



VALOR NUTRICIONAL E EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE O POTENCIAL ANTIOXIDANTE EM FORMULAÇÕES DE MASSA DE MACARRÃO SEM GLÚTEN

Fabiana Rossi HAMACEK*
Ceres Mattos DELLA LUCIA**
Penélope Ramos DA SILVA***
Hércia Stampini Duarte MARTINO****
Helena Maria PINHEIRO SANT'ANA****
Ana Vlória Bandeira MOREIRA****

■RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma alternativa de produto sem glúten, como a massa de macarrão, com a utilização de misturas de farinhas contendo fécula de batata, amido de milho, farinha de arroz, farinha de feijão e farinha de banana verde. Também se objetivou avaliar o valor nutricional das formulações e o efeito do tratamento térmico sobre a capacidade antioxidante total, fenólicos totais e peroxidação lipídica. Foram elaboradas três massas de macarrão constituídas de ingredientes básicos, farinha de banana verde e farinha de feijão e determinados os teores de umidade, lipídios, cinzas, proteínas, carboidratos e fibra alimentar conforme metodologia da AOAC. A análise do potencial antioxidante foi baseada no teste do DPPH, o conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu e para determinação da taxa de peroxidação utilizou-se o reagente TBARS. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos (cru e cozido) e 3 repetições. Utilizou-se o teste t pareado ($\alpha=5\%$) para avaliação dos fenólicos totais e da peroxidação lipídica e a análise de variância (ANOVA) e teste de Duncan ($\alpha=5\%$) para comparação de médias entre amostras de macarrões crus e cozidos, separadamente. As massas de macarrão mostraram-se fontes de carboidratos, proteínas e fibra. O potencial antioxidante e o conteúdo de fenólicos totais mostraram-se maiores nas massas alimentícias cozidas, ao contrário da peroxidação lipídica, o que é um resultado positivo. Os produtos elaborados podem, assim, ser considerados como alternativas viáveis a portadores de doença celíaca, visto suas importantes características tecnológicas e nutricionais.

■PALAVRAS-CHAVE: Farinha de banana verde; feijão; atividade antioxidante; fenólicos totais; peroxidação

lipídica.

INTRODUÇÃO

O glúten é uma estrutura protéica complexa encontrada no trigo, aveia, cevada e centeio, responsável pelas propriedades de extensibilidade, elasticidade e viscosidade necessárias à produção de massas e produtos de panificação de boa qualidade. (CAPRILES, 2009). Entretanto, este complexo pode ser prejudicial a indivíduos portadores de doença celíaca ou outras reações alérgicas ou intolerâncias relacionadas ao consumo de glúten. (MARIOTTI et al., 2009).

A doença celíaca é uma desordem crônica do sistema imune, caracterizada pela intolerância permanente à ingestão das proteínas do glúten por indivíduos com predisposição genética. Ela resulta em injúrias no intestino delgado com graus variáveis de gravidade. A expressão da doença celíaca ocorre devido a fatores imunológicos, genéticos e ambientais, e à presença de glúten na dieta. (PRATESI; GANDOLFI, 2006).

O único tratamento da doença celíaca, que não tem cura, é o dietético, sendo necessária a completa eliminação de todas as fontes de glúten, que deve ser seguida por toda vida. (CAPRILES, 2009). No entanto, dietas livres de glúten, devido à escassez de produtos, podem ser monótonas, caras e trabalhosas, o que torna difícil o tratamento do celíaco. (BUTTERWORTH et al., 2004). Além disso, preparações livres de glúten frequentemente apresentam características sensoriais desagradáveis e, para compensar tecnologicamente a remoção do glúten, grandes quantidades de gordura são adicionadas às preparações. (ZANDONADI et al., 2009).

*Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição – Curso Mestrado – Universidade Federal de Viçosa – 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil. E-mail: frhamacek@yahoo.com.br.

**Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição – Curso Doutorado – Universidade Federal de Viçosa – 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil.

***Curso de Graduação em Nutrição – Universidade Federal de Viçosa – 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil.

****Departamento de Nutrição e Saúde – Universidade Federal de Viçosa – 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil.

Recentemente, tem havido um interesse crescente no desenvolvimento de alimentos livres de glúten, cujas formulações envolvem a incorporação de amidos de diferentes origens, proteínas do leite, gomas, hidrocoloides e suas combinações, em uma base farinácea livre de glúten. Esses ingredientes podem simular as propriedades viscoelásticas do glúten e podem resultar na manutenção da estrutura, boa aceitação e aumento da vida de prateleira dos produtos finais. Entretanto, muitos produtos livres de glúten disponíveis no mercado apresentam baixa qualidade nutricional e tecnológica. (MARIOTTI et al., 2009).

