



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**AMIDO RESISTENTE: EFEITO DE
PROCESSAMENTO, ACEITABILIDADE E
RESPOSTA GLICÊMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cristiana Basso

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**AMIDO RESISTENTE: EFEITO DE PROCESSAMENTO,
ACEITABILIDADE E RESPOSTA GLICÊMICA**

por

Cristiana Basso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Linha de Pesquisa em Qualidade de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.**

Orientador: Prof. Dra. Leila Picolli da Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2010

B322a Basso, Cristiana

Amido resistente : efeito de processamento, aceitabilidade e resposta glicêmica / por Cristiana Basso ; orientador Leila Picolli da Silva. – Santa Maria, 2010.
75 f. : Il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos alimentos, RS, 2010.

1. Tecnologia de alimentos 2. Alimentos 3. Digestão dos alimentos 4. Absorção dos alimentos 5. Sensorial, 7. Glicemia I, Silva, Leila Picolli da Silva, orient. II. Título.

CDU: 664.23

Ficha catalográfica elabora por
Luiz Marchiotti Fernandes - CRB-10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM.

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Cristiana Basso. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito da autora.

Endereço: Rua Marechal Floriano Peixoto, nº1507/102, Centro, Santa Maria, RS, 97015-373.

Fone (0xx) 55 3219 1160; 55 9938 4145; End. Eletro: cristiana@unifra.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AMIDO RESISTENTE: EFEITO DE PROCESSAMENTO,
ACEITABILIDADE E RESPOSTA GLICÊMICA**

elaborada por
Cristiana Basso

como requisito parcial para obtenção de grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Leila Picolli da Silva, Dra.
(Presidente/Orientador)

Melissa Walter, Dra. (IFFarroupilha)

Luisa Helena Rychecki Hecktheuer, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 14 de janeiro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Minha mãe costuma dizer: "Cris você é uma pessoa iluminada". Então, agradeço primeiramente a ELE, Deus, que nos momentos mais difíceis de minha vida sempre me guiou pelo melhor caminho.

Agradeço em especial aos meus pais, os quais tiveram pouca oportunidade para estudar e talvez por isso tanto tenham se empenhado para que a vida fosse diferente para seus filhos e hoje sei o quanto se sentem orgulhosos por isso. O amor, a preocupação e a dedicação deles sempre foram, com certeza, norteadores para que eu e meu irmão seguíssemos em frente; por isso devemos tudo a eles, "aos melhores pais do mundo".

Agradeço ao meu esposo, que batalhou comigo durante esse mesmo período, fazendo também o seu mestrado. Juntos vencemos mais essa etapa em nossas vidas, sempre com companheirismo e compreensão.

A minha orientadora, Leila, que me mostrou o caminho da pesquisa, me incentivando sempre. Agradeço muito seus ensinamentos, empenho e dedicação para comigo.

Às bolsistas, Ana Betine e Fernanda, que me apresentaram literalmente as vidrarias, béqueres, pipetas, etc, sendo verdadeiras parceiras nas técnicas do NIDAL, meus agradecimentos sinceros.

A Melissa e Cristiane, agradeço pela paciência e prestatividade em responderem aos e-mails e telefonemas sobre a temida e demorada técnica de determinação do amido disponível e resistente.

Ao Ivo, que aceitou dividir comigo a tarefa de realizar o HGT dos trinta e quatro participantes, e que sempre ajudou sanando dúvidas por e-mail e enviando material pertinente, meu "muito obrigada".

À Jaqueline, que sempre respondia prontamente aos inúmeros e-mails, em relação às práticas a serem feitas no NIDAL, meu reconhecimento. Também, ao Carlos que gentilmente auxiliou na técnica dos minerais. A Lia que, quando necessário, sanou dúvidas em relação ao curso, muito obrigada.

Agradeço a todos os professores do programa que muito contribuíram nesta caminhada, principalmente a prof^a Luisa, que gentilmente aceitou o convite para fazer parte de minha banca de defesa, juntamente com a Melissa.

Aos amigos, colegas do mestrado, colegas e alunos da UNIFRA que concordaram em ficar em jejum e ainda ofertar a mim seus dedinhos para serem picados e repicados durante algumas horas, meu agradecimento.

Da mesma forma, agradeço aos voluntários que aceitaram participar da análise sensorial.

Ao IRGA, por ter oferecido apoio financeiro necessário para a execução de todo o trabalho.

“A mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltará ao seu tamanho
original”

(Albert Einstein)

“ A boa notícia é que Deus quer que
você passe nos testes da vida, então
ele jamais permitirá que enfrente
testes maiores que a graça que ele
lhe concede para lidar com eles ”.

(Rick Warren)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

AMIDO RESISTENTE: EFEITO DE PROCESSAMENTO, ACEITABILIDADE E RESPOSTA GLICÊMICA

AUTORA: CRISTIANA BASSO
ORIENTADORA: LEILA PICOLLI DA SILVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 14 de janeiro de 2010.

O presente estudo foi conduzido com os objetivos de investigar o efeito do armazenamento a baixa temperatura sobre a variação nos teores de amido resistente de alimentos usualmente consumidos pela população brasileira; a aceitabilidade desses alimentos após congelamento; e, a influência da elevação dos níveis de amido resistente obtidos pelo processamento, sobre a glicemia. Para isso, foram testados três alimentos: arroz, feijão e massa, para verificação do comportamento do amido resistente, e os mesmos alimentos, porém com teores aumentados desse amido, para testar a aceitabilidade de quarenta e dois provadores não treinados, assim como a resposta glicêmica de trinta e quatro indivíduos adultos saudáveis. Concluiu-se que vários fatores atuando em conjunto irão definir a digestibilidade e absorção do amido, e não um único fator isoladamente. Percebeu-se que, independentemente da amostra, todas aumentaram seu teor de amido resistente no decorrer do tempo de armazenamento a baixa temperatura e que a variação na elevação desse amido entre as amostras foi em ordem decrescente: feijão, massa e arroz. A massa parafuso cozida e armazenada por sessenta dias apresentou menor aceitabilidade na maioria dos requisitos; já os outros alimentos foram aprovados em praticamente todos os atributos sensoriais, mostrando portanto, que é possível aumentar o teor de amido resistente sem interferir na qualidade sensorial dos produtos. Embora o congelamento das amostras tenha elevado os teores de amido resistente, esse acréscimo não foi suficiente para interferir na glicemia dos indivíduos, visto que inúmeros outros fatores podem estar envolvidos na hidrólise e absorção desse. Assim, demonstrou-se através do estudo que o armazenamento de alimentos a baixa temperatura, serve como ferramenta eficiente e econômica na elevação dos teores de amido resistente e pode ser usado para melhorias na qualidade nutricional e de vida da população.

Palavras-chave: alimentos, digestão, absorção, sensorial, glicemia.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

RESISTANT STARCH: PROCESSING EFFECT, ACCEPTABILITY AND GLYCEMIC RESPONSE

AUTHOR: CRISTIANA BASSO
ADVISER: LEILA PICOLLI DA SILVA

Date and Place of the Defense: Santa Maria, January 14, 2010.

The present study was developed having as aims to investigate the effect of storage at low temperatures on level changes of resistant starch of foods usually consumed by the Brazilian population, the acceptability of these foods after the freezing process, and the influence of increasing levels of resistant starch obtained through this process on glycemy. Three kinds of foods were tested, i.e. rice, beans and pasta in order to verify the resistant starch behavior; the same kinds of foods, but with higher levels of this starch, were employed to test the acceptability on the part of forty-two non-trained food testers as well as the glyceimic response of thirty-four healthy adults. It was observed that several factors acting together define starch digestion and absorption, and not just one factor. It was noticed that, regardless of samples, all of them increased their level of resistant starch throughout storage time at low temperatures and that the changes in the increase of this starch among the samples was in a decreasing order: beans, pasta and rice. Noodles with a screw form, cooked and stored for sixty days, presented low acceptability on most requisites; on the other hand, the other tested foods received approval regarding practically all the attribute, therefore demonstrating that it is possible to increase the resistant starch level without interfering with tasting quality of products. Even though storage at low temperature of samples increased the levels of resistant starch, this increase was not enough to provoke changes in individuals' glyceimic levels since that various other factors can be involved in starch hydrolysis and absorption. Therefore, it was demonstrated through the present study that food storage at low temperatures serves as an efficient and cheap tool to increase resistant starch levels and it can be used to improve population's life and nutritional qualities.

Key words: foods, digestion, absorption, taste, glycemy

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-------|---|
| AR: | amido resistente |
| AD: | amido disponível |
| AR1: | amido resistente Tipo 1 |
| AR2: | amido resistente Tipo 2 |
| AR3: | amido resistente Tipo 3 |
| AR4: | amido resistente Tipo 4 |
| KOH: | hidróxido de potássio |
| HCl: | ácido clorídrico |
| IG: | índice glicêmico |
| AOAC: | Association of Official Analytical Chemists |
| HGT: | hemogluco teste |
| PT: | proteína |
| LIP: | lipídio |
| CZ: | cinzas |
| FT: | fibra total |
| FI: | fibra insolúvel |
| FS: | fibra solúvel |
| AML: | amilose |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.1 Amido | 12 |
| 2.2 Amido resistente | 13 |
| 2.3 Classificação do amido resistente | 14 |
| 2.4 Fatores que interferem nos níveis de amido resistente | 15 |
| 2.4.1 Fatores que influenciam nos níveis do amido retrogradado | 18 |
| 2.5 Determinação do amido resistente | 19 |
| 2.6 Amido resistente e saúde | 21 |
| 2.6.1 Amido resistente e glicemia | 22 |
| 2.7 Recomendações de consumo do amido resistente | 23 |
| 2.8 Funcionalidade e aceitabilidade do amido resistente | 24 |
| 3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS | 25 |
| 3.1 Artigo 1- Comportamento do Amido Resistente submetido a Armazenamento | 25 |
| 3.2 Artigo 2- Amido Resistente: Efeito sobre a Glicemia e aceitabilidade de Teores aumentados | 37 |
| 4 DISCUSSÃO GERAL | 54 |
| 5 CONCLUSÕES | 56 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |
| 7 APÊNDICE | 65 |
| 8 ANEXOS | 67 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as pessoas estão mais preocupadas em relação a sua saúde e a fatores que possam auxiliar na prevenção e/ou tratamento de patologias crônicas, principalmente daquelas oriundas de conduta errônea como má alimentação. Com isso, aumenta o interesse por alimentos que, além de nutrir o organismo, possam trazer benefícios contínuos à promoção da saúde. Dessa forma, assuntos referentes a alimentos funcionais, naturais, ricos em fibras, orgânicos, hidropônicos, prebióticos, probióticos, lights e diets, entre outros, têm sido intensivamente abordados no meio científico e técnico.

Um dos constituintes majoritários na dieta dos indivíduos é o amido, usado essencialmente como molécula energética pelo metabolismo humano. Considerando propósitos digestivos, pode-se dizer que esse constituinte se divide em duas frações: amido disponível, sendo conceituado como aquele degradado a glicose por enzimas no trato digestivo (podendo ainda ser classificado em rapidamente ou lentamente digerível); e amido resistente, sendo aquele que resiste à digestão no intestino delgado, mas é fermentado no intestino grosso pela microflora bacteriana em gases e ácidos graxos de cadeia curta (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Nesse contexto, o amido resistente surge como alternativa flexível, a fim de diminuir a disponibilidade energética dos alimentos, aumentando seu teor em compostos indigestíveis com ação benéfica à saúde.

O teor de amido resistente dos alimentos varia na dependência de inúmeros fatores que podem interferir na hidrólise e absorção do amido total, como: origem botânica (relação amilose/amilopectina, grau de cristalinidade, forma física, interações entre essa substância e outros constituintes do alimento); condições de processamento (quantidade de água, tempo e temperatura de armazenamento); dinâmica digestiva (tempo de mastigação, tempo de trânsito do alimento da boca até o íleo terminal, concentração de amilase no intestino) (ENGLYST et al., 1992; ESCARPA et al., 1996, THARANATHAN, 2002; HOOVER, 2003). Devido a esses fatores, o amido resistente é classificado em amido fisicamente inacessível, grânulos de amido resistente, amido retrogradado e um quarto tipo de amido, evidenciado

quando o amido é submetido a modificações em sua estrutura química, atendendo a necessidades específicas da indústria de alimentos (LOBO; SILVA, 2003).

O amido retrogradado é o de ocorrência mais comum, já que sua formação é resultante do processamento do alimento. Dessa forma, diferentemente das fibras, a quantidade desse amido pode ser alterada conforme manipulação do produto. Além disso, alguns estudos demonstram que as propriedades sensoriais de produtos alimentícios são pouco afetadas pelo aumento do amido resistente, quando comparado àqueles adicionados de outras fontes de fibras (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

Vários estudos têm demonstrado que essa fração de amido, além de não ser usada como substrato energético, contribui para a prevenção de doenças associadas à alimentação, como patologias colônicas, diabetes, obesidade e hiperlipidemia, entre outras. PEREIRA (2007) relaciona a contribuição do amido resistente para a queda do índice glicêmico, proporcionando menor resposta glicêmica e insulínica, auxiliando no tratamento de diabetes.

Considerando o exposto, o presente estudo foi conduzido com os objetivos de investigar o efeito do armazenamento a baixa temperatura sobre a variação nos teores de amido resistente de alguns alimentos usualmente consumidos pela população brasileira; a aceitabilidade destes alimentos após congelamento; e, a influência da elevação dos níveis de amido resistente obtidos pelo processamento, sobre a glicemia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Amido

Segundo Helbig (2007), os carboidratos são importantes fontes energéticas na alimentação humana, contribuindo com mais de 60% do consumo total calórico. Eles podem ser classificados de acordo com seu grau de polimerização em: açúcares, compreendendo monossacarídeos, dissacarídeos e polióis (glicose, galactose, frutose, sacarose, lactose, sorbitol, manitol); oligossacarídeos (maltodextrinas, mananoligossacarídeos, verbatose, frutoligossacarídios, entre outros) e polissacarídeos, que podem ser divididos em amiláceos e não-amiláceos (amilose, amilopectina, celulose, hemicelulose e pectina) (ASP, 1996).

Os carboidratos constituem a maior fração da dieta, porém, o conceito de carboidratos complexos tem sido modificado pelas descobertas relacionadas aos seus efeitos fisiológicos e nutricionais. Nesse grupo incluem-se o amido e os polissacarídeos não-amiláceos, diferindo em suas estruturas químicas e em seus efeitos fisiológicos (LOBO; SILVA, 2003).

Dos carboidratos, o amido constitui a principal fonte na alimentação humana, representando cerca de 80-90% de todos os polissacarídeos da dieta, sendo o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados, apresentando grande importância nutricional e industrial. Encontra-se amplamente distribuído em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em grãos de cereais, raízes e tubérculos (WALTER; SILVA; PERDOMO, 2005; DENARDIN, 2008).

Estruturalmente o amido é formado por dois polímeros, a amilose e a amilopectina, evidenciadas somente após solubilização dos grânulos e separação (ASP, 1996). A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4, originando cadeia linear, ao contrário da amilopectina que é formada por unidades de glicose unidas em α -1,4 e α -1,6 formando uma cadeia ramificada. No entanto, mesmo a amilose sendo linear, algumas de suas moléculas possuem ramificações semelhantes à amilopectina. As proporções em que essas

estruturas aparecem diferem entre as fontes, variedades de uma mesma espécie e ainda, numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (ELIASSON, 1996). Interessante é que essas variações podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais diferenciadas, afetando sua utilização em alimentos ou aplicações industriais (WANG; WHITE, 1994).

