



CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE
SUBPRODUTOS DO MAMÃO (*Carica papaya*L.)**

LAVRAS – MG

2015

CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO
MAMÃO (*Carica papaya* L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

Coorientadora

Dra. Joelma Pereira

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo (a) próprio (a) autor (a).**

Santos, Cláudia Mendes dos.

Caracterização e utilização de subprodutos do mamão (*Carica
papaya* L.) / Cláudia Mendes dos Santos. – Lavras: UFLA, 2015.
150 p.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador (a): Celeste Maria Patto de Abreu.

Bibliografia.

1. mamão. 2. composição química. 3. pão de forma integral. 4.
análise sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO
MAMÃO (*Carica papaya* L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 13 de maio de 2015.

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira	UFLA
Dra. Luciana Lopes Silva Pereira	UFLA
Dr. Paulo Sérgio Castilho Preté	UFLA
Dra. Silvana Marcussi	UFLA

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu
Orientadora

**LAVRAS – MG
2015**

*Ao meu amado e saudoso pai.
E ao meu filho, alegria da minha vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Química, pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Celeste Maria Patto de Abreu, pela orientação e amizade, além dos ensinamentos e confiança durante todos os anos de trabalho.

À professora Joelma Pereira, pela coorientação e contribuições no estudo da panificação.

A todos do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, do Departamento de Ciência dos Alimentos e, principalmente, ao Raul Antônio Viana Madeira, pelas sugestões e auxílio na elaboração dos pães.

À professora Maria das Graças Cardoso, pela disponibilidade do laboratório para a realização da análise de triagem fitoquímica.

Ao Laboratório de Análise Foliar, pelo auxílio nas análises de minerais.

A Xulita, pela amizade, atenção e colaborações.

À amiga e colega de curso, Ana Paula, pelas ajudas e contribuições.

À bolsista de iniciação científica Marcelle Mendes Mendonça, pelo auxílio na realização das análises.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Bioquímica, pela convivência, companheirismo e amizade.

Ao Raphael, pelo amor, carinho e compreensão.

À minha família, pelo constante apoio.

À minha mãe, pela dedicação e incentivo.

RESUMO

O processamento dos frutos resulta em grandes quantidades de resíduos e, assim, novos aspectos sobre a utilização desses resíduos como subprodutos com papel de aditivos alimentares têm despertado grande interesse. O mamão é um dos mais importantes frutos tropicais atualmente cultivados no país e no mundo. Somente a polpa do mamão é consumida e o restante do fruto, casca e sementes, é rejeitado. Esses subprodutos podem servir como elementos para estudos e suas utilizações alternativas, tendo como base as características químicas. Dessa forma, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar quimicamente a farinha da casca e semente de frutos obtidos de duas cultivares de mamão (Havaí e Calimosa), em relação aos nutrientes, aos antinutrientes e à capacidade antioxidante, e elaborar pães de forma integrais adicionados dessas farinhas. Foram determinados a composição proximal e mineral, e os teores de açúcares, de vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, além da capacidade antioxidante das farinhas. Os pães de forma integrais elaborados com a adição de 0%, 3%, 6% e 9% de farinha mista (casca e semente) foram caracterizados quimicamente e sensorialmente. A farinha da casca do mamão apresentou maiores teores do que a farinha da semente nos parâmetros fibra, cinza, compostos fenólicos, vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável, e nos minerais cobre, enxofre e potássio. Já os teores na farinha da semente foram maiores que na farinha da casca em proteína, lipídeos e nos minerais, cálcio, ferro, magnésio e zinco. A adição da farinha mista promoveu aumento nos teores de fibra alimentar total e proteínas e diminuiu os teores de lipídeos nos pães de forma elaborados. O pão de forma integral com a adição de 3% de farinha mista obteve boa aceitação, apesar da diminuição da qualidade tecnológica. A adição de farinha da casca e semente de mamão na elaboração de produtos de panificação agrega valor a esses subprodutos, diminui a poluição ambiental e evita o seu descarte no meio ambiente.

Palavras-chave: Mamão. Casca. Semente. Composição química. Análise sensorial.

ABSTRACT

The processing of the fruit results in large quantities of waste and thus new aspects on the use of this waste as by-products with paper food additives has aroused great interest. Papaya is one of the most important tropical fruits currently grown in the country and the world. Being only the pulp of the papaya consumed, and the rest of the fruit, peel and seeds, it is rejected. These by-products can serve as elements for alternative uses and their studies, based on the chemical characteristics. Thus, this work was carried out aiming to chemically characterize the flour from the bark and fruit seed obtained from two papaya cultivars (Hawaii and Calimosa) in relation to the nutrients, anti-nutrients and antioxidant capacity, and prepare loaves added whole way such meal. They determined the proximal mineral composition, the content of sugars, vitamin C, carotenoids, phenolics and antioxidant capacity of the flour. The form of whole loaves prepared with the addition of 0, 3, 6 and 9% of a mixed meal (skin and seeds) were characterized chemically and sensorially. The flour papaya peel showed higher levels than the flour seed in the parameters: fiber, ash, phenolic compounds, vitamin C, soluble solids, titratable acidity, and minerals copper, sulfur and potassium. Since the contents in the seed meal was higher than in the shell flour, protein, lipids, and minerals, calcium, iron, magnesium and zinc. The addition of mixed flour promoted an increase in the levels of total protein and dietary fiber, and decreased lipid levels in breads elaborate way. The integrally bread with added 3% mixed flour obtained a good acceptance despite the decrease in technological quality. The addition of flour and papaya seed hulls in the preparation of bakery products adds value to these products, reduces environmental pollution and prevents its release to the environment.

Keywords: Papaya. Bark. Seed. Chemical composition. Sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mamão Calimosa e mamão Havaí.....	18
Figura 2	Estrutura tridimensional do inibidor de tripsina.....	22
Figura 3	Estrutura do fitato e complexações com outros nutrientes.....	24
Figura 4	Estrutura do ácido oxálico e oxalato de cálcio.....	26
Figura 5	Estrutura de ressonância do íon nitrato.....	27
Figura 6	Estrutura genérica das moléculas dos flavonóides.....	30
Figura 7	Estrutura do ácido L-ascórbico e ácido L-dehidroascórbico.....	33
Figura 8	Estrutura química de alguns carotenoides.....	34
Figura 9	Inibição do radical peroxila pelos carotenoides.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das cultivares Calimosa e Havaí.....	17
Tabela 2	Composição proximal (g 100 g ⁻¹) da farinha da polpa, semente e casca de mamão.....	19

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
	APRESENTAÇÃO.....	11
1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	2.1 Resíduos alimentares.....	14
2.2	Características gerais do mamão.....	15
2.3	Constituintes químicos.....	18
2.3.1	Composição proximal.....	19
2.3.2	Sólidos solúveis.....	20
2.3.3	Antinutrientes.....	20
2.3.3.1	Inibidores de proteases.....	21
2.3.3.2	Ácido fítico.....	22
2.3.3.3	Ácido oxálico.....	24
2.3.3.4	Nitratos.....	26
2.3.4	Antioxidantes	27
2.3.5	Compostos fenólicos.....	29
2.3.6	Vitamina C.....	32
2.3.7	Carotenoides.....	33
2.4	Panificação.....	36
2.4.1	Pão integral.....	38
2.5	Análise sensorial.....	40
2.5.1	Teste de aceitação – uso da escala hedônica.....	41
2.5.2	Avaliação da qualidade dos pães	42
2.5.2.1	Características externas	42
2.5.2.2	Características internas	43
2.5.2.3	Aroma e gosto	44
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	59
	ARTIGO 1 - Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars.....	59
	ARTIGO 2 - Compostos bioativos com ação antinutricional e atividade antioxidante da farinha de subprodutos do mamão....	81
	ARTIGO 3 - Pão de forma integral adicionado de farinha de subprodutos do mamão: elaboração, caracterização e análise sensorial.....	105
	ANEXOS.....	144

PRIMEIRA PARTE

APRESENTAÇÃO

As referências bibliográficas correspondem somente às citações que aparecem nas seções introdução e referencial teórico.

Os resultados que fazem parte desta tese estão apresentados sob a forma de artigos, os quais se encontram no item artigo. Cada artigo encontra-se estruturado conforme as normas das revistas científicas às quais foram submetidos ou publicados.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos é, atualmente, uma das mais importantes do mundo. O agronegócio brasileiro representa o segmento mais significativo de nossa indústria, gerando empregos e sendo responsável pelo crescimento das exportações brasileiras.

As frutas e as hortaliças desempenham importante papel na dieta humana, pelo seu valor alimentício e como fonte de minerais e vitaminas, essenciais à manutenção da vida. No entanto, durante o processamento de algumas frutas, por exemplo, por parte das indústrias de despolpamento para produção de sucos, polpas congeladas, néctares e geleias, a maioria das substâncias de interesse é encontrada em partes que normalmente são desprezadas, como casca, sementes e bagaço. Essas partes descartadas geram um enorme volume de resíduos e a eliminação desses materiais, geralmente, representa um problema que é agravado por restrições legais. Assim, novos aspectos sobre a utilização desses resíduos como subprodutos para a produção de aditivos alimentares têm despertado grande interesse, pois estes são produtos de elevado valor nutritivo e sua recuperação poderá ser economicamente atraente.

Os resíduos têm sido motivo de maiores preocupações para a indústria, pois, quando não são conduzidos para a alimentação animal ou utilizados como adubos, são descartados, poluindo o meio ambiente. O uso integral dos alimentos é uma maneira de utilização dos subprodutos que normalmente são descartados, com a finalidade de incrementar a culinária diária, por meio da criação de novas receitas, como geleias, tortas, sucos e doces, além de enriquecer nutricionalmente a dieta alimentar.

O mamão ocupa lugar de destaque dentre as mais importantes frutas tropicais atualmente cultivadas no país e no mundo. Os frutos frescos são,

comumente, parte essencial da dieta humana balanceada e apreciada por suas excelentes propriedades sensoriais, em particular por sua cor, aroma e sabor.

Sendo somente a polpa do mamão consumida, e o restante do fruto, casca e sementes, rejeitado, esses subprodutos podem servir como elementos para estudos e utilizações alternativas, tendo como base as características químicas, e de acordo com o processo de obtenção adequado.

Adicionalmente, produtos de origem vegetal apresentam reduzido tempo de armazenamento, devido ao alto teor de água. Por meio da secagem, que é uma das técnicas de conservação mais utilizadas em alimentos e que apresenta vantagens como simplicidade no processo, proteção contra microrganismos, extensão da vida de prateleira dos produtos, além da redução de peso, diminuindo custos de transporte, embalagem e armazenamento, os produtos farináceos são utilizados como ingredientes na indústria de alimentos, sobretudo na elaboração de pães, sopas e barras de cereais.

Assim, a produção de produto farináceo constitui uma alternativa para as cascas e, sobretudo, para as sementes do mamão, favorecendo novos mercados. No entanto, as aplicações da farinha de subprodutos do mamão dependem do estudo da sua composição.

Dessa forma, este estudo foi realizado com os objetivos de determinar a composição química, fitoquímica e de antinutrientes da farinha das cascas e das sementes de mamão, além da elaboração, caracterização e análise sensorial de pães de forma integrais adicionados das farinhas dos subprodutos do mamão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos alimentares

Resíduo é entendido como o sobranço da matéria-prima não aproveitada na elaboração do produto alimentício e esse mesmo sobranço, caso seja transformado industrialmente para fins determinados, é conhecido como subproduto (EVANGELISTA, 2005).

Os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor alimentício. Com uma tecnologia adequada, esse material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (PELIZER; PONTIERI; MORAIS, 2007).

Cascas, peles, sementes, bagaços e sobras do processo de despulpamento são considerados resíduos, sendo, geralmente, descartados pelas indústrias alimentícias e pelo uso doméstico em quantidades significativas, contribuindo, ainda, para o aumento do impacto ambiental (LIMA; RINALD; ASCHERI, 2006).

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada à minimização ou ao reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço ou sementes e bagaço. Esses materiais, além de fonte de matéria orgânica, servem como fonte de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes, que são importantes para as funções fisiológicas e passíveis de recuperação e aproveitamento na indústria de rações, cosméticos e, principalmente, na alimentação humana (SOUZA et al., 2011).

Além de criar problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, e são considerados custo operacional para as

empresas, o que exige investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição (PELIZER; PONTIERI; MORAIS, 2007).

Diversos estudos sobre a composição dos resíduos agroindustriais de frutas são realizados no intuito de que estes sejam adequadamente aproveitados. Para agregar-lhes valor, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, por meio de investigações científicas e tecnológicas (VIEIRA et al., 2009).

As cascas e as sementes são os principais resíduos gerados a partir do mamão e agregar valor a essas partes é de grande importância econômica, científica e tecnológica. As cascas e as sementes dos mamões, apesar de em pequena quantidade em relação à polpa, representam desperdício, se levarmos em conta que, tanto pelos consumidores quanto pela indústria, a quantidade consumida é muito grande.

2.2 Características gerais do mamão

Dentre os mais importantes frutos tropicais atualmente cultivados no mundo e no país, o mamão (*Carica papaya* L.) ocupa lugar de destaque, pois o Brasil é um dos maiores produtores mundiais dessa fruta (CORDEIRO et al., 2012).

O mamoeiro é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical, tendo sido descoberto pelos espanhóis na região compreendida entre o sul do México e o norte da Nicarágua. Após a descoberta, o mamoeiro foi amplamente distribuído em várias regiões tropicais, estendendo-se a 32° de latitude norte e sul, com possível introdução no Brasil em 1587. É considerada uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo seus frutos, que são conhecidos como mamão ou papaia, amplamente utilizados em dietas alimentares (SERRANO; CATTANEO, 2010).

A cultura desenvolve-se satisfatoriamente em locais com temperatura média anual de 25°C, com limites entre 21°C e 33°C, e precipitação pluviométrica de 1.500 mm anuais, bem distribuída (SERRANO; CATTANEO, 2010).

O Brasil é, atualmente, o segundo maior produtor mundial, respondendo por cerca de 19% do total produzido no mundo (AGRIANUAL, 2013). O mamão é produzido no país quase todos os meses do ano e as perspectivas de comercialização, para consumo *in natura* no mercado interno ou para exportação, são bastante favoráveis, colocando a cultura entre as mais promissoras (SHINAGAWA, 2009). Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2014), a produção mundial de mamão representa 10% da produção mundial de frutos tropicais, girando em torno de 8 milhões de toneladas, das quais 33% são produzidas nas Américas. Os principais produtores mundiais são Índia, Brasil e Indonésia, enquanto os maiores exportadores são o México e a Malásia

Em 2013, o Brasil produziu 1,5 milhão de toneladas de mamão em 31,9 mil hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013). Em 2014, o Brasil exportou cerca de 33 mil toneladas, gerando uma receita de US\$ 47 milhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE PAPAYA - BRAPEX, 2015).

Quanto à produção nacional, os principais estados produtores são Bahia (718 mil toneladas), Espírito Santo (404 mil toneladas), Minas Gerais (126 mil toneladas), Ceará (118 mil toneladas) e Rio Grande do Norte (69 mil toneladas). No quesito exportações, o estado do Espírito Santo responde por 50% do total (IBGE, 2013).

O mamão (*Carica papaya* L.) tem vários nutrientes prontamente disponíveis para a digestão e a absorção. Seu valor nutricional está relacionado com o seu teor de açúcares, pró-vitamina A (β -caroteno) e vitamina C (ácido

ascórbico), além de ter uma boa atividade funcional associada à capacidade laxante. A polpa de mamão é também rica em ferro, cálcio, magnésio e potássio (ARAÚJO FILHO et al., 2002).

Segundo Lee e Kader (2000), a composição nutricional do fruto pode variar conforme a cultivar, o grau de maturação, o clima, a época do ano, o tipo de solo e a fertilidade, dentre outros fatores. O fruto do mamoeiro é nutritivo e com boas características sensoriais. Segundo estudos de Godim et al. (2005), alguns nutrientes da casca do mamão encontram-se em maior quantidade em relação à polpa, como é o caso das proteínas. A casca apresenta, aproximadamente, 1,56 g 100 g⁻¹, enquanto a polpa, 1g 100g⁻¹.

Na Tabela 1 estão sumarizadas as características das cultivares Calimosa e Havaí.

Tabela 1 Características das cultivares Calimosa e Havaí.

Cultivar	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Outras características
Calimosa	1250	21,5	9,9	Frutos aromáticos, com formato alongado. Polpa de coloração alaranjada forte, textura firme e sabor adocicado.
Havaí	300-500	11-15	6-8	Frutos com formato ovalado. Polpa laranja-avermelhada.

Fonte: Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007)

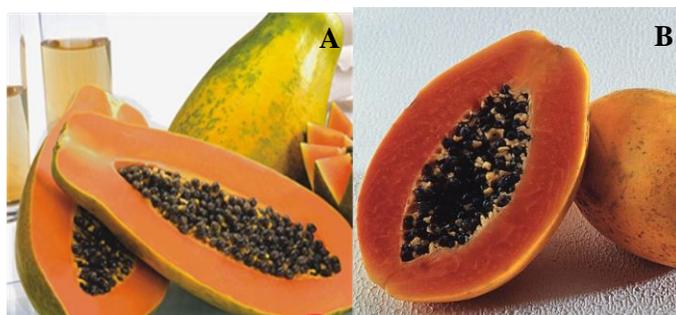


Figura 1 Mamão ‘Calimosa’ (A) e Mamão ‘Havai’ (B)
Fonte: Feltrin Sementes (2009)

2.3 Constituintes químicos

Os nutrientes são necessários para o desenvolvimento e o crescimento normais dos indivíduos e estão divididos em macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídios) e micronutrientes (vitaminas e minerais) (FIDELIS; OSORIO, 2007). Além destes nutrientes são encontrados alguns compostos bioativos e ou antinutritivos e, apesar de alguns apresentarem danos à saúde, outros propiciam benefícios, dependendo da concentração, podendo-se citar os polifenóis, os ácidos fítics, os nitratos, as saponinas, os ácidos oxálicos, os inibidores de tripsina e as lectinas.

O mamão é uma excelente fonte de vitaminas A e C, cálcio, potássio, outros minerais e fibras. Além disso, a importante enzima papaína, um suplemento digestivo eficiente, auxilia na digestão de proteínas. Apresenta cerca de 33 kcal 100 g⁻¹ de fruto e não é gorduroso. Além disso, o mamão assegura um complemento de sais minerais considerável na alimentação, proporcionando um bom equilíbrio nutricional (MOREIRA, 2009).

2.3.1 Composição proximal

A composição proximal exprime de forma geral o valor nutritivo de um alimento e corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g do alimento considerado. Os grupos de substâncias considerados homogêneos são aqueles que são encontrados em todos os alimentos, como umidade, lipídeos ou extrato etéreo, proteínas (N x 6,25), fibras, cinzas ou resíduo mineral fixo e glicídios extrato não nitrogenado, quando determinado por diferença (LUZIA; BERTANHA; JORGE, 2010).

A composição química do mamão é dependente das espécies, das condições ambientais e, também, do estágio de maturação do fruto. Na Tabela 2 apresenta-se a composição proximal da farinha da polpa, casca e semente do mamão, determinada por Silva; Diniz e Silva (2007). Observam-se variações nos níveis desses constituintes analisados entre as frações do fruto e também dentro de cada fração. Provavelmente, essas variações se devem às diferentes espécies estudadas, além das variações da safra, e também ao modo de obtenção dos resíduos e, até mesmo, da metodologia utilizada nas análises da composição proximal.

Tabela 2 Composição proximal (g 100 g⁻¹) da farinha da polpa, semente e casca de mamão.