Dessa forma, o desenvolvimento de novos produtos por meio da utilização de misturas de farinhas que apresentem valor nutritivo e tecnológico agregado é fundamental. A farinha de banana verde e a farinha de feijão são duas opções por apresentarem elevado valor nutritivo e não conterem glúten. A farinha de banana verde apresenta-se como excelente fonte de carboidratos, como também vários outros nutrientes. (PACHECO-DELAHAYE; TESTA, 2005). Outro importante destaque em sua composição é o conteúdo de amido resistente (AR). A presença do AR é importante tanto para indústria como para o consumidor, pois pode ser utilizado na elaboração de produtos com reduzido teor de lipídios e açúcares e auxilia no aumento de volume por absorção de água. (CIACCO et al., 2001). O AR possui ainda funções fisiológicas de regulação intestinal, controle da glicemia, retardamento do esvaziamento gástrico, e pode auxiliar no controle do colesterol. (LANGKILDE et al., 20002). A farinha de feijão também se destaca quanto a seu valor nutricional, devido a sua qualidade protéica e melhor fonte vegetal de ferro, como também fonte de carboidratos e fibras e presença de AR em sua composição. (BRIGIDE, 2002).

A agregação de valor a novos produtos livres de glúten também pode ser feita através da avaliação de seu potencial antioxidante, pela presença de compostos fenólicos que atuam no organismo como substâncias sequestradoras de radicais livres, eficazes na prevenção da oxidação lipídica, mas também responsáveis pela cor, adstringência e aroma em vários alimentos. (PELEG et al., 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo buscar uma alternativa de produto sem glúten, como a massa de macarrão, com a utilização de misturas de farinhas contendo farinha de banana verde e de feijão. Também se objetivou avaliar o efeito do tratamento térmico sobre a capacidade antioxidante total, fenólicos totais e peroxidação lipídica das misturas de farinhas e das massas de macarrão obtidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção da farinha de banana verde, as bananas foram cozidas com casca em panela de pressão doméstica. As bananas foram cortadas em rodelas de aproximadamente 1 cm, as quais foram secas em estufa a 60°C, por 16 h, trituradas em liquidificador e peneiradas. Para a farinha de feijão, o feijão vermelho foi cozido em panela de pressão, sem tempero. O caldo foi removido, o feijão foi resfriado, levado para secar em estufa a 60°C e os grãos foram desintegrados em moinho microanalítico. As demais farinhas utilizadas na mistura (farinha de arroz, amido de milho e fécula de batata) foram obtidas em mercado local. Foram elaboradas três misturas de farinhas, contendo ingredientes substitutos do glúten para formulação das massas de macarrão (Tabela 1).

A partir de cada mistura, foi elaborado um macarrão correspondente, contendo a mistura de farinhas, goma guar, água e ovo. Todos os ingredientes foram homogeneizados em recipiente de alumínio e sovados até a obtenção de uma massa firme. A massa foi aberta com auxílio de rolo, cortada em tiras finas e colocadas em tabuleiros de alumínio para posterior secagem em estufa a 60°C, por 6 h. A cocção dos macarrões foi feita em panela de alumínio com água em ebulição, contendo 1% de sal e um fio de óleo, por 40 minutos.

A composição centesimal das misturas de farinha foi determinada, segundo os métodos oficiais da Association of Official Analytical Chemists (1998). Para determinação da umidade, utilizou-se secagem em estufa a 105°C até peso constante das amostras. Os lipídios foram extraídos com éter etílico, tendo-se empregado o método intermitente de Soxhlet. As cinzas foram obtidas por calcinação das amostras em mufla, a 550°C, até peso constante. Já as proteínas, foram determinadas pelo método micro-Kjeldahl, após a quantificação do nitrogênio total, seguida de conversão para teor de proteínas a partir da multiplicação pelo fator 6,25.

As fibras alimentares solúveis e insolúveis foram determinadas pelo método enzimático gravimétrico segundo a AOAC (1998), e o cálculo da fibra alimentar total foi realizado a partir da soma dessas duas frações. Os carboidratos foram determinados pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídio, umidade, cinzas e fibra alimentar total. O valor calórico total foi estimado utilizando-se os valores de conversão para carboidratos (4,0 kcal/g), lipídios (9,0 kcal/g) e proteínas (4,0 kcal/g). (BRASIL, 2003).

Tabela 1 – Ingredientes e quantidades para a elaboração das misturas de farinhas para formulações de massas de macarrão contendo substitutos do glúten.

Misturas	Amido de Milho	Fécula de Batata	Farinha de Arroz	Farinha de Banana Verde	Farinha de Feijão
M1	10 g	20 g	20 g	50 g	-
M2	10 g	20 g	20 g	-	50 g
M3	10 g	20 g	20 g	25 g	25 g

A determinação do potencial antioxidante foi baseada no teste do DPPH conforme metodologia de BLOIS, (1958) e o conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. (SINGLETON et al., 1999).

Para obtenção do extrato utilizado na análise da atividade antioxidante e de fenólicos totais, tomou-se 0,2 mL da amostra e adicionou-se 10 mL de solução de metanol 60%. O extrato foi colocado em *shaker* por 30 minutos e posteriormente foi centrifugado por 10 minutos. O sobrenadante foi, então, transferido para um tubo de 10 mL o qual foi completado com metanol 60%.

Para o teste de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), pipetou-se 100 µL de extrato da amostra em tubo de ensaio, adicionou-se 1,5 mL de solução de DPPH 0,1 mM e agitou-se em vórtex por 1 minuto. Posteriormente, o extrato foi colocado em repouso em temperatura ambiente, por 15 minutos, para leitura da absorvância em espectrofotômetro a 517 nm. (BLOIS, 1958).