Além da classificação de acordo com a estrutura físico-química, o amido também se classifica sob o ponto de vista nutricional, isto é, diretamente relacionado com a digestão (PEREIRA, 2007). Anteriormente, acreditava-se que o amido era completamente hidrolisado pela α -amilase pancreática, sendo absorvido no intestino delgado sob a forma de glicose. Porém, hoje se reconhece que certos fatores, como relação amilose/amilopectina, forma física do alimento, inibidores enzimáticos, entre outros, podem influenciar sua hidrólise e absorção, permitindo que quantidade significativa escape à digestão no intestino delgado e alcance o cólon, onde é fermentado pela flora bacteriana, resultando em gases e ácidos graxos de cadeia curta (WOLF et al., 1999).

O amido pode então ser classificado, para propósitos nutricionais, como glicêmico ou resistente. O primeiro é degradado à glicose por enzimas no trato digestivo, sendo classificado como amido rapidamente digerível, que é hidrolisado em glicose dentro de vinte minutos, ou lentamente digerível no intestino delgado, o qual é convertido em glicose entre vinte e cento e dez minutos (ENGLYST et al., 1992). Os rapidamente digeríveis consistem principalmente de amido amorfo e disperso, encontrados em grande quantidade em alimentos amiláceos cozidos por calor úmido. Já os lentamente digeríveis, também são completamente digeridos no intestino delgado, porém sua digestão é mais lenta (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Já o amido resistente é aquele que não é hidrolisado depois de cento e vinte minutos, resistindo à digestão no intestino delgado (YUE; WARING, 1998).

2.2 Amido resistente

É sabido que o amido é a principal fonte de energia provinda dos alimentos. Entretanto, a partir da década de oitenta, no Japão, foi observado que uma fração

desse constituinte alimentar não era digerida pelas enzimas humanas, escapando da digestão no intestino delgado e chegando direto ao cólon, onde servia como substrato para a flora bacteriana. A essa fração, com comportamento similar às fibras alimentares, inclusive no que diz respeito à ação benéfica à saúde, deu-se a denominação de amido resistente (AR) (LAJOLO et al., 2001; LOBO; SILVA, 2003).

Em 1982, Englyst e colaboradores constataram que muitos alimentos processados continham maior teor de polissacarídeos não amiláceos do que os produtos crus correspondentes, surgindo aí o termo “analítico” para AR, que foi definido como sendo aquele resistente à dispersão em água fervente e hidrólise por amilase pancreática e pululanase. Mais tarde, a definição de AR assumiu caráter mais relacionado aos seus efeitos biológicos, representando a soma do amido e produtos de sua degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis (FAISANT et al., 1993; CHAMP; FAISANT, 1996; GOÑI et al., 1996).

Entende-se então por AR a fração que não fornece glicose ao organismo, mas que é fermentada no intestino grosso, produzindo gases e ácidos graxos de cadeia curta, motivo pelo qual se compara seu efeito ao das fibras alimentares (CHAMP; FAISANT, 1996), já que as fibras, mesmo sem ter uma definição precisa, são consideradas como sendo os carboidratos complexos de origem vegetal que não são digeridos no intestino humano (LAJOLO et al., 2001).

2.3 Classificação do amido resistente

De acordo com Sajilata, Singhal e Kulkarni (2006), o AR subdivide-se em quatro frações: amido fisicamente inacessível (AR1), grânulos de amido resistente (AR2), amido retrogradado (AR3), e o amido modificado quimicamente (AR4), considerando sua resistência à digestão (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

No AR1 a forma física do alimento pode impedir o acesso da amilase pancreática e diminuir a digestão do amido, por exemplo, se o amido estiver contido numa estrutura inteira como nos grãos; ou se as paredes celulares forem rígidas inibindo seu intumescimento e dispersão, como nas leguminosas; ou ainda, se tiver uma estrutura densamente empacotada como no macarrão tipo espaguete

(ENGLYST et al., 1992; MUIR; O´DEA, 1992; GOÑI et al., 1996; SALGADO et al., 2005).

No AR2, a forma do grânulo influencia sua digestão, sendo normalmente os grânulos dos tipos B e C mais resistentes à digestão enzimática. Exemplos de grânulos tipo A são os encontrados em cereais; do tipo B, os encontrados na banana, amido retrogradado e amidos ricos em amilose; e do tipo C, amido de leguminosas e sementes (ENGLYST et al., 1992; MUIR; O´DEA, 1992).

Porém, o mais encontrado é o AR3, já que a maioria dos amidos ingeridos são submetidos ao calor e umidade, resultando no rompimento e gelatinização da estrutura do grânulo, tornando-o digerível (BOTHAM et al., 1995). De acordo com Helbig (2007), os alimentos amiláceos comumente não são consumidos crus, havendo a necessidade de tratamento térmico para torná-lo palatável e aumentar sua biodisponibilidade. Assim, quando o amido é aquecido em excesso de água, a estrutura de seus grânulos é alterada pela perda da cristalinidade, seguida de lixiviação, hidratação e solubilização, processo chamado de gelatinização. Quando o gel esfria e envelhece, o amido gelatinizado forma novamente uma estrutura parcialmente cristalina, insolúvel e resistente à digestão enzimática, processo conhecido como retrogradação, característico do AR3 (ENGLYST et al., 1992; MUIR; O´DEA, 1992; SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

Há ainda um quarto tipo de amido obtido a partir de modificações intencionais em sua estrutura química, a fim de originar derivados para atender necessidades específicas da indústria de alimentos. Esses produtos incluem os amidos substituídos quimicamente com grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas; também resistentes à digestão no intestino delgado (LOBO; SILVA, 2003).

2.4 Fatores que interferem nos níveis de amido resistente

Alguns aspectos físico-químicos do amido podem afetar a sua digestibilidade, sendo que, de modo geral, os principais fatores são: origem botânica, características do próprio amido, relação amilose/amilopectina, grau de cristalinidade, forma física, condições de processamento a que são submetidos os produtos amiláceos, assim

como interações ocorridas entre essa substância e outros constituintes do alimento (HOOVER, 2003).

A digestibilidade também pode ser afetada por fatores intrínsecos, como a presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores da α -amilase e de polissacarídeos não amiláceos (GOÑI et al., 1996; THARANATHAN, 2002); além de fatores extrínsecos, como tempo de mastigação, tempo de trânsito do alimento da boca até o íleo terminal, concentração de amilase no intestino, quantidade de amido presente no alimento e presença de outros componentes que podem retardar a hidrólise enzimática (ENGLYST et al., 1992; THARANATHAN, 2002).

Outro fator que influencia no aumento do AR é o emprego do calor seco, resultando na formação dos compostos de Maillard, os quais possivelmente impeçam o acesso das enzimas ao amido (PLATEL; SHURPALEKAR, 1994; KELKAR; SHASTRIP; RAO, 1996).

2.4.1 Fatores que influenciam nos níveis do amido retrogradado

A quantidade de água, o tempo e a temperatura de armazenamento são algumas variáveis que influenciam no processo de cristalização e afetam diretamente os rendimentos do AR3 (ESCARPA et al., 1996). Quanto ao conteúdo de água durante o tratamento térmico, a máxima produção relatada é a aplicação da proporção de 1:3,5 de amido:água (LAJOLO, et al., 2001).

O teor de AR3 é afetado pelo conteúdo de amilose, temperatura, forma física, grau de gelatinização, resfriamento e armazenamento (BERRY, 1986; EGGUM et al., 1993; GOÑI et al., 1996). A influência de todos esses fatores é mais rápida e pronunciada sobre a amilose em relação à amilopectina, devido às ramificações de sua estrutura requererem maior tempo de armazenamento para formá-lo (GOÑI, GARCIA-ALONSO, GARCIA, 1995).

O AR3 pode ainda ser manipulado tecnologicamente mediante calor sob pressão, provocando maior gelatinização devido à fusão dos cristais de amido e pela retenção da água nos grânulos em condições de baixa umidade (ESCARPA; GONZÁLES, 1997). Também pode ser obtida essa gelatinização completa, com alto

rendimento de AR, através da autoclave de alta pressão com agitação constante (GOÑI, GARCIA – ALONSO; GARCIA, 1995; ESCARPA; GONZÁLES, 1997).

Com base em diversas pesquisas, observa-se que a formação do AR3 é influenciada por fatores que envolvem o processamento e o armazenamento. Assim, os teores de AR na alimentação podem ser significativamente modificados em decorrência das diferentes práticas culinárias (SALGADO et al., 2005). Tudo isso explica por que, ao contrário de outras fontes de fibra alimentar, as quantidades de AR3 podem ser manipuladas através do processamento (MUIR; O’DEA, 1992). Essa manipulação pode ser usada de forma benéfica para o consumidor e para a indústria alimentícia, através de uma fonte de “fibra” que não causa alteração organoléptica tão pronunciada quanto as demais fontes (ENGLYST; HUDSON, 1996; YUE; WARING, 1998).

2.5 Determinação do amido resistente

Sendo atribuídos ao AR efeitos benéficos ao organismo, torna-se de fundamental importância sua quantificação de forma confiável, uma vez que vários métodos de hidrólise enzimática *in vitro* já foram propostos desde sua descoberta. De acordo com Walter, Silva e Perdomo (2005), a utilização de diferentes enzimas e/ou diferentes quantidades de amostras levam a variações nos teores de amido disponível (AD) e AR, dificultando a posterior comparação com os demais resultados obtidos pelos distintos procedimentos analíticos, comprovando isso através de uma pesquisa realizada com cultivares de arroz, onde se verificaram diferenças de até sete vezes nos valores encontrados utilizando diferentes metodologias enzimáticas.

A determinação do AR pode ser feita por métodos *in vitro* ou *in vivo* (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Nos métodos *in vitro*, o principal passo para medir o conteúdo de AR em alimentos é a remoção de todo o AD do produto, usando α -amilase termoestável (CLEARY; ROSSITER, 2004). Dois métodos usados especificamente para determinar o AR removem o AD usando diferentes amilases e a fração residual é quantificada depois solubilizando em KOH 2M (BERRY, 1986; ENGLYST et al., 1992).

A quantificação pode ser feita com resíduo de fibra dietética antes da determinação do AR. Porém, o uso da secagem das amostras a 105°C pode alterar o resultado, já que o aquecimento influencia o conteúdo de AR nos alimentos (SILJESTROM e ASP apud SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

Um método para medir o AR em resíduos de fibras dietéticas envolve a mistura de resíduos de fibras com KOH, tampão acetato e HCl. Após incubação com amiloglicosidase, as amostras são centrifugadas e diluídas com água. O AR é calculado como glicose (mg) x 0.9 (CALIXTO et al., 1993). As vantagens desse método são o uso de pequenas quantidades de amostras, menos reagentes e eliminação da secagem (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006).

Contribuindo, Walter, Silva e Perdomo (2005) propuseram mudança de protocolo do método da AOAC 996.11 (1998), denominado pelos pesquisadores como protocolo P100SP, com os protocolos modificados P300SP, P100CP, P300CP e PTF:

- Protocolo P100SP: incubação da amostra (100mg) com 100µl de α-amilase termoestável em tampão MOPS pH 7,0 (95°C, 5 minutos) e 100µl de amiloglicosidase em tampão acetato de sódio 200mM pH 4,5 (50°C, 30 minutos). Após centrifugação, sobrenadante é utilizado para quantificar AD. Resíduo é tratado com DMSO (95°C, 5 minutos), nova incubação com 100µl de α-amilase termoestável em tampão MOPS pH 7,0 (95°C, 5 minutos) e 100µl de amiloglicosidase em tampão acetato de sódio 200mM pH 4,5 (50°C, 30 minutos). Após centrifugação, o sobrenadante é utilizado para quantificação do AR. Quantificação da glicose (originada da degradação de AD e AR) é realizada por reação com o reagente glicose oxidase-peroxidase e o teor de amido calculado, multiplicando-se o resultado de glicose por 0,9, sendo expresso como percentagem na matéria seca.

- Protocolo P300SP: aumento da quantidade de amostra de 100mg para 300mg.

- Protocolo P100CP: adição da enzima protease. Após incubação com α-amilase termoestável e equilíbrio da temperatura, realiza-se incubação com 100 µl de protease (60°C, 30 minutos).

- Protocolo P300CP: aumento da quantidade de amostra de 100mg para 300mg e adição da enzima protease (conforme explicado no protocolo P100CP).

- Protocolo PTF: aumento da quantidade de amostra de 100mg para 300mg, adição da enzima protease (conforme explicado no protocolo P100CP) e

substituição do tampão MOPS pH 7,0 (da incubação com α -amilase termoestável) por tampão fosfato pH 6,8.

Em relação às metodologias de quantificação *in vivo*, para avaliar a digestibilidade do amido, destacam-se os modelos ileostomizados e de intubação, em que a cânula é introduzida no íleo terminal dos humanos ou dos animais para quantificar o AR diretamente no intestino delgado (SALGADO et al., 2005).

2.6 Amido resistente e saúde

Sabe-se que a ingestão contínua de AR pode contribuir para a prevenção de doenças associadas à alimentação, como patologias colônicas, diabetes, obesidade e hiperlipidemia, entre outras. O amido não digerido, ao chegar ao cólon, é utilizado como substrato de fermentação por diversas bactérias intestinais, sendo por isso considerado agente prebiótico. Os produtos resultantes dessa fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) e gases como hidrogênio, dióxido de carbono e metano (TOPPING; CLIFTON, 2001).

Os ácidos acético e propiônico são absorvidos e metabolizados, proporcionando substratos para a lipogênese e cetogênese, já o butírico, atua em nível intestinal, gerando aporte calórico. Ainda, o ácido propiônico leva ao aumento da contração muscular do cólon, acelerando o peristaltismo intestinal e reduzindo a constipação, além de inibir a síntese de colesterol nos hepatócitos, mediada pela atividade da enzima hidroximetilglutaril-coenzima A redutase (HMG-CoA), diminuindo o risco de enfermidades cardiovasculares (FREITAS, 2002; FERREIRA, 2003).

A presença de bactérias lácticas no intestino também é capaz de desconjugar ácidos biliares, tornando-os menos solúveis em pH baixo; isso induz a precipitação do colesterol junto com os ácidos biliares, o que os torna indisponíveis para reabsorção no fígado, sendo eliminados nas fezes. Assim, mais colesterol é requerido para a síntese de ácidos biliares no fígado, reduzindo então os níveis de colesterol sérico (FERREIRA, 2003). O pH ácido originado da fermentação favorece a vasodilatação e aumenta a absorção de água e sais, melhorando os sintomas em indivíduos com diarreia. Já a amônia torna-se ionizada e não é absorvida por difusão

passiva, beneficiando indivíduos em tratamento de cirrose hepática (FERREIRA, 2003).

De acordo com Helbig (2007), a prevenção e o tratamento de doenças como a constipação, a obesidade, o câncer do intestino grosso e de mama, estão relacionados, em parte, à fibra alimentar. Assim, sendo o AR considerado como componente da fibra, com benefícios fisiológicos da fibra solúvel, ele tem um impacto positivo na saúde colônica (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Higgins e colaboradores (2004) ainda sugerem que a substituição de parte do carboidrato total da dieta por AR em uma refeição, poderia aumentar significativamente a oxidação lipídica pós-prandial, sugerindo redução no acúmulo de gordura ao longo do tempo.

Em relação à absorção de minerais, o estudo realizado por Moraes e colaboradores (1996), comparando a absorção intestinal de cálcio, fósforo, ferro e zinco, revelou que a refeição contendo 16,4% de AR resultou em uma maior absorção aparente de cálcio e ferro, comparada com a refeição somente com AD.

Também, a utilização do AR diminui o risco de doenças cardiovasculares e contribui para a perda de peso, por se tratar de uma fibra, além de promover a sensação de saciedade por um período maior de tempo (PEREIRA, 2007). Além disso, o AR é considerado ingrediente de alimentos funcionais pelo reduzido valor calórico que apresenta (NUGENT, 2005).