Constituintes	Farinha da polpa	Farinha da semente	Farinha da casca
Cinzas	2,07-7,25	6,97-7,10	11,96-12,13
Lipídeos	0,55-1,00	17,97-22,45	2,02-2,46
Proteínas	4,52-4,69	17,00-19,00	6,00-9,00
Fibras	9,98-10,74	14,58-29,89	14,45-19,57
ENN	68,88-71,57	17,97-22,45	50,07-50,55

Fonte: Silva, Diniz e Silva (2007)

2.3.2 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis totais (°Brix) são utilizados como índice de maturidade que reflete a evolução da maturação para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, sendo constituído, na sua maioria, por açúcares. O °Brix é utilizado na agroindústria para intensificar o controle da qualidade do produto final e o controle de processos, ingredientes e outros, tais como doces, sucos, néctares, polpas, leite condensado, álcoois, açúcares, licores e bebidas em geral e sorvetes, entre outros (SHINAGAWA, 2009).

Rinaldi, Lima e Ascheri (2010) relataram teores entre 8,1 e 9,9 °Brix para a farinha da casca das cultivares Formosa e Papaya. Esses mesmos autores observaram, para a farinha das sementes, valor superior (6,3 °Brix).

2.3.3 Antinutrientes

São chamadas de antinutritivas aquelas substâncias que, de alguma forma, provocam a destruição de nutrientes ou prejudicam o organismo alterando a digestão, a absorção e o metabolismo (ARAUJO, 2004). Alguns vegetais têm a capacidade de sintetizar uma grande variedade de produtos químicos que originam reações tóxicas, quando ingeridas pelo homem e por animais. No decorrer do tempo, o homem aprendeu por experiência a evitar plantas causadoras de envenenamento agudo e, assim, desenvolveu métodos para reduzir ou eliminar a toxicidade (TAVARES; VILELA, 2003).

2.3.3.1 Inibidores de proteases

Inibidores de enzimas digestivas são substâncias químicas (a maioria proteínas) presentes nos tecidos vegetais, como sementes, raízes e outros, e em animais, como, por exemplo, na clara de ovo, cuja função básica é a de defesa do tecido contra agentes prejudiciais ao desenvolvimento normal do vegetal ou animal (insetos predadores e micro-organismos). Essas substâncias, quando ingeridas, inibem a ação de enzimas importantes para o metabolismo normal do organismo humano (GENOVESE; LAJOLO, 2000).

Os inibidores de proteases são, na maioria, proteínas que inibem as enzimas que digerem proteínas e liberam os aminoácidos que as compõem. São capazes de inibir as atividades da tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase. Essas enzimas são enzimas digestivas produzidas pelo pâncreas na forma de seus zimogênios enzimaticamente inativos (tripsinogênio, quimotripsinogênio e procarboxipeptidase) que são levados até o intestino, quando se tornam ativos e realizam a digestão das proteínas (BARCELOS, 2004).

Inibidores de tripsina agem bloqueando a ação da tripsina e impedindo a ação proteolítica dessa enzima, resultando em aumento excessivo da concentração plasmática do hormônio colecistoquinina e, dessa forma, o pâncreas é continuamente estimulado a liberar mais enzima, provocando hipertrofia pancreática e reduzindo a ação digestiva em todo alimento presente na luz intestinal e, por conseguinte, prejudicando o desempenho do organismo (OPALINSKI et al., 2006). Entretanto, a maioria desses inibidores é termolábil e, geralmente, eles são destruídos nas condições normais de preparo de alimentos (doméstico ou industrial).

Inibidores de tripsina são usualmente encontrados em leguminosas, sendo a soja o melhor exemplo, cujos valores variam de 37,73 a 51,68 UTI mg⁻¹ de matéria seca (VEM; MATSER; BERG, 2005). Segundo resultados de Del-

Vechio et al. (2005), a redução da atividade do inibidor de tripsina é observada pelo uso do processamento térmico em farinhas de semente de abóbora. Os teores de inibidores de tripsina para as farinhas da semente de abóbora cruas variaram de 0,88 a 6,24 UTI mg^{-1} ; já para as cozidas, a variação ficou entre 0,19 e 1,39 UTI mg^{-1} , e nas farinhas da semente de abóbora torrada observaram-se valores entre 0,43 e 3,38 UTI mg^{-1} . Não foram encontrados, na literatura, valores de inibidores de tripsina em casca e em semente de mamão.

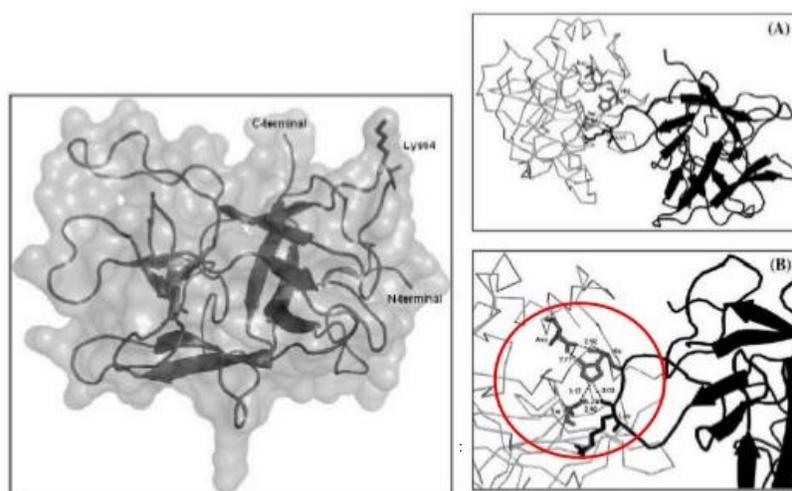


Figura 2 Estrutura tridimensional do inibidor de tripsina. (A) Complexo entre o inibidor e a enzima tripsina; (B) Detalhe da interação entre os resíduos durante a formação do complexo

Fonte: Leal e Vieira (2014)

2.3.3.2 Ácido fítico

Conhecido como mio-inositol hexafosfato ou mio-inositol 1,2,3,4,5,6-hexa (di-hidrogenofosfato), é uma das principais formas de armazenamento de fósforo e de energia nas plantas. Esse ácido desempenha várias funções

fisiológicas importantes para a planta durante o seu ciclo vital, incluindo o armazenamento de fósforo e cátions que fornecem a matéria-prima para a formação das paredes celulares (OOMAH; BLANCHARD; BALASUBRAMANIAN, 2008).

Os fitatos são considerados fatores antinutricionais, pois têm habilidade de quelar íons divalentes, como cálcio, ferro, magnésio, manganês, cobre e zinco, formando complexos solúveis resistentes à ação do trato intestinal e diminuindo a biodisponibilidade desses minerais (Figura 3). Embora esse seja o seu maior efeito, os fitatos também interagem com resíduos básicos das proteínas, participando da inibição de enzimas digestivas, como a pepsina, a pancreatina e a amilase (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; TORREZAN; FRAZIER; CRISTIANINI, 2010). Nos alimentos, sob condições naturais, o ácido fítico encontra-se carregado negativamente, o que lhe confere alto potencial para complexação com moléculas carregadas positivamente, como cátions (Zn^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mg^{+2} e Ca^{+2}) e proteínas. Entretanto, o ácido fítico pode formar complexos com proteínas em pH ácido ou alcalino, desde que as proteínas estejam abaixo ou acima do pH isoelétrico (LEAL, et al., 2010).

Um importante fator na precipitação do fitato é o efeito sinérgico de dois ou mais cátions, os quais, quando presentes simultaneamente, podem atuar em conjunto, aumentando a quantidade de complexos fitato-metal precipitados (BENEVIDES et al., 2011).

O consumo de ácido fítico parece não ter apenas efeitos negativos na saúde humana, ele pode prevenir a formação de cálculo renal (GRASES et al., 2000), além de diabetes mellitus, aterosclerose, doença coronária, cáries e uma série de cânceres (VUCENIK; SHAMSUDDIN, 2003). A inibição da α -amilase, por exemplo, diminui o teor de glicose sanguínea e, conseqüentemente, diminui os processos inflamatórios que podem resultar em acúmulo de lipídeos nos vasos, devido a danos nas células das paredes dos vasos e a estresse oxidativo. O

sequestro de íons reduz o suprimento de cofatores para enzimas de células cancerosas que apresentam metabolismo intenso.

Adesuyi e Ipinmoroti (2011), estudando as propriedades nutricionais e funcionais da farinha da semente de três variedades de mamão (mamão amarelo alongado, mamão amarelo redondo e mamão vermelho alongado), relataram teores de ácido fítico de 1,97; 2,36 e 2,63 g 100 g⁻¹. Assim, constata-se que os teores encontrados por estes autores, na farinha da semente dessas variedades, é cerca de 20 vezes o limite máximo permitido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelos de Cereais, que é de 0,1 g/100g da amostra (BRASIL, 2000).

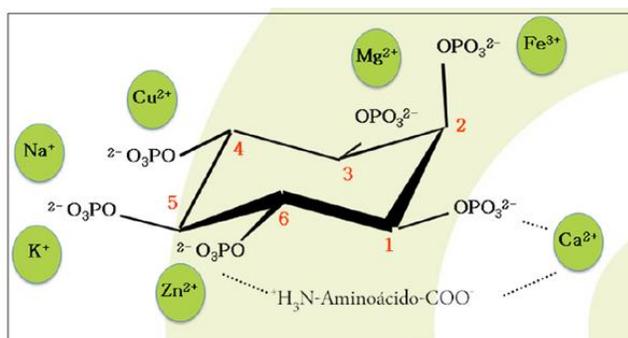


Figura 3 Estrutura do fitato e complexações com outros nutrientes
Fonte: Dari e Shiroma (2015)

2.3.3.3 Ácido oxálico

O oxalato, frequentemente encontrado em vegetais, não pode ser metabolizado pelos humanos e é excretado na urina. Segundo Chai e Liebman (2005), cerca de 75% de todos os cálculos renais são compostos, principalmente, de oxalato de cálcio (Figura 4).

O oxalato está presente em tecidos vegetais como uma combinação de fontes solúveis de oxalato de sódio e oxalato de potássio, bem como sais insolúveis de oxalato, tais como oxalato de cálcio e de magnésio, sendo os oxalatos solúveis mais biodisponíveis. A elevada quantidade de oxalato na urina aumenta o risco da formação de cálculos de oxalato de cálcio nos rins, pois ele é pouco solúvel na urina (SANTOS, 2006), podendo também causar irritações na mucosa intestinal (KRAUSE; MAHAN, 2005). O fato de os oxalatos poderem se ligar ao cálcio, formando oxalato de cálcio insolúvel, conduz à hipótese de que a ingestão de plantas contendo altas concentrações de oxalatos levaria a uma redução na absorção de cálcio, interferindo em seu metabolismo. Com isso, hipocalcemia e raquitismo poderiam ocorrer em caso de uma ingestão crônica. Assim, os oxalatos seriam classificados como antinutrientes (MIDIO; MARTINS, 2000).

Alimentos com elevada quantidade de oxalatos, como o espinafre e a carambola ($180-730 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), não são recomendados para pessoas com tendência à formação de cálculos renais e com outros problemas relacionados a estes tipos de sais, como artrite, reumatismo e gota (MASSEY, 2007; MOREIRA et al., 2010).

O cozimento dos alimentos em água reduz em grande parte a quantidade de oxalatos solúveis, porém, os insolúveis praticamente permanecem no vegetal (MIDIO; MARTINS, 2000).

A dose letal do ácido oxálico é de 1.500 mg, no entanto, seu teor na maioria das plantas comestíveis é muito baixo para apresentar um risco sério. Por exemplo, o ruibarbo (alimento que causou a morte de pessoas durante a Primeira Guerra Mundial que se alimentaram de suas folhas) e o cacau têm 500 mg desse ácido em cada 100 g. Geralmente, o consumo humano de ácido oxálico é de 150 mg por dia (FOGAÇA, 2015). No trabalho de Adesuyi e Ipinmoroti (2011), com três variedades de mamão, os autores descreveram

valores inferiores à dose letal para os teores de ácido oxálico na farinha da semente de mamão (760 e 920mg 100 g⁻¹), porém, próximos aos dos alimentos com elevada quantidade de oxalatos, como a carambola e o espinafre.

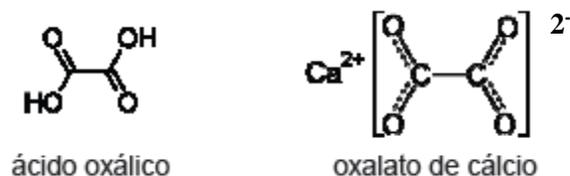


Figura 4 Estrutura do ácido oxálico e oxalato de cálcio

Fonte: Vollhardt e Schore (2013)

2.3.3.4 Nitratos

Os vegetais também são fontes naturais de nitrato, composto utilizado como fonte de nitrogênio para o crescimento das plantas. Estima-se que os vegetais, em particular os verdes folhosos, contribuam com mais de 70% do nitrato total ingerido. No entanto, as concentrações normais de nitrato e nitrito nos alimentos naturais dependem do uso de fertilizantes e das condições nas quais os alimentos são cultivados, colhidos e armazenados (GUADAGNIN, 2004).

As principais fontes de exposição alimentar a nitratos e nitritos incluem vegetais, produtos cárneos, peixes e aves processados e defumados aos quais se adicionam nitratos e/ou nitritos, com a função de conservantes, e, ainda, a água, se esta for recolhida em locais onde exista contaminação por nitratos de origem agrícola. As plantas são a principal fonte de nitratos (80%-90%), enquanto os produtos processados e curados são a principal fonte de nitritos (BENEVIDES et al., 2011). Os nitritos podem reagir com aminas secundárias e terciárias tanto *in*

vivo como no próprio alimento, originando compostos N-nitrosos (nitrosaminas) de elevado potencial carcinogênico, teratogênico e mutagênico (ARAÚJO; MIDIO, 1990).

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2004), a ingestão diária aceitável de nitrato é de 5 mg kg^{-1} , considerando um indivíduo de 70 kg, não devendo ultrapassar 350 mg desse antinutriente por dia. David (2007) determinou o teor de nitrato nas cascas de mamão verde em dois tipos de cultivo, orgânico e convencional, e obteve resultados entre $440 \text{ a } 2.633,33 \text{ mg L}^{-1}$ e $510 \text{ a } 3.166,67 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

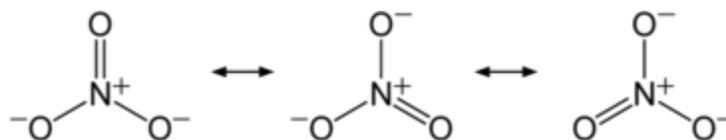


Figura 5 Estruturas de ressonância do íon nitrato
Fonte: NITRATO... (2015)

2.3.4 Antioxidantes

Reações de oxidação envolvem a formação de radicais livres, que desencadeiam a oxidação da membrana lipoproteica e afetam a integridade estrutural e funcional da membrana celular (SUN et al., 2010).

Apesar de quase todos os organismos possuírem defesas antioxidantes e sistemas de reparo para proteção contra danos oxidativos, estes sistemas são insuficientes para prevenir significativamente os danos (ISABELLE et al., 2010).

Antioxidantes são moléculas que desaceleram ou previnem reações oxidativas *in vivo* e *in vitro*, por participarem da etapa de terminação da cadeia

de reações oxidativas. Dessa forma, substâncias antioxidantes são capazes de prevenir ou retardar os efeitos deletérios da oxidação, inibindo o efeito da lipoperoxidação, sequestrando radicais livres e/ou quelando íons metálicos. Eles protegem o organismo do estresse oxidativo, definido como a elevação da formação de espécies reativas de oxigênio e que pode levar a doenças, como câncer e doenças cardiovasculares, entre outras (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNY, 2006).

De acordo com o mecanismo de ação, os antioxidantes podem ser divididos em primários e secundários. Estes últimos englobam os sinergistas, os removedores de oxigênio, os biológicos, os agentes quelantes e os mistos. Sintéticos ou naturais, os antioxidantes devem ter comprovada sua segurança para a saúde, antes de serem utilizados em alimentos, produtos farmacêuticos ou cosméticos (MELO, 2010).

Dentre os antioxidantes mais utilizados estão os sintéticos butil-hidroxianisol (BHA) e o butil-hidroxitolueno (BHT), que são normalmente utilizados nas indústrias de óleos e de derivados lipídicos. Entretanto, estes compostos vêm apresentando alguns inconvenientes. Estudos têm demonstrado que eles podem favorecer efeitos mutagênicos, carcinogênicos e outros males comprovados, como, por exemplo, o aumento do peso do fígado e a significativa proliferação do retículo endoplasmático (MELO; GUERRA, 2002; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

Além dos problemas relacionados à saúde com o uso de antioxidantes sintéticos, estes ainda requerem testes extensos e de custos elevados para comprovar sua segurança para aplicação em alimentos.

Antioxidantes naturais de extratos vegetais têm se tornado atrativos devido ao interesse dos consumidores em relação à segurança, quando comparados aos antioxidantes sintéticos utilizados nos alimentos. Frutas e hortaliças contêm diversos compostos antioxidantes, tais como ácido ascórbico,

tocoferol, glutatona, carotenoides e compostos fenólicos, que atuam na captura e na neutralização de espécies oxidantes, como o radical hidroxila (OH•) e, dessa forma, podem contribuir para a proteção contra o dano oxidativo (MILIAUSKAS; VENSKUTONIS; BEEK, 2004).

Estudos epidemiológicos indicam que o consumo de frutas e hortaliças ricas em compostos antioxidantes, como os compostos fenólicos, pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares e de acidente vascular cerebral, além da mortalidade por alguns tipos de câncer (AMIN; YAZDANPARAST, 2007).

Os antioxidantes são importantes porque, com o combate aos processos oxidativos, têm-se menores danos ao DNA e às macromoléculas e, dessa forma, amenizam-se os danos cumulativos. Estes compostos podem atuar de diversas formas, como evitando a formação de radicais livres por meio da reação com os produtos iniciais da oxidação lipídica, quelando metais pesados e evitando a formação de hidroperóxidos ao desativar o oxigênio (PATTHAMAKANOKPORN et al., 2008).

2.3.5 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas que têm um anel aromático, apresentando um ou mais grupo hidroxila. Suas estruturas podem variar de uma simples molécula fenólica a um complexo de alta massa molecular (IGNAT; VOLF; POPA, 2011). Os compostos fenólicos presentes nos alimentos abrangem ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e cumarinas (MORAES; COLLA, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os flavonoides constituem o mais importante grupo dos compostos fenólicos e são as principais fontes de capacidade antioxidantes em frutos e legumes (CANTÍN; MORENO; GOGORCENA, 2009).

São compostos de baixo peso molecular, consistindo de 15 átomos de carbono arranjados em uma configuração C6-C3-C6. Sua estrutura consiste, essencialmente, de dois anéis aromáticos A e B ligados por uma ponte de três carbonos, usualmente na forma de anel heterocíclico. O anel aromático A é derivado da via metabólica do acetato/malonato, enquanto o anel B é derivado da fenilalanina através da via metabólica do shikimato. Variações nas configurações de substituição do anel C resultam na maioria das 17 subclasses dos flavonoides: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas. (Figura 6) (BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006). A grande diversidade estrutural desses compostos é explicada pelas modificações que estes compostos sofrem, como hidroxilação, metilação e acilação, entre outras. Nas plantas esses compostos são essenciais para a pigmentação, o crescimento, a reprodução, a resistência a patógenos e também se caracteriza como potentes antioxidantes. Os compostos fenólicos se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos e radiações UV, dentre outros (MORAES; COLLA, 2006).

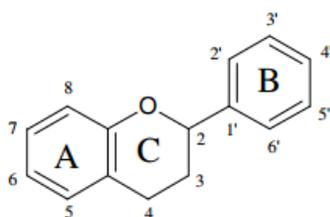


Figura 6 Estrutura genérica das moléculas dos flavonoides
Fonte: Balasundram, Sundram e Samman (2006)

Os compostos fenólicos vêm sendo reportados por exercerem atividade antioxidante contra os radicais livres, a qual está associada às propriedades

redox dos grupos hidroxil e a sua relação com diferentes partes da estrutura química. Sobretudo, têm recebido muita atenção por inibirem a peroxidação lipídica e a lipoxigenase *in vitro* (HASLAN, 1996; SOARES, 2002).