Em paralelo, foram preparados o sistema branco e o controle. O branco continha todos os reagentes, menos o DPPH, e foi utilizado para zerar o equipamento. O controle continha o DPPH e o solvente da amostra e foi utilizado para descontar alguma descoloração espontânea do DPPH por outros fatores, que não a reação com os antioxidantes da amostra.

A capacidade para sequestrar o radical DPPH foi calculada utilizando a equação seguinte:

$$\text{Atividade de sequestro de radical (\%)} = 100\% - \left[\frac{Abs_{amostra} - Abs_{branco da amostra}}{Abs_{controle}} \times 100 \right]$$

Em que:

$Abs_{controle}$ é a absorvância do controle (solução de DPPH sem a amostra); $Abs_{amostra}$ é a absorvância da amostra-teste (solução de DPPH mais a amostra-teste); e $Abs_{branco da amostra}$ é a absorvância da solução de extração apenas, sem amostra ou solução de DPPH.

Padrões comerciais de antioxidantes – hidroxianisol butilado (BHA) na concentração de 100 ppm, e ácido gálico na concentração de 0,005 g/mL – foram utilizados como controles positivos.

Para a análise de fenólicos totais, pipetou-se 500 µL do extrato, adicionou-se 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e 0,5 mL de solução de carbonato de sódio 7,5%, com posterior agitação em vórtex. Em seguida, o extrato foi incubado por 30 minutos para posterior leitura da absorvância a 765 nm. (SINGLETON et al., 1999).

Para avaliação da peroxidação lipídica feita por meio do teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), aliquotou-se 0,5 mL da amostra em tubos de 5 mL; em seguida, adicionou-se 1 mL do reagente TBARS (HCl 0,25 N contendo ácido tricloroacético (15%) e ácido tiobarbitúrico (0,375%)) e agitou-se em agitador de tubos. Posteriormente, os tubos foram deixados em banho-maria a 90°C por 15 min, resfriados em banho de gelo e centrifugados. O sobrenadante foi retirado para leitura em espectrofotômetro a 535 nm, contra um branco contendo

todos os reagentes, menos a amostra. (WINTERBOURN et al., 1985).

Os dados foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos (cru e cozido) e 3 repetições. Utilizou-se o teste t pareado ($\alpha=5\%$) para avaliação dos fenólicos totais e da peroxidação lipídica e a ANOVA e teste de Duncan ($\alpha=5\%$) para comparação de médias entre macarrões crus e cozidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontra-se a composição centesimal das massas de macarrão elaboradas a partir das misturas de farinha. Verifica-se que os teores de umidade encontrados nas três massas de macarrão não se diferiram e foram semelhantes ao observado por Choo e Aziz (2010) que relatou 39,16% em experimento com macarrão produzido a partir de 30% de farinha de banana verde.

Observou-se maior quantidade de carboidratos na massa M1, que continha 50% de farinha de banana verde em sua composição, seguida pela M3, que continha 25% de farinha de banana verde e 25% de farinha de feijão e pela M2, que possuía 50% de farinha de feijão. O conteúdo de carboidratos observado na massa M3 foi semelhante ao encontrado por Fasolin et al. (2007) que verificaram 55,17 g de carboidrato/100g de biscoitos que continham 30% de farinha de banana verde crua. No entanto, esse conteúdo foi inferior aos 85,95g de carboidratos/100 g relatados por Borges et al. (2003) em experimento com macarrão cozido livre de glúten.

O teor de proteína das massas foi inferior aos 11,80 g/100g encontrado por Choo & Aziz (2010) em experimento com macarrão produzido a partir de farinha de banana verde. Esse teor também foi inferior aos 11,90 g/100g encontrado por Borges et al. (2003) em trabalho com macarrão cozido livre de glúten, mas semelhante aos 7,80 g/100g relatados por Fasolin et al. (2007) em biscoitos à base de farinha de banana verde.

O conteúdo de lipídios observado nas massas de macarrão foi reduzido. Os teores encontrados foram inferiores ao verificado em biscoito produzido a partir de farinha de banana verde que continha 19,75 g de lipídios/100g. (FASOLIN et al., 2007). No entanto, o resultado se assemelha aos 0,79g de lipídios/100g encontrados por Borges et al. (2003) em experimento com macarrão livre de glúten.

O conteúdo de fibra alimentar foi maior na massa M1, que apresentou conteúdo superior aos 5,34 g/100g relatados em experimento com macarrão constituído por 30% de farinha de banana verde, (CHOO; AZIZ, 2010) no entanto se assemelha ao teor encontrado na massa M3, que continha 25% de farinha de banana verde e 25% de farinha de feijão.

A Figura 1 apresenta o teor de fenólicos totais encontrado nas massas de macarrão crus e cozidos. Observou-se aumento do conteúdo de fenólicos totais com o cozimento em todas as amostras de macarrão. O calor intenso em água fervente é capaz de liberar compostos fenólicos

da parede celular ou aqueles ligados, devido à desagregação dos componentes celulares. (TOOR; SAVAGE, 2006). Oboh (2005) relata também que altas temperaturas durante o processo de extração podem levar à quebra de taninos em fenólicos mais simples.