2.6.1 Amido resistente e glicemia

Os carboidratos têm papel fundamental na saúde, sendo a taxa de digestão e absorção determinantes no controle metabólico de algumas doenças crônicas não infecciosas, por isso tem havido crescente interesse na utilização dos carboidratos pelo corpo humano, especialmente no que se refere ao amido e fibra dietética e seus efeitos na resposta glicêmica e sobre a fisiologia do intestino grosso (FAO/WHO, 1998; JENKINS et al., 2002).

O índice glicêmico (IG) que quantifica a resposta glicêmica produzida pelos alimentos, avalia indiretamente a disponibilidade *in vivo* dos carboidratos (FAO/WHO, 1998; WOLEVER et al., 1991), e assim como as fibras, o AR contribui

para a queda do IG dos alimentos, proporcionando menor resposta glicêmica e, conseqüentemente, menor resposta insulínica (PEREIRA, 2007).

Em relação aos efeitos do AR sobre a resposta glicêmica, os resultados ainda são conflitantes. Hoebler e colaboradores (1999) afirmam que, por não ser digerido no intestino delgado, reduz o IG do alimento. Portanto, o IG e o conteúdo de AR dos alimentos têm sido estabelecidos como dois importantes indicadores da digestibilidade do amido e, sob o ponto de vista nutricional, a baixa resposta glicêmica é considerada benéfica, especialmente para indivíduos com diminuída tolerância à glicose. No entanto, ainda há necessidade de novas pesquisas em relação a esse amido, para que seus efeitos nutricionais possam ser mais conhecidos e divulgados entre a comunidade científica e os próprios consumidores (HELBIG, 2007).

2.7 Recomendações de consumo do amido resistente

Em termos quantitativos, as recomendações são conflitantes, por exemplo, o grupo EURESTA (FREITAS, 2002) recomenda o consumo de 4g/dia de AR, já Brouns, Kettlitz e Arrigoni (2002) preconizam a ingestão de 20g/dia como suficiente para que o organismo possa se beneficiar dos efeitos relatados para a fração solúvel da fibra alimentar, valor também sugerido por Sajilata, Singhal e Kulkarni (2006).

O que se sabe a respeito da ingestão de AR entre os brasileiros, através de pesquisas, é que, ao longo do tempo, tem-se diminuído o consumo, atingindo 3,4g/dia/pessoa na década de 90, devido à redução do consumo de carboidratos totais. Já entre os europeus, é de 4,1g/dia/pessoa, oriundos de pães e batatas (CHAMP e FAISANT, 1996; FREITAS, 2002). Para PEREIRA (2007), o consumo atual é de cerca de 3g/pessoa/dia, sendo encontrado em alimentos não processados como grãos, batata crua, banana verde e em alimentos processados e retrogradados como casca de pão e batata cozida resfriada.

2.8 Funcionalidade e aceitabilidade do amido resistente

Em se tratando de AR comercial, percebe-se que esse apresenta pequeno tamanho de partícula, aparência branca, sabor suave, contribuindo com propriedades físico-químicas desejáveis, como inchamento, aumento da viscosidade e formação de gel. Essas propriedades tornam possível o uso do AR para substituir a farinha em uma proporção de 1:1, sem afetar significativamente o manuseio ou reologia da massa (FAUSTO; KACCHI; MEHTA, 1997).

A adição de AR comercial é apropriada para a maioria dos produtos de baixa umidade. Estudos têm mostrado que AR propicia melhor aparência, textura e sabor do que fontes de fibras convencionais, além de melhorar a expansão e crocância em certas aplicações em alimentos e, ainda, devido ao baixo teor calórico, pode ser usado em produtos com apelo light (PEREIRA, 2007).

Suas finas partículas e sabor suave tornam possível a formulação de produtos alimentícios com melhor aceitabilidade pelo consumidor e maior palatabilidade que aqueles feitos com fibras tradicionais (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Comprovação disso está em uma pesquisa feita por PIMENTEL (2007), a qual confeccionou biscoitos de polvilho com acréscimo de 3%, 5% e 7% de AR comercial e verificou, por escala hedônica de sete pontos, que todas as formulações foram bem aceitas.

Em relação à aceitação do feijão, Lima e colaboradores (2000) submeteram dez painelistas não treinados a avaliar quatro variedades de feijão macassar verde após armazenamento do grão *in natura* e dos grãos processados (pré cozidos e cozidos); a temperatura de refrigeração, entre 6 e 7 °C e ao congelamento a -18°C, por 30, 35, 40 e 50 dias; eles concluíram que o armazenamento sob refrigeração dos grãos verdes *in natura*, pré-cozidos e cozidos só foi satisfatório por um período de 35 dias, sendo descartados após esse período da análise sensorial devido à deterioração. O armazenamento sob congelamento apresentou resultados satisfatórios até o período de 50 dias, não sendo verificada alteração na textura dos grãos cozidos congelados nesse período.

3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

3.1 ARTIGO 1

Submetido a Brazilian Archives of Biology and Technology

(Configuração conforme normas da revista – Anexo 1)

COMPORTAMENTO DO AMIDO RESISTENTE SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO¹

BEHAVIOR OF RESISTANT STARCH UNDER STORAGE¹

Cristiana Basso²
Leila Picolli da Silva³
Ana Betine Beutinger Bender⁴
Fernanda da Silveira⁴

RESUMO

O objetivo do estudo foi investigar o comportamento da resistência do amido em arroz, feijão e massa, quando armazenados sob baixa temperatura, comparando a variação dos teores desse constituinte no decorrer do tempo. A determinação desse amido foi realizada com os alimentos cozidos e com os alimentos cozidos e armazenados a -18°C, em períodos de 10, 30, 40, 50 e 60 dias de armazenamento. Foi possível observar que houve acréscimo significativo quanto ao teor de amido resistente no decorrer do tempo, para todas as amostras. Quanto à variação dos teores de amido resistente ao longo do período de armazenamento, foi possível visualizar que o efeito do armazenamento teve menos influência na elevação do amido resistente do arroz do que para o do feijão e da massa, devido a diversos fatores que podem ter atuado simultaneamente na digestibilidade do amido de cada amostra.

Palavras-chave: temperatura baixa, período de tempo, alimentos

¹Pesquisa desenvolvida para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

²Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

³Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

*Correspondência autor: Cristiana Basso. E-mail: cristiana@unifra.br

ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate the resistant behavior of starch in rice, beans and pasta when stored at low temperatures comparing level changes of starch throughout the experiment. To determine the levels of this starch, the experiment employed cooked foods and cooked foods stored at -18°C within storage periods of 10, 30, 40, 50 and 60 days. It was possible to observe that there was a considerable increase regarding the level of resistant starch in all samples throughout the periods of time already mentioned. Regarding level changes of resistant starch throughout storage, it was possible to visualize that storage had less effect on the increase of resistant starch in rice than in beans and pasta due to several factors which might have taken place simultaneously in the digestion of starch in each sample.

Key words: low temperature, time periods, foods

INTRODUÇÃO

O amido é a mais importante fonte de carboidratos da dieta, apresentando grande importância nutricional e industrial, representando em torno de 80-90% de todos os polissacarídeos da dieta (WALTER et al., 2005). Encontra-se distribuído em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em grãos de cereais (40 a 90% do peso seco), leguminosas (30 a 50% do peso seco), tubérculos (65 a 85% do peso seco) e frutas imaturas ou verdes (40 a 70% do peso seco) (LAJOLO & MENEZES, 2006).

Estruturalmente, o amido é composto por dois polímeros, cadeias de amilose e amilopectina, sendo a amilose formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -(1,4), originando uma cadeia linear; já a amilopectina, formada por unidades de glicose unidas em α -(1,4) e α -(1,6), forma uma estrutura ramificada (ELIASSON, 2004; TESTER et al., 2004). Por apresentar somente ligações α -glicosídicas o amido é potencialmente digerível pelas enzimas amilolíticas secretadas no trato digestivo humano, e pela alta produção de α -amilase pancreática se considerava, até recentemente, que o amido era completamente hidrolisado, sendo absorvido no intestino delgado na forma de glicose. Entretanto, alguns fatores influenciam a taxa na qual o amido é hidrolisado e absorvido, deixando escapar quantidade significativa que chega direto ao cólon onde é fermentado pelas bactérias (WOLF et al., 1999).

Essa fração do amido que escapa da hidrólise pelas enzimas, denomina-se amido resistente (AR), o qual se define como a soma do amido e seus produtos de degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis (EURESTA, 1992); tem sido intensamente estudada nos últimos anos devido aos potenciais benefícios à saúde humana (WALTER et al., 2005). Assim, para propósitos nutricionais, o amido pode ser classificado em glicêmico ou resistente, dependendo de sua absorção. O glicêmico é degradado em glicose por enzimas no trato digestivo, podendo ser classificado como amido rapidamente ou lentamente digerível (ENGLYST et al., 1992; YUE & WARING, 1998), já o AR resiste à digestão no intestino delgado, sendo fermentado no intestino grosso pela microflora bacteriana (YUE & WARING, 1998).

O AR é classificado em quatro tipos: o Tipo 1 representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento; o Tipo 2 refere-se aos grânulos de amido nativo; o Tipo 3 consiste em polímeros de amido retrogradado (principalmente de amilose), produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização; e o Tipo 4 é evidenciado quando o amido sofre modificação em sua estrutura química (ENGLYST et al., 1992; COLONNA et al., 1992). Entretanto, o mais comum é o Tipo 3, já que a maioria do amido ingerido pelo homem é submetido a tratamentos com calor e umidade, resultando em rompimento e gelatinização da estrutura do grânulo nativo, tornando-o digerível (BOTHAM et al., 1995); porém, quando o gel esfria e envelhece, o amido gelatinizado forma novamente uma estrutura parcialmente cristalina, insolúvel e resistente à digestão enzimática, sendo esse processo conhecido como retrogradação, característico do AR Tipo 3 (ENGLYST et al., 1992; MUIR & O'DEA, 1992).

A retrogradação da amilose, à temperatura ambiente, é um processo rápido, o qual origina uma forma de amido altamente resistente à redispersão em água fervente e à hidrólise pela amilase pancreática (MUIR & O'DEA, 1992; BOTHAM et al., 1995). Já a retrogradação da amilopectina é um processo mais lento e depende da concentração da amostra. Assim, vários estudos têm demonstrado relação direta entre o conteúdo de amilose e a formação de AR, diferentemente da amilopectina (BERRY, 1986; EGGUM et al., 1993; SAMBUCETTI & ZULETA, 1996; SIEVERT; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1991).

Além da relação amilose/amilopectina, outros fatores intrínsecos também podem afetar a digestibilidade do amido, como a presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores da α -amilase e de polissacarídeos não amiláceos; bem como fatores extrínsecos, como tempo de mastigação, tempo de trânsito do alimento da boca até o íleo terminal, concentração de amilase no intestino, quantidade de amido presente no alimento e a presença de outros componentes que podem retardar a hidrólise enzimática (ENGLYST et al., 1992; THARANATHAN, 2002). Também a quantidade de água, o tempo e temperatura de armazenamento são variáveis que influenciam no processo de cristalização e afetam diretamente os rendimentos de AR (ESCARPA et al., 1996).

Extensos estudos demonstram que o AR tem efeitos fisiológicos similares àqueles das fibras dietéticas (ASP, 1994; EERLINGEN & DELCOUR, 1995), em

especial das solúveis, sendo usado como veículo para a lenta liberação de glicose, com impacto positivo na saúde colônica, na redução do colesterol e do triglicérideo (HARALAMPU, 2000).

Dessa forma, a presente pesquisa visou a investigar o comportamento da resistência do amido em amostras de arroz, feijão e massa submetidas a armazenamento sob baixa temperatura por diferentes períodos de tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras

Foram testados três alimentos usualmente consumidos pela população brasileira, utilizando-se três repetições que consistiram em três marcas de arroz polido tipo 1, três marcas de feijão preto tipo 1 e três marcas de massa parafuso com ovos.

Preparo das amostras

O arroz foi submetido à cocção, com uma medida de arroz para duas medidas de água, durante 20 minutos, atingindo temperatura média de 100°C. À medida de feijão foram acrescentadas quatro medidas de água, ficando em cocção sob pressão (2atm) por quarenta minutos, em temperatura entre 100 e 120°C, e a massa foi coccionada com seis medidas de água para cada medida de massa, por um período de oito minutos, em temperatura média de 100°C. Foi acrescentado o mínimo de temperos e condimentos como óleo e sal para cocção do arroz e massa; tempero verde, alho, sal e pimentão para cocção do feijão, perfazendo percentagem mínima em relação a cada alimento (em torno de 2%).

Determinação do AR

A determinação do AR do arroz, feijão e massa cozidos foi realizada no dia do preparo e após 10, 30, 40, 50 e 60 dias sob congelamento a -18°C, conforme proposto por Walter, 2005. As enzimas utilizadas foram α -amilase termoestável (Termamyl

120L), protease (Alcalase) e amiloglicosidase (AMG 300L). A glicose foi medida colorimetricamente ($\lambda=505\text{nm}$) com o reagente glicose oxidase-peroxidase (Glicose PAP Liquiform). O conteúdo de AR foi calculado multiplicando o resultado final de concentração de glicose por 0,9.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de regressão para estimar a curva linear e quadrática. O software utilizado para análise foi o SPSS, versão 13.0 for windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já relatado, vários são os fatores que podem influenciar a digestão e absorção do amido. Nesta pesquisa, porém, a ênfase foi dada ao tempo de armazenamento sob baixa temperatura, priorizando assim o estudo do AR3. Foi possível observar que, independentemente do tipo de amostra, houve acréscimo significativo quanto ao teor de amido resistente no decorrer do tempo de armazenamento, sendo que, no feijão e massa, o comportamento foi linear, já para o arroz o ajuste quadrático foi o mais adequado (Figura 1).

Com o passar do tempo, o amido das amostras armazenadas a baixa temperatura foi ficando menos disponível à ação enzimática, conseqüentemente, elevando os teores de AR, porém, não de forma linear (Figura 1). Silva et al., 2007 também observaram comportamento semelhante quando avaliaram o tempo de armazenamento (1, 30, 60 e 120 dias), em que perceberam reduções desse amido dos 30 aos 60 dias de armazenamento; a partir dos sessenta dias, as amostras de baixos teores de amilose continuaram com teores de amido resistente reduzidos, enquanto as amostras de alta e média amilose tiveram estabilização.

Embora o arroz tenha apresentado valores absolutos superiores de AR do início ao final do período testado, em comparação à massa e ao feijão (Figura 1), percentualmente essa foi a amostra menos influenciada pelo período de armazenamento, demonstrando no tempo máximo de armazenamento, acréscimo de 66%, enquanto para a massa o acréscimo foi de 118% e para o feijão de 127% (Figura

2). Dentre os vários fatores envolvidos na digestibilidade dessas amostras, sugere-se que o teor de amilose tenha grande influência no comportamento do AR, visto que quanto maior seu conteúdo, geralmente maior será o rendimento do AR (Pomeranz, 1992). Esse fato é explicado porque a amilose apresenta-se mais compactada no grânulo de amido, dificultando o acesso das enzimas digestivas, sendo lentamente digerida e absorvida pelo organismo. Por outro lado, a amilopectina, por apresentar cadeia ramificada, permite maior acesso das enzimas, sendo digerida e absorvida mais rapidamente (Denardin et al., 2005).

Comprovou-se que o feijão, amostra com maior variação em relação ao AR, também foi a amostra que apresentou maior teor de amilose (33%), em comparação com o arroz (25%) e a massa (20%), comprovando a relação proporcional entre teor de amilose e AR, no caso do feijão. Estudo feito por Sievert e Pomeranz (1989) corrobora esses resultados, mostrando que ervilhas com 33% de amilose tiveram aumento na quantidade de AR de 10,5%, enquanto que batatas com 20% de amilose, cresceram somente 4,4% aos teores de AR.