De modo geral, os compostos fenólicos e, em particular, os flavonoides têm estruturas ideais para o sequestro dos radicais livres, sendo considerados antioxidantes mais eficazes do que as vitaminas C e E. A atividade antioxidante dos flavonoides depende da sua estrutura e pode ser determinada por cinco fatores: reatividade com o agente doador de H e elétrons, estabilidade do radical flavanoil formado, reatividade frente a outros antioxidantes, capacidade de quelar metais de transição e solubilidade e interação com as membranas (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006). Esses compostos podem agir tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo e os produtos intermediários formados por sua ação são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático que apresentam (RAMALHO; JORGE, 2006; SOARES, 2002).

Oliveira et al. (2011) observaram o valor médio de 88,10 mg 100 g⁻¹ de compostos fenólicos na polpa de mamão ‘Formosa’ e Sancho, Yahia e Gonzáles-Aguilar (2011) determinaram o teor de compostos fenólicos no mamão ‘Maradol’ e encontraram para a casca um teor maior, de 190,00 mg 100 g⁻¹. O teor considerado nocivo à saúde é acima 1% de compostos fenólicos (CORRÊA et al., 2000). Os teores de compostos fenólicos totais apresentados por esses autores, tanto para a polpa quanto para a casca, estão abaixo do considerado nocivo à saúde, sendo, portanto, benéficos à saúde nesse percentual encontrado, já que agem como antioxidantes, prevenindo a ocorrência de algumas doenças, como as coronarianas.

2.3.6 Vitamina C

O ácido L-ascórbico, também conhecido como vitamina C, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, de extrema importância para o organismo humano. Por ser muito solúvel em água, está localizada nos compartimentos aquosos dos tecidos orgânicos (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; ROCHA et al., 2008). É um composto fortemente antioxidante, comumente encontrado nos frutos e hortaliças, em quantidades variáveis com a espécie, a cultivar, os fatores ambientais e nutricionais e o grau de maturação. Nos vegetais, atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória. Também atua extinguindo o oxigênio singlete (O_2^{\cdot}), evitando ou inibindo a peroxidação lipídica. Regenera a vitamina E (α -tocoferol) da forma oxidada para a reduzida, potencializando a inibição da peroxidação lipídica nas membranas celulares (Figura 7).

A vitamina C é utilizada como aditivo químico de alimentos para prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas. Também atua como quelante de íons que são cofatores para enzimas oxidativas (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SUN et al., 2010).

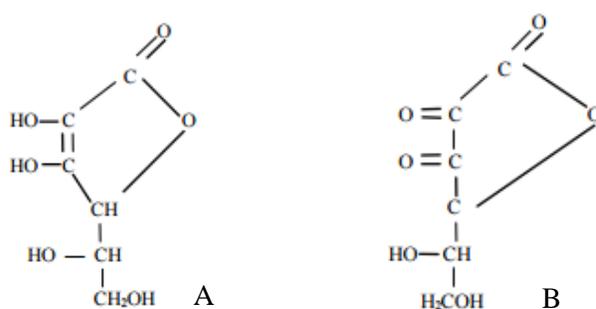


Figura 7 Estrutura do ácido L-ascórbico (A) e ácido L-dehidroascórbico (B)
Fonte: Bobbio e Bobbio (1992)

A ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 45 mg (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2005). Rinaldi, Lima e Ascheri (2010) encontraram, na semente do mamão, teores de ácido ascórbico de 13,0 e 10,7 mg 100g⁻¹, para as cultivares Formosa e Papaya, respectivamente. Já na casca, os teores foram de 7,8 e 9,9 mg 100g⁻¹. Esses valores foram inferiores aos obtidos por El-Aquar e Murr (2003), para a polpa de mamão 'Formosa', de 71,3 mg de ácido ascórbico 100g⁻¹ e com outras fontes tradicionais dessa vitamina, como, por exemplo, polpas de caju e acerola (162,9 e 989,47 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹, respectivamente) (FEITOSA et al., 1999).

2.3.7 Carotenoides

Os carotenoides são substâncias coloridas, amplamente distribuídas na natureza, principalmente em plantas, as quais se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os carotenoides são responsáveis pela cor em muitos alimentos, como frutos e vegetais, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Na maioria dos vegetais, os carotenoides estão mascarados pela clorofila, que se encontra em maior quantidade. Contudo, com o amadurecimento ou o envelhecimento dos vegetais, ocorre uma mudança de cor, causada pelo desaparecimento da clorofila, e, durante esse período, os carotenoides aparecem com mais evidência (SIMÃO, 2013).

Os carotenoides se dividem em carotenos e xantofilas. Os carotenos são constituídos por carbono e hidrogênio e as xantofilas por hidrocarbonetos que têm grupos funcionais oxigenados. O β -caroteno e o licopeno são exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas (MORAES; COLLA, 2006).

Quimicamente, os carotenoides são substâncias lipossolúveis, poli-insaturadas, tetraterpênicas, formadas por oito unidades de isopreno. Na Figura 1 pode-se observar a estrutura química dos carotenoides mais comuns.

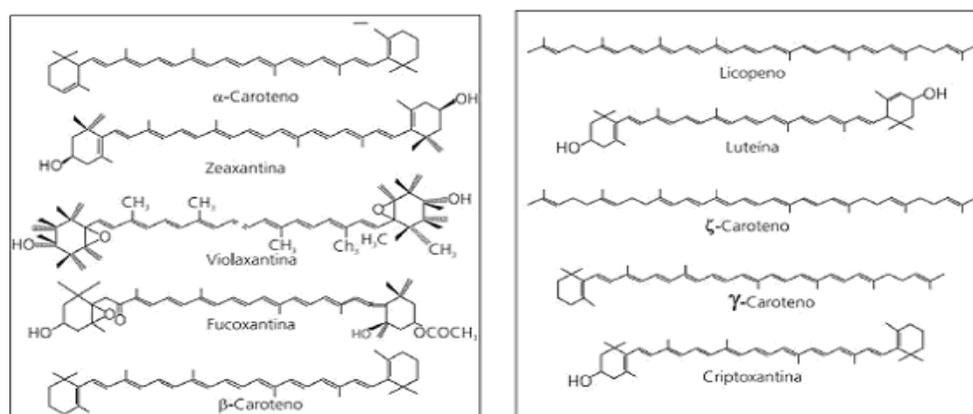


Figura 8 Estruturas químicas de alguns carotenoides

Fonte: Ambrósio, Campos e Faro (2006)

Estes compostos são corantes naturais, apresentam pigmentos que vão do amarelo ao vermelho e têm despertado a curiosidade dos cientistas devido às suas relevantes funções e ações (SILVA; MERCADANTE, 2002). Apenas plantas, bactérias, fungos e algas são capazes de sintetizar carotenoides, porém, muitos animais os obtêm por meio da dieta.

Recentemente, efeitos benéficos de carotenoides contra cânceres, doenças do coração e degeneração macular foram reconhecidos e estimularam intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e como reguladores de resposta do sistema imune (UENOJO; MAROSTICA JÚNIOR; PASTORE, 2007).

Devido às suas propriedades antioxidantes, os carotenoides têm a capacidade de reduzir o risco de doenças, pois são capazes de interromper as

reações dos radicais livres que podem oxidar lipídios insaturados e diminuir os efeitos danosos sobre a estrutura do DNA. A capacidade de eliminar radicais livres pelos carotenoides se dá pela sua estrutura contendo duplas ligações, que possibilita acomodar cargas ou elétrons desemparelhados. Os carotenoides atuam como desativadores do oxigênio tripleto e singleto, pois conseguem, a partir da sua estrutura, absorver a energia apresentada por esses compostos durante a sua formação, convertendo-os em suas formas básicas, prevenindo, assim, a formação de radicais livres e as doenças causadas por eles (SIMÃO, 2010). Já os radicais peroxila são adicionados às duplas ligações da cadeia do caroteno, gerando o radical altamente estabilizado por ressonância que, dessa forma, não é capaz de causar danos a outras moléculas (Figura 9) (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

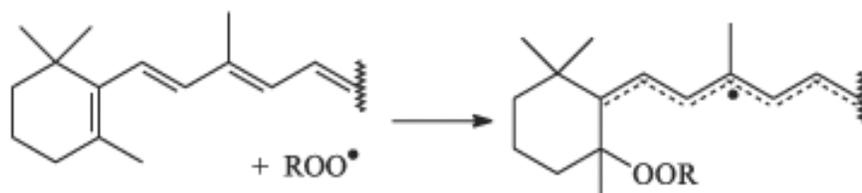


Figura 9 Inibição do radical peroxila pelos carotenoides
Fonte: Barreiros, David e David (2006)

Fonseca et al. (2007) estudaram a evolução dos pigmentos da casca durante o amadurecimento de mamão e encontraram, para a cultivar Golden, numa escala de maturação de 1-7, valores entre 4,33 e 7,64 mg (100 g casca)⁻¹ para carotenoides totais. Para a cultivar Sunrise Solo, os autores relataram valores de 2,69 a 8,49 mg (100 g casca)⁻¹. Essa variação se deve às diferentes cultivares utilizadas e pelo fato de, por estarem em diferentes estádios de maturação, os teores de carotenoides podem estar mascarados pelo teor de

clorofila. Em relação à polpa do mamão, Silva et al. (2014) encontraram teores inferiores aos da casca, observados pelos autores citados anteriormente (0,953 mg 100 g⁻¹ de β -caroteno).

2.4 Panificação

De acordo com a Anvisa (2000), pão pode ser definido como o produto obtido pela cocção, em condições técnicas adequadas, de massa preparada com farinha de trigo, fermento biológico, água e sal, podendo conter outras substâncias alimentícias aprovadas, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia.

O pão é um dos alimentos mais difundidos em nosso país e uma das principais fontes calóricas da dieta do brasileiro. Seja ele de trigo, centeio, cevada, milho ou de farinha mista, sob a forma de pequenas bolas, em formas ou grandes peças ovaladas, o pão é, inquestionavelmente, um dos alimentos mais importantes e fornecedores de energia para o dia a dia (COUTO, 2007).

Trata-se de um produto popular consumido na forma de lanches ou como refeições e apreciado devido à sua aparência, aroma, sabor, preço e disponibilidade. Seu mercado vem crescendo rapidamente e demanda a criação de novas padarias, maquinário, formulações e aditivos alimentícios seguros. Assim, torna-se essencial o conhecimento das características sensoriais de um produto tão consumido, já que o melhoramento da qualidade do produto representa uma oportunidade de agregar valor de mercado (BATTOCHIO et al., 2006).

Entre as determinações disponíveis para avaliar objetivamente as propriedades da massa, visando prever o uso da farinha para os vários produtos de panificação, incluem-se características de mistura, características de extensão,

viscosidade e produção ou retenção de gás (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002).

Para o panificador, a farinha de boa qualidade deve apresentar alta capacidade de absorção de água, boa tolerância à mistura, glúten bem balanceado e alta porcentagem de proteínas. Para o consumidor, a farinha de boa qualidade é aquela capaz de produzir pães de grande volume, com texturas interna e externa adequadas, cor clara e alto valor nutritivo (SCHROEDER, 1987).

Visando à diminuição dos custos dos alimentos é possível utilizar, na elaboração de alimentos tradicionais, produtos que incorporem componentes funcionais e também contribuam para diminuir a dependência de produtos tradicionais, como, por exemplo, a farinha de trigo, pela substituição parcial da mesma.

Nos últimos anos, as indústrias de alimentos têm procurado dar resposta à nova tendência do mercado de alimentos funcionais, incorporando matérias-primas que permitam substituir os materiais originais por aqueles que apresentem maior quantidade de componentes com alguma qualidade funcional. Nessa linha de ingredientes estão fibras, antioxidantes, como as vitaminas C e E, e betacaroteno, e ácidos graxos poli-insaturados, entre outros (GALÁN, 2009).

Dentre os produtos de panificação, os pães de forma são alimentos muito difundidos e consumidos em todo o mundo, apresentando boa aceitação por consumidores de todas as faixas etárias e bastante acessíveis à população. São importantes veículos nutricionais para o ser humano, sobretudo quando são utilizadas em sua formulação farinhas de melhor qualidade nutricional (BORGES et al., 2013).

2.4.1 Pão integral

Segundo a Anvisa (2000), pão integral é o produto preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo e farinha de trigo integral e ou fibra de trigo e ou farelo de trigo. A farinha integral é obtida pela extração de 100% do grão de trigo e, sendo assim, contém maiores quantidades de vitaminas e minerais, pois estes se localizam, principalmente, nas camadas mais externas do grão. Esse tipo de farinha também apresenta alta qualidade de fibras (PEREIRA, 2002).

A fibra, um dos componentes da maioria dos vegetais, não é digerida pelo homem e, até há pouco tempo, era praticamente ignorada pelos pesquisadores da área de nutrição e alimentos. Por ser indigerível ela ficava de lado até mesmo na formulação de dietas saudáveis. Contudo, nos últimos anos, esta porção presente nos vegetais e cereais integrais ganhou importância especial pelos efeitos fisiológicos benéficos observados ao serem ingeridas diariamente.

As fibras alimentares compõem-se, fundamentalmente, de duas categorias, tecnicamente classificadas como insolúveis e solúveis. A ação fundamental das fibras insolúveis é a intestinal, devido à extrema capacidade de retenção de água destas, pois, absorvendo a água disponível, elas aumentam em volume, distendendo a parede do cólon e facilitando a eliminação do bolo fecal. Estão presentes principalmente nos cereais (farelo de trigo, cereais matinais e pães integrais), nas frutas maduras e nos vegetais. As fibras solúveis, assim como as insolúveis, agem igualmente sobre a velocidade do trânsito intestinal, porém, sem aumento da absorção de água. As fibras solúveis não são digeridas no estômago, mas sim no intestino, onde são expostas à flora bacteriana, material necessário para a sua degradação. A fermentação destas fibras pelas bactérias da flora permite abaixar o pH deste meio, o que é favorável à saúde do organismo (DOSSIÊ..., 2008).

Estudos epidemiológicos e clínicos relacionaram a ocorrência de certas enfermidades (doença cardiovascular, câncer de cólon, diabetes, etc.) a dietas pobres em fibras. Além disso, são vários os mecanismos de ação pelos quais as fibras atuam no organismo humano, podendo-se citar: normalizam a função gastrointestinal, prevenindo a constipação; reduzem o colesterol total e a ingestão de gorduras, entre outros benefícios, os quais têm sido definidos pelos pesquisadores e estão sendo divulgados (SALGADO, 2011).

Segundo Philippi (2003), uma alimentação saudável deve conter, além de carboidratos, proteínas e gorduras em quantidades adequadas, também fibras alimentares. Por todos esses motivos, deve-se substituir, sempre que possível, o pão branco (feito com farinha de trigo branca), pelo pão integral ou semelhante (centeio, linhaça e outros cereais).

Devido ao alto teor de fibras nas farinhas da casca do mamão, sobretudo do tipo insolúvel, que são as fibras parcialmente fermentadas e que aceleram o trânsito intestinal e aumentam a massa fecal, elas podem se tornar fonte desse nutriente em alimentos e uma alternativa para a utilização em produtos de panificação.

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial é, hoje, uma disciplina desenvolvida, com seus métodos aplicados em indústrias de produtos de consumo de várias áreas. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1993), a análise sensorial é definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição.

A competição entre indústrias por parcela de mercado leva a uma necessidade de aperfeiçoamento da qualidade de seus produtos. As técnicas da

análise sensorial têm grande aplicação nesse processo (CHAVES e SPROESSER, 1993).

A análise sensorial é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Podem-se avaliar a seleção da matéria-prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento e a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil do produto pesquisado (TEIXEIRA, 2009).

A análise descritiva quantitativa é a técnica de descrição sensorial mais utilizada na área de alimentos, pois permite o levantamento, a descrição e a quantificação dos atributos sensoriais detectáveis no produto, utilizando julgadores e análise estatística dos dados (STONE; SIDEL; 2004). Esta técnica avalia todos os atributos sensoriais presentes no alimento, tais como aparência, aroma, sabor e textura. Já os testes de preferência, também denominados subjetivos ou afetivos, medem o quanto uma população gostou de um produto, avaliando preferência ou aceitabilidade. Entre estes testes, a escala hedônica de nove pontos é a mais amplamente utilizada para estudos de aceitação com adultos (DUTCOSKY, 2007).

2.5.1 Teste de aceitação – uso da escala hedônica

Os testes afetivos têm como objetivo medir atitudes subjetivas, como aceitação ou preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros. No entanto, nem sempre um produto que é preferido em relação a outro é o mais consumido, já que a aceitação é dependente de fatores, tais como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e propaganda, dentre outros. Aceitação

aqui se refere à expectativa de uso efetivo do produto, isto é, à disposição do consumidor de comprar e consumir o produto. Assim, um produto pode ser preterido a outro em um teste de preferência e nenhum dos dois ter boa aceitação. Os métodos mais empregados para a medida da aceitação de produtos são as diversas formas de escala, como a hedônica e a de atitude (CHAVES, 2001).

Na escala hedônica, o provador expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente, com base nos atributos gosta e desgosta. A preferência é implícita neste caso. Há diferentes tipos de escala hedônica, como as verbais: gosta extremamente/desgosta extremamente, excelente/péssimo e a escala hedônica facial. Nas escalas do tipo verbal, a escolha das palavras ou frases que vão identificar os intervalos na escala é de grande importância, uma vez que essa associação verbal não somente deverá dar uma ideia de ordem sucessiva dos intervalos na escala, como também facilitar a decisão do provador em suas respostas. Os pontos da escala são associados a valores numéricos, possibilitando a análise estatística dos resultados por meio da análise de variância e de outras técnicas (CHAVES; SPROESSER, 1993).

2.5.2 Avaliação da qualidade dos pães

Em geral, diz-se que um pão é bom quando tem boa aparência e gosto agradável. No entanto, essa avaliação é subjetiva, ou seja, depende da pessoa que a faz. Em termos de pesquisa, é preciso que se faça um julgamento mais detalhado e imparcial, no qual se observam as principais características dos pães produzidos (EL-DASH et al., 1982). Segundo esses autores, a qualidade do pão é normalmente avaliada levando-se em consideração as características externas e internas, o aroma e o gosto do pão.

2.5.2.1 Características externas

As características externas do pão usualmente avaliadas são volume, cor da crosta, quebra e simetria.

a) Volume

O volume do pão é de grande importância na determinação da qualidade porque ele é afetado por vários fatores ligados à qualidade dos ingredientes utilizados na formulação da massa, especialmente a farinha, e dos tratamentos empregados durante o processamento (EL-DASH et al., 1982).

b) Cor da crosta

A cor da crosta é afetada pelo conteúdo de açúcar, o conteúdo de alfa e beta-amilase e também pelas condições do processamento, como o tempo de fermentação e o tempo e a temperatura de cozimento. A cor do pão é resultante da reação não enzimática entre os açúcares redutores e os grupos amino primários, durante o cozimento (EL-DASH et al., 1982). A cor da crosta deve ser dourada, brilhante e o mais homogênea possível.

c) Quebra

Durante o cozimento no forno, os gases e o vapor de água desenvolvidos dentro da massa causam um crescimento repentino, o que resulta na abertura das partes laterais da massa, chamada de quebra, que é desejável porque ela contribui para a aparência do pão (FERNANDES, 2006).

d) Simetria

Um pão não simétrico indica manuseio e processamento inadequados. Se a massa for muito dura (baixo conteúdo de água), com mistura e fermentação inadequadas, atividade diastática insuficiente ou manuseio grosseiro, provavelmente terá as laterais encolhidas e as extremidades pequenas (FERNANDES, 2006).