Quanto à avaliação da atividade antioxidante das massas de macarrão, a amostra de macarrão cozido elaborado a partir de M3 apresentou melhor percentual de inibição da oxidação, com 80,08%, principalmente devido à presença de fenólicos totais observada nos macarrões após

Tabela 2 – Composição centesimal das massas de macarrão elaboradas a partir das misturas de farinhas livres de glúten.

Produtos	Qtde (g)	Valor energético (Kcal)	Umidade (%)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Cinzas (g)	Fibras (g)
Macarrão Mac1								
Mistura 1	50	255,91	2,48	59,40	2,55	0,77	2,14	8,49
Goma Guar	10	-	-	-	-	-	-	-
Clara de Ovo	35	20,65	29,82	-	4,69	0,03	0,24	-
Água	13	-	-	-	-	-	-	-
Total	108	276,56	32,3	59,40	7,24	0,80	2,38	8,49
Macarrão Mac2								
Mistura 2	50	180,02	5,17	35,20	5,77	0,70	0,92	3,05
Goma Guar	10	-	-	-	-	-	-	-
Clara de Ovo	35	20,65	29,82	-	4,69	0,03	0,24	-
Água	13	-	-	-	-	-	-	-
Total	108	200,67	34,99	35,20	10,46	0,73	1,16	3,05
Macarrão Mac3								
Mistura 3	50	217,96	3,82	48,38	4,15	0,74	1,53	5,76
Goma Guar	10	-	-	-	-	-	-	-
Clara de Ovo	35	20,65	29,82	-	4,69	0,03	0,24	-
Água	13	-	-	-	-	-	-	-
Total	108	238,61	33,64	48,38	8,84	0,77	1,77	5,76

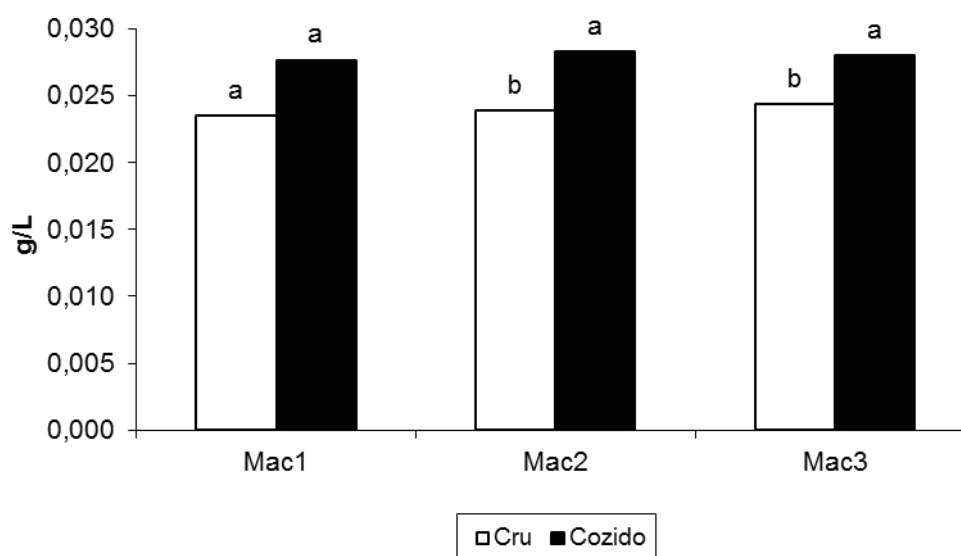


FIGURA 1 - Teor de fenólicos totais dos macarrões antes e após cocção.

Mac1: macarrão elaborado a partir da mistura 1; Mac2: macarrão elaborado a partir da mistura 2; Mac3: macarrão elaborado a partir da mistura 3; Média de 3 repetições. Médias seguidas por uma mesma letra entre tratamentos (cru x cozido) não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste t pareado.

a cocção. As amostras de macarrão cru não apresentaram um bom potencial antioxidante (Tabela 3).

Observando-se as Figuras 2 a 5, que ilustram a atividade antioxidante dos extratos de farinhas e macarrões, medida durante 75 minutos em sistema de co-oxidação de substratos, pode-se verificar a estabilidade de todos os extratos do sistema. Foi observado que o potencial antioxidante se mostrou maior na massa alimentícia cozida preparada a partir da mistura 3, composta de farinha de banana verde cozida em panela de pressão e farinha de feijão em proporções iguais.

A partir de tais figuras, foi possível calcular os fatores cinéticos dos extratos estudados. A eficiência da atividade antioxidante dos extratos foi estimada a partir da relação entre a tangente das curvas cinéticas do extrato e do controle (sem adição de antioxidante), em dois intervalos

da curva, entre 0 e 30 minutos (F_1) e entre 45 e 75 minutos (F_2), conforme expressão abaixo:

$$F1 = \text{tg } \beta / \text{tg } \alpha$$

$$F2 = \text{tg } \beta' / \text{tg } \alpha'$$

No primeiro intervalo da curva, o valor obtido (F_1) indica a eficiência do antioxidante de bloquear a reação em cadeia por meio da interação com os radicais peróxidos. No segundo intervalo da curva o valor obtido (F_2) indica a eficiência do antioxidante em participar de outras reações durante o processo oxidativo, como, por exemplo, a decomposição dos hidroperóxidos, produzindo espécies radiculares que aceleram a oxidação no sistema. Conforme observado na Tabela 4 que representa os fatores cinéticos calculados a partir das tangentes das curvas cinéticas obtidas, os parâmetros cinéticos foram melhores nas amostras de macarrão cozido, indicando aumento da capacidade antioxidante com a cocção.