Já em relação ao arroz e massa, percebeu-se possível interferência da quantidade de proteína presente em cada amostra, visto que, se somente fosse levado em consideração o teor de amilose, a maior variação teria ocorrido no arroz, e não na massa. Porém não foi o que aconteceu, provavelmente porque a proteína da massa (13%) tenha se ligado à amilose, formando o complexo resistente amilose-proteína, dificultando a digestibilidade e com isso aumentando o AR. Esse fator também pode explicar a superioridade da variação do feijão (19% de proteína). Saura-Calixto et al., 1992, comprovaram que a presença de proteína afeta a formação do AR, ao estudarem o feijão desproteínizado e não-desproteínizado após cocção e congelamento, sendo que o feijão desproteínizado apresentou os menores teores de AR. No entanto, segundo Lajolo et al., 2001, é necessário maior número de pesquisas para esclarecer a influência das proteínas na formação do AR. Assim, os resultados mostram que não somente a alta concentração de amilose está relacionada à retrogradação e formação do AR, mas também a presença de outros componentes dos alimentos (ROSIN et al., 2002).

Em outro estudo, em que avaliaram a influência do armazenamento de alimentos sob baixa temperatura (-20°C) por trinta dias, detectaram aumento no conteúdo de AR,

para todos os alimentos armazenados, na ordem decrescente: massa, feijão, polenta, grão de bico (Carreira et al., 2004), explicado esse aumento pelo fato de que, quando o alimento está resfriando, a retrogradação do amido e a formação do AR são ativadas e menos amido fica disponível para digestão (Thompson, 2000). Carreira (2004) ainda ressalta que esse tipo de armazenamento é um procedimento doméstico comum, que pode tanto contribuir para o aumento do conteúdo de AR quanto para sua ingestão.

Com referência a tempo e temperatura de armazenamento, também Menezes et al. (1998) evidenciaram aumento no teor de AR em alimentos armazenados em temperaturas reduzidas (-20°C e 5°C) por período de 24 horas. Posteriormente, Rosin et al. (2002) estudaram o efeito do armazenamento de onze alimentos em condições de temperatura de -20°C, encontrando aumentos significativos na formação de AR em períodos de trinta dias, para todas as amostras analisadas. Em outra pesquisa feita com alimentos cozidos e cozidos e armazenados a -20°C por trinta dias, também foi detectado significativo aumento no conteúdo de AR para pão branco, massa, polenta, feijão e grão de bico (Carreira et al., 2004).

Outro fator que provavelmente tenha também afetado a variação do AR entre as amostra foi a quantidade de água utilizada no processamento, sendo o recomendado para a máxima produção desse amido a proporção de 1:3,5 (p/p) de amido:água (LAJOLO et al., 2001). Na pesquisa em questão, o feijão foi a amostra que mais aumentou o AR em relação ao armazenamento e a relação foi de 1:4 de amido:água, ou seja, o mais próximo à recomendação, diferentemente do arroz que foi a amostra de menor variação, nesse caso, a proporção foi de 1:2 de amido:água.

Assim, conclui-se que, independentemente da amostra, todas aumentaram seu teor de AR no decorrer do tempo de armazenamento a baixa temperatura e que a variação na elevação desse amido entre as amostras foi em ordem decrescente: feijão, massa e arroz, mostrando que, aos 50 dias de armazenamento, o feijão e a massa praticamente já haviam alcançado seu pico de AR, enquanto para o arroz esse só foi alcançado aos 60 dias. No entanto, deve-se considerar que os fatores causais para essa elevação provavelmente tenham atuado em conjunto, impossibilitando atribuir a elevação do AR nos alimentos apenas a um único fator isoladamente.

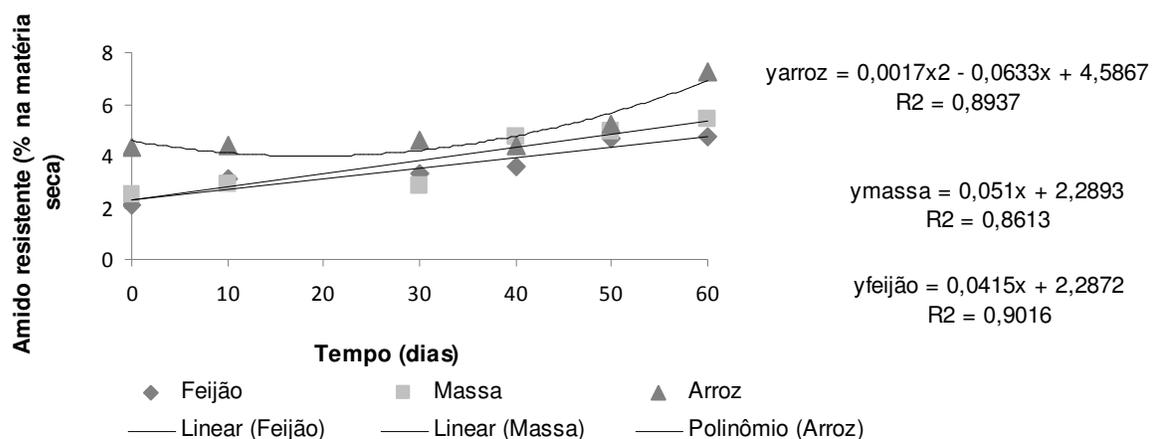


Figura 1- Efeito do armazenamento a baixa temperatura sobre teor de amido resistente em amostras de arroz, feijão e massa

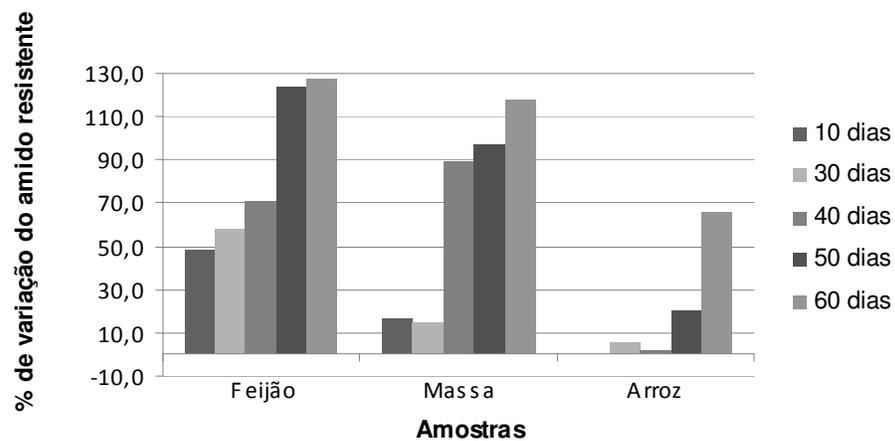


Figura 2- Variação dos teores de amido resistente durante armazenamento a baixa temperatura (%)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asp, N. G. (1994), Nutritional classification of food carbohydrates. *Am. J. Clin. Nutr.*, **59**, 679-681.

Berry, C. S. (1986), Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J. Cereal. Sci.*, **4**, 301-314.

Botham, R. L. et al. (1995), A physicochemical characterization of chick pea starch resistant to digestion in the human small intestine. *Carbohydr. Polym.*, **26**,83-90.

Carreira, M. C.; Lajolo, F. M.; Menezes, E. W. (2004), Glycemic index: effect of storage under low temperature. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **47**(2), 569-574.

Colonna, P; Leloup, V; Buléon, A. (1992), Limiting factors of starch hydrolysis. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **46** (2 Suppl),17-32.

Denardin, C. C.; Walter, M.; Silva, L. P.; Souto, G. D.; Bertoncello, G. S.; Fagundes, C. A. A. (2005), Efeito dos teores de amilose de cultivares de arroz no metabolismo glicêmico em ratos. Artigo apresentado no IV CBAI, Santa Maria/RS.

Eerlingen, R. C.; Delcour, J. A. (1995). Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *J. Cereal. Sci.*, **22**, 129-138.

Eggum, B. O. et al. (1993), The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. *J. Cereal. Sci.*, **18**, 159-170.

Eliasson, A.C. (2004), Starch in food – Structure, function and applications. New York: Boca Raton, CRC, 605p.

Englyst, H. N; Kingman, S. M.; Cummings, J. H. (1992), Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **46**, 33-50.

Escarpa, A.; Gonzáles, M.C. Mañas, E.; García-Diz, L.; Saura-Calixto, F. (1996), Resistant starch formation: standardization of a high-pressure autoclave process. *J. Agric. Food. Chem.*, **44**, 924-928.

Euresta (European Flair Action Concerted on Resistant Starch). (1992), Department of Human Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands; Newsletter III, 7.

Germani, R. (1999), Controle de qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo. Curso de Pós-Graduação em controle e garantia de qualidade de alimentos, UFRJ-Embrapa/CTAA. Módulo III: controle de qualidade químico e físico-químico. Rio de Janeiro, 27-31.

Haralampu, S. G. (2000). Resistant starch- a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydr Polym.*, **41**, 285-292.

Lajolo, F. M.; Menezes, E. W. (2006), Carbohidratos en alimentos regionales Iberoamericanos. São Paulo: Universidade de São Paulo, 648p.

Lajolo, F. M.; Saura-Calixto, F.; Penna, E. W.; Menezes, E. W. (2001), Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud. In- Amido resistente. Varela, pp.129-142.

Krolow, W. S. et al. (2007), Efeitos do teor de amilose sobre a estabilidade do amido resistente em arroz parboilizado durante o armazenamento. Artigo apresentado no XVI Congresso de Iniciação Científica, 27-29 novembro, UFPel.

Menezes, E. W.; Canzio, A. E.; Lajolo, F. M. (1998), Formação de amido resistente em alimentos armazenados em baixas temperaturas. In: Lajolo FM, Menezes EW. Fibra dietética temas en tecnología de alimentos México: INP 1998; 2:191-8. [Anais do Simpósio Iberoamericano sobre Fibra Dietética em Alimentos- Projeto CYTED XI 6, São Paulo; 1997].

Muir, J. G.; O'dea, K. (1992), Measurement of resistant starch: factors affecting the amount of starch escaping digestion *in vitro*. *Am. J. Clin. Nutr.*, **56**, 123-127.

Pomeranz, Y. (1992), Research and development regarding enzyme-resistant starch (RS) in the USA: a review. *Eur J Clin Nutr.*, **46**(2 Suppl), 63-68.

Rosin, P. M.; Lajolo, F. M.; Menezes, E. W. (2002), Measurement and characterization of dietary starches. *J. Food. Comp. Anal.*, **15**, 367-377.

Saura-Calixto, F. et al. (1992), Formation of resistant starch in deproteinized and non-deproteinized beans. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **46**, 109-111.

Sambucetti, M. E.; Zuleta, A. (1996), Resistant starch in dietary fiber values measured by the AOAC method in different cereals. *Cereal Chem.*, **73**(6), 759-761.

Sievert, D.; Czuchajowska, Z.; Pomeranz, Y. (1991), Enzyme-resistant starch III. X-ray diffraction of autoclaved amylo maize VII starch and enzyme-resistant starch residues. *Cereal Chem.*, **68**, 86-91.

Sievert, D.; Pomeranz, Y. (1989), Enzyme-resistant starch I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopia methods, *Cereal Chem.*, **66**(4), 342-347.

Tester, R. F. et al. (2004), Starch- composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.*, **39**, 151-165.

Tharanathan, R. N. (2002), Food-derived carbohydrates- Structural complexity and functional diversity. *Crit. Rev. Biotechnol.*, **22**, 65-84.

Thompson, D. B. (2000), Strategies for the manufacture of resistant starch. *Trends Food Sci. Technol.*, **11**, 245-253.

Walter, M; Silva, L. P., Emanuelli, T. (2005), Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência Rural*, Santa Maria, **35**(4), 974-980.

Wolf, B. W. et al. (1999), Effects of chemical modification on in vitro rate and extent of food starch digestion: an attempt to discover a slowly digested starch. *J. Agr. Food. Chem.*, **47**, 4178-4183.

Yue, P.; Waring, S. (1998), Resistant starch in food applications. *Cereal Food World*, **43**(9), 690-695.

3.2 ARTIGO 2

Submetido a Revista de Nutrição

(Configuração conforme normas da revista – Anexo 2)

ELEVAÇÃO DO AMIDO RESISTENTE: EFEITO SOBRE A GLICEMIA E ACEITABILIDADE

RESISTANT STARCH INCREASE: EFFECT ON GLYCEMY AND ACCEPTABILITY

Cristiana Basso²

Leila Picolli da Silva³

Ana Betine Beutinger Bender⁴

Fernanda da Silveira⁴

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivos verificar o efeito do aumento dos níveis de amido resistente na glicemia e a influência do congelamento usado para aumentar os respectivos níveis, sobre a aceitabilidade de alimentos usualmente consumidos na dieta. Para isso usaram-se refeições compostas por arroz, feijão e massa submetidos à cocção (com 4,36%; 2,10% e 2,50% de amido resistente respectivamente nesses alimentos) e a cocção-armazenamento a -18°C por sessenta dias (7,25%; 4,77% e 5,45% respectivamente de amido resistente), para serem analisadas em relação à resposta glicêmica e análise sensorial. Quanto à resposta glicêmica, foi possível observar que, aos trinta minutos após ingestão, o aumento glicêmico médio foi de 24,5% e, aos noventa minutos, a elevação foi de 4 e 2% para as refeições compostas por alimentos recém cozidos e cozidos e armazenados, respectivamente, sendo que em ambos os tempos avaliados não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Em relação à aceitabilidade, constatou-se que para o arroz não houve diferença significativa para aparência, odor, textura e sabor entre as amostras; para a

massa, não houve diferença significativa em relação ao odor e para o feijão, a diferença foi detectada na aparência da amostra armazenada. Conclui-se que a elevação dos teores de amido resistente devido ao processo de congelamento não teve reflexo sobre a resposta glicêmica, bem como que os alimentos submetidos ao congelamento apresentaram aceitabilidade geral satisfatória após descongelamento e aquecimento.

Termos de indexação: amido, resposta glicêmica, armazenamento de alimentos, digestão, voluntários, sensorial

¹Pesquisa desenvolvida para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, resultante do Convênio IRGA-UFSM.

²Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

³Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

*Correspondência autor: Cristiana Basso. E-mail: cristiana@unifra.br

ABSTRACT

This research had as objectives to verify the effect of the increase in resistant starch levels on glycemym and the influence of storage at low temperatures to increase these levels concerning foods acceptability usually employed in the diet. Thus, meals made up of rice, beans and pasta submitted to cooking (with 4.36%, 2.10%, and 2.50% of resistant starch respectively in these foods) and to cooking-storage at -18°C for sixty days (7.25%, 4.77%, and 5.45% respectively of resistant starch) were analyzed regarding glycemym response and tasting. Concerning the glycemym response, it was possible to observe that, thirty minutes after ingestion, the average increase of glycemym was 24.5% and, after ninety minutes, the increase was 4 and 2% for meals made up of foods just cooked and foods cooked and stored respectively. For both evaluated times, no considerable differences were observed between treatments. Regarding acceptability, it was noticed that rice presented no major difference concerning appearance, smell, texture and taste among the samples; that pasta presented no major difference concerning smell, and that beans presented a difference concerning appearance for the stored sample. It was concluded that the increase in resistant starch levels due to the freezing process had no influence in the glycemym response and that foods submitted to storage at low temperatures presented satisfactory general acceptability after de-freezing and heating.

Indexing terms: starch, glycemym response, food storage, digestion, volunteers, tasting.