2.5.2.2 Características internas

As características internas da massa normalmente avaliadas são características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura ou maciez.

a) Características da crosta

Uma crosta boa deve ser fina e não dura ou borrachenta. A presença de crosta grossa é atribuída ao açúcar ou a enzimas amilases insuficientes, baixa umidade durante a fermentação e baixa temperatura do forno. A falta de gordura causa crosta dura, borrachenta (EL-DASH et al., 1982).

b) Cor do miolo

A cor do miolo do pão integral deve ter tom amarronzado (de acordo com a quantidade de farinha integral utilizada na receita ou, mesmo, do seu grau de extração), sem estrias ou manchas. Ela é influenciada pelo grau de extração da farinha, pela cor do endosperma do trigo e pela granulosidade do miolo. Uma farinha de extração mais alta tem cor mais escura devido à presença de partículas da casca; também, quanto mais fina for a granulosidade, mais brilhante será a cor. A mistura, o tempo de descanso e o de fermentação têm influência na cor do miolo, já que estes fatores afetam a granulosidade (EL-DASH et al., 1982).

c) Estrutura da célula do miolo

A qualidade da farinha e a fermentação são os fatores mais importantes que afetam a estrutura da célula do miolo. Isto inclui o tamanho, a forma e a natureza da parede da célula do miolo. O miolo do pão pode ter granulosidade aberta (células grandes) ou fechada (células pequenas) ou uma combinação delas. As células podem ser redondas ou alongadas, sendo esta última preferível. As paredes grossas são características das células de granulosidade fina, enquanto células de parede finas são encontradas em granulosidade grosseiras e

abertas. As células abertas de parede fina indicam glúten fraco ou não desenvolvido, enquanto buracos podem ser devido à fermentação e à moldagem inadequadas ou ao fermento de baixa qualidade ou contaminado (EL-DASH et al., 1982).

2.5.2.3 Aroma e gosto

O pão deve ter um aroma delicado e típico dos produtos de panificação, isento de odores estranhos, tais como ranço, azedo, mofo ou outros. O gosto do pão deve ser levemente doce e ácido, devendo ser isento de sabores remanescentes ou estranhos. A falta de sal pode tornar o pão muito insípido, enquanto o excesso de fermentação tende a dar um sabor ácido (FERNANDES, 2006).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Agregar valor aos subprodutos do mamão é de grande interesse, visto que sua utilização pode representar uma alternativa viável que colabora para a crescente demanda por alimentos ou, até mesmo, para o enriquecimento da alimentação humana como uma boa fonte de substâncias bioativas, podendo ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Diversos estudos sobre a composição dos resíduos agroindustriais de frutas estão sendo realizados no intuito de que estes sejam adequadamente aproveitados. Para agregar-lhes valor, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, por meio de investigações científicas e tecnológicas.

As farinhas da casca e da semente de mamão se destacam nos teores de proteínas e fibras, podendo ser utilizadas como fontes alternativas de nutrientes, adicionados como farinha em alimentos ou utilizadas como ingredientes em

sistemas alimentares, como sopas, produtos cárneos e de panificação. Essa prática evita o desperdício, reduz poluições ambientais, bem como agrega valor ao fruto, representando uma alternativa viável e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

ADESUYI, A. O.; IPINMOROTI, K. O. The nutritional and functional properties of the seed flour of the three varieties of *Carica papaya*. **Current Research in Chemistry**, v. 3, n. 1, p. 70-75, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/973c370047457a92874bd73fbc4c6735/RDC_90_2000.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 jul. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 maio 2014.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: AgraFNP Consultoria e Comércio, 2013. 334 p.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

AMIN, A.; YAZDANPARAST, R. Antioxidant and free radical-scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. **Food Chemistry**, London, v. 104, n. 1, p. 21-29, Jan. 2007.

ARAÚJO, A. C. P.; MIDIO, A. F. Nitratos e nitritos em alimentos infantis industrializados y caseros. **Alimentaria**, Madrid, v. 27, p. 69-75, 1990.

ARAÚJO FILHO, G. C. et al. **Produtor de mamão**. Fortaleza: Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 72 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 478 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE PAPAYA. Disponível em: <http://www.brapex.net/index_1024.asp>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, London, v. 99, p. 191-203, 2006.

BARCELOS, M. F. P. **Substâncias tóxicas naturais em alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 109 p.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BATTOCHIO, J. R. et al. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 428-433, 2006.

BENEVIDES, C. M. J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BORGES, J. T. S. et al. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n. 3, p. 305-319, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 53, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelo de Cereais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jun. 2000. p. 1.

CANTÍN, C. M.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 57, p. 4586-4592, 2009.

CHAI, W.; LIEBMAN, M. Effect of different cooking methods on vegetable oxalate content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 8, p. 3027-3030, 2005.

CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 91 p. (Caderno Didático, 33).

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial e alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 81 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

CORDEIRO, A. G. et al. Incidência das fitoviroses do mamoeiro no Estado do Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 8, n. 4, p. 82-88, out/dez. 2012.

CORRÊA, A. D. et al. Determinação de alguns constituintes químicos de interesse nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St.Hil.) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1 p. 130-135, 2000.

COUTO, E. M. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma**. 2007. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DARI, R. L.; SHIROMA, N. **Fitase – Smizyme**. (Informativo Técnico, 138). Disponível em: <<http://www.sossuinos.com.br/Tecnicos/info138.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

DAVID, D. C. Z. P. **Comparação da qualidade bioquímica de vegetais, cultivados de modo convencional e não convencional**. 2007. 61 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, 2007.

DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, 2005.

DOSSIÊ: fibras alimentares. **Food Ingredientes Brasil**, São Paulo, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/63.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 69 -75, 2003.

EL-DASH, A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e Tecnologia, 1982. 349 p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 6).

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

FEITOSA, T. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

FELTRIM SEMENTES. **Mamão Calimosa Híbrido F1**. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/mamao-calimosa-hibrido-f1>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

FERNANDES, A. F. **Utilização da farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.) na elaboração de pão integral**. 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FIDELIS, C. M. F.; OSORIO, M. M. Consumo alimentar de macro e micronutrientes de crianças menores de cinco anos no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 7, n. 1, p. 61-72, 2007.

FOGAÇA, J. R. V. **Presença de ácido oxálico nos alimentos**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/presenca-acido-oxalico-nos-alimentos.htm>>. Acesso em: 20 maio 2015.

FONSECA, M. J. O. et al. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão ‘Sunrise Solo’ e ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 451-455, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical Databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: 15 out. 2014.

GALÁN, A. G. **Estudo da farinha e da goma de Algaroba (*Prosopis ssp*)**. 2009. 166 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Inativação dos inibidores de proteases de leguminosas: uma revisão. **Boletim SBCTA**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 107-112, 2000.

GODIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRASES, F. et al. Urinary phytate in calcium oxalate stones formers and healthy people. **Scandinavian Journal of Urology and Nephrology**, Stockholm, v. 34, n. 3, p. 162-164, 2000.

GUADAGNIN, S. G. **Avaliação do teor de nitrato em hortaliças folhosas produzidas por diferentes sistemas de cultivo**. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão de forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, 2002.

HASLAM, E. Natural polyphenols as drugs: possible modes of action. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 59, p. 205, 1996.

IGNAT, J.; VOLF, I.; POPA, V. I. A. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, London, v. 126, p. 1829-1835, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados**. 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=28>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ISABELLE, M. et al. Antioxidant activity and profiles common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, London, v. 123, n. 1, p. 77-84, Jan. 2010.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. Estado nutricional do indivíduo. In: KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. (Org.). **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2005. p. 192-236.

LEAL, A. S. et al. Avaliação da concentração de minerais e dos fatores antinutricionais fitato e oxalato em multimisturas da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 39-52, 2010.

LEAL, L.; VIEIRA, M. **Inibidores de proteases vegetais**. 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/lhaisleal/inibidores-de-proteases>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20 p. 207-220, 2000.

LIMA, T.; RINALD, M.; ASCHERI, D. **Característica físico-químicas, composição centesimal de cascas e semente de mamão**. Anápolis: UnUCET/UEG, 2006. 6 p.

LUZIA, D. M. M.; BERTANHA, B. J.; JORGE, N. Sementes de pitanga (*Eugenia uniflora* L.): potencial antioxidante e perfil de ácidos graxos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 175-180, 2010.

MASSEY, L. K. Food Oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 107, n. 7, p. 1191-94, 2007.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; VAN BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, London, v. 85, n. 2, p. 231-237, Apr. 2004.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios a saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 2, p. 109-122, 2006.

MOREIRA, F. G. et al. Intoxicação por carambola em paciente com insuficiência renal crônica: relato de caso. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 395-398, 2010.

MOREIRA, R. A. **Mamão, fonte de vitaminas e minerais**. 2009. Disponível em: <<http://fruticultura.webnode.com.br/news/mamão, fonte de vitaminas e minerais/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

NITRATO: estrutura. Disponível em: <<http://creationwiki.org/pt/Nitrato#Estrutura>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

OLIVEIRA, D. S. et al Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

OOMAH, B. D.; BLANCHARD, C.; BALASUBRAMANIAN, P. Phytic acid, phytase, minerals, and antioxidant activity in Canadian dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, p.11312-11319, 2008.

OPALINSKI, M. et al. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Manual das necessidades nutricionais humanas**. São Paulo: Atheneu. 2004.

PATTHAMAKANOKPORN, O. et al. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, p. 241–248, 2008.

PELIZER, H. L.; PONTIERI, H. M.; MORAES, O. I. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 1, n. 2, p. 118-127, 2007.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130 p. (Textos Acadêmicos).

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri: Manole, 2003. 390 p.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 2004. 157 p.

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização física de frutos de mamão e química de cascas e sementes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 263).

ROCHA, D. A. et al. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, dez. 2008.

SALGADO, J. M. **A importância das fibras na nossa alimentação**. 2011. Disponível em: <http://www.sanavita.com.br/#a-importancia-das-fibras-na-nossa-alimentacao_c1728_.aspx>. Acesso em: 10 fev. 2015.

SANCHO, L. E. G. G.; YAHIA, E. M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. **Food Research International**, Barking, v. 44, p. 1284–1291, 2011.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.

SCHROEDER, L. F. Farinhas mistas. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 92, p. 4-6, 1987.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenóides em mamão e pêsego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 657-659, set. 2010.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática.** 2009. 133 p. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, G. G.; DINIZ, R. G.; SILVA, M. E. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya* L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, Vitória, n. 3, p. 1-7, 2007.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 143, p. 398-404, 2014.

SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, p. 254-258, 2002.

SIMÃO, A. A. **Antioxidantes, clorofila e perfil de ácidos graxos em folhas de mandioca.** 2010. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SIMÃO, A. A. et al. Antioxidants and chlorophyll in cassava leaves at three plant ages. **African Journal of Agricultural Research**, Ago Iwoye, v. 8, n. 28, p. 3724-3730, July 2013.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evolution practices.** 3. ed. London: Academic, 2004. 408 p.

SUN, J. et al. Antioxidant activities and contents of polyphenol oxidase substrates from pericarp tissue of litchi fruit. **Food Chemistry**, London, v. 119, n. 2, p. 753-757, Mar. 2010.

TAVARES, G.; VILELA, E. R. Elaboração e análises de um alimento alternativo destinado à complementação alimentar de populações carentes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 945-953, ago. 2003.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TORREZAN, R.; FRAZIER, R. A.; CRISTIANINI, M. Efeito do tratamento sob alta pressão isostática sobre os teores de fitato e inibidor de tripsina de soja. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 179-186, 2010.

UENOJO, M.; MAROSTICA JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VEM, C. D.; MATSER, A. M.; BERG, R. W. V. D. Inactivation of soybean trypsin inhibitors and lipoxygenase by-pressure processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 4, p. 1087-1092, 2005.

VIEIRA, P. A. F. et al. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera Indica* L.) Var. Ubá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 617-623, 2009.

VOLLHARDT, K. P.; SCHORE, N. E. **Química orgânica: estrutura e função**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1416 p.

VUCENIK, I.; SHAMSUDDIN, A. M. Cancer inhibition by inositol hexaphosphate (IP6) and inositol: From laboratory to clinic. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, p. 3778-3784, 2003. Suppl.

YANISHLIEVA, N. V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. Natural antioxidants from herbs and spices. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 108, n. 9, p. 776-793, Sept. 2006.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 4083-4089, 2001.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 5165-5170, 2001.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**ARTIGO 1 - Chemical characterization of the flour of peel and seed
from two papaya cultivars**

**Publicado na Revista Food Science and Technology
Formatado conforme as normas da revista**

SANTOS, C. M.; ABREU, C. M. P.; FREIRE, J. M.; QUEIROZ, E. R.;
MENDONÇA, M. M. Chemical characterization of the flour of peel and
seed from two papaya cultivars. **Food Science and Technology**, v. 34, n.
2, p. 353-357, 2014.

**CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE FLOUR OF PEEL
AND SEED FROM TWO PAPAYA CULTIVARS****CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE CASCA E
SEMENTE DE DUAS CULTIVARES DE MAMÃO**

CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS (Santos, C. M.)^{1*}
CELESTE MARIA PATTO DE ABREU (Abreu, C. M. P.)²
JULIANA MESQUITA FREIRE (Freire, J. M.)³
ESTELA DE REZENDE QUEIROZ (Queiroz, E. R.)⁴
MARCELLE MENDES MENDONÇA (Mendonça, M. M.)⁵

¹ Doctoral student in Agrochemistry. Universidade Federal de Lavras/UFLA – Chemistry - claumsantos@yahoo.com.br

² Associate Professor. Chemistry Department, Universidade Federal de Lavras/UFLA - celeste@dqi.ufla.br

³ Doctor in Agrochemistry. Universidade Federal de Lavras/UFLA – Chemistry Department - mesquitafreire@yahoo.com.br

⁴ Doctoral student in Agrochemistry. Universidade Federal de Lavras/UFLA – Chemistry Department - estelaqueiroz@yahoo.com.br

⁵ Graduate student in Food Engineering. Universidade Federal de Lavras/UFLA - cellemm@hotmail.com

*corresponding author

claumsantos@yahoo.com.br

Universidade Federal de Lavras/UFLA – Chemistry Department. PO Box 3037 – 37200-000 – Lavras MG Zip code: 37200-000

RESUMO: Dentre as mais importantes frutas tropicais atualmente cultivadas no Brasil e no mundo, o mamão ocupa um lugar de destaque. O fruto é consumido principalmente fresco, apesar de oferecer muitos produtos industriais. O processamento desses frutos, assim como o consumo in natura resultam em grandes quantidades de resíduos, tais como cascas e sementes. O mamão é um dos frutos que mais sofre perdas, assim, novos aspectos sobre a utilização de resíduos desses frutos como subprodutos ou para a produção de aditivos alimentares ou ainda a

incorporação das farinhas em alimentos, tem despertado grande interesse, pois estes são produtos de elevado valor nutritivo, e sua utilização poderá ser economicamente viável. O objetivo desse trabalho foi produzir e caracterizar as farinhas de casca e semente de duas cultivares de mamão (Havai e Calimosa) quanto aos seus constituintes químicos para possível utilização em alimentos. Foram determinados a composição centesimal, composição mineral, acidez titulável, sólidos solúveis e pH, teores de vitamina C e compostos fenólicos. De acordo com os resultados obtidos, as farinhas da casca e das sementes de mamão se destacaram nos teores de proteínas e fibras e poderão ser utilizadas como fontes alternativas de nutrientes, podendo ser adicionados como farinha em alimentos, evitando o desperdício, bem como agregando valor ao fruto.

Termos para indexação: *Carica papaya* L., subproduto, aproveitamento

ABSTRACT: Papaya is among the currently most important tropical fruits grown in Brazil and in the world. The fruit is mainly consumed fresh although it offers many industrial products. The processing of this fruit, as well as its fresh consumption, results in large amounts of waste, such as peels and seeds. Papaya consumption is one of the causes

of significant loss of food value; therefore, new aspects on the use of its waste as by-products, or in the production of food additives, or even the incorporation of its flour in food have aroused great interest because these are products of high nutritional value, and their use may be economically viable. The objective of this study was to produce and characterize peel and seed flours from two papaya cultivars (*Havai and Calimosa*) for their chemical constituents focusing on possible use in foods. The proximate and mineral composition, titratable acidity, soluble solids, pH, contents of vitamin C, and phenolic compounds were determined. According to the results obtained, the papaya peel and seed flours had high contents of protein and fiber and therefore can be used as alternative sources of nutrients and can also be added in foods avoiding waste and adding value to the fruit.

Index terms: *Carica papaya* L., by-product, use.

INTRODUCTION

Fruit processing results in large amounts of waste such as peels and seeds. The disposal of these materials is usually a problem, which is compounded by legal restrictions. Thus, new aspects on the use of this

waste as by-products, for a further utilization in the production of food additives or supplements with high nutritional value, have aroused great interest since they are high-value products and their recovery may be economically attractive. It is known that by-products are important sources of sugars, minerals, organic acids, fiber, and phenolic compounds that have a wide range of pharmacological activities, which include antitumor, antiviral, antibacterial, cardioprotective, and antimutagenic activities (1).

Making full use of food is a way to increase daily cooking by creating new recipes such as jellies, pies, juice, and pastries, in addition to nutritionally enriched diets, providing more fiber, vitamins, and minerals (2).

Papaya is one of the most common fruits in almost all countries in tropical America, and it was discovered by the Spanish in the region between southern Mexico and northern Nicaragua. After its discovery, papaya was widely spread in many tropical regions, extending to 32° north and south latitude, with a possible introduction in Brazil in 1587. It is considered one of the most cultivated and consumed fruits in tropical and subtropical regions in the world. The fruit is an excellent source of

calcium, pro-vitamin A, and vitamin C (ascorbic acid); thus, it is widely used in diets (3). Brazil is the second largest world producer of papaya, accounting for 19% of the total production (4).

Information about the chemical composition of unconventional foods such as papaya peel and seeds is still quite scarce and, therefore, the use of residues may be an alternative to help diet supplementation or incorporation as flours in food manufacturing.

In general, the use of food parts usually discarded by industries adds nutrients to various preparations. Storck et al. (2), elaborated preparations using papaya seed cake and papaya peel jam and observed an increased fiber content and sensory analyses were conducted.

This study was conducted with the objective to produce and analyze papaya waste (peel and seed) flour for its chemical constituents with the purpose to use it in preparations and formulations of new products, adding more value to the fruit and preventing environmental pollution.

MATERIAL AND METHODS

Papaya fruits from the cultivars *Calimosa* and *Havai* were acquired from CEASA/MG – Centrais de Abastecimento de Minas Gerais, MG and transported to the Biochemistry Laboratory in the Chemistry Department at the Federal University of Lavras. They were selected according to the ripening stage (completely yellow peel, when the fruit is suitable for consumption), to color uniformity, average size, and absence of defects. The fruits selected were washed and sanitized with a 200 ppm sodium hypochlorite solution. They were then manually peeled; the peels were cut and the seeds were removed and washed with running water to remove mucilage. Subsequently, the peels and seeds were spread on trays and were oven-dried at 45°C for four days. After drying, the samples were ground using a TECNAL mill (TE-631); fine flour was then obtained and placed in sealed containers for further analyses.

A completely randomized design (CRD) in a (2x2x5) factorial scheme was used. The first factor was composed of the two cultivars (*Calimosa* and *Havai*) and the second factor of the by-products (peels and seeds) with 5 replicates of 5 fruits each. The results were subjected to

variance analysis using the R (5) software program, and the means were compared by the Tukey test at 5% probability.