Tabela 3 – Percentual de atividade antioxidante dos macarrões crus e cozidos.

Amostras	% atividade antioxidante (média) ± DP*
Macarrão cru, elaborado com M1	28,68 ± 8,46 ^a
Macarrão cru, elaborado com M2	24,32 ± 9,64 ^a
Macarrão cru, elaborado com M3	26,48 ± 7,75 ^a
Macarrão cozido, elaborado com M1	65,84 ± 11,52 ^{ab}
Macarrão cozido, elaborado com M2	79,40 ± 11,33 ^a
Macarrão cozido, elaborado com M3	80,08 ± 8,16 ^a

* Média de 3 repetições. Médias entre mesmo grupo de amostras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

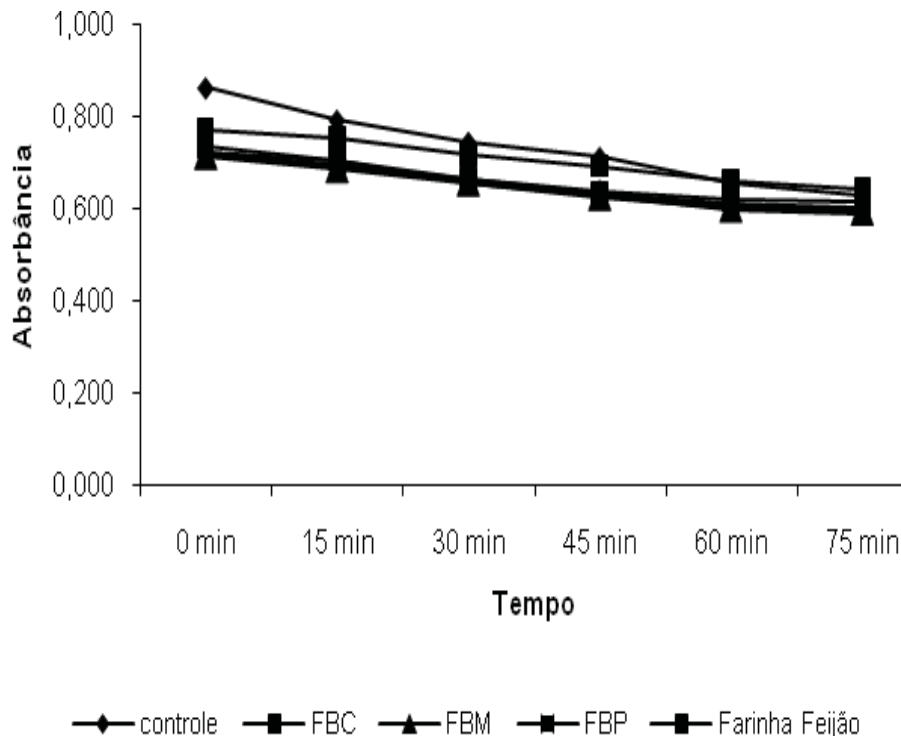


FIGURA 2 – Atividade antioxidante dos extratos de farinhas de banana verde. FBC: farinha de banana verde crua; FBM: farinha de banana verde cozida em microondas; FBP: farinha de banana verde cozida em panela de pressão.

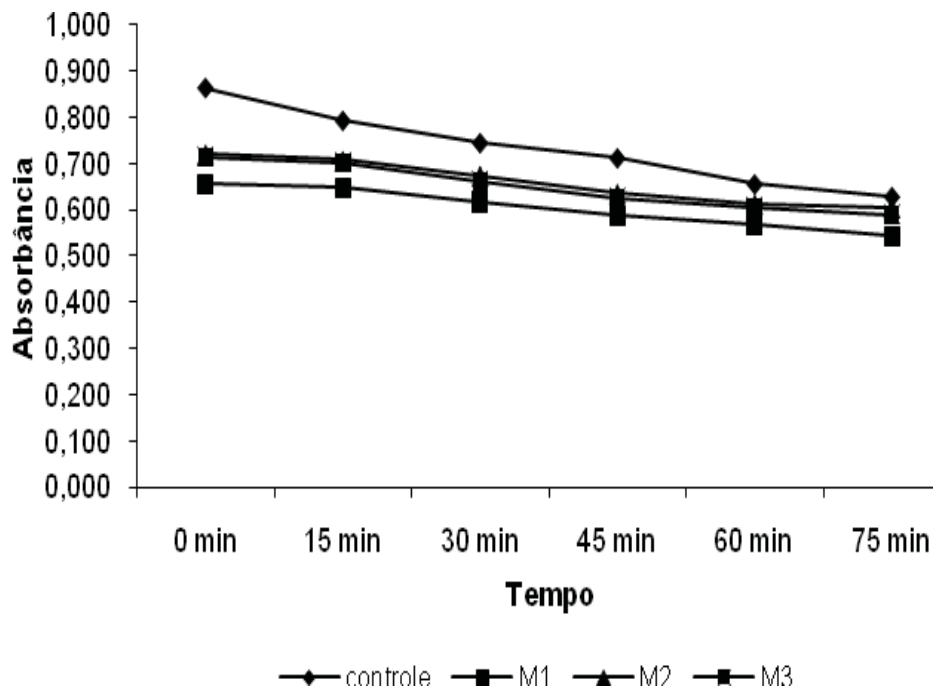


FIGURA 3 – Atividade antioxidante dos extratos de misturas de farinhas. M1: mistura 1; M2: mistura 2; M3: mistura 3.