INTRODUÇÃO

O amido é a principal fonte de energia provinda dos alimentos. Entretanto, foi observado, a partir da década de oitenta, no Japão, que uma fração dele não era digerida pelas enzimas humanas, escapando da digestão no intestino delgado e chegando direto ao cólon, onde servia como substrato para a flora bacteriana. A essa fração, com comportamento similar ao das fibras alimentares, inclusive no que diz respeito à ação benéfica à saúde, deu-se a denominação de amido resistente (AR)¹.

Assim como as fibras, o AR contribui para a queda do índice glicêmico (IG) dos alimentos, proporcionando menor resposta glicêmica e, conseqüentemente, menor resposta insulínica, auxiliando no tratamento de diabetes, principalmente do tipo 2². Vários autores concordam que, em indivíduos diabéticos, o consumo de carboidratos digestíveis não pode exacerbar a hiperglicemia pós-prandial e deve prevenir eventos hipoglicêmicos. No entanto, as diferenças nas respostas glicêmica e insulinêmica ao amido da dieta estão diretamente relacionadas à sua respectiva taxa de digestão³. Assim, alimentos lentamente digeridos ou com baixo IG têm sido associados ao melhor controle do diabetes e, a longo prazo, podem até mesmo diminuir o risco de desenvolver a doença⁴.

O conteúdo de AR dos alimentos e a resposta glicêmica têm sido relacionados como importantes indicadores da digestibilidade do amido, entretanto, ainda não está totalmente elucidada essa relação tanto em diabetes humano quanto em modelos animais, mas, segundo HELBIG⁵, acredita-se que o AR seja um candidato ideal para o controle glicêmico em condições de diabetes. Também, a amilose interfere na taxa de digestão do amido, sendo que, quanto maior seu teor, menor a digestão e, conseqüentemente, menores as respostas glicêmicas⁶.

No entanto, para um produto modificado, precisa haver pesquisa em relação à aceitabilidade do consumidor. A importância de se avaliarem os alimentos sensorialmente consiste em proporcionar ao consumidor prazer em consumir o produto, para ser aceito no mercado e se tornar um hábito alimentar. Sendo assim, a avaliação sensorial se torna um suporte técnico tanto para a pesquisa, quanto para a indústria e o marketing⁷.

Diante do exposto, o presente estudo foi conduzido com os objetivos de verificar o efeito do aumento dos níveis de amido resistente na glicemia e influência do congelamento usado para aumentar os respectivos níveis, sobre a aceitabilidade de alimentos usualmente consumidos na dieta.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras:

Foram testadas duas refeições (recém feita e congelada) compostas por três alimentos usualmente consumidos pela população brasileira: uma marca de arroz polido tipo 1 (Arroz Primor); uma marca de feijão preto tipo 1 (Feijão Biju) e uma marca de massa parafuso com ovos (Massa Todeschini); obtidos de mercado local.

Preparo das amostras:

O arroz foi submetido à cocção, com uma medida de arroz para duas medidas de água, durante 20 minutos. À medida de feijão foram acrescentadas quatro medidas de água, ficando em cocção sob pressão por quarenta minutos e a massa foi coccionada com seis medidas de água para cada medida de massa, por um período de oito minutos. Foi acrescentado o mínimo de temperos e condimentos como óleo e sal para cocção do arroz e massa; tempero verde, alho, sal e pimentão para cocção do feijão, perfazendo percentagem mínima (em torno de 2%) em relação a cada alimento.

A determinação do amido resistente do arroz, feijão e massa cozidos foi realizada no dia do preparo e, após, períodos de dez em dez dias dos alimentos que ficaram sob armazenamento a baixa temperatura; segundo método proposto por Walter, Silva e Perdomo⁸. Observou-se que os alimentos que ficaram submetidos pelo período máximo de sessenta dias, em temperatura de -18°C, obtiveram maiores teores de AR. Por esse motivo, fez-se a avaliação da resposta glicêmica em humanos e o teste de aceitabilidade, com alimentos preparados no dia e com alimentos armazenados por sessenta dias.

Antes de serem ofertados aos participantes, os alimentos foram aquecidos em forno microondas na potência máxima, por aproximadamente um minuto e trinta segundos, atingindo temperatura interna de aproximadamente 70°C.

Resposta glicêmica:

Fizeram parte do estudo da resposta glicêmica trinta e quatro indivíduos adultos saudáveis, de ambos os sexos (29% masculino e 71% feminino), com média de idade de 26 anos (variação de 20-46 anos). Os participantes não estavam ingerindo medicação, eram não fumantes e apresentavam índice de massa corporal normal (média de 22,4Kg/m²), sendo 65% (n=22) não praticantes de atividade física e 35% (n=12) praticantes de atividade.

Os trinta e quatro participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais:

- Tratamento refeição recém feita: grupo recebeu refeição composta de alimentos (arroz, feijão e massa) que foram feitos no mesmo dia. Foram oferecidas de cada amostra, duas colheres de sopa, em média 25g de arroz, 40g de feijão e 20g de massa; e de amido resistente, 4,36%; 2,10% e 2,50% na matéria seca, respectivamente de arroz, feijão e massa.

- Tratamento refeição congelada: grupo recebeu refeição com os mesmos alimentos, nas mesmas quantidades, porém, submetidos a congelamento por sessenta dias e com teores de amido resistente de 7,25%; 4,77% e 5,45% na matéria seca respectivamente para arroz, feijão e massa.

Antes da ingestão, foi verificada a glicemia capilar (HGT) de jejum de oito horas dos indivíduos, através do Kit Accu-Check Active® (Roche) com lancetas e fitas reagentes descartáveis. Usando o mesmo procedimento, foram obtidas as respostas glicêmicas após trinta e noventa minutos de realizadas as respectivas refeições, não havendo continuidade porque os níveis de glicemia já se encontravam normais neste período.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa conforme prevê a Resolução 196/96 que prescreve a ética na pesquisa com seres humanos (Brasil, 1996) e aprovado conforme processo 23081.005393/2009-37.

Análise sensorial

Foi realizada a análise sensorial através do teste afetivo de aceitabilidade, da qual participaram quarenta e dois indivíduos adultos não treinados. Todos foram voluntários, que se dispuseram a participar das pesquisas e concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os voluntários foram encaminhados ao Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no turno da manhã, para realizar a análise sensorial dos alimentos recém preparados e dos armazenados há sessenta dias, em relação a aparência, textura, odor e sabor.

Os indivíduos ficaram em cabines separadas, onde receberam as amostras codificadas com números de três dígitos; uma ficha de escala hedônica de sete pontos, cujos extremos se referiram a 1- "desgostei muitíssimo" até 7- "gostei muitíssimo", segundo metodologia descrita por Dutcosky⁹; e um copo com água para limpar as papilas gustativas entre a prova de um e outro alimento.

Antes de serem ofertados aos participantes, os alimentos foram aquecidos em forno microondas e oferecidos nas mesmas quantidades relatadas para a verificação da resposta glicêmica.

Análise estatística:

Os resultados foram submetidos a teste T a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SPSS 13.0 for Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, é possível observar que o consumo do AR no tratamento refeição recém feita (0,65g) e no tratamento refeição congelada (1,27g) não causou diferença significativa na resposta glicêmica após ingestão das refeições, sendo observado acréscimo glicêmico médio em relação ao jejum de 24,5% aos 30 minutos, decaindo para 3% aos 90 minutos pós-ingestão. As porções ofertadas foram pequenas e da mesma forma, foram ofertadas em uma única refeição, no entanto, percebe-se que independentemente de ser em matéria seca ou integral a quantidade de AR duplicou na refeição congelada.

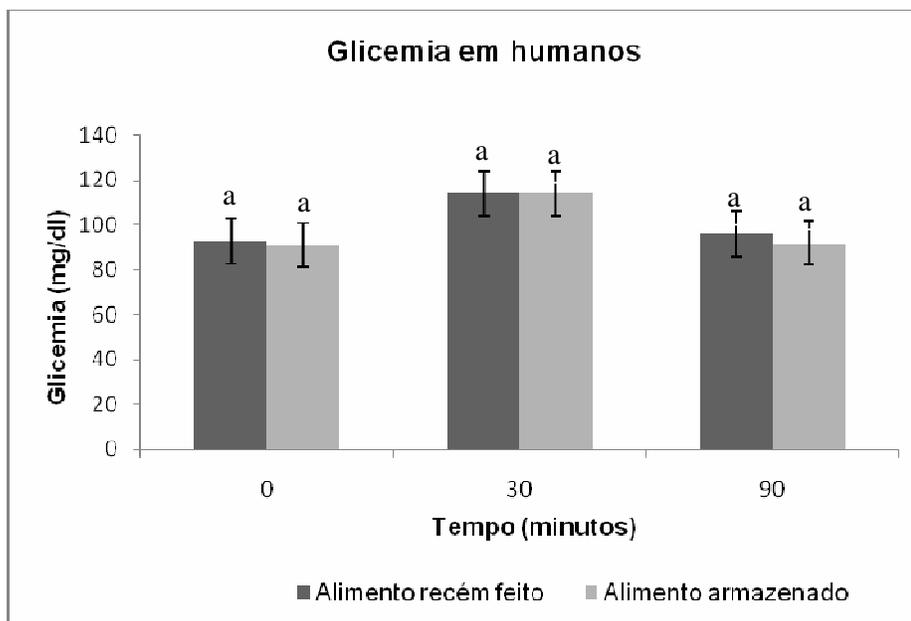


Figura 1- Resposta glicêmica de alimentos recém preparados e alimentos armazenados a -18°C por sessenta dias (média \pm DP). Valores com letras iguais não diferem significativamente a $p \leq 0,05$.

Segundo Salgado et al.,¹⁰ os efeitos do AR sobre a resposta glicêmica são conflitantes, fato comprovado por trabalho realizado por Caruso & Menezes¹¹, o qual demonstrou que flocos de milho produziram elevada resposta glicêmica, embora contivessem elevado teor de AR e amido rapidamente digerido. Da mesma forma Luz et al.¹² observaram glicemia pós-prandial elevada após ingestão de batatas e flocos de milho com alto teor de AR, e justificaram esse fato pelo alto percentual de área amorfa, menos densa, que absorve água mais rapidamente, tornando-a mais susceptível à hidrólise enzimática. Outra explicação dos mesmos autores refere-se ao padrão de cristalinidade do amido tipo A presente nos cereais, sensível à hidrólise pela α -amilase, o que também pode justificar os resultados obtidos no presente trabalho, já que foram usados arroz e massa.

Também Englyst et al.¹³ concluíram que, embora o amido presente nos alimentos se divida em rapidamente digerido, lentamente digerido e resistente, o rapidamente digerido é que irá definir a resposta glicêmica a ser produzida pelo alimento, e não o teor de AR, comprovando, através do exemplo anterior, que flocos de milho com elevados teores de amido rapidamente digerido e de AR produzem elevada resposta glicêmica.

Carreira, Lajolo e Menezes¹⁴ realizaram trabalho com dez indivíduos saudáveis, para avaliar a influência da armazenagem de alimentos sob baixa temperatura e a formação de amido resistente sobre o IG; e perceberam que os alimentos submetidos à baixa temperatura diminuíram o IG de feijões e grão de bico; permanecendo o mesmo para a massa e aumentando para a polenta. Esses autores concluíram que a formação de AR demonstrou reduzida influência sob o IG, ressaltando que a armazenagem de alimentos amiláceos sob baixa temperatura pode colaborar para a ingestão do AR, mas seu efeito no IG dependerá das características dos carboidratos de cada alimento. Porém, na presente pesquisa, a resposta glicêmica foi avaliada através da mistura dos três alimentos, assim, provavelmente, um tenha influenciado na resposta do outro, já que as respostas glicêmicas são diferentes para o arroz, o feijão e a massa.

Carreira, Lajolo e Menezes¹⁴ ainda inferem que, quando os alimentos estão resfriando, a retrogradação do amido e a formação do AR são ativadas e dessa forma menos amido fica disponível para digestão. No caso das leguminosas (feijão e grão de bico), esse evento interfere na resposta glicêmica, resultando em fontes alimentares de baixo IG e alto conteúdo de AR. Já em relação a polenta e massa, como são compostos de grãos que têm suas estruturas quebradas para elaborar a refeição, esse procedimento rompe a parede celular, tornando o amido mais disponível. Novamente, pode-se perceber que, como os alimentos foram oferecidos em conjunto, um

influenciou na absorção do outro, e, provavelmente, a cristalinidade do amido tipo A presente nos cereais tornou o arroz mais sensível à hidrólise pela α -amilase; pelo fato de a estrutura ser rompida durante o processamento, o amido da massa também ficou mais disponível; já no caso do feijão o aumento do AR provavelmente diminuiu o IG dessa leguminosa; assim, em conjunto esses alimentos não alteraram a resposta glicêmica dos indivíduos.

Menezes & Lajolo¹⁵ observaram que o armazenamento de alimentos cozidos induziu à formação de AR, porém produziu diferenciados IG em humanos, aumentando para alguns alimentos e reduzindo para outros. Da mesma forma, verificaram que as diferentes frações de carboidratos presentes nos alimentos, como AR, fibra alimentar, amido total e amilose não representam parâmetros alternativos para predizerem as respostas glicêmicas que os alimentos fontes de amido irão produzir; diferentemente do amido rapidamente digerido, que representa bom marcador para a avaliação do IG em função da elevada e significativa correlação observada.

Outro estudo utilizando alimentos contendo 0% e 54% de AR, segundo os autores, comprovou a habilidade da refeição contendo alto nível de AR para diminuir significativamente a concentração pós-prandial da glicose sanguínea, insulina e epinefrina¹⁶; contrastando com este estudo. Já Englyst e colaboradores¹³ afirmam não haver evidenciada correlação entre o conteúdo de AR e a resposta glicêmica.

Percebe-se que vários fatores podem influenciar na hidrólise e absorção do amido, tais como, origem botânica, características do próprio amido, relação amilose/amilopectina, grau de cristalinidade, forma física, quantidade de água, tempo e temperatura de armazenamento, condições de processamento a que são submetidos os produtos amiláceos, assim como interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento¹⁷. Também, o AR tipo III, amido retrogradado, formado nesse caso pelo cozimento dos alimentos seguido pelo congelamento, pode ter sido afetado pelo conteúdo de amilose, temperatura, forma física, grau de gelatinização, resfriamento e armazenamento^{18, 19, 20}; tudo isso influi diretamente sobre a digestão e absorção do amido, influenciando nas respostas glicêmicas e nas propriedades fisiológicas dos alimentos¹⁵.

Em se tratando do IG dos alimentos, embora o arroz seja classificado como um alimento de alto IG (64 a 93% para arroz branco) quando comparado com outros produtos amiláceos, existem variações nesses resultados que podem ser devidas a diferenças na proporção amilose/amilopectina. A maioria do arroz comercializado no país contém em torno de 25% de amilose, mas entre cultivares esse teor pode variar de menos de 1% até 33%, sendo atribuída àqueles com maior teor de amilose menor,

taxa de digestão do amido e, dessa forma, menores respostas glicêmica e insulinêmica ¹⁵. Na pesquisa em questão, os valores encontrados para amilose foram de 25% para o arroz, 20% para a massa e 33% para o feijão, apresentando, portanto, variação entre teor intermediário e alto de amilose.

Pesquisa realizada por Helbig et al.²¹ com arroz de alto (31,57%), médio (21,84%) e baixo (6,31%) teor de amilose, mostrou que os maiores teores de AR foram obtidos para a amostra com médio teor de amilose. Em ensaio biológico com ratos, os resultados demonstraram que essa amostra ofertada na forma convencional ou parboilizada afetou significativamente os níveis glicêmicos dos animais. Independentemente do tipo de processo a que foi submetido e do teor de amilose, esse alimento foi capaz de manter a glicemia, e ao longo de noventa minutos comportou-se igual ao controle; ou seja, o teor de AR não interferiu na glicemia.