Humidity, lipids (ether extract), crude protein (N x 6.25), ash, and dietary fiber were quantified in the dried samples using the official methods described by the Association of Official Agricultural Chemists, AOAC (6). Nitrogen-free extract (glycidic fraction) was determined by the difference between 100% and the amount of humidity, ether extract, crude protein, ash, and dietary fiber. The minerals (Fe, Zn, Mn, Cu, Ca, Mg, P, K, and S) were determined according to the methodology described by Malavolta et al. (7). The extract for mineral analyses was obtained by nitric-perchloric digestion (hot acid), adding a mixture of HNO₃ and HClO₄ to the ratio 2:1 (v/v). The macronutrients (Ca and Mg) and micronutrients (Fe, Zn, Mn, and Cu) were determined using an atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 110, Varian, USA) with the respective hollow cathode lamps. Atomic absorption standard solutions were used for the construction of calibration curves. An emission flame photometer (B262, Micronal, Brazil) was used in the determination of the macronutrient K, while P and S were analyzed using

a UV-visible spectrophotometer (Lambda 25 Spectrometer, PerkinElmer, USA).

The content of vitamin C was determined by the colorimetric method described by Strohecker & Henning (8). Phenolic compounds were quantified using the Folin-Denis reagent, which was reduced to a blue complex by phenols in an alkaline solution, and it was measured at 760 nm (6). The results were expressed as mg tannic acid g⁻¹ sample.

Soluble solids were determined using a digital refractometer (ATAGO PR-100), and the pH using a glass electrode potentiometry (6). The total acidity was determined by titration with 0.1 mol L⁻¹ NaOH, in accordance with Instituto Adolfo Lutz (9). The results were expressed in percentage of citric acid.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the proximate composition obtained for papaya waste (peel and seed) flour are shown in Table 1.

The moisture content found for the peel flour from papaya *Hawai* and *Calimosa* was 13.28 and 13.74 g 100 g⁻¹, respectively. On the other hand, the moisture content found for the seed flour was 5.27 g 100 g⁻¹ in

the cultivar *Havai*, and 5.5 g 100 g⁻¹ in the cultivar *Calimosa*. The peel flour from both cultivars had higher moisture content than that of the seed flour from both cultivars.

Table 1. Average values¹ (in g 100 g⁻¹) of the proximate composition of peel and seed flours from *Havai* and *Calimosa* papaya.

	<i>Havai</i>		<i>Calimosa</i>	
	Peel	Seed	Peel	Seed
Humidity	13.28±0.64a	5.27±0.17b	13.74±0.68a	5.50±0.28b
Ash	11.85±0.68a	6.94±0.29b	11.31±0.13a	7.53±0.33b
Lipids	2.44±0.25c	29.72±0.37a	2.07±0.01c	27.99±0.25b
Protein	18.18±0.29b	28.55±0.50a	15.03±0.41c	28.09±0.56 ^a
Soluble fiber	6.95±0.25b	5.44±0.13c	7.88±0.15a	5.24±0.11c
Insoluble fiber	26.10±0.56b	3.36±0.05c	26.82±0.48a	2.51±0.07d
Total fiber	33.05±0.70b	8.78±0.11c	34.70±0.54a	7.75±0.12d
Carbohydrate	9.67±1.04b	20.73±0.64b	23.3±0.53a	22.94±0.74a

¹Means followed by the same letter in the same row do not differ by the Tukey test at 5% probability (n=5).

Regarding the ash content, there was no significant difference between the cultivars for the peel flour and the seed flour. The peel flour showed a higher content of this parameter for both cultivars. Silva et al. (10) studied papaya at two ripening stages and observed values similar to those found in this study for the seed (7.10 and 6.97 g 100 g⁻¹) and peel

(12.13 and 11.96 g 100 g⁻¹). Rinaldi et al. (11) performed the chemical characterization of papaya peel and seed from the cultivars Papaya and Formosa, and obtained levels of 7.75 and 13.82 g 100 g⁻¹ for the peel and 9.2 and 8.54 g 100 g⁻¹ for the seed.

A higher amount of ether extract for the seed flour was observed, and there was no variation for the peel flour in the cultivars. Silva et al. (10) reported values of 17.97 and 22.45 g 100 g⁻¹ for the seed and values of 2.02 and 2.46 g 100 g⁻¹ for the peel, which are consistent with those found in the present study.

The protein content in the seed flour, which was about 28 g 100 g⁻¹, did not change significantly in the cultivars, and for the peel flour, it was between 15 and 18 g 100 g⁻¹. These results differ from those found in papaya seed and peel by Silva et al. (10), who reported values between 17 and 19 g protein in the seed and 6 to 9 g in the peel. On the other hand, Rinaldi et al. (11) found higher values for Formosa and Papaya peels: 25.35 and 32.5 g 100 g⁻¹ and, for the seed, 34.97 and 35.36 g 100 g⁻¹, respectively. These differences may be due to differences among cultivars.

The high content of dietary fiber is noteworthy, especially in the papaya peel flour from both cultivars (Table 1). These results show the importance of the peel as a source of dietary fiber since, according to ANVISA (12), food with a content of 6% can be considered high in fiber. The Food and Drug Administration (FDA) recommends the consumption of 25 g total dietary fiber per day based on a 2000-calorie diet. In papaya peel flour is rich in insoluble fiber, and insoluble fiber is partially fermented accelerating intestinal transit and increasing fecal bulk. The results obtained for the flour of the peel from *Havai* and *Calimosa* papaya are higher than those reported by Silva et al. (10), who reported fiber content between 14.45 and 19.57 g 100 g⁻¹ for Papaya peels. With regard to the seed flour, the values found in the present study were lower than those obtained by the same author, 14.58 and 29.89 g 100 g⁻¹. Storck et al. (2) studied the nutritional composition of stems, peel, and seeds in vegetables, and obtained values of 2.09 and 7.33 g 100 g⁻¹ total fiber for Papaya peel and seeds, respectively. The fiber content found for the seed is similar to that observed in this study.

The highest content of carbohydrate was found for *Calimosa* peel and seed flour (Table 1). Silva et al. (10) found carbohydrate content

between 50.07 and 50.55 g 100 g⁻¹ for Papaya peels. For the seeds, the values were 17.97 and 22.45 g 100 g⁻¹. The values reported by Rinaldi et al. (11) for *Formosa* and Papaya peel were 52.8 and 38.21 g 100 g⁻¹, and 43.55 and 45.73 g 100 g⁻¹ for the seed.

The proximate composition found in the samples of the present study is consistent with that reported by other authors. The small variations observed are probably due to differences in varieties, climate, crop and soil type, and fertility (13). This shows the need for further studies on the chemical composition of different cultivars.

Table 2 presents the average values of the mineral composition of the flour from papaya peel and seed. Minerals are essential compounds for the maintenance of essential human body functions. The highest levels of K and Cu were observed in the peel flour, and the levels of P, Cl, Mg, S, Zn, and Fe were higher in the seed flour.

No recent data on the mineral composition of papaya seeds were found in the literature. Hiroce et al. (14) determined the mineral composition of papaya peel and seed in dry matter and obtained values similar to those found in the present study. Godim et al. (15) analyzed the

mineral composition of Papaya peels and reported values higher than those found for the peel flour from *Havai* and *Calimosa* papaya.

Table 2. Average values¹ (mg 100 g⁻¹) of the mineral composition of peel and seed flours from *Havai* and *Calimosa* papaya.

	<i>Havai</i>		<i>Calimosa</i>	
	Peel	Seed	Peel	Seed
Phosphorus	547.50±14.9ab	566.9±22.49a	526.88±6.25b	545.00±16.58ab
Potassium	2,046.30±20.60a	743.30±17.43c	2,075.50±43,22a	1,928.80±41.7b
Calcium	337.50±10.90c	725.00±26.46b	296.30±13.77d	780.00±27.39a
Magnesium	210.00±12.25b	332.50±8.29a	182.50±9.57c	347.50±8.29a
Sulfur	362.50±12.99b	338.10±17.72c	406.30±16.00a	357.50±8.29bc
Copper	1.09±0.07a	0.53±0.02c	1.14±0.08a	0.83±0.05b
Manganese	3.18±0.06c	3.10±0.04c	3.37±0.03b	4.51±0.08a
Zinc	3.28±0.06c	6.17±0.06b	2.6±0.07d	6.40±0.05a
Iron	3.02±0.03c	5.23±0.03a	2.85±0.04d	4.98±0.04b

¹Means followed by the same letter in the same row do not differ by the Tukey test at 5% probability (n=5).

The RDI (Recommended Daily Intake) values of potassium, magnesium, iron, zinc, manganese, copper, phosphorus, and calcium for adults are 4.6 g/day, 260 mg/day, 14 mg/day, 7 mg/day, 2.3 mg/day, 900 µg/day, 700 mg/day, and 1000 mg/day, respectively. Thus, the intake of 100 g papaya peel flour from the cultivar *Havai*, will supply 44%, 81%, 22%, 47%, 138%, 121%, 78%, and 34% of potassium, magnesium, iron, zinc, manganese, copper, phosphorus, and calcium, respectively, and from the cultivar *Calimosa* it will supply 45%, 70%, 20%, 37%, 147%, 126%, 75% and 30%. On the other hand, for the papaya seed flour from the cultivar *Havai*, a 100-g intake will supply 16%, 127%, 37%, 88%, 135%, 59%, 81%, and 72.5% of potassium, magnesium, iron, zinc, manganese, copper, phosphorus, and calcium, respectively, and from the cultivar *Calimosa* it will supply 42%, 134%, 36%, 91%, 196%, 92%, and 78% .

The results of the content of vitamin C and phenolic compounds obtained are presented in Table 3.

Table 3. Average values¹ (in mg g⁻¹) of the contents of vitamin C and phenolic compounds of peel and seed flours from *Havai* and *Calimosa* papaya.

	<i>Havai</i>		<i>Calimosa</i>	
	Peel	Seed	Peel	Seed
Vitamin C	3.37±0.08 a	0.15±0.01 c	2.96±0.37 b	0.12±0.01 c
Phenolic compounds	5.75±0.28 a	2.66±0.13 b	5.53±0.14 a	3.01±0.50 b

¹Means followed by the same letter in the same row do not differ by the Tukey test at 5% probability (n=5).

The peel flour from *Havai* and *Calimosa* papaya had higher concentrations of vitamin C (3.37 and 2.96 mg g⁻¹) than that of the seed flour (0.15 and 0.12 mg g⁻¹). Oliveira et al. (16) found an average content of vitamin C of 0.80 mg g⁻¹ for the fresh pulp of *Formosa* papaya. The amounts of vitamin C in the present study, based on fresh matter, found in the peel flour (0.44 and 0.40 mg g⁻¹) and in the seed flour (0.007 and 0.006 mg g⁻¹) for the cultivars *Havai* and *Calimosa*, respectively, showed that the pulp is richer in this vitamin than the flours. Sancho et al. (17) determined the content of vitamin C in papaya from the cultivar Maradol and observed higher levels for the pulp (0.60 mg g⁻¹), when compared to those of the peel (0.24 mg g⁻¹). The Vitamin C contents found in the

present study are higher than those observed by these authors. Rinaldi et al. (11) found Vitamin C contents of 0.55 and 0.80 mg g⁻¹ for the peel of Papaya and *Formosa* papaya and, contents of 0.65 and 0.79 mg g⁻¹ for the seed¹. These values are higher than those found for the peel and seed flour from the cultivars *Havai* and *Calimosa*.

The peel flour showed higher contents of phenolic compounds than those of the seed flour for both cultivars, but neither of the two fractions showed significant amounts of these compounds. Oliveira et al. (16) found an average value of 0.881 mg g⁻¹ of phenolic compounds in *Formosa* pulps. The results of the peel flour (0.76 mg g⁻¹) and of the seed flour (0.14 and 0.17 mg g⁻¹) obtained in the present study for *Havai* and *Calimosa* papaya, based on fresh matter, are lower than those presented by those authors in the pulp. Papaya has low levels of phenolic compounds.

Phenolic compounds have a high antioxidant potential, resulting in a beneficial effect on health although these compounds can contribute to changes in taste and color of food products (17). The same authors determined the content of phenolic compounds in Maradol papaya and

found higher content for the peel (1.9 mg g^{-1}) than the content obtained in the present study, based on fresh matter.

Table 4 shows the average values of the following physicochemical and chemical characteristics: pH, acidity, and soluble solids in papaya peel and seed flours:

Table 4. Average values¹ of the physicochemical and chemical characteristics of peel and seed flours from *Havai* and *Calimosa* papaya.

	<i>Havai</i>		<i>Calimosa</i>	
	Peel	Seed	Peel	Seed
Soluble solids ²	5.75±0.56 a	1.25±0.00 b	6.00±0.40 a	1.19±0.11 b
pH	4.55±0.03 a	5.27±0.04 a	4.69±0.05 a	5.56±0.02 a
Titrateable acidity ³	0.80±0.01 a	0.26±0.04 c	0.63±0.04 b	0.22±0.03 c

¹Means followed by the same letter in the same row do not differ by the Tukey test at 5% probability (n=5); ²°Brix; ³ % citric acid.

The titrateable acidity of the peel flour was higher than that of the seed flour for both cultivars and is lower than that observed by Rinaldi et al. (11), who found values between 2.6 and 3.0% in the peel and 2.5% in the seed of Papaya and *Formosa* papaya. It can be seen that pH is an auxiliary parameter for the evaluation of titrateable acidity, and this

parameter is an important indicator in the assessment of the conservation status of a food product. The pH values close to 4.5 can prevent the growth of microorganisms (18). The pH value found for the papaya peel flour in both cultivars was close to 4.5. Thus, the dried peel can be considered as acidic powder food that offers antimicrobial resistance. Rinaldi et al. (11) obtained pH values between 5.4 and 5.6 in the peel, and 5.8 in the seed for the cultivars *Formosa* and Papaya. The pH values of both types of papaya are in agreement with the values reported in the literature, which are between 5.5 and 5.9, while the values of titratable acidity were higher than those found for papaya pulp (19). According to Alves et al. (19), the acidity of papaya is low, approximately 0.1%.

The content of soluble solids is an indicative of the contents of soluble sugars present in foods, and therefore of their sweetness, and it is influenced by many factors, such as cultivar, climate, and soil among others (18). For this variable, higher values of the peel flour (5.75 and 6.0 °Brix) were obtained, and they are lower than those reported by Rinaldi et al. (11), who observed contents between 8.1 and 9.9 °Brix for the cultivars *Formosa* and Papaya. The same authors reported a higher value for seeds (6.3 °Brix) than those found in the present study (Table 4).

The by-products papaya seed and peel have high a nutritional potential and can be used as alternative sources of nutrients since they do not have antinutritional factors in amounts that are harmful to the body, which reinforces the need for the determination of these antinutrients in these flours in future studies.

CONCLUSION

Analyzing all the results, it was observed that papaya peel flour stood out for the following parameters: fiber, ash, phenolic compounds, vitamin C, soluble solids, titratable acidity, and the minerals copper, sulfur, and potassium. On the other hand, papaya seed flour stood out for protein, lipids, and the minerals calcium, iron, magnesium, and zinc.

The knowledge about the chemical composition of papaya peel and seeds subjected to drying provides useful information for industries interested in using papaya by-products, reducing waste, and adding value to the fruit bringing benefits to the environment.

Both the peel and the seed flour can be used in food products.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the financial support provided by FAPEMIG - Minas Gerais State Research Foundation, CAPES - Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, CNPq - The National Council for Scientific and Technological Development.

REFERENCES

- (1) Djilas S, Canadanovic-Brunet J, Cetkovic G. By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* 2009; 15 (4): 191-202.
- (2) Storck CR, Nunes GL, Oliveira BB, Basso C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Ciênc. Rural.* 2013; 43 (3): 537-543.
- (3) Serrano LAL, Cattaneo LF. O cultivo do mamoeiro no Brasil. *Rev. Bras. Frutic.* 2010; 32 (3).
- (4) Anuário da agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2011.
- (5) R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. [acesso em 05 set 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
- (6) Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg, 2012.
- (7) Malavolta E, Vitti GC, Oliveira AS. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba, 1997.

- (8) Strohecker R, Henning HM. Analisis de vitaminas: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.
- (9) Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo, 2005.
- (10) Silva GG, Diniz RG, Silva ME. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya* L.) em diferentes estádios de maturação. Rev. Capixaba Ciênc.Tecnol. 2007; 3:1-7.
- (11) Rinaldi MM, Lima TA, Ascheri DPR. Caracterização Física de Frutos de Mamão e Química de Cascas e Sementes. Planaltina; 2010. (Embapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 263).
- (12) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar [acesso em: 12 jan 2014]. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES.
- (13) Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol. Technol. 2000; 20 (2): 207-220.
- (14) Hiroce R, Carvalho AM, Bataglia OC, Furlani PR, Furlani AMC, Santos RR, et al. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. Bragantia. 1977; 36 (14): 155-164.
- (15) Godim JAM, Moura MFV, Dantas AS, Medeiros RLS, Santos KM. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Food Sci. Technol. 2005; 25 (4): 825-827.
- (16) Oliveira DS, Aquino PP, Ribeiro SMR, Proença RPC, Pinheiro-Sant'Ana, HM. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. Acta. Sci. Health. Sci. 2011; 33 (1): 89-98.

- (17) Sancho LEGG, Yahia, EM, González-Aguilar, GA. Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. *Food Res Int.* 2010; 44: 1284–1291.
- (18) Queiroz ER, Abreu CMP, Oliveira KS. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: potencial nutricional e dos subprodutos. *Rev. Bras. Frutic.* 2012; 34 (4): 1174-1179.
- (19) Alves FL, Balbino JMS, Barreto FC. A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, BA: Incaper, 2003.

ARTIGO 2 - Compostos bioativos com ação antinutricional e atividade antioxidante da farinha de subprodutos do mamão

Bioactive compounds with anti-nutritional and antioxidant activity of flour of papaya-products

Artigo submetido à Ciência Rural

Formatado conforme as normas da revista. Este artigo é uma versão preliminar e, dessa forma, o conselho editorial da revista poderá sugerir alterações para adequá-lo ao seu estilo.

Cláudia Mendes dos Santos^{1*}, Estela de Rezende Queiroz¹, Denise

Alvarenga Rocha¹, Celeste Maria Patto de Abreu¹

RESUMO

O objetivo, neste trabalho, foi determinar antinutrientes, inibidores de tripsina, oxalatos, nitratos e fitatos da farinha da casca e semente de mamão. Foram determinados também a atividade antioxidante e os compostos relacionados a essa atividade, como carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos. Os teores de antinutrientes encontrados foram baixos, dentro do limite de ingestão diária permitido, e não inviabilizam o uso das farinhas de casca e semente de mamão como fonte nutricional.

^{1*}Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, caixa postal 3037, 37200-000, Lavras- MG, Brasil. E-mail: clausantos@yahoo.com.br *Autor para correspondência

Não foi encontrado inibidor de tripsina nas farinhas da casca das duas cultivares e também não foram detectados teores de nitrato em qualquer das farinhas analisadas. A farinha da casca de mamão obteve valores maiores nos teores de compostos antioxidantes e na avaliação da atividade antioxidantes, em relação à farinha da semente. O potencial antioxidante da farinha da casca e semente de mamão foi comprovado pelo teste β -caroteno/ácido linoleico.

Palavras-chave: *Carica papaya*, casca, semente

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the anti-nutrients present in the flour from the bark and papaya seed, such as trypsin inhibitors, oxalates, nitrates, phytates, phenolic; due to the fact interfere with the absorption of nutrients, causing damage to health when ingested in large amounts. The objective was to also determine the antioxidant activity and compounds related to this activity. The anti-nutrients levels found were low within the allowed daily intake limit, and do not preclude the use of shell flour and papaya seeds as nutritional source. Not found trypsin inhibitor in the flour from the bark of both cultivars and were not nitrate levels found in any of the analyzed flours. The meal papaya peel stood

out in relation to seed flour, the levels of antioxidant compounds and evaluation of antioxidant activity.

Keywords: Carica papaya, peel, seed.