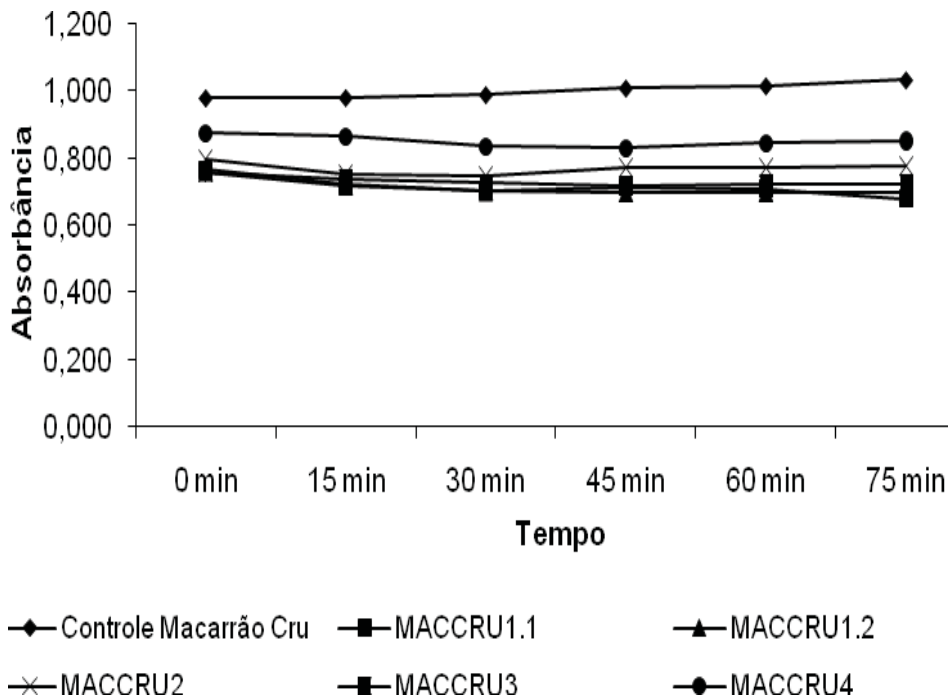


FIGURA 4 – Atividade antioxidante dos extratos de macarrões crus. MACCRU1.1: macarrão cru elaborado a partir da 1ª opção da mistura 1; MACCRU1.2: macarrão cru elaborado a partir da 2ª opção da mistura 1; MACCRU2: macarrão cru elaborado a partir da mistura 2; MACCRU3: macarrão cru elaborado a partir da mistura 3; MACCRU4: macarrão cru elaborado a partir da mistura 4.

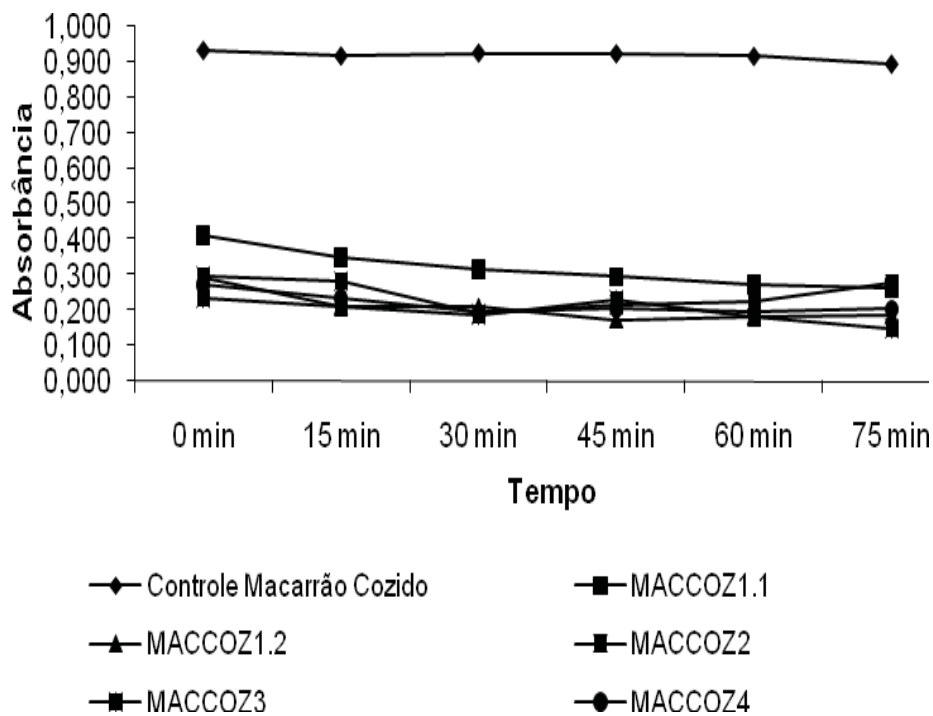


FIGURA 5 – Atividade antioxidante dos extratos de macarrões cozidos. MACCOZ1.1: macarrão cozido elaborado a partir da 1ª opção da mistura 1; MACCOZ1.2: macarrão cozido elaborado a partir da 2ª opção da mistura 1; MACCOZ2: macarrão cozido elaborado a partir da mistura 2; MACCOZ3: macarrão cozido elaborado a partir da mistura 3; MACCOZ4: macarrão cozido elaborado a partir da mistura 4.