Contrastando com o exposto acima, Denardin et al.²² mostraram que ratos submetidos ao tratamento com arroz com baixo teor de amilose apresentaram maior concentração plasmática pós-prandial de glicose do que os animais dos tratamentos com teores de amilose intermediário e alto; justificaram esses resultados pelo fato de que a amilose, por possuir cadeia essencialmente linear, apresenta-se mais compacta no grânulo, dificultando o acesso das enzimas digestivas, dessa forma, sendo mais lentamente digerida e absorvida pelo organismo, resultando em menor concentração plasmática de glicose; diferentemente da amilopectina, que, por apresentar cadeia ramificada, permite maior acesso das enzimas, sendo digerida e absorvida mais rapidamente, resultando em maior concentração de glicose.

Portanto, a relação entre o conteúdo de AR e a resposta glicêmica de alimentos não é simples de ser estabelecida, já que poderia se presumir que alimentos com alto conteúdo de AR levariam a respostas glicêmicas mais tênues. No entanto, percebe-se que isso não é uma regra, por exemplo: batata assada e flocos de milho, mesmo tendo alta quantidade de AR, levaram a elevada resposta glicêmica; já cevada e legumes produziram baixo índice associado ao alto percentual de AR²³.

Embora o presente estudo não tenha revelado influência da elevação dos níveis de consumo de amido resistente sobre a glicemia, deve-se ponderar que vários outros efeitos benéficos ao organismo podem ser obtidos a partir de seu consumo periódico.

Dessa forma, a influência do armazenamento por congelamento, embora aumentando significativamente os teores de AR dos alimentos, pode prejudicar efetivamente a aceitabilidade desses. Sendo assim, sua influência sobre as características sensoriais necessita ser testada para que possa haver aplicabilidade prática do procedimento para elevação desse constituinte.

No presente trabalho, foi possível observar que o congelamento por 60 dias não afetou a aceitabilidade do arroz em nenhum dos parâmetros sensoriais avaliados; para o feijão apenas a aparência apresentou diferença significativa; já para a massa, os julgadores apresentaram maior aceitabilidade pela recém feita em relação à aparência, textura e sabor (Tabela 2). No entanto, a elevação do AR pelo uso de congelamento pode provocar alterações não só na molécula do amido, mas também interações e modificações físicas e bioquímicas que podem levar a alterações nas características sensoriais dos alimentos.

No que se refere ao AR comercial, vários são os trabalhos comprovando sua eficiência de uso e ampla aceitabilidade em produtos formulados, ao contrário do AR estimulado pelo congelamento a respeito do qual quase nada se encontra na literatura. Pimentel²⁴ desenvolveu biscoitos de polvilho com apelo funcional através da adição de AR comercial e obteve boa aprovação entre os participantes; da mesma forma, Aparício et al.²⁵, desenvolveram cookies adicionados de 19,34% de AR do amido da banana e através da análise sensorial não encontraram diferença significativa entre os cookies com e sem adição de AR. Aplicações de AR são apropriadas para a maioria dos produtos de baixa umidade. Estudos têm mostrado que o AR propicia melhor aparência, textura e sabor do que algumas fontes convencionais de fibras, além de melhorar a expansão e crocância em certos alimentos. Como fibra funcional, por possuir cor branca, sabor neutro e pequeno tamanho de partículas, possibilita formular produtos com maior apelo e maior palatabilidade². Devido a tais características, pode ser usado substituindo a farinha, numa proporção de 1:1, sem afetar o manuseio e a reologia da massa²⁶. Também, pelo reduzido valor calórico, pode ser usado em produtos com apelos light².

Em se tratando de métodos de conservação, estudo realizado por Lima et al.,²⁷ mostrou que o armazenamento do feijão macassar sob refrigeração dos grãos verdes *in natura*, pré-cozidos e cozidos, só foi satisfatório por um período de trinta e cinco dias; das três variedades estudadas, duas delas, quando *in natura*, começaram a perder o sabor paulatinamente, expressando essa característica a partir dos trinta e cinco dias de armazenamento sob congelamento; o armazenamento sob congelamento dos grãos verdes pré-cozidos e cozidos apresentou resultados satisfatórios até o período máximo de cinquenta dias (máximo de tempo estipulado na pesquisa); o armazenamento recomendado para grãos de feijão macassar verde é temperatura de congelamento com grãos cozidos; em se tratando da textura dos grãos cozidos congelados por cinquenta dias, não houve alterações, permanecendo macios; a refrigeração e o congelamento provocaram mudanças nas cores dos grãos armazenados, com menor intensidade para os grãos congelados. Esses resultados

foram bem próximos aos encontrados no presente estudo, em que a única diferença significativa foi em relação a aparência do feijão armazenado por mais tempo, o qual ficou um pouco prejudicado.

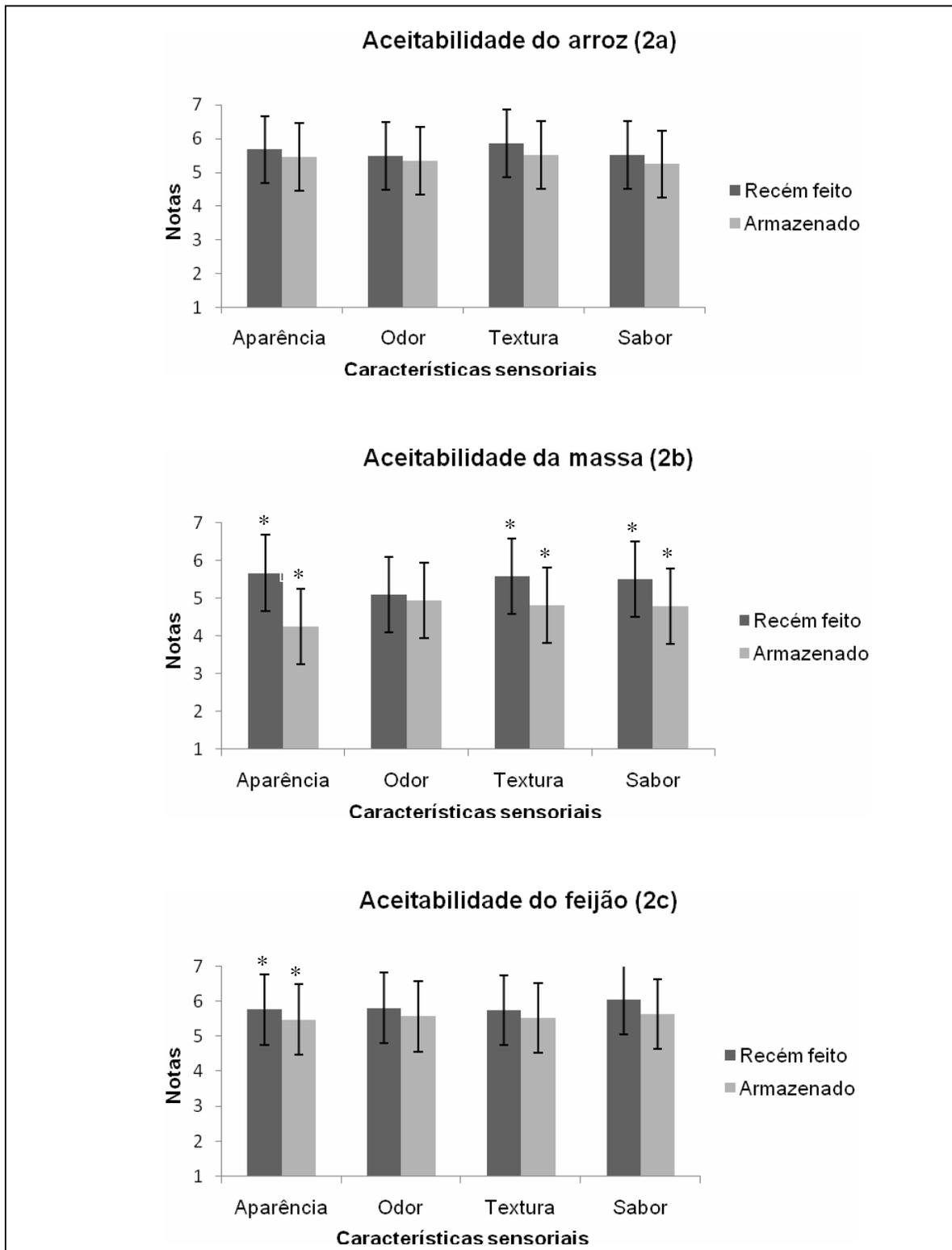


Figura 2- Aceitabilidade dos alimentos recém-feitos e alimentos armazenados (média \pm DP). Valores com * apresentam diferença significativa a $p \leq 0,05$.

CONCLUSÕES

Embora o congelamento das amostras tenha elevado os teores de AR, esse acréscimo não foi suficiente para interferir na glicemia dos indivíduos, visto que vários outros fatores podem estar envolvidos na hidrólise e absorção desse.

Em relação à aceitabilidade dos alimentos congelados, independentemente dos resultados glicêmicos, a massa parafuso cozida e armazenada por sessenta dias apresentou menor aceitabilidade na maioria dos atributos, levantando-se a hipótese de usar outro tipo de massa, por exemplo espaguete, para pesquisas posteriores. Já os outros alimentos foram aceitos em praticamente todos os atributos abordados, mostrando, portanto, que é possível aumentar o teor de AR sem interferir na qualidade sensorial dos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lobo AR, Silva GML. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. Rev. Nutr. 2003; 16(2).
2. Pereira KD. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2007;27(supl): 1-xxx.
3. O'dea K et al. Rate of starch hydrolysis *in vitro* as a predictor of metabolic responses to complex carbohydrate *in vivo*. Am J Clin Nutr. 1981,1991-993.
4. Jenkins DJA et al. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. J Am Coll Nutr. 1998; 17(6):609-16.
5. Helbig E. Efeitos do teor de amilose e da parboilização do arroz na formação de amido resistente e nos níveis glicêmico e lipêmico de ratos wistar [doutorado]. Pelotas: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel; 2007.
6. Hu, P. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of Rice differing in amylose contents. Journal of Cereal Science. 2004; v.40: 231-37.
7. Della Torre JCM, Rodas MAB, Badolato GG, Tadini CC. Sensory evolution and consumer test of minimally processed orange juice. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2003; 23(2): 105-11.
8. Walter M, Silva LP, Perdomo DMX. Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11. Revista Alimentos e Nutrição. 2005; 16(1): 39-43
9. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 2a. ed. Curitiba: Champagnat; 2007.
10. Salgado SM, Faro ZP, Guerra NB, Livera AVS. Aspectos físico-químicos do amido resistente. B.CEPPA. 2004; 23(1): 109-22.

11. Caruso L & Menezes EW. Índice Glicêmico dos alimentos. *Nutrire*. 2000; 19/20: 49-63.
12. Luz SS, Campos PL, Ribeiro SML, Tirapegui J. Aspecto atual da digestão e absorção de carboidratos. *Arquivos de Gastroenterologia*.1997; 34(3):175-85.
13. Englyst KN, Englyst HN, Hudson GJ, Cole TJ, Cummings JH. Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic response. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999; 69:448-54.
14. Carreira MC, Lajolo FM, Menezes EW. Glycemic index: effect of food storage under low temperature. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 2004; 47(4).
15. Menezes EW, Lajolo F. Métodos *in vivo* e *in vitro* para determinar o IG: experiências em alimentos brasileiros. In: Seminário "índice glicêmico en salud y alimentación humana". Inciensa: Costa Rica, set. 2002.
16. Raben A, Tagliabue A, Christensen NJ, Madson J, Holst JJ, Astrup A. Resistant Starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response and satiety. *Am. J. Clin. Nutr.*1994;60:544-51.
17. Hoover R, Zhou Y. In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by alpha-amylase and resistant starch formation in legumes- a review. *Carbohydrate Polymers*. 2003; (54): 401-17.
18. Berry CS. Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J Cereal Sci.* 1986; 4: 301-14.
19. Eggum BO et al. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. *J Cereal Sci.* 1993; 18:159-70.
20. Goñi I et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chem.* 1996; 56: 445-49.

21. Helbig E, Dias ARG, Tavares RA, Schirmer MA, Elias MC. Arroz parboilizado efeito na glicemia de ratos wistar. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 2008; 58(2): 149-55.
22. Denardin CC, Walter M, Silva LP, Souto GD, Bertoncetto GS, Fagundes CAA. Efeito dos teores de amilose de cultivares de arroz no metabolismo glicêmico em ratos. IV CBAI, Santa Maria; 2005
23. Truswell AS. Glycemic index of foods. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1992; 46:91-01.
24. Pimentel NLM. Biscoito de polvilho suplementado com amido resistente: um novo alimento funcional [mestrado]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2007.
25. Aparicio SA et al. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *J. Food. Comp. Anal.* 2007; 20(3-4): 175-81.
26. Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. Resistant starch- a review. *Institute of Food Technologists*. 2006; 5:1-17.
27. Lima NL, Emanuelle C, Silva CL, Diniz MC, Oliveira MRT, Gadelha TS. Efeito sobre a conservação de quatro variedades de feijão macassar verde (*Vigna unguiculata L. WALP.*): submetidos a temperaturas de refrigeração e congelamento. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2000; 2 (2): 57-69.

4 DISCUSSÃO

A presente pesquisa buscou investigar formas de aumentar o conteúdo de amido resistente através do armazenamento a baixa temperatura (Artigo 1), além de verificar o efeito desse procedimento sobre a aceitabilidade de alimentos de uso rotineiro pela população brasileira, bem como averiguar a relação entre o aumento do amido resistente e a glicemia em indivíduos adultos saudáveis (Artigo 2).

Através da pesquisa, comprovou-se o efeito positivo do tempo de armazenamento sob congelamento na elevação dos teores do amido resistente, uma vez que, independentemente da amostra, todas aumentaram seu teor no decorrer do tempo de armazenamento, sendo que a variação na elevação desse amido entre as amostras foi em ordem decrescente: feijão, massa e arroz, mostrando que, aos 50 dias de armazenamento, o feijão e a massa praticamente já haviam alcançado seu pico de amido resistente, enquanto para o arroz esse evento ocorreu aos 60 dias. Também foi considerado que, embora tenha ocorrido aumento para todas as amostras, esse comportamento foi específico para cada uma delas, demonstrando que são vários os fatores atuantes sobre a elevação do amido resistente, o qual não segue um padrão de comportamento geral.

Outro objetivo relevante na pesquisa referiu-se à aceitabilidade dos alimentos em que foi provocado o aumento do amido resistente pelo congelamento (Artigo 2), visto que de nada adiantaria mostrar benefícios desse aumento caso o alimento não fosse aprovado para consumo. Dessa maneira, as características de qualidade sensorial, como sabor, textura e aparência, precisam ser monitoradas, sendo a análise sensorial considerada como poderosa ferramenta para a concepção, padronização e avaliação do nível de qualidade do produto alimentício (DUTCOSKY, 2007). Assim, em relação à aceitabilidade dos alimentos, a massa cozida e armazenada por sessenta dias foi a que apresentou menor aceitabilidade na maioria dos parâmetros, levantando-se a hipótese de usar outro tipo de massa para pesquisas posteriores. Já os outros alimentos tiveram boa aceitabilidade em praticamente todos os atributos abordados, mostrando, portanto, que é possível elevar o teor de amido resistente sem interferir na qualidade sensorial dos produtos.