INTRODUÇÃO

Os frutos do mamoeiro, conhecidos como mamão ou papaia, são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (ácido ascórbico), por isso são amplamente utilizados em dietas alimentares (SERRANO; CATTANEO, 2010). O Brasil é o segundo produtor mundial de mamão, perfazendo cerca de 19% do total produzido no mundo (AGRIANUAL, 2013).

O processamento desses frutos e o consumo *in natura* resultam em grandes quantidades de resíduos, tais como cascas e sementes. A utilização dos resíduos como subprodutos para a produção de aditivos alimentares ou a incorporação das farinhas em alimentos tem despertado grande interesse científico pelo elevado valor nutritivo, e sua recuperação pode ser economicamente viável agregando valor ao fruto (DJILAS et al., 2009).

Embora a composição dos alimentos indique seu valor nutritivo, essa informação não é suficiente, do ponto de vista nutricional, já que os

nutrientes não se tornam totalmente disponíveis ao organismo após a ingestão. As matérias-primas vegetais podem apresentar compostos bioativos que podem atuar como antinutrientes e cuja função é impedir a disponibilidade de nutrientes, como minerais e proteínas, mas que, por outro lado, podem apresentar alguma função benéfica, como anti-inflamatória, antioxidante e de proteção contra o câncer (SILVA; FERNANDES, 2011).

Por outro lado, as substâncias ativas presentes em frutos são capazes de atuar na prevenção de várias doenças. Dentre as propriedades biológicas dessas substâncias, destacam-se sua ação antioxidante, antiplaquetária, anti-inflamatória e como agente hipoglicemiante. Essas propriedades têm sido atribuídas à presença de fibras alimentares, minerais e fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam compostos fenólicos, vitamina C e betacaroteno (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008).

Na literatura, existem trabalhos sobre composição proximal, minerais, além da caracterização química da polpa e da semente do mamão. Este trabalho difere dos demais porque nele caracterizam-se os

compostos antinutritivos e antioxidantes da farinha de casca e semente de duas cultivares de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de mamão das cultivares Calimosa e Havaí foram adquiridos no CEASA/MG - Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S.A. Foram selecionados 25 frutos de cada cultivar, levando-se em consideração o estágio de maturação (casca totalmente amarela) adequado para consumo, o tamanho médio e a ausência de defeitos. Os frutos selecionados foram lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 200 ppm. Em seguida, foram descascados manualmente, as cascas cortadas e as sementes retiradas e lavadas com água corrente para a retirada de mucilagem. Posteriormente, as cascas e as sementes foram espalhadas em bandejas e secas em estufa, a 45°C, por um período de quatro dias. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moinho TECNAL (TE-631), obtendo-se uma fina farinha que era colocada em frascos âmbar, para análises posteriores.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial $(2 \times 2) \times 5$, sendo o primeiro fator as duas cultivares (Havaí e Calimosa) e o segundo fator, os subprodutos (casca e

semente), e 5 repetições de 5 frutos cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa computacional R (R Core Team, 2013), sendo as médias comparadas pelo Teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O nitrato nas farinhas foi extraído com água deionizada e, na dosagem, é formado um complexo pela nitração do ácido salicílico, procedendo-se à leitura a 410 nm. O nitrato de potássio foi empregado como padrão (CATALDO et al., 1975).

Já o ácido fítico foi extraído das farinhas com HCl 0,66 N. O extrato foi eluído através de uma resina de troca aniônica e o fitato recuperado foi medido utilizando-se o reagente de Wade. Utilizou-se o fitato de sódio como padrão, realizando-se a leitura de absorvância a 500 nm (FRÜHBECK et al., 1995; LATTA; ESKIN, 1980).

A atividade de tripsina foi determinada segundo a metodologia proposta por Erlanger et al. (1961), utilizando-se o N- α -benzoil-DL-arginina-4-nitroanilida (BAPNA), preparado em 0,05 mol L⁻¹ TRIS (pH 8,2) como substrato. A determinação da inibição da atividade da tripsina foi realizada por meio de um ensaio cinético a partir da diferença entre a atividade na ausência (controle, sem extrato) e na presença dos extratos

aquosos. A inibição da tripsina foi expressa em termos de unidade de tripsina inibida (UTI), em que 1 UTI corresponde a 1 μmol de p-nitroanilida, que deixa de ser produzido por unidade de tempo (min) devido à presença do inibidor. Os resultados do estudo foram expressos em mUTI g^{-1} de farinha.

O método proposto por Loures e Jokl (1990) foi aplicado para quantificar o teor de ácido oxálico por meio da titulação do oxalato de cálcio com permanganato de potássio 0,02 N.

A dosagem de polifenóis em extrato metanólico 50% foi feita segundo metodologia de Folin-Denis e medida espectrofotometricamente a 760 nm (AOAC, 2012). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico g^{-1} de amostra.

O ácido ascórbico foi extraído das farinhas com ácido oxálico 0,5% e o teor determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker e Henning (1967).

Para a determinação do β -caroteno, as amostras foram homogeneizadas com uma mistura de acetona e hexano (2:3) e a leitura de absorbância feita em espectrofotômetro, em quatro comprimentos de

onda (453, 505, 645 e 663 nm). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ (NAGATA; YAMASHITA, 1992).

A atividade antioxidante foi feita pelos métodos ABTS e β -caroteno/ácido linoleico. A extração dos antioxidantes foi realizada segundo Rufino et al. (2006). Utilizaram-se 25 mL do líquido extrator (metanol 50%/acetona 70%) para 1 g da amostra de farinha. Para o método ABTS, prepararam-se quatro diluições diferentes de extrato, em triplicata e uma alíquota de 30 μ L de cada diluição, adicionada com 3,0 mL de radical ABTS⁺. Realizou-se a leitura (734 nm) após 6 minutos da mistura. Utilizou-se o álcool etílico, como branco, para a calibração do espectrofotômetro. Foram feitas curvas analíticas, para efeito de comparação, com trolox e butil-hidroxitolueno (BHT), além de rutina e quercetina, que são flavonoides com atividade antioxidante comprovada. Foi construído um gráfico para cada amostra, a partir das absorbâncias obtidas das quatro diluições dos extratos, determinando-se a equação da reta (RUFINO et al., 2007).

Segundo Rufino et al. (2006), no método β -caroteno/ácido linoleico, o preparo da solução sistema β -caroteno/ácido linoleico, o β -caroteno diluído em clorofórmio foi adicionado ao ácido linoleico, tween

20 e clorofórmio. O clorofórmio foi evaporado em rota-evaporador e acrescentada água saturada de oxigênio. Foram adicionados, aos 5 mL da solução/sistema, 0,4 mL de cada diluição dos extratos. O antioxidante sintético BHT e a quercetina foram utilizados como padrões e submetidos às mesmas condições. As análises foram realizadas em espectrofotômetro e a leitura da absorbância a 470 nm. Avaliou-se a percentagem de inibição da oxidação, em que a redução da absorbância do sistema sem antioxidante é considerada como 100% de oxidação. Correlacionou-se a queda da leitura de absorbância das amostras com o sistema e estabeleceu-se a percentagem de oxidação. A ação antioxidante foi verificada comparando-se com a atividade antioxidante das substâncias utilizadas com o padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento total de farinha encontrado para os frutos de mamão foi de 70% de farinha da casca (FC) e 30% da farinha da semente (FS). As umidades encontradas para a FC das cultivares Havaí e Calimosa foram $13,28 \pm 0,64\%$ e $13,74 \pm 0,68\%$, respectivamente e, para a FS, as umidades foram $5,27 \pm 0,17\%$, para a cultivar Havaí e, $5,50 \pm 0,28\%$, para a cultivar Calimosa.

Os resultados apresentados em relação aos compostos bioativos presentes na FC e FS de mamão são mostrados na Tabela 1.

Inibidores de tripsina são usualmente encontrados em leguminosas, sendo a soja o melhor exemplo, cujos valores variam de 37,73 a 51,68 UTI mg⁻¹ de matéria seca (VEM; MATSER; BERG, 2005). Segundo resultados de Del-Vechio et al. (2005), a redução da inibição da atividade de tripsina é observada pelo uso do processamento térmico em farinhas de semente de abóbora. Os teores de inibidores de tripsina para as farinhas da semente de abóbora cruas variaram de 0,88 a 6,24 UTI mg⁻¹; já para as cozidas, a variação ficou entre 0,19 e 1,39 UTI mg⁻¹ e, nas farinhas da semente de abóbora torrada, observaram-se valores entre 0,43 e 3,38 UTI mg⁻¹.

Não foram encontrados, na literatura, valores de inibidores de tripsina em casca e semente de mamão. A FS da cultivar Havaí apresentou maior inibição que a FS Calimosa (32,79 e 28,85 mUTI g⁻¹, respectivamente), mas bem abaixo da encontrada na soja. Não foram detectados inibidores de tripsina na FS.

De acordo com Ramos et al. (2013), no estudo da extração e isolamento do inibidor de tripsina em mamonas, quando se trata de

ensaios enzimáticos, o intervalo de percentagem de inibição aceitável para o cálculo de UTI deve variar entre 40% a 80%. Valores superiores a esse podem ser mascarados, isto é, a inibição pode se apresentar maior do que a observada, e valores menores podem ser devido à diluição da extração do inibidor.

A FC de ambas as cultivares apresentou teor de ácido fítico permitido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura (BRASIL, 2000) à base de farelo de cereais, que é de $0,1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra. Já na FS, o teor de ácido fítico foi acima do permitido (Tabela 1). O ácido fítico é considerado um antinutricional em virtude da sua capacidade de se ligar a proteínas, amido, minerais (cálcio, fósforo, ferro, zinco) e impedir a digestão desses nutrientes. Porém, vários fatores influenciam a capacidade de complexação dos fitatos, como tipo de proteína da dieta, número de íons fosfato, concentração dos minerais e do próprio fitato, pH do meio, presença de fitase, taninos, fibras e ácido ascórbico (COZZOLINO, 2007). Adesuyi e Ipinmoroti (2011), estudando as propriedades nutricionais e funcionais da farinha da semente de três variedades de mamão (mamão amarelo alongado, mamão amarelo redondo e mamão vermelho alongado), relataram teores de ácido fítico de

1,97; 2,36 e 2,63 g 100 g⁻¹. Assim, constata-se que os teores de ácido fítico encontrados por estes autores na farinha da semente dessas variedades são cerca de 20 vezes o limite máximo permitido. As diferenças que se observam nos resultados encontrados se devem, possivelmente, por se tratar de diferentes cultivares, diferentes tipos de solo e sistema de plantio. Não foram detectados teores de nitrato em qualquer das farinhas analisadas. Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (2004), a ingestão diária aceitável de nitrato é de 5 mg kg⁻¹; considerando um indivíduo de 70 kg, a sua ingestão não deve ultrapassar 350 mg desse antinutriente por dia.

O ácido oxálico das FS das cultivares Havaí e Calimosa apresentou teores maiores (0,73 e 0,90 g 100 g⁻¹, respectivamente) que os observados para as FC (0,02 g 100 g⁻¹). A dose letal do ácido oxálico é de 1.500 mg, no entanto, seu teor na maioria das plantas comestíveis é muito baixo para apresentar um risco sério. Por exemplo, o ruibarbo (alimento que causou a morte, durante a Primeira Guerra Mundial, de pessoas que se alimentaram de suas folhas) e o cacau têm 500 mg desse ácido em cada 100 g. Geralmente, o consumo humano de ácido oxálico é de 150 mg por dia (FOGAÇA, 2015). No trabalho de Adesuyi e Ipinmoroti (2011), com

três variedades de mamão, os autores descreveram valores inferiores à dose letal para os teores de ácido oxálico na farinha da semente de mamão (0,76 e 0,92 g 100 g⁻¹) e são próximos ao relatado no presente estudo.

A FC das cultivares Havaí e Calimosa apresentou maiores teores de compostos fenólicos (575,43 e 552,52 mg 100 g⁻¹, respectivamente) que a FS (266,02 e 300,79 mg 100 g⁻¹), também nas duas cultivares. Quando esses valores são comparados com os teores apresentados para a farinha da semente (4.730,0 mg 100 g⁻¹) e a farinha do bagaço (10.820,0 mg 100 g⁻¹) da acerola no trabalho de Marques et al. (2013), observa-se que as farinhas do presente estudo apresentaram teores bem menores.

Oliveira et al. (2011) observaram o valor médio de 88,10 mg 100 g⁻¹ de compostos fenólicos na polpa de mamão 'Formosa'. Os resultados obtidos para a FC (76 mg 100 g⁻¹) e FS (14 e 17 mg 100 g⁻¹) de mamão Havaí e Calimosa, com base na matéria fresca do presente trabalho, são inferiores aos apresentados por esses autores na polpa. Essas diferenças são devido ao uso de diferentes partes do fruto ou diferentes cultivares, diferença climática, de solo e sistema de cultivo.

Sancho, Yahia e Gonzáles-Aguilar (2011) determinaram o teor de compostos fenólicos no mamão 'Maradol' e encontraram, para a casca, teor maior (190,00 mg 100 g⁻¹) que os resultados obtidos no presente trabalho, com base na matéria fresca. Os compostos fenólicos têm elevado potencial antioxidante, resultando num efeito benéfico para a saúde, porém, podem contribuir para alteração no gosto e cor dos alimentos (SANCHO; YAHIA; GONZÁLES-AGUILAR, 2011). O teor considerado nocivo à saúde é acima 1% de compostos fenólicos (CORRÊA et al., 2000). Os teores de compostos fenólicos totais apresentados neste estudo, tanto para a casca quanto para a semente, estão abaixo do considerado nocivo à saúde, sendo, portanto, benéficos à saúde no percentual encontrado, já que agem como antioxidantes, prevenindo a ocorrência de algumas doenças, como as coronarianas.

A FC do mamão Havaí e Calimosa apresentou maiores teores de ácido ascórbico (337,43 e 295,77 mg 100 g⁻¹) que a FS (14,71 e 11,75 mg g⁻¹). Oliveira et. al (2011) encontraram, para a polpa *in natura* da cultivar de mamão Formosa, o conteúdo médio de 80,00 mg g⁻¹. Os valores de ácido ascórbico do presente trabalho, com base na matéria fresca, encontrados na FC (44,00 e 40,00 mg 100 g⁻¹) e na FS (0,70 e 0,60 mg

100 g⁻¹) das cultivares Havaí e Calimosa, respectivamente, mostraram que a polpa é mais rica nessa vitamina que essas farinhas.

Sancho, Yahia e Gonzáles-Aguilar (2011) determinaram o teor de ácido ascórbico no mamão da cultivar Maradol e observaram maiores teores para a polpa (60,00 mg 100 g⁻¹) em relação à casca (24,00 mg 100 g⁻¹). Os teores encontrados no atual estudo para a FC são superiores aos observados por esses autores. Rinaldi, Lima e Ascheri, (2010) encontraram, para a casca de mamão 'Formosa' e 'Papaya', teores de ácido ascórbico de 55,00 e 80,00 mg 100 g⁻¹ e, para a semente, teores de 65,00 e 79,00 mg 100 g⁻¹. Esses valores estão acima dos encontrados para a FC e para a FS das cultivares Havaí e Calimosa (Tabela 1).

Fontes tradicionais dessa vitamina, como, por exemplo, polpas de caju e acerola, apresentam teores de ácido ascórbico de 162,9 e 989,47 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹, respectivamente. (FEITOSA, et al., 1999). A ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 45 mg (ANVISA, 2005).

Em relação aos teores de carotenoides na FC, não houve diferença significativa entre as duas cultivares analisadas (Tabela 1). Fonseca et al. (2007) estudaram a evolução dos pigmentos da casca durante o

amadurecimento de mamão e encontraram, para a cultivar Golden, numa escala de maturação de 1-7, valores entre 4,33 e 7,64 mg (100 g casca)⁻¹. Para a cultivar Sunrise Solo, os valores foram de 2,69 a 8,49 mg (100 g casca)⁻¹. Apesar de os valores estarem de acordo com os observados no presente estudo, essa variação nos teores de carotenóides se deve às diferentes cultivares utilizadas e, por estarem em diferentes estádios de maturação, podem estar mascarados pelo teor de clorofila. Em relação à polpa do mamão, Silva et al. (2014) relataram teores inferiores aos da casca observados pelos autores citados anteriormente (0,953 mg 100 g⁻¹ de β -caroteno).

Pelos dados apresentados na Tabela 1, observa-se que as FC da cultivar Calimosa apresentaram maior atividade antioxidante pelos dois métodos analisados. As FS das duas cultivares não apresentaram atividade antioxidante pelo método ABTS. Observou-se também, nas FC das duas cultivares, maiores teores de substâncias antioxidantes e, portanto, maior atividade antioxidante pelo método β -caroteno/ácido linoleico.

No método ABTS, em que só foi possível quantificar a atividade para a FC, para efeito de comparação, utilizaram-se o antioxidante

sintético BHT e o flavonoide quercetina, que apresentaram $2.654,92 \pm 14,64$ e $7.613,13 \pm 509,70$ $\mu\text{Mtrolox/g}$, respectivamente. Em relação ao método β -caroteno/ácido linoleico, a percentagem de inibição para o BHT e quercetina foi de $93,71 \pm 1,14\%$ e $91,20 \pm 1,32\%$, respectivamente. As FC e FS das duas cultivares apresentaram menores atividades antioxidantes que os padrões, pelos dois métodos analisados.

Muitos autores relatam o potencial antioxidante acima de 70% como ótimo para a inibição da oxidação lipídica. Ang et al. (2012), estudando o potencial antioxidante da casca e da semente de mamão, concluíram que as atividades antioxidantes medidas por vários métodos dos extratos da casca e semente do mamão foram muito mais baixas que a dos padrões utilizados no estudo para comparação.

CONCLUSÃO

As inibições de tripsina e os teores de antinutrientes encontrados neste estudo são baixos e não inviabilizam o uso das farinhas de casca e semente de mamão como fonte de nutrientes. O potencial antioxidante da farinha da casca e semente de mamão foi comprovado pelo teste β -caroteno/ácido linoleico, podendo contribuir para a produção de

alimentos funcionais. A indústria poderá utilizar estes subprodutos de mamão (casca e semente) para formulações e para o enriquecimento de produtos alimentícios, evitando o seu descarte no meio ambiente e agregando valor ao fruto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, à CAPES e ao CNPq.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADESUYI, A.O.; IPINMOROTI, K. O. The nutritional and functional properties of the seed flour of the three varieties of *Carica papaya*.

Current Research in Chemistry, v.3, n.1, p. 70-75, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais.

Disponível em: <[http://](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES)

portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 maio

2014.

AGRIANUAL: anuário da agricultura Brasileira. São Paulo: AgraFNP Consultoria e Comércio, 2013. 334 p.

ANG, Y. K. et al. Antioxidant Potential of Carica Papaya Peel and Seed. **Focusing on Modern Food Industry**, v. 1 n. 1, November 2012.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 53, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelo de Cereais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jun. 2000. p. 1.

CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, p. 71-80, 1975.

CORRÊA, A. D. et al. Determinação de alguns constituintes químicos de interesse nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St.Hil.) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1 p. 130-135, 2000.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2^a ed. Barueri: Manole; 2007.

DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, 2005.

DJILAS, S.; CANADANOVIC-BRUNET, J.; CETKOVIC, G. By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, v.15, n. 4, p. 191-202, 2009.

ERLANGER, B. F. et al. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 95, p. 271-278, 1961.

FEITOSA, T. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

FOGAÇA, J. R. V. **Presença de ácido oxálico nos alimentos**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/presenca-acido-oxalico-nos-alimentos.htm>>. Acesso em: 20 maio 2015.

FONSECA, M. J. O. et al. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão ‘Sunrise Solo’ e ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 451-455, 2007.

FRÜHBECK, G. et al. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, Maryland, v. 225, n. 2, p. 206-212, 1995.

GUTIÉRREZ, R. M. P.; MITCHELL, S.; SOLIS, R. V. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 117, p. 1-27, 2008.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Easton, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.