Tabela 4 – Parâmetros cinéticos caracterizando a inibição da oxidação pelos extratos de farinhas e macarrões.

Extratos	Fatores	
	F ₁	F ₂
M1	3,10	1,91
M2	2,58	2,72
M3	2,21	2,41
FBC	2,24	1,62
FBM	2,08	2,57
FBP	1,78	2,16
Farinha Feijão	1,69	3,92
MACCRU1.1	-0,17	-0,75
MACCRU1.2	-0,17	15,00
MACCRU2	-0,21	4,17
MACCRU3	-0,01	3,57
MACCRU4	-0,26	1,15
MACCOZ1.1	0,07	0,88
MACCOZ1.2	0,09	-2,27
MACCOZ2	0,07	-0,47
MACCOZ3	0,14	0,35
MACCOZ4	0,03	0,26

M1: Mistura 1; M2: Mistura 2; M3: Mistura 3; FBC: Farinha de banana verde crua; FBM: Farinha de banana verde cozida em microondas; FBP: farinha de banana verde cozida em panela de pressão; MACCRU1.1: macarrão cozido utilizando a primeira opção da mistura 1; MACCRU1.2: macarrão cozido utilizando a segunda opção da mistura 1; MACCRU2: macarrão cozido utilizando a mistura 2; MACCRU3: macarrão cozido utilizando a mistura 3; MACCRU4: macarrão cozido utilizando a mistura 4; MACCOZ1.1: macarrão cozido utilizando a primeira opção da mistura 1; MACCOZ1.2: macarrão cozido utilizando a segunda opção da mistura 1; MACCOZ2: macarrão cozido utilizando a mistura 2; MACCOZ3: macarrão cozido utilizando a mistura 3; MACCOZ4: macarrão cozido utilizando a mistura 4.

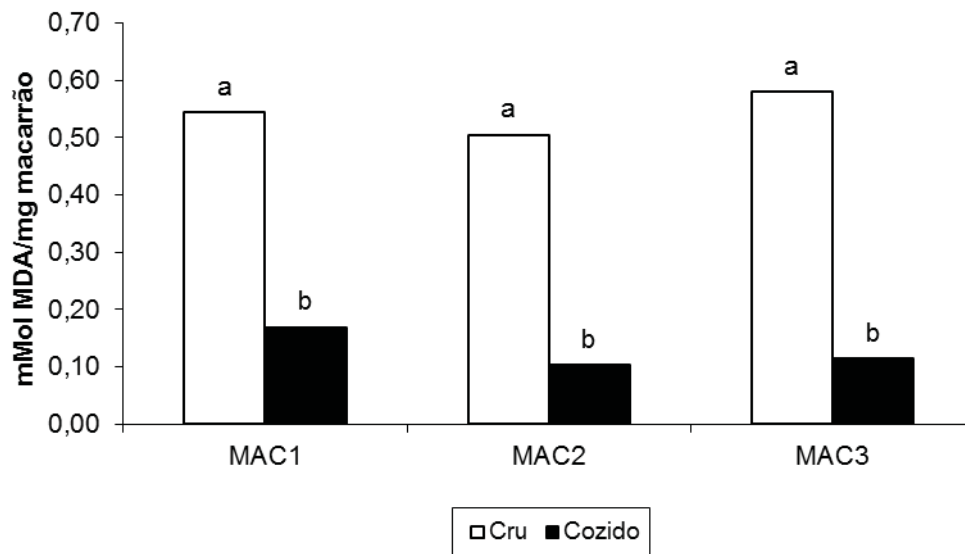


FIGURA 6 – Níveis de peroxidação lipídica dos macarrões antes e após a cocção.

Mac1: macarrão elaborado a partir da mistura 1; Mac2: macarrão elaborado a partir da mistura 2; Mac3: macarrão elaborado a partir da mistura 3. Médias seguidas por uma mesma letra entre tratamentos (cru x cozido) não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste t pareado.

A Figura 6 representa os níveis de malondialdeído (MDA) em macarrões antes e após a cocção. Observa-se que os níveis diminuem, em todas as amostras, com o processo de cocção. Sabe-se que a exposição ao calor não favorece o aumento da peroxidação, e ainda contribui para a menor oxidação de lipídios, provavelmente por mecanismos de inativação enzimática. (BERBICZ; CLEMENTE, 2001).