A terceira etapa da pesquisa (Artigo 2) teve como objetivo verificar o efeito do amido resistente na resposta glicêmica de humanos, uma vez que, na literatura, têm-se encontrado resultados bastante controversos e principalmente obtidos com animais experimentais. Neste estudo não foi observada diferença significativa na glicemia dos indivíduos após ingerirem as amostras com quantidades superiores de amido resistente. Embora não se tenha comprovado o efeito positivo sob a glicemia em humanos, a literatura relata que a ingestão contínua de amido resistente pode contribuir para a prevenção de doenças associadas à alimentação, como patologias colônicas, obesidade e hiperlipidemia, entre outras. O amido não digerido, ao chegar ao cólon, é utilizado como substrato de fermentação por diversas bactérias intestinais, sendo por isso considerado agente prebiótico (TOPPING; CLIFTON, 2001). De acordo com Helbig (2007), a prevenção e o tratamento de doenças como a constipação, a obesidade, o câncer do intestino grosso e de mama, estão relacionados, em parte, à fibra alimentar. Assim, sendo o amido resistente considerado como componente da fibra, com benefícios fisiológicos da fibra solúvel, ele tem um impacto positivo na saúde colônica (SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006). Também, a utilização do amido resistente pode auxiliar na redução do risco de doenças cardiovasculares e contribuir para a perda de peso, por se tratar de uma fibra, além de promover a sensação de saciedade por um período maior de tempo (PEREIRA, 2007).

Considerando esses relatos, o presente estudo demonstrou que o armazenamento de alimentos a baixa temperatura, método usual para a população, serve como ferramenta eficiente na elevação dos teores de amido resistente e pode ser usado para melhorias na qualidade nutricional e de vida da população, vistos os inúmeros benefícios em relação à saúde que proporciona.

5 CONCLUSÕES

* Percebeu-se que, independentemente das amostras, arroz, feijão ou massa, todas aumentaram seu teor de amido resistente no decorrer do tempo de armazenamento a baixa temperatura e que a variação na elevação desse amido entre as amostras foi em ordem decrescente: feijão, massa e arroz. Também se constatou que vários fatores atuando em conjunto definiram a digestibilidade e absorção do amido, e não um único fator isoladamente.

* Os alimentos submetidos ao congelamento apresentaram aceitabilidade geral satisfatória, após descongelamento e aquecimento. A massa parafuso cozida e armazenada por sessenta dias apresentou menor aceitabilidade na maioria dos atributos, levantando-se a hipótese de usar outro tipo de massa, para pesquisas posteriores. Já os demais alimentos tiveram boa aceitabilidade em todos os atributos, mostrando, portanto, que é possível aumentar o teor de amido resistente sem interferir na qualidade sensorial dos produtos.

* Embora o congelamento das amostras tenha elevado os teores de amido resistente, esse acréscimo não foi suficiente para interferir na glicemia dos indivíduos, visto que vários outros fatores podem estar envolvidos na hidrólise e absorção desse amido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APARICIO, S. A. et al. Slowly digestible cookies prepared from resistant **starch-rich lintnerized banana starch**. **Journal of Food Composition and Analysis**. San Diego, v. 20, n. 3-4, p. 175-181, May/Sept. 2007.

ASP, N. G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology. **Food Chemistry**, London, v. 57, n. 1, p. 9-14, 1996.

ASP, N. G. Nutritional classification of food carbohydrates. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 59, p. 679S-681S, Mar. 1994, supplement.

BERRY, C. S. Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. **Journal of Cereal Science**, London, v. 4, n. 4, p. 301-314, Oct./Dec. 1986.

BOTHAM, R. L. et al. A physicochemical characterization of chick pea starch resistant to digestion in the human small intestine. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 26, n. 2, p. 83-90, Apr./June 1995.

BROUNS, F.; KETTLITZ, B.; ARRIGONI, E. Resistant starch and the butyrate revolution. **Food Science & Technology**, London, v. 13, n. 1, p. 251-261, Jan./Mar. 2002.

CALIXTO, F. et al. Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 3, p. 642-643, May/June 1993.

CARREIRA, M. C.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Glycemic index: effect of storage under low temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 569-574, Mar./Apr. 2004.

CARUSO, L; MENEZES, E. W. Índice Glicêmico dos alimentos. **Nutrire**, São Paulo, n. 19/20, p. 49-63, 2000.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 37-43, jan./jun. 1996.

CHANDRASHEKAR, A.; KIRLEIS, A. W. Influence of protein on starch gelatinization in sorghum. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 65, n. 6, p. 457-462, Nov./Dec. 1998.

CLEARY, B. V.; ROSSITER, P. Measurement of novel dietary fibres. **Journal of AOAC International**, Arlington, v. 87, n. 3, p. 707-711, May/June 2004.

COLONNA, P; LELOUP, V; BULÉON, A. Limiting factors of starch hydrolysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. 2, p. 17-32, Feb. 1992, supplement.

DELLA TORRE, J. C. M. et al. Sensory evolution and consumer test of minimally processed orange juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 2, p. 105-111, jul./dez. 2003.

DENARDIN, C. C. **Influência do teor de amilose e beneficiamento do arroz na resposta biológica de ratos**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria.

DENARDIN C. C.; WALTER, M; SILVA, L. P; SOUTO, G. D; BERTONCELLO, G. S; FAGUNDES, C. A. A. Efeito dos teores de amilose de cultivares de arroz no metabolismo glicêmico em ratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007.

EGGUM, B. O. et al. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, London, v. 18, n. 2, p. 159-170, Sept./Oct. 1993.

ELIASSON, A. C. **Carbohydrates in food**. New York: Marcel Dekker, 1996. 561 p.

ENGLYST, H. N. et al. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst**, London, v. 107, p. 307-318, 1982.

ENGLYST, H. N. et al. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, p. 533S-550S, 1992, supl.

ENGLYST, H. N.; HUDSON, G. J. The classification and measurement of dietary carbohydrates. **Food Chemistry**, London, v. 57, n. 1, p. 15-21, Jan. 1996.

ENGLYST, K. N. et al. Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic response. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 69, p. 448-454, Mar. 1999.

ESCARPA A. et al. Resistant starch formation: Standardization of a high-pressure autoclave process. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 3, p. 924-928, Mar. 1996.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C. Tecnologia del almidón resistente. **Food Science and Technology International**, London, v. 3, n.1, p. 149-161, Jan. 1997.

ESCARPA, A. et al. Resistant starch formation: standardization of a high-pressure autoclave process. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 3, p. 924-928, May/June 1996.

EURESTA - European Flair Action Concerted on Resistant Starch. Department of Human Nutrition, Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1992. (Newsletter III, 7).

FAISANT, N. et al. Structural discrepancies in resistant starch obtained *in vivo* in humans and *in vitro*. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 21, n. 2-3, p. 205-209, Apr./sept. 1993.

FAO/WHO - Food and Agricultural Organization / World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. In: FOOD AND NUTRITION PAPER, 1997, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, 1998.

FAUSTO, F. D.; KACCHI, A. L.; MEHTA, D. Starch products in confectionery. **Bev Food World**, v. 24, n. 4, p.4-16, 1997.

FERREIRA, C. L. L. F. **Prebióticos e probióticos**: atualização e prospecção. Viçosa: Suprema, 2003. 205 p.

FREITAS, M. C. J. Amido resistente: propriedades funcionais. **Nutrição Brasil**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 40-48, jan./jun. 2002.

GERMANI, R. **Controle de qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo**. Rio de Janeiro: Curso de Pós-Graduação em Controle e Garantia de Qualidade de Alimentos, UFRJ- Embrapa/CTAA, 1999. (Módulo III: controle de qualidade químico e físico-químico).

GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; GARCIA, D. Almidón resistente componente indigestible de la dieta alimentaria. **Alimentaria**, Madrid, n. 26, p. 31-33, 1995.

GOÑI, I. et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, London, v. 56, n. 4, p. 445-449, Aug. 1996.

HARALAMPU, S. G. Resistant starch- a review of the physical properties and biological impact of RS3. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 41, p. 285-292, 2000.

HELBIG, E. **Efeitos do teor de amilose e da parboilização do arroz na formação de amido resistente e nos níveis glicêmico e lipídico de ratos wistar**. Tese (Doutorado em Ciência) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HELBIG, E. et al. Arroz parboilizado efeito na glicemia de ratos wistar. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 58, n. 2, p. 149-55, abr./jun. 2008.

HIGGINS, J. A. et al. Resistant starch consumption promotes lipid oxidation. **Nutrition & Metabolism**, v. 1, n. 8, p. 1-8, 2004.

HOEBLER, C. et al. Bioavailability of starch in bread rich in amylose: metabolic responses in healthy subjects and starch structure. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 53, n. 46, p. 360-366, 1999.

HOOVER, R.; ZHOU, Y. In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by alpha-amylase and resistant starch formation in legumes- a review. **Carbohydrate Polymers**, Barking, n. 54, n. 4, p. 401-417, Dec. 2003.

HU, P. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of Rice differing in amylose contents. **Journal of Cereal Science**, London, v. 40, n. 3, p. 231-237, Nov. 2004.

JENKINS, D. et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, n. 1, p. 266-273, Jan. 2002.

JENKINS, D. J. A. et al. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 17, n. 6, p. 609-616, Nov./Dec. 1998.

KELKAR, M.; SHASTRIP, P.; RAO, B. Y. Effect of processing on "in vitro" carbohydrate digestibility of cereal and legumes. **Journal Food Science Technology**, Mysore, v. 33, n. 6, p. 493-497, Nov./Dec. 1996.

KROLOW, W. S. et al. Efeitos do teor de amilose sobre a estabilidade do amido resistente em arroz parboilizado durante o armazenamento. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2007.

LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamérica: Tecnologia y salud.** São Paulo: Varela, p.129-142, 2001.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648 p.

LIMA, N. L. et al.. Efeito sobre a conservação de quatro variedades de feijão macassar verde (*Vigna unguiculata* L. WALP.): submetidos a temperaturas de refrigeração e congelamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 57-69, jul./dez. 2000.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, abr./jun. 2003.

LUZ, S. S. et al. Aspecto atual da digestão e absorção de carboidratos. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 175-185, jul./set. 1997.

MENEZES, E. W; LAJOLO, F. Métodos *in vivo* e *in vitro* para determinar o IG: experiências em alimentos brasileiros. In: SEMINÁRIO "ÍNDICE GLICÉMICO EN SALUD Y ALIMENTACIÓN HUMANA", 2002, Inciensa. **Anales...** San Jose, 2002.

MENEZES, E. W; CANZIO, A. E; LAJOLO, F. M. Formação de amido resistente em alimentos armazenados em baixas temperaturas. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO SOBRE FIBRA DIETÉTICA EM ALIMENTOS, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998.

MORAIS, M. B. et al. Effect of resistant starch and digestible starch on intestinal absorption of calcium, iron and zinc in infant pigs. **Pediatric Research**, Baltimore, v. 39, n. 5, p. 872-876, May 1996.

MUIR, J. G.; O'DEA, K. Measurement of resistant starch: factors affecting the amount of starch escaping digestion *in vitro*. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 56, n. 1, p. 123-127, Jan. 1992.

MUIR, J. G.; O'DEA, K. Validation of an *in vitro* assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 57, n. 4, p. 540-546, Apr. 1993.

NUGENT, A. P. Health properties of resistant starch. **Br Nutr Foundation Nutr Bull**, v. 30, p. 27-54, 2005.

O'DEA, K et al. Rate of starch hydrolysis *in vitro* as a predictor of metabolic responses to complex carbohydrate *in vivo*. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 34, p. 1991-1993, Oct. 1981.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 88-92 ago. 2007, suplemento 1.

PIMENTEL, N. L. M. **Biscoito de polvilho suplementado com amido resistente: um novo alimento funcional**. 2007. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PLATEL, K.; SHURPALEKAR, K. S. Resistant starch content of Indian foods. **Plant Foods for Human Nutrition**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 91-95, Jan. 1994.

POMERANZ, Y. Research and development regarding enzyme-resistant starch (RS) in the USA: a review. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, p. S63-68, Oct. 1992, supplement 2.

RABEN, A. et al. Resistant Starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response and satiety. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 60, p. 544-551, Oct. 1994.

ROSIN, P. M.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Measurement and characterization of dietary starches. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 14, n. 4, p. 367-377, July/Aug. 2002.

SAJILATA, M. G; SINGHAL, R. S; KULKARNI, P. R. Resistant starch- a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 5, p. 1-17, 2006.

SALGADO, et al. Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 109-122, jan./jun. 2005.

SAMBUCETTI, M. E.; ZULETA, A. Resistant starch in dietary fiber values measured by the AOAC method in different cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 73, n. 6, p. 759-761, Nov./Dec. 1996.

SAURA-CALIXTO, F. et al. Formation of resistant starch in deproteinized and non-deproteinized beans. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, p. 109-111, Oct. 1992, supplement 2.

SIEVERT, D.; CZUCHAJOWSKA, Z.; POMERANZ, Y. Enzyme-resistant starch III. X-ray diffraction of autoclaved amylo maize VII starch and enzyme-resistant starch residues. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 86-91, Jan./Feb. 1991.

SIEVERT, D.; POMERANZ, Y. Enzyme-resistant starch I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopia methods, **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 66, n. 4, p. 342-347, July/Aug. 1989.

TESTER, R. F. et al. Starch- composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, London, v. 39, n. 2, p. 151-165, Mar. 2004.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates- Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, Mysore, v. 22, n. 1, p. 65-84, Jan. 2002.

THOMPSON, D. B. Strategies for the manufacture of resistant starch. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 11, n. 7, p. 245-253, July 2000.

TOPPING, D. L.; CLIFTON, P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 81, n. 3, p. 1031-1064, July 2001.

TRUSWELL, A. S. Glycemic index of foods. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. p. 91-101, Oct. 1992, supplement 2.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974-980, jul./ago. 2005.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PERDOMO, D. M. X. Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11. **Alimentos & Nutrição**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 39-43, jan./mar. 2005.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Structure and properties of amylase, amylopectin, and intermediate materials of oat starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 71, n. 3, p. 263-268, May/June 1994.

WOLEVER, T. M. et al. The glycemic index : methodology and clinical implications. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 54, n.5, p. 846-854, May 1991.

WOLF, B. W. et al. Effects of chemical modification on *in vitro* rate and extent of food starch digestion: an attempt to discover a slowly digested starch. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 10, p. 4178-4183, Oct. 1999.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, v. 43, n. 9, p. 690-695, Sept. 1998.

7 APÊNDICE

APÊNDICE A- Composição centesimal (% na matéria seca) das amostras de arroz, feijão e massa

| Amostras | Arroz | Feijão | Massa |
|------------------|-------|--------|-------|
| AD ¹ | 80,99 | 31,34 | 81,32 |
| AR ² | 4,36 | 2,10 | 2,50 |
| PT ³ | 7,63 | 18,83 | 12,50 |
| LIP ⁴ | 1,78 | 0,68 | 0,53 |
| CZ ⁵ | 0,45 | 2,70 | 0,45 |
| FT ⁶ | 5,44 | 34,79 | 2,73 |
| FI ⁷ | 2,37 | 26,03 | 1,10 |
| FS ⁸ | 3,07 | 8,76 | 1,63 |
| AML ⁹ | 25,08 | 33,08 | 20,06 |

¹ Amido Disponível

² Amido Resistente

³ Proteína

⁴ Lipídio

⁵ Cinzas

⁶ Fibra Total

⁷ Fibra Insolúvel

⁸ Fibra Solúvel

⁹ Amilose

8 ANEXOS

ANEXO 1

Roteiro para autores- Guia para redação e edição de manuscrito científico a ser submetido à revista Brazilian Archives of Biology and Technology

Normas para Publicação

Brazilian Archives of Biology and Technology
..... an international journal

[Sumário Atual](#) ■ [Editorial](#) ■ [Corpo Editorial](#) ■ [Edições Anteriores](#) ■ [Busca de Artigos](#) ■ [Assinaturas](#) ■ [Normas](#)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Submission of papers

Brazilian Archives of Biology and Technology publishes original research papers, Short notes and Review articles in English in the interdisciplinary areas of biological sciences and engineering/technology. Submission of paper implies that it has not been published or being considered for publication elsewhere. Care should be taken to prepare a compact manuscript with precision in presentation, which will help authors in its acceptance. All the papers are subjected to review by referees.