LOURES, A.; JOKL, L. Microtécnica para determinação de ácido oxálico em folhas e derivados. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS. 6, Curitiba, 1990. **Resumos...** Curitiba: Instituto Tecnologia do Paraná, 1990, p. 59.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruits. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, Tokyo**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

OLIVEIRA, D. S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Manual das necessidades nutricionais humanas**. São Paulo: Atheneu. 2004.

R CORE TEAM (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 05 de set. 2014.

RAMOS, V. O. et al. Extraction and isolation of anti-tryptic castor-bean (*Ricinus communis* L.) substances and their effects on *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 128-134, 2013.

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização Física de Frutos de Mamão e Química de Cascas e Sementes**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa, 2010.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoleico. Fortaleza: Embrapa, 2006. (Comunicado Técnico).

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁺. Fortaleza: EMBRAPA, 2007 (Comunicado Técnico).

SANCHO, L. E. G. G.; YAHIA, E. M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI, **Food Research International**, Barking, vol. 44, p. 1284–1291, 2011.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 657-956, 2010.

SILVA, A. G. M.; FERNANDES, K. F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chicha (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 305-314, mar/abr 2011.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 143, p. 398-404, 2014.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

VEM, C. D.; MATSER, A. M.; BERG, R. W. V. D. Inactivation of soybean trypsin inhibitors and lipoxygenase by-pressure processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 4, p. 1087-1092, 2005.

Tabela 1 Valores médios dos compostos bioativos e da atividade antioxidante da farinha da casca (FC) e farinha da semente (FS) de mamão ‘Havaí’ e ‘Calimosa’.

	Havaí		Calimosa	
	FC	FS	FC	FS
Inib de tripsina (mUTI g ⁻¹)	ND	32,79±1,76a	ND	28,85±1,67b
Fitato (g 100 g ⁻¹)	0,09±0,01b	1,10 ±0,20 ^a	0,12±0,03b	1,15±0,16a
Nitrato	ND	ND	ND	ND
Ácido oxálico (g 100 g ⁻¹)	0,02±0,01c	0,73±0,06b	0,02 ± 0,00c	0,90±0,16a
Comp. fenol. (mg 100 g ⁻¹)	575,43±27,97a	266,02±13,25b	552,52±13,9 a	300,79±49,86b
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	337,43±7,69a	14,71±1,49c	295,77±37,14b	11,75±1,22c
Carotenoides (mg 100 g ⁻¹)	4,6±0,33a	ND	4,80 ± 0,03 ^a	ND
ABTS (µMtrolox/g)	30,68±0,75b	ND	32,93±0,63 ^a	ND
β-carot./ác. Linoléico (%)	73,12±1,23ab	60,68±1,13ab	75,40±1,45 ^a	72,56±1,51b

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n=5)

**ARTIGO 3 - PÃO DE FORMA INTEGRAL ADICIONADO DE
FARINHA DE SUBPRODUTOS DO MAMÃO: ELABORAÇÃO,
CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL**

**LOAF BREAD ADDED OF BY-PRODUCTS OF PAPAYA FLOUR:
PREPARATION, CHARACTERIZATION AND ANALYSIS
SENSORY**

**Artigo será submetido ao Brazilian Journal of Food Technology
Formatado conforme as normas da revista**

Cláudia Mendes dos Santos^{1*}, Raul Antônio Viana Madeira², Joelma
Pereira³, Estela de Rezende Queiroz⁴, Marcelle Mendes Mendonça⁵,
Tássia Silva Tavares⁶, Celeste Maria Patto de Abreu⁷.

^{1*}Universidade Federal de Lavras – Departamento de Química. Caixa
Postal 3037, CEP: 37200-000. Lavras – MG. Email:
claumsantos@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência dos
Alimentos. Email: raulmadeira@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência dos
Alimentos. Email: joperdca@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Lavras – Departamento de Química. Email:
estelaqueiroz@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência dos
Alimentos. Email: cellemm@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Lavras – Departamento de Química. Email:
tassiastavares@hotmail.com

⁷Universidade Federal de Lavras – Departamento de Química. Email:
celeste@dqi.ufla.br

RESUMO: A casca e a semente do mamão, desprezadas pela indústria e pela população, têm na sua composição grande valor nutricional. Dietas com baixa ingestão de fibras estão diretamente relacionadas com o surgimento de várias patologias, contudo, uma alternativa para diminuir essas patologias é enriquecer alimentos consumidos diariamente pela população, o que pode ser de grande benefício para a saúde. O objetivo, neste estudo, foi desenvolver um pão de forma integral adicionado de

uma farinha mista (casca e semente do mamão da cultivar Havaí), aumentando a uma formulação controle (sem a farinha mista do mamão). A adição da farinha mista resultou em produtos com teores mais elevados não só de fibras, como outros nutrientes. Os resultados da análise sensorial mostraram que a fabricação do pão com 3% de adição da farinha mista resultou em boa aceitação, quando comparado com o controle. Assim, a adição da farinha dos resíduos do mamão na fabricação de pães é uma boa alternativa, por ser rico nutricionalmente para a população.

Palavras-chave: derivados do mamão, panificação, composição química, fibra alimentar.

ABSTRACT: Peel and seed papaya, despised by industry and population have constituted great nutritional value. Diets with low fiber intake are directly related to the emergence of many diseases, but an alternative to reduce these diseases is to enrich foods consumed daily by the population, which can be of great benefit to health. The aim of this study was to develop a comprehensive manner bread added to a mixed meal (peel and seed the papaya cultivar Hawaii), increasing to a control formulation (without the mixed flour papaya), the addition of mixed flour resulted in products higher levels not only fibers, such other nutrients. The results of sensory analysis showed that the production of bread with 3% addition of the mixed flour resulted in good acceptance when compared with the control. Thus the addition of flour of papaya waste in the manufacture of bread is a good alternative for being rich nutritionally for the population.

Keywords: derived from papaya, baking, chemical composition, dietary fiber.

INTRODUÇÃO

O pão é um dos alimentos mais consumidos e uma das principais fontes calóricas da dieta de muitos países e, por esse motivo, vem sendo alvo de muitos estudos. A fortificação de alimentos com nutrientes é uma prática aceita e empregada pelos processadores de alimentos e tem como

objetivos reforçar o valor nutritivo e prevenir ou corrigir deficiências de um ou mais nutrientes (CENTENARO et al., 2007).

Um constituinte importante encontrado nos pães integrais é a fibra alimentar. Assim, o aproveitamento de resíduos agroindustriais de frutas, ricos em fibra, poderia acrescentar nutrientes em formulações alimentares. O consumo de fibras alimentares regulariza o funcionamento do intestino, o que as torna relevantes para o consumo humano, resultando em bem-estar, assim como em tratamento e em prevenção de várias patologias (DONATTO; PALLANCH; CAVAGLIERI, 2006).

O processamento de frutos em escala industrial, assim como seu consumo *in natura* após distribuição em varejo, resulta em grandes quantidades de resíduos, tais como cascas e sementes. Agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse, pois eles são fontes de nutrientes e fibras. A utilização integral dos alimentos possibilita o incremento da culinária diária, com a criação de novas receitas como geleias, tortas, pães, sucos e doces, além de enriquecer nutricionalmente a dieta, proporcionando mais fibras, vitaminas e sais minerais (STORCK et al., 2013).

Sendo somente a polpa do mamão consumida, e o restante do fruto, casca e sementes, rejeitado, esses subprodutos podem servir como elementos de estudos e utilizações alternativas. Marquette et al. (2008) avaliaram as partes desperdiçadas de frutas e legumes e observaram para o mamão uma perda 21,3% do peso total, sendo que a fruta concentra a maior porcentagem de perda na casca (11,1%).

Uma alternativa que vem se destacando é o aproveitamento de resíduos agroindustriais (semente, casca, bagaço) no processo de fabricação de farinhas como matéria-prima rica em fibras para a produção de alimentos que possam ser incluídos na alimentação humana.

Assim, a proposta, neste trabalho, foi avaliar a potencialidade da farinha da casca e semente do mamão como ingrediente no desenvolvimento de pão de forma integral e suas implicações tecnológicas, nutricionais e sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de mamão da cultivar Havaí foram adquiridos no CEASA/MG - Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S.A., tendo 24 frutos sido selecionados levando-se em consideração o estágio de

maturação (casca totalmente amarela) adequado para consumo e de acordo com a uniformidade na coloração, tamanho médio e ausência de defeitos. Os frutos selecionados foram lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 200 ppm. Em seguida, foram descascados manualmente, as cascas cortadas e as sementes retiradas e lavadas com água corrente para retirada de mucilagem. Posteriormente, as cascas e as sementes foram espalhadas em bandejas e secas em estufa, a 45°C, por um período de quatro dias. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moinho TECNAL (TE-631), obtendo-se uma fina farinha, e colocadas em recipientes lacrados. A farinha da casca do mamão (FCM) e a farinha da semente do mamão (FSM) foram utilizadas na elaboração de pães de forma integrais (PFI).

A formulação base do pão de forma integral utilizada neste experimento está apresentada na Tabela 1. Foi adicionada farinha mista (FM) em diferentes concentrações (0%, 3%, 6% e 9%), na proporção de 70% de FCM e 30% da FSM, com base no rendimento encontrado para os frutos, 70% de casca e 30% de semente.

Tabela 1. Formulação dos pães de forma integrais.

Ingredientes	Quantidade (g)
Farinha de trigo branca	500
Farinha de trigo integral	500
Farinha mista (casca/semente de mamão)	0; 45,3; 93,0; 143,2
Sal refinado iodado	20
Açúcar mascavo	20
Gordura vegetal	20
Fermento biológico	30
Água	630
Reforçador de massa	10

Os pães de forma integrais foram produzidos separando-se e pesando-se as farinhas de acordo com cada proporção de adição de farinha mista. As farinhas foram colocadas na masseira G-Paniz AE 25, a 40 rpm, misturando-se com os demais ingredientes: sal, açúcar mascavo, gordura vegetal, reforçador e fermento biológico. Adicionou-se a água gelada até a proporção indicada e, depois, bateu-se até o desenvolvimento máximo do glúten (ponto de véu). A massa foi dividida e cortada em pedaços de 250 g, boleada, modelada na modeladora de pães G-Paniz MPS 350 e colocada em formas retangulares de 19,5 cm x 8,0 cm x 4,5 cm, sem tampa. A fermentação ocorreu em câmara de fermentação Klimaquip CFCK-20, estabilizada a 27°C e 80% de umidade relativa, por 2 horas. Em seguida, os pães foram submetidos ao forneamento, em forno turbo Pratica Technicook E-125 Technical, a 180C, sem vapor, por 20

minutos. Passada a etapa de produção, os pães foram resfriados em temperatura ambiente, por 2 horas e embalados em sacos de polietileno até o início dos testes sensoriais que ocorreram 24 horas após a sua elaboração.

Os pães de forma integrais preparados com diferentes percentagens de FM foram avaliados sensorialmente pelo teste de aceitação, utilizando-se uma escala hedônica de 1 a 9 pontos, em que 1 correspondeu a “desgostei extremamente” e o 9, a “gostei extremamente”.

Para a avaliação das amostras, um quarto da fatia do pão de forma integral foi servido em copos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, seguindo uma ordem balanceada de apresentação segundo Wakeling e Macfie (1995). A aceitação dos pães de forma integrais foi avaliada por meio de um grupo de 100 provadores não treinados, utilizando-se o teste afetivo, após terem sido informados sobre os termos da pesquisa avaliada e aprovada previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFLA (número do protocolo de aprovação: 473.649). A avaliação foi feita de forma monocádica, considerando o quanto gostaram ou desgostaram de cada amostra de pão em relação a aroma, textura, sabor e impressão global. A intenção de

compra foi avaliada por meio de escala estruturada mista, variando de “1-certamente eu não compraria” a “5-certamente eu compraria”.

A qualidade do pão foi avaliada por um grupo de dez provadores treinados, de acordo com as características externas (volume, cor da crosta, quebra simetria), internas (características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura do miolo) e aroma e gosto.

O PFI contendo a FM que apresentou a melhor aceitação e o que não continha a FM foi submetido às análises físicas (volume, perda de massa, densidade, textura e cor) e químicas (composição proximal e mineral, pH, acidez titulável, compostos fenólicos e vitamina C). Os pães foram congelados em freezer, a -17°C , para a realização das análises. Foram produzidas e utilizadas, nas análises físicas e químicas e na análise sensorial, quinze unidades de PFI de cada formulação.

O volume dos pães foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço. As sementes foram colocadas em um recipiente retangular de volume conhecido e o volume dos pães foi obtido por meio da diferença do volume de sementes de painço do recipiente com e sem o pão. O volume específico foi obtido dividindo-se o volume dos pães pela massa (KAJISHIMA; PUMAR; GERMANI, 2001). O resultado foi

expresso em cm^3 , para o volume dos pães e o volume específico em cm^3g^{-1} .

Para a avaliação da perda de massa do produto, o mesmo foi pesado, antes e depois de assado e calculada a diferença em gramas.

A densidade foi determinada dividindo-se a massa (g) dos pães pelo seu volume (cm^3). O resultado foi expresso em g cm^{-3} (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001).

Na determinação de textura foi utilizado o texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems, UK), avaliando-se apenas o perfil de textura relacionado à firmeza, utilizando: “probe compression platens” (P36R) cilíndrica de 36 mm de diâmetro, velocidade de teste 1,0 mm/s, velocidade pós-teste 5,0 mm/s, distância de compressão 5,0 mm, teste de ruptura 1,0 mm, força em Newton (N) e tempo de 5 segundos. As amostras foram mantidas na sua embalagem original e as fatias foram retiradas de forma aleatória no momento da análise. Utilizaram-se seis repetições (seis fatias) por tratamento. O probe comprimiu o centro de cada fatia. O resultado foi expresso em Newton (N).

A determinação de cor foi realizada em aparelho colorimétrico marca Konica Minolta, modelo CM-5, e os resultados foram expressos

em valores de L, a* e b* pelo sistema CieLab (GENNADIOS et al.,1996), em que os valores de L* (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores do croma a* variam do verde (-60) ao vermelho (+60) e os valores do croma b* variam do azul ao amarelo, ou seja, de -60 a +60, respectivamente.

A composição proximal (umidade, extrato etéreo, proteína bruta, cinzas, fibra alimentar e extrato não nitrogenado) foi realizada pela metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2012).

O cálculo do valor calórico dos PFI foi realizado utilizando-se os coeficientes de ATWATER (carboidratos = 4,0; lipídios = 9,0; proteínas = 4,0).

Para quantificar os minerais (Ca, P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn, Fe e Na), os PFI foram submetidos a uma digestão nitroperclórica em blocos digestores com controle de temperatura. O P e o S foram determinados por colorimetria, o Na e K por fotometria de chama e Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997).

O pH foi determinado por potenciometria em eletrodo de vidro (AOAC, 2012). Foi preparado um extrato com 5 g de amostra em 50 mL de água destilada com agitação por 10 minutos.

A acidez titulável foi determinada por meio da titulação com NaOH 0,1 mol L⁻¹, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados obtidos foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

A extração dos compostos fenólicos dos PFI foi realizada com metanol 50% (1:25, p/v) e eles foram dosados utilizando-se o reagente de Folin-Denis (AOAC, 2012), tendo como padrão o ácido tânico.

O ácido ascórbico foi extraído dos PFI com ácido oxálico 0,5% e o teor determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker e Henning (1967).

Para a análise sensorial foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 tratamentos (4 concentrações) e 100 provadores e, para a análise de qualidade dos pães, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 10 provadores. Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa computacional R (R CORE TEAM, 2013), sendo as médias comparadas pelo Teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Para escolher os melhores pães, os dados sensoriais foram submetidos à análise de componentes principais. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos do programa estatístico SensMaker (PINHEIRO et al., 2013).

Nas análises físicas e químicas dos pães utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial com 2 tratamentos (2 concentrações) e 6 repetições (6 pães). Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa computacional R (R CORE TEAM, 2013), sendo as médias comparadas pelo Teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da adição da FM demonstram uma mudança significativa de caráter estrutural, como aparência e textura dos pães comparados ao controle P1, como se observa na Figura 1.

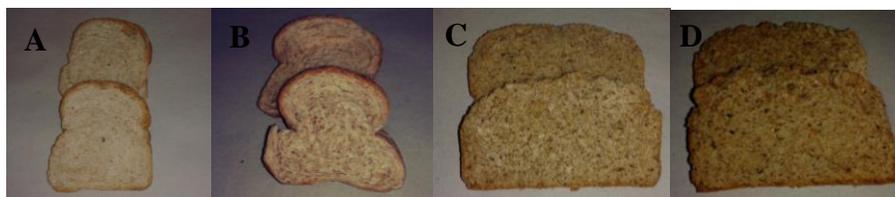


Figura 1 Pães com 0% de FM – P1 (A), 3% de FM – P2 (B), 6% de FM – P3 (C) e 9% de FM – P4.

Na Tabela 2 apresentam-se as notas de aceitação dadas pelos provadores para as características aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra dos pães de forma integrais.

Tabela 2 Notas de aceitação dos atributos aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra dos pães de forma integrais.

Trata- Mento ¹	Aroma	Textura	Sabor	Impressão global	Intenção de compra
P1	7,22 a	7,72 a	7,36 a	7,59 a	4,22 a
P2	6,79 a	6,52 b	6,36 b	6,55 b	3,51 b
P3	6,14 b	5,76 c	5,14 c	5,57 c	2,6 c
P4	5,91 b	5,29 c	4,24 d	4,79 d	2,2 d

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n = 100).

¹ P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM); P3 – pão com 6% de adição de FM; P4 – pão com adição de 9% de FM.

Para aroma não houve diferença significativa entre os tratamentos P1 e P2, e entre P3 e P4. O pão adicionado com farinha mista P2 teve o mesmo patamar de aceitação, em relação ao pão sem a farinha mista, quanto ao aroma. Os pães P1 e P2, e P3 e P4 apresentaram, segundo os provadores, aceitação diferente em relação a sabor, sendo as médias das notas dadas situadas entre conceitos gostei moderadamente (7) e gostei ligeiramente (6), sendo P1 e P2 os mais aceitos neste quesito. Para o

atributo textura, não houve diferença significativa entre os tratamentos P3 e P4, e estes diferiram dos demais. Para impressão global, os pães dos tratamentos P1 e P2 receberam notas de aceitação maiores que os demais tratamentos equivalentes a gostei moderadamente (7) e gostei ligeiramente (6), tendo todos os pães diferença significativa. Em relação à intenção de compra, os pães de forma integrais diferiram entre si e os que apresentaram maiores notas foram o sem adição de farinha mista (P1) e o com adição de 3% de farinha mista (P2), com notas médias que equivalem a provavelmente compraria (4) e talvez compraria (3).

Na análise sensorial de pães de forma elaborados com a polpa e casca de baru, com a finalidade de aumentar os teores de nutrientes, principalmente fibras, Rocha e Cardoso Santiago (2009) apresentaram as notas para os atributos textura (6,07 a 7,15), sabor (6,67 a 7,27) e impressão global (7,3 a 7,5), e estas estão próximas às observadas nos pães de forma integrais P1 e P2 do presente trabalho.

Na Tabela 3 estão descritas as notas para as características externas e internas dos pães de forma integral elaborados com e sem a adição de farinha mista, dadas por provadores treinados.

Tabela 3 Médias das notas das características externas, internas, aroma e gosto dos pães de forma integrais dadas por provadores treinados.