CONCLUSÃO

Por meio da utilização das misturas de farinhas livres de glúten, pôde-se obter um novo produto destinado a pacientes celíacos, que carecem de opções atrativas e acessíveis, e que sejam seguros quanto à ausência de glúten. O conteúdo nutricional das farinhas agregou valor às massas, em relação aos teores de carboidratos, proteínas e fibras. Quanto ao potencial antioxidante, este se mostrou maior na massa de macarrão cozida preparada a partir da mistura composta de farinha de banana verde e farinha de feijão em proporções iguais. O conteúdo de fenólicos, de modo geral, foi maior após a cocção, o que não pôde ser observado em relação à peroxidação lipídica, devido, provavelmente, à inativação da lipase pelo calor.

HAMACEK, F.R.; DELLA LUCIA, C.M.; DA SILVA, P.R.; MARTINO, H.S.D.; SANT'ANA, H.M.; MOREIRA, A.V.B. Nutritional value and effect of heat treatment on the antioxidant potential of gluten-free pasta dough formulations. *Alim. Nutr. = Braz. J. Food Nutr.*, Araraquara, v.24, n.2, p. 135-143, abr./jun. 2013.

■ABSTRACT: This study aimed to develop an alternative gluten-free product such as pasta dough, using flour

mixtures containing potato starch, corn starch, rice flour, bean flour and green banana flour. It also aimed to evaluate the nutritional value of the formulations and the effect of heat treatment on the total antioxidant capacity, total phenolic content and lipid peroxidation. Three pasta dough were prepared from basic ingredients, green banana flour and bean flour. The contents of moisture, lipids, ash, protein, carbohydrates and dietary fiber were determined according to AOAC methodology. The potential antioxidant analysis was based on the DPPH test, the total phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu reagent and the rate of peroxidation was determined using TBARS reagent. A completely randomized design with two treatments (raw and cooked) and three repetitions were used. Paired t test ($\alpha = 5\%$) was used for evaluation of total phenolic and lipid peroxidation and analysis of variance (ANOVA) and Duncan test ($\alpha = 5\%$) were used to compare means between samples of raw and cooked pasta separately. Pasta showed to be sources of carbohydrates, protein and fiber. Antioxidant potential and total phenolic content was higher in cooked pasta, unlike lipid peroxidation, which is a positive result. Thus, the products produced can be considered as viable alternatives for people with celiac disease, because its important technological and nutritional characteristics.

■KEYWORDS: Green banana flour; beans; antioxidant activity; total phenolics; lipid peroxidation.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington, DC, 1998. 11p.

BERBICZ, F.; CLEMENTE, E. Avaliação da termoestabilidade e da regeneração da atividade da peroxidase extraída de laranja (*Citrus spp.*). **Acta Scient.**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1239-1242, 2001.

BLOIS, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, n.181, p.1199-1200, 1958.

BORGES, J. T. S. et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa, willd*) e de farinha de arroz (*Oryza sativa, l*) polido por extrusão termoplástica. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 21, n.2, p.303-322, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2003.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) irradiados.** 2002. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BUTTERWORTH, J. R. et al. Factors relating to compliance with a gluten-free diet in patients with celiac disease comparison of with Caucasian and South Asian patients. **Clin. Nutr.**, v. 23, n.5, p. 1-8, 2004.

CAPRILES, V. D. **Otimização de propriedades nutricionais e sensoriais de produtos à base de amaranto enriquecidos com frutanos, para intervenção em celíacos.** 2009. 211f. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CHOO, C.L.; AZIZ, N.A.A. Effects of banana flour and b-glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chem.**, v.119, p.34-40, 2010.

CIACCO, F. C.; TAVARES, D. Q.; TEXEIRA, M. A. V. Amido resistente. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica tecnología y salud obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** São Paulo: Varela, 2001. 469p.

FASOLIN, L. H. et al. Chemical, physical and sensorial evaluation of banana meal cookies. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n.3, p.787-792, 2007.

LANGKILDE, A. M.; CHAMP, M.; ANDERSON, H. Effects of high-resistant starch banana flour (RS2) on *in vitro* fermentation and small- bowel excretion of energy, nutrients and sterols: an ileostomy study. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 75, p. 104-111, 2002.

MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten free doughs. **Food Res. Intern.**, v.42, p.963-975, 2009.

OBOH, G. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. **Food Sci. Technol.**, v.38, p.513-517, 2005.

PACHECO-DELAHAYE, E.; TESTA, G. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. **Interciencia**, v. 30, n. 5, p. 300-304, 2005.

PELEG, H.; BODINE, K. K.; NOBLE, A. C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chem. Senses**, Oxford, v.23, n.3, p.371-378, 1998.

PRATESI, R.; GANDOLFI, L. Celiac disease: an illness with multiple faces. **J. Pediatr.**, v.81, p.357-358, 2006.

SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., LAMVELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol.**, n. 299, p.152-177, 1999.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. **Food Chem.**, v. 94, p. 90-97, 2006.

WINTERBOURN, C. C.; GUTTERIDGE, J. M.; HALLIWEL, B. Doxorubicin-dependent lipid peroxidation at low partial pressures of O₂. **J. Free Radical Biol. Med.**, v. 1, p.43-49, 1985.

ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; ARAÚJO, W. M. C. Psyllium as a substitute for gluten in bread. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 109, p.1781-1784, 2009.

Recebido em: 28/09/2011

Aprovado em: 08/04/2013