐ Sim ☐ Não

Caso sim qual o grau de parentesco?

b) Hipertensão ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, qual o grau de parentesco?

c) Colesterol alto ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, qual o grau de parentesco?

d) Doenças gastrintestinais ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, qual o grau de parentesco?

e) Outros? Quais?

7) Possui alergia ou intolerância a algum alimento? ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, qual alimento(s)?

8) Está usando algum medicamento regularmente? ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, qual (is)?

9) Qual foi a última vez que você fez uso de antibióticos?

☐ menos de 1 mês

☐ 1 a 3 meses

☐ mais de 3 meses

10) Você consome algum suplemento alimentar (vitaminas, minerais, etc.) regularmente?

Sim ☐ Não ☐

Caso sim, qual(is)?

11) Você consome algum alimento probióticos e/ou sucos ricos em fibras regularmente?

Sim ☐ Não ☐

Caso sim, qual(is)?

12) Você aceita consumir pães integrais em jejum (10 a 12 horas) pela manhã 1 vez na semana durante 12 semanas?

13) Você possui o hábito de ingerir bebidas alcoólicas? ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, com que frequência?

14) Você pratica atividade física regularmente? ☐ Sim ☐ Não

Caso sim, com que frequência?

Qual a duração diária?

Somente para mulheres:

15) Você está grávida? ☐ Sim ☐ Não

16) Você está amamentando? ☐ Sim ☐ Não

17) Você está realizando terapia de reposição hormonal? ☐ Sim ☐ Não

ANEXO 1

Parecer substanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto do consumo de pães com grãos integrais na resposta glicêmica de voluntários saudáveis

Pesquisador: Elizabete Wenzel de Menezes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 17805313.0.0000.0067

Instituição Proponente: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 373.645

Data da Relatoria: 24/06/2013

Apresentação do Projeto:

Devido ao aumento no consumo de grãos refinados e declínio no consumo de grãos integrais ocorreu o aumento no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Para a redução desse risco, a WHO/FAO recomenda o consumo de alimentos ricos em fibra alimentar (FA), principalmente as encontradas nos grãos integrais, frutas e hortaliças. Essas fibras consistem em polímeros de carboidratos não hidrolizados que, no intestino delgado sofrem fermentação colônica e formam diversos produtos potencialmente benéficos à saúde. O consumo de dieta rica em FA está diretamente relacionado com o reduzido aumento da resposta glicêmica, ou um marcador do impacto causado na glicemia decorrente do consumo de alimentos; e a ingestão de dietas com este perfil vem sendo relacionada com menor incidência de DCNT. Os grãos integrais são fonte de FA e estão presentes em alimentos bem aceitos pela população como pães integrais cujo consumo tem sido estimulado. No Brasil, porém, há uma falha na legislação vigente sobre panificação uma vez que não estabelece critérios para a caracterização de pães integrais, o que permite grandes variações nas formulações e, possivelmente, nas respostas glicêmicas promovidas pelo consumo desses pães.

Objetivo da Pesquisa:

O presente estudo visa avaliar o perfil dos carboidratos e a variação da resposta glicêmica

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13A, sala 112

Bairro: Butantã

CEP: 05.508-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-3622

Fax: (11)3031-8986

E-mail: cepfcb@usp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 373.645

promovida pelo consumo de diferentes pães integrais industrializados disponíveis no mercado, através da determinação de índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: a ingestão de grãos integrais pode eventualmente causar ligeiro desconforto como gases e/ou cólica intestinal; raramente diarreia.

Benefícios: este estudo possibilitará o conhecimento da resposta glicêmica produzida pelo consumo de diferentes pães de forma integrais disponíveis no mercado. Informações deste tipo podem facilitar a seleção de alimentos para compor o cardápio diário, uma vez que alimentos que produzam um reduzido aumento na resposta glicêmica podem ser responsáveis por diversos benefícios à saúde do indivíduo. O resultado deste estudo pode também colaborar para a redução no risco de desenvolvimento e tratamento de diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa sobre resposta glicêmica de alimentos é importante pois os resultados auxiliarão na composição da dieta de indivíduos obesos, com diabetes e com doenças cardiovasculares.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes termos: anuência de pesquisador envolvido (mestranda), folha de rosto e TCLE.

Recomendações:

Sugerimos a aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há inadequações.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, este CEP recomenda a aprovação do protocolo de pesquisa.

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13A, sala 112

Bairro: Butantã

CEP: 05.508-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-3622

Fax: (11)3031-8986

E-mail: cepfcp@usp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 373.645

SAO PAULO, 27 de Agosto de 2013

Assinador por: Cristina Helena dos Reis
Serra
(Coordenador)