Manuscript

Three copies of the single-spaced typed manuscript (maximum 12 pages) on a high grade A-4 size paper (210x297 mm), with margins (left 25, right 20, superior and inferior 30 mm) should be prepared. This should be divided under the following headings: **ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGEMENTS, RESUMO, REFERENCES**. These headings should be typed in bold upper case (12 font).

Title

The title (18 font, bold) of the paper should clearly reflect its contents. It should be followed by the name(s) of author(s) with expanded initials (12 font, bold) and the address(s) (*italic*, 10 font) of the institution(s) where the work has been carried out.

ABSTRACT

Each paper should be provided with an abstract (*italic*) of 100-150 words, describing briefly on the purpose and results of the study. It should be prepared as concisely as possible.

Key words

Authors should provide three to six key words that will be used in indexing their paper.

In journals:

Pandey, A. (1992), Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.*, **27**, 109-117

Thesis:

Chang, C. W. (1975), Effect of fluoride pollution on plants and cattle. PhD Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi, India

In books:

Tengerdy, R. P. (1998), Solid substrate fermentation for enzyme production. In *Advances in Biotechnology*, ed. A. Pandey. Educational Publishers & Distributors, New Delhi, pp. 13-16

Pandey, A. (1998), *Threads of Life*. National Institute of Science Communication, New Delhi

In conferences:

Davison, A. W. (1982), Uptake, transport and accumulation of soil and airborne fluorides by vegetation. Paper presented at 6th International Fluoride Symposium, 1-3 May, Logan, Utah

Tables and Figures

Tables and figures, numbered consecutively with arabic numerals must be inserted at appropriate place in the text. These should be used to present only those data, which can not be described in the text

Units and Abbreviations

The SI system should be used for all experimental data. In case other units are used, these should be added in parentheses. Only standard abbreviations for the units should be used. Full stop should not be included in the abbreviation (e.g. m, not m. or rpm, not r.p.m.). Authors should use '%' and '/' in place of 'per cent' and 'per'.

INTRODUCTION

This should describe the background and relevant information about the work. It should also state the objective of the work.

MATERIALS AND METHODS

Authors must take care in providing sufficient details so that others can repeat the work. Standard procedures need not be described in detail.

RESULTS AND DISCUSSION

Results and Discussion may be presented separately or in combined form (authors may decide easier way for them). Preliminary work or less relevant results are not to be described. The reproducibility of the results, including the number of times the experiment was conducted and the number of replicate samples should be stated clearly.

RESUMO

An abstract of the paper should also be prepared in Portuguese and placed before the list of References. Authors from other than Latin American countries can seek the help of Editor's office to prepare Portuguese resumo of their papers.

REFERENCES

References in the text should be cited at the appropriate point by the name(s) of the author(s) and year (e.g. Raimbault & Roussos, 1996; Raimbault *et al.*, 1997). A list of references, in the alphabetic order (10 font), should appear at the end of the manuscript. All references in the list should be indicated at some point in the text and vice versa. Unpublished results should not be included in the list. Examples of references are given below.

Manuscript lay-out

It is suggested that authors consult a recent issue of the journal for the style and layout. Except the title, abstract and key words, entire text should be placed in two columns on each page. Footnotes, except on first page indicating the corresponding author (8 font) should not be included. The entire manuscript should be prepared in Times New Roman, 11 font (except reference list, which should be in 10 font).

Spacing

Leave one space between the title of the paper and the name(s) of the author(s), and between the headings and the text. No space should be left between the paragraphs in the text. Leave 0.6-cm space between the two columns.

Electronic submission

Manuscript should be accompanied by a diskette indicating the name and version of the word processing programme used (use only MS Word 6/7 or compatible).

Referees

When submitting the manuscript authors may suggest up to three referees, preferably from other than their own countries, providing full name and address with email. However, the final choice of referees will remain entirely with the Editor.

Page charges and reprints

There will be no page charges. Reprints can be ordered up on acceptance of the paper. Manuscripts and all correspondence should be sent to the Editor, Prof. Dr. Carlos R. Soccol
Brazilian Archives of Biology and Technology Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader 3775 - CIC
 81350-010
 Curitiba - PR, Brazil
 Phone: +55 413316-3012
 Fax +55 41 3346-2872
 Email: babt@tecpar.br

Prof. Dr. Carlos R. Soccol
 Brazilian Archives of Biology and Technology
 Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader 3775-CIC 81350-010
 Curitiba-PR, Brazil
 Phone: +55 413316-3012
 Fax +55 41 3346-2872
 Email: babt@tecpar.br

ANEXO 2

REVISTA DE NUTRIÇÃO

Instruções aos Autores

A **Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition** é um periódico especializado que publica artigos que contribuem para o estudo da Nutrição em suas diversas subáreas e interfaces; está aberta a contribuições da comunidade científica nacional e internacional, com periodicidade bimestral.

A Revista publica trabalhos inéditos nas seguintes categorias:

Original: contribuições destinadas à divulgação de resultados de pesquisas inéditas tendo em vista a relevância do tema, o alcance e o conhecimento gerado para a área da pesquisa.

Especial: artigos a convite sobre temas atuais.

Revisão: síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente, de modo a conter uma análise crítica e comparativa dos trabalhos na área, que discuta os limites e alcances metodológicos, permitindo indicar perspectivas de continuidade de estudos naquela linha de pesquisa. Serão publicados até dois trabalhos por fascículo.

Comunicação: relato de informações sobre temas relevantes, apoiado em pesquisas recentes, cujo mote seja subsidiar o trabalho de profissionais que atuam na área, servindo de apresentação ou atualização sobre o tema.

Nota Científica: dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

Ensaio: trabalhos que possam trazer reflexão e discussão de assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

Pesquisas envolvendo seres humanos

Resultados de pesquisas relacionadas a seres vivos devem ser acompanhados de cópia do parecer do Comitê de Ética da Instituição de origem, ou outro credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde. Além disso, deverá constar, no último parágrafo do item Métodos, uma clara afirmação do cumprimento dos princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000), além de atendimento a legislações específicas do país no qual a pesquisa foi realizada.

Procedimentos editoriais

1) Avaliação de manuscritos

Os manuscritos submetidos à Revista, que atenderem à política editorial e às "instruções aos autores", serão encaminhados ao Comitê Editorial, que considerará o mérito científico da contribuição. Aprovados nesta fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores *ad hoc* previamente selecionados pelo Comitê. Cada manuscrito será enviado para três relatores de reconhecida competência na temática abordada.

O processo de avaliação por pares é o sistema de *blind review*, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto dos autores quanto dos revisores. Por isso os autores deverão empregar todos os meios possíveis para evitar a identificação de autoria do manuscrito.

No caso da identificação de conflito de interesse da parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminhará o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Os pareceres dos consultores comportam três possibilidades: a) aceitação integral; b) aceitação com reformulações; c) recusa integral. Em quaisquer desses casos, o autor será comunicado.

A decisão final sobre a publicação ou não do manuscrito é sempre dos editores, aos quais é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgarem necessários. Na detecção de problemas de redação, o manuscrito será devolvido aos autores para as alterações devidas; o trabalho reformulado deve retornar no prazo máximo determinado.

Após aprovação final, encaminhar em disquete 3,5, empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da Revista.

2) Submissão de trabalhos.

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso.

Autoria: o número de autores deve ser coerente com as dimensões do projeto. O crédito de autoria deverá ser baseado em contribuições substanciais, tais como concepção e desenho, ou análise e interpretação dos dados. Não se justifica a inclusão de nomes de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima, podendo, neste caso, figurar na seção Agradecimentos.

Os manuscritos devem conter, na página de identificação, explicitamente, a contribuição de cada um dos autores.

3) Apresentação do manuscrito

Enviar os manuscritos para o Núcleo de Editoração da Revista em quatro cópias, preparados em espaço entrelinhas 1,5, com fonte Arial 11, acompanhados de cópia em disquete ou CD-ROM. O arquivo deverá ser gravado em editor de texto similar ou superior à versão 97-2003 do Word (Windows). Os nomes do(s) autor(es) e do arquivo deverão estar indicados no rótulo do disquete ou CD-ROM.

Das quatro cópias descritas no item anterior, três deverão vir sem nenhuma identificação dos autores, para que a avaliação possa ser realizada com sigilo; porém, deverão ser completas e idênticas ao original, omitindo-se apenas esta informação. É fundamental que o escopo do artigo **não contenha qualquer forma de identificação da autoria**, o que inclui referência a trabalhos anteriores do(s) autor(es), da instituição de origem, por exemplo.

O texto deverá ter de 15 a 20 laudas. As folhas deverão ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deverá apresentar o número 1). O papel deverá ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50.

Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo.

Versão reformulada: a versão reformulada deverá ser encaminhada em três cópias completas, em papel, e em disquete ou CD-ROM etiquetado, indicando o número do protocolo, o número da versão, o nome dos autores e o nome do arquivo.

O(s) autor(es) deverá(ão) enviar apenas a última versão do trabalho.

O texto do artigo deverá empregar fonte colorida (cor azul) para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta Revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito. Se houver discordância quanto às recomendações dos revisores, o(s) autor(es) deverão apresentar os argumentos que justificam sua posição. O título e o código do manuscrito deverão ser especificados.

Página de título: deve conter:

- a) título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como “avaliação do...”, “considerações acerca de...” ‘estudo exploratório....’;
- b) short title com até 40 caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol) e inglês;
- c) nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deverá(ão), portanto, escolher, entre suas titulações e filiações institucionais, aquela que julgar(em) a mais importante.
- d) Todos os dados da titulação e da filiação deverão ser apresentados por extenso, sem siglas.

e) Indicação dos endereços completos de todas as universidades às quais estão vinculados os autores;

f) Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico;

Observação: esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

Resumo: todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras.

Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês.

Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicando formas de continuidade do estudo.

Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações.

O texto não deve conter citações e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em [Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme](#).

Texto: com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota científica e Ensaio, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

Introdução: deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

Métodos: deve conter descrição clara e sucinta do método empregado, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico. Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex. $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) devem ser mencionados.

Informar que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde e fornecer o número do processo.

Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas.

Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto.

Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. **É imprescindível a informação do local e ano do estudo.** A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros e tabelas terão as bordas laterais abertas.

O(s) autor(es) se responsabiliza(m) pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que deverão permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente); **não é permitido o formato paisagem.** Figuras digitalizadas deverão ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 DPI.

A publicação de imagens coloridas, após avaliação da viabilidade técnica de sua reprodução, será custeada pelo(s) autor(es). Em caso de manifestação de interesse por parte do(s) autor(es), a Revista de Nutrição providenciará um orçamento dos custos envolvidos, que poderão variar de acordo com o número de imagens, sua distribuição em páginas diferentes e a publicação concomitante de material em cores por parte de outro(s) autor(es).

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deverá(ão) efetuar depósito bancário. As informações para o depósito serão fornecidas oportunamente.

Discussão: deve explorar, adequada e objetivamente, os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.

Conclusão: apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. **Não serão aceitas citações bibliográficas nesta seção.**

Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

Anexos: deverão ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

Abreviaturas e siglas: deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

Referências de acordo com o estilo Vancouver

Referências: devem ser numeradas consecutivamente, seguindo a ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto, conforme o estilo Vancouver. Nas referências com dois até o limite de seis autores, citam-se todos os autores; acima de seis autores, citam-se os seis primeiros autores, seguido de et al. As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o Index Medicus.

Não serão aceitas citações/referências de **monografias** de conclusão de curso de graduação, **de trabalhos** de Congressos, Simpósios, Workshops, Encontros, entre outros, e de **textos não publicados** (aulas, entre outros).

Se um trabalho não publicado, de autoria de um dos autores do manuscrito, for citado (ou seja, um artigo in press), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.

Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados pelo manuscrito, será necessário incluir uma carta de autorização, do uso dos mesmos por seus autores.

Citações bibliográficas no texto: deverão ser expostas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo “&”; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor, seguido da expressão et al.

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor. Todos os autores cujos trabalhos forem citados no texto deverão ser listados na seção de Referências.

Exemplos

Artigo com mais de seis autores

Nascimento E, Leandro CVG, Amorim MAF, Palmeiras A, Ferro TC, Castro CMMB, et al. Efeitos do estresse agudo de contenção, do estresse crônico de natação e da administração de glutamina sobre a liberação de superóxido por macrófagos alveolares de ratos. *Rev Nutr.* 2007; 20(4): 387-96.

Artigo com um autor

Traverso-Yépez MA. Dilemas na promoção da saúde no Brasil: reflexões em torno da política nacional. *Interface: Comunic, Saúde, Educ.* 2007; 11(22):223-38.

Artigo em suporte eletrônico

Mendonça MHM, Giovanella L. Formação em política pública de saúde e domínio da informação para o desenvolvimento profissional. *Ciênc Saúde Coletiva* [periódico na Internet]. 2007 jun [acesso 2008 jan 28]; 12(3):601-610. Disponível em: . doi:10.1590/S1413-81232007000 300010.

Livro

Rouquayrol MZ, Almeida Filho N. *Epidemiologia & saúde.* 6a. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2005.

Livro em suporte eletrônico

World Health Organization. *The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century* [monograph online]. Geneva: WHO; 2007. [cited 2008 Jan 30]. Available from: .

Capítulos de livros

Monteiro CA. Ther underweight/overweight double burden for the poorest in low-income countries. In: Dube L, Bechara A, Dagher A, Drewnowski V, LeBel, James P, et al., editors. *Obesity prevention: the role of society and brain on individual behavior.* New York: Elsevier; 2007. v.1.

Capítulo de livro em suporte eletrônico

New health threats in the 21st century. In: World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007. [cited 2008 Jan 30]. Available from: .

Dissertações e teses

Franco AC. Educação nutricional na formação do nutri-cionista: bases teóricas e relação teoria-prática [mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2006.

Texto em formato eletrônico

World Health Organization. Malaria elimination: a field manual for low and moderate endemic countries. Geneva, 2007. [cited 2007 Dec 21]. Available from: .

Programa de computador

Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, Smith DC, Burton AH, et al. Epi Info, version 6: a word processing, database, and statistics program for public health on IBM-compatible microcomputers. Atlanta (Georgia): Centers for Disease Control and Prevention; 1996. Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do Committee of Medical Journals Editors (Grupo Vancouver) .

LISTA DE CHECAGEM

λ Declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor. Enviar ao editor quatro vias do original (um original e três cópias) e um disquete ou CD-ROM, etiquetado com as seguintes informações: nome do(s) autor(es) e nome do arquivo. Na reapresentação incluir o número do protocolo.

Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letras Arial, corpo 11 e entrelinhas 1,5 e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas.

Preparar página de rosto com as informações solicitadas.

λ Incluir o nome de agências financiadoras e o número do processo.

Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, o ano de defesa e o número de páginas.

Incluir título do manuscrito, em português e inglês.

Incluir título abreviado (short title), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas.

Incluir resumos estruturados para trabalhos originais e narrativos para manuscritos que não são de pesquisa, com até 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação.

λ Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo Vancouver, ordenadas na ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto e se todas estão citadas no texto.

Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas.

Parecer do Comitê de Ética da Instituição.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS

AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais, nos quais constarão:

- Título do manuscrito:
- Nome por extenso dos autores (na mesma ordem em que aparecem no manuscrito).
- Autor responsável pelas negociações:

1. Declaração de responsabilidade: todas as pessoas relacionadas como autoras devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

– “Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo”;

– “Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista de Nutrição, quer seja no formato impresso ou no eletrônico”.

2. Transferência de Direitos Autorais: “Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Revista de Nutrição passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista”.
Assinatura do(s) autores(s) Data //