Características externas	Tratamentos ¹				Valor máx. referência
	P1	P2	P3	P4	
Volume	19,3 a	8,0 b	6,9 b	4,7 b	20
Cor crosta	9,3 a	6,7 ab	5,4 b	2,0 b	10
Quebra	4,2 a	2,8 b	2,3 b	2,7 a	5
Simetria	3,8 a	2,8 a	2,5 a	2,2 b	5
Características Internas					
Caract. crosta	4,1 a	2,5 b	2,3 b	4,1 b	5
Cor miolo	8,6 a	5,8 ab	5,1 b	4,1 b	10
Text. Miolo	8,8 a	5,6 b	5,5 b	5,1 b	10
Estrut. miolo	7,9 a	4,9 ab	4,6 ab	5,9 b	10
Aroma	9,2 a	6,2 b	4,8 b	3,8 b	10
Gosto	13,5 a	5,9 b	5,1 b	3,8 b	15

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n = 10).

¹ P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM); P3 – pão com 6% de adição de FM; P4 – pão com adição de 9% de FM.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para cor da crosta, cor do miolo e estrutura do miolo. Para volume, quebra, característica da crosta e textura do miolo houve diferença significativa entre o P1 e os demais, tendo o pão de forma integral sem adição de farinha mista obtido a maior nota para todos os atributos. Em relação à característica simetria não foi observada diferença entre os pães analisados.

Para os atributos aroma e gosto observou-se diferença significativa entre o P1 e os demais pães. Comparados ao controle P1, os pães P2, P3 e P4 obtiveram notas menores.

Os pães de forma integrais não apresentaram bons desempenhos, de acordo com a avaliação global da qualidade tecnológica dos pães integrais acrescidos de farinha mista. Apenas o P1 obteve notas médias com classificação “muito bom” (90,0); os demais tratamentos, P2, P3 e P4, obtiveram notas inferiores a 5, com classificação “deficiente”.

O mapa de preferência interno foi efetuado utilizando-se os dados obtidos no teste de aceitação com escala de aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra das quatro amostras de pães de forma integral (Figura 1).

Os dois componentes principais em relação à característica aroma explicam 78,7% da variação. O primeiro componente principal explica 52,72% e o segundo explica 25,98%. Já para a característica textura, os dois componentes principais explicam 83,26% da variação, e o primeiro e segundo componente principal explicam 60,98 e 22,28%, respectivamente. Em relação ao atributo sabor, o primeiro componente principal explicou 60,47%, o segundo explicou 21,14% da variação

existente e, juntos, os dois componentes principais explicaram 81,61%. Os dois componentes para a impressão global explicam 84,75% da variação existente e, para o primeiro e o segundo componente, explicaram 66,51% e 18,24%, respectivamente. A característica intenção de compra gerou os dois componentes principais que explicam 87,26%; o primeiro explicou 66,58% e o segundo, 20,66% da variação existente. Na Figura 1 observa-se a dispersão das amostras (P1, P2, P3, P4), bem como a dispersão dos provadores no espaço bidimensional, representadas pelos dois componentes principais.

Os pães mais aceitos, em todas as características (A, B, C, D), foram o P1 e o P2. Pode-se observar que todos os atributos analisados influenciaram a separação dos pães P1 e P2, uma vez que há um grande número de consumidores (vetores) em direção a estas amostras. A maior preferência por estes pães pode ser atribuída, principalmente, às maiores notas na escala hedônica para os atributos aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra (Tabela 2). Portanto, as análises físicas e químicas serão realizadas no controle P1 e nos pães P2.

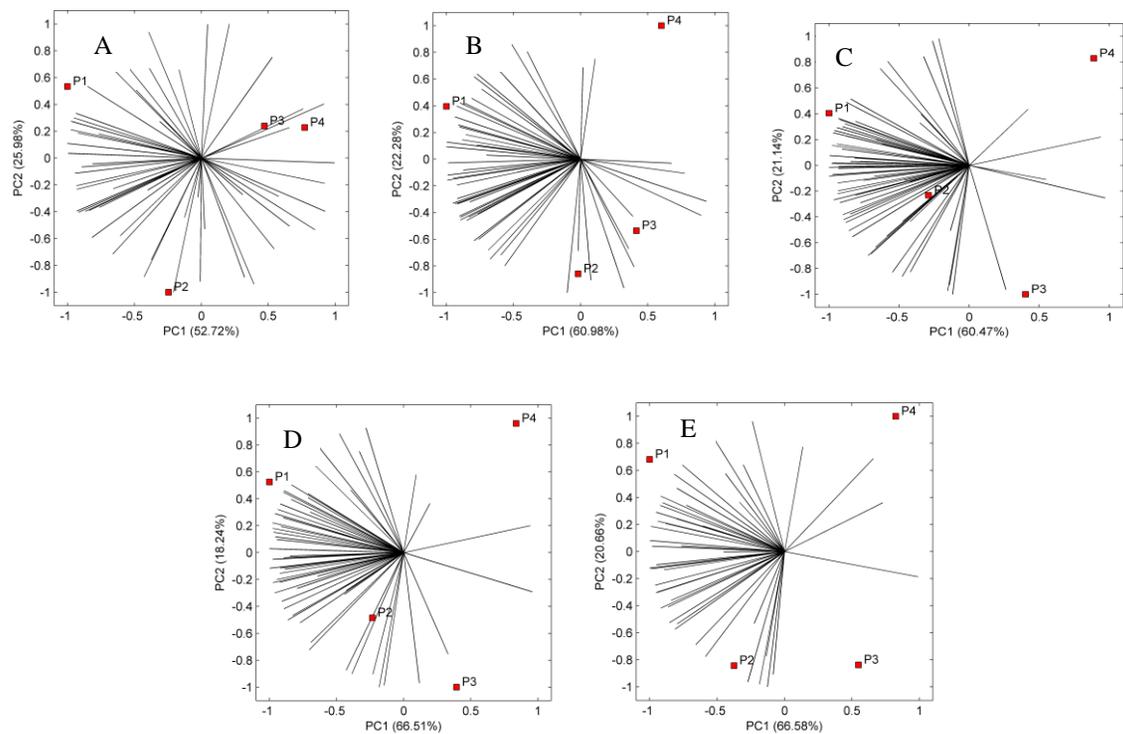


Figura 1 Mapa de preferência interno para as amostras de pães de forma integrais em relação a aroma (A), textura (B), sabor (C), impressão global (D) e intenção de compra (E). P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM); P3 – pão com 6% de adição de FM; P4 – pão com adição de 9% de FM.

Na Tabela 4 é apresentada a composição proximal das farinhas utilizadas na elaboração dos pães de forma integrais.

Tabela 4 Valores médios da composição proximal das farinhas de casca e semente de mamão Havaií.

Parâmetros (g 100 g ⁻¹)	Farinha da casca	Farinha da semente
Umidade	13,28±0,64 a	5,27±0,17 b
Lipídeos	2,44±0,25 b	29,72±0,37 a
Proteínas	18,18±0,29 b	28,55±0,50 a
Fibras solúveis	6,95±0,25 a	5,44±0,13 b
Fibras insolúveis	26,10±0,56 a	3,36±0,05 b
Fibras totais	33,05±0,70 a	8,78±0,11 b
Cinzas	11,85±0,68 a	6,94±0,29 b
ENN	9,67±1,04 a	20,73±0,64 a

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (n=5).

Destaca-se o elevado teor de fibras alimentares presente, sobretudo, na farinha da casca do mamão. Estes resultados mostram a importância da casca como fonte de fibra alimentar, uma vez que, de acordo com a Anvisa (2012), um alimento com teor de 6% pode ser considerado com alto teor de fibra. Na farinha da casca do mamão, a

maior proporção de fibra é do tipo insolúvel e as fibras insolúveis são parcialmente fermentadas, aceleram o trânsito intestinal e aumentam a massa fecal. Já a farinha da semente do mamão se destaca nos teores de proteínas e lipídeos.

As demais características (químicas, físicas e físico-químicas) foram avaliadas apenas em P1 e P2, que foram os tratamentos que tiveram maior aceitabilidade.

A determinação de umidade do alimento é muito importante, pois é o principal fator para o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias. Apesar de P1 não diferir estatisticamente do P2 (Tabela 5), houve uma tendência de maior umidade no P1. Na literatura é possível encontrar pães elaborados com resíduos agroindustriais com diferentes teores de umidade, em g 100 g⁻¹, variando de 32,67 a 35,3, em pães com casca e polpa de baru (ROCHA; CARDOSO SANTIAGO, 2009); 9,6, em pães elaborados com casca de mandioca (VILHALVA et al., 2011); 35,5, com uso de farinha de quinoa na fabricação de pães de forma (BORGES et al., 2013) e de 30,4 a 34,2 em pães enriquecidos com farinha de pescado (CENTENARO et al., 2007). Essa variação, certamente, é devido aos componentes utilizados na preparação dos pães. O teor elevado de

umidade em pães aumenta a atividade microbiana, deixando o produto grudento e borrachudo, alterando sua textura, sendo este um dos fatores responsáveis pela perda da qualidade do produto (OLIVEIRA et al., 2011).

Tabela 5 Valores médios da composição proximal, pH, acidez titulável, compostos fenólicos, vitamina C, e valor calórico dos pães de forma integrais

Parâmetros	P1 ¹	P2 ¹
Umidade (g 100 g ⁻¹)	35,77±2,19 a	33,66±3,27 a
Extrato etéreo (g 100 g ⁻¹)	1,19±0,10 a	0,55±0,17 b
Proteína (g 100 g ⁻¹)	12,58±0,05 b	12,71±0,03 a
Fibra insolúvel (g 100 g ⁻¹)	5,33±1,08 a	6,59±0,81 a
Fibra solúvel (g 100 g ⁻¹)	0,51±0,14 b	1,37±0,44 a
Fibra total (g 100 g ⁻¹)	5,84±0,97 b	7,96±0,43 a
Cinzas(g 100 g ⁻¹)	1,99±0,09 a	2,11±0,12 a
Carboidrato (g 100 g ⁻¹)	40,63±1,34 a	42,01±3,23 a
Valor calórico (kcal 100 g ⁻¹)	223,56±5,21 a	223,85±14,34 a
pH	5,65±0,03 a	5,57±0,01 b
Acidez titulável (g 100 g ⁻¹)	0,20±0,01 b	0,47±0,02 a
Composto fenólico (mg 100 g ⁻¹)	43,37±2,35 b	92,40±2,13 a
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	4,58±0,51 b	6,08±0,36 a

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n = 6).

¹ P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM)

Com relação às cinzas (1,99 e 2,11 g 100 g⁻¹), às fibras insolúveis (5,33 e 6,59 g 100 g⁻¹), aos carboidratos (40,63 e 42,01 g 100 g⁻¹) e ao valor calórico (223,56 kcal 100 g⁻¹), não houve diferença significativa entre os pães analisados, P1 e P2, respectivamente. Borges et al. (2013) registraram, em pães de forma elaborados com farinha mista de trigo e quinoa, teores de cinza variando de 1,57 a 1,75 g 100 g⁻¹ e de carboidratos variando de 40,54 a 43,74 g 100 g⁻¹. Já Vilhalva et al. (2011), em pães à base de farinha de mandioca, relataram teores médios de cinzas de 3,0 g 100 g⁻¹; de fibra insolúvel, de 2,0 a 15,0 g 100 g⁻¹ e de valor calórico, de 200 e 320 kcal 100 g⁻¹. Estas diferenças são resultantes dos diferentes resíduos utilizados, que apresentam composições variadas.

De acordo com os teores de lipídios, as amostras enquadram-se nos valores estabelecidos pela legislação para alimentos sólidos com baixo teor de gorduras totais, com valores inferiores a 3 g por porção (50 g) (ANVISA, 2012). O consumo de uma porção de 50 g (1 ½ fatia de pão de forma) de P2 fornece, aproximadamente, 0,27 g de extrato etéreo. Assim, constata-se que o pão elaborado com a adição de farinha mista apresenta baixo valor de extrato etéreo.

De acordo com os teores de proteínas nos pães P1 (12,58 g 100 g⁻¹) e P2 (12,71 g 100 g⁻¹), a ingestão de uma porção de P1 e P2 fornece 6,29 g e 6,36 g de proteínas, respectivamente. Estes teores atendem a, aproximadamente, 13% da recomendação diária de proteínas, considerando-se que as necessidades diárias de um adulto do sexo masculino (70 kg) são de 50 g proteína dia⁻¹ (ANVISA, 2005).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (2012) determina que um alimento é considerado como fonte de proteína quando atende à condição de, no mínimo, 6 g de proteína por porção. Contudo, as quantidades de aminoácidos essenciais da proteína adicionada ao alimento devem atender às condições estabelecidas (ANVISA, 2012). Portanto, os pães P2 do presente estudo só poderão ser considerados como fonte de proteínas se tais quantidades de aminoácidos estiverem presentes nas proteínas das farinhas adicionadas.

Em pães elaborados com farinha mista de trigo e quinoa, Borges et al. (2013) relataram teores de proteínas entre 12,43 g 100 g⁻¹ a 14,32 g 100 g⁻¹. Rocha e Cardoso Santiago (2009) observaram teores de proteínas, nos pães elaborados com casca de baru, entre 12,97 a 14,13 g 100 g⁻¹ e Bastos et al. (2014) encontraram, nos pães com farinha de pescado,

conteúdo de 8,4 a 14,2 g 100 g⁻¹. Os valores de proteína nos dois pães estudados neste trabalho (12,58 e 12,71 g 100 g⁻¹ para P1 e P2 respectivamente) estão próximos aos encontrados por Borges et al. (2013), por Rocha e Cardoso Santiago (2009) e por Bastos et al. (2014).

As fibras solúveis, assim como as insolúveis, agem igualmente sobre a velocidade do trânsito intestinal. Em relação aos teores de fibra alimentar total, que variaram de 5,84 a 7,96 g 100 g⁻¹, observou-se aumento significativo entre as duas formulações com o acréscimo da farinha mista. O mesmo foi observado para os valores de fibra insolúvel e solúvel, que foram maiores nos pães P2.

Os teores de fibra total deste trabalho foram superiores aos de Rocha e Cardoso Santiago (2009), em pães à base de casca e polpa de baru (4,52 a 7,15 g 100 g⁻¹) e Borges et al. (2013), em pães à base de farinha mista de trigo e quinoa (3,21 a 4,36 g 100 g⁻¹). Novamente, essas diferenças são devido aos constituintes presentes na elaboração dos pães. O pão P2 pode ser classificado como fonte de fibra, pois a legislação brasileira exige um mínimo de 2,5 g por porção (alimentos sólidos) para tal classificação. O IOM (2005a) recomenda a ingestão de 25 a 38 g de fibras por dia. Assim, a ingestão de uma porção (50 g) do P2, por

exemplo, fornece, aproximadamente, 4 g de fibras, o que supre em 10% a 16% a recomendação diária.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da USP (2011), o pão de forma integral clássico tem 34,70 g 100 g⁻¹ de umidade, 9,40 g 100 g⁻¹ de proteína, 3,70 g 100 g⁻¹ de lipídios, 49,90 g 100 g⁻¹ de carboidratos, 2,30 g 100 g⁻¹ de cinzas e 6,9 g 100 g⁻¹ de fibra alimentar. Neste estudo, os dois tratamentos (P1 e P2) obtiveram médias menores de umidade, lipídeos, carboidratos e cinzas, e somente o P2 obteve valores maiores de fibras e proteínas (Tabela 5).

Para os valores de pH, entre os pães P1 e P2 houve uma variação significativa; o tratamento sem a adição de FM apresentou maior pH. O caráter ácido da farinha mista adicionada ao pão P2 agregou essa característica a ele. Barbosa et al. (2013), caracterizando pão de forma enriquecido com farinha de castanha de caju, observaram que, para o pão de forma sem substituição da farinha de trigo pela farinha de castanha de caju, os valores de pH foram maiores (5,14) do que os pães que receberam a substituição (5,04). Ziglio et al. (2007), elaborando pães com a adição de farinha de sabugo de milho, também observaram uma

diminuição discreta dos valores de pH, à medida que era adicionada esta farinha.

O tratamento que apresentou maior acidez titulável foi P2. As análises de pH e acidez titulável são importantes para verificar a qualidade microbiológica do produto. Também é interessante verificar o atributo sabor, já que os extremos de valores de pH poderão influenciar no gosto dos pães de forma.

O teor de compostos fenólicos no P2 (92,40 mg 100 g⁻¹) foi elevado em relação ao P1 (43,37 mg 100 g⁻¹) (Tabela 7), com até cerca de duas vezes o teor. Moura et al. (2009) elaboraram pães de forma com adição de diferentes concentrações de semente de linhaça e observaram valores entre 2.700 e 1.800 mg 100 g⁻¹. Esses teores são superiores aos encontrados nos pães do presente estudo. O teor considerado nocivo à saúde é acima de 1% (CORRÊA et al., 2000). Os pães P1 e P2 apresentaram teores de compostos fenólicos totais abaixo do considerado nocivo à saúde, sendo, portanto, benéficos à saúde nesse percentual encontrado, já que agem como antioxidantes, prevenindo a ocorrência de algumas doenças, como as coronarianas.

Com relação aos teores de ácido ascórbico observou-se diferença significativa entre os pães P1 e P2, tendo o P2 apresentado um maior teor para essa vitamina. A ingestão diária recomendada de vitamina C para homens adultos é de 90 mg (FAO/OMS, 2001). Assim, o consumo de uma porção (50 g) do P2 fornece 3,04 mg de vitamina C. Este teor atende a 3,37% da recomendação diária de vitamina C. Não foram encontrados, na literatura, para efeito de comparação, trabalhos com referência aos teores de vitamina C em pães de forma.

As calorias registradas nos pães P1 e P2 não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5). Porém, houve um pequeno aumento no valor calórico no pão, com o acréscimo da farinha mista. Barbosa et al. (2013), desenvolvendo pães de forma enriquecidos com farinha de castanha de caju, relataram uma variação calórica entre os tratamentos de 296, 51 e 336,69 kcal 100 g⁻¹. Portanto, os pães do presente trabalho são menos calóricos.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012), “alimento fonte de vitaminas e minerais” é aquele com, no mínimo, 15% da ingestão diária recomendada (IDR) de referência por porção de alimento sólido e “alimento rico em minerais e vitaminas”

como aquele que contém, no mínimo, 30% da IDR de referência por porção de alimento sólido.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 6, que uma porção de 50 g de P1 e P2 atende à recomendação diária para adultos de 15,86% e 17,71% de fósforo; 2,66% e 3,94% de potássio; 11,92% e 13,85% de magnésio; 3,33% e 5,0% de cobre; 36,9% e 40% de manganês; 17,64% e 18,79% de zinco e 25,39% e 22,5% de ferro, respectivamente (ANVISA, 2005). Portanto, P1 e P2 são fonte de fósforo, zinco e ferro, e ricos em manganês.

Tabela 6 Valores médios da composição mineral dos pães de forma integrais

Minerais (mg 100 g ⁻¹)	P1 ¹	P2 ¹	IDR ² (mg dia ⁻¹)
Fósforo	222,00±9,8 b	248,00±9,80 a	700,0
Potássio	250,00± 4,10b	370,00± 0,00 a	4700,0
Cálcio	-	0,01±0,00	1000,0
Magnésio	62,00±4,00 b	72,00±7,50 a	260,0
Enxofre	-	-	-
Boro	0,15±0,00 a	0,15±0,00 a	-
Cobre	0,06± 0,01 b	0,09±0,01 a	0,9
Manganês	1,70±0,14 a	1,84±0,14 a	2,3
Zinco	2,47±0,10 a	2,63±0,25 a	7,0
Ferro	7,11±0,19 a	6,3±0,21 b	14,0

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n = 6).

¹ P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM)

² Recomendação diária para adultos – ANVISA, 2005.

Bastos et al. (2014), estudando pães de forma elaborados com resíduos do pescado, encontraram níveis superiores para o mineral Ca (2,5 a 350 mg 100 g⁻¹) e semelhantes aos do presente estudo para os minerais P, Zn e Fe, respectivamente: 105 a 305 mg 100 g⁻¹, 1,7 a 2,8 mg 100 g⁻¹ e 5,1 a 6,4 mg 100 g⁻¹.

Não foi encontrado o mineral enxofre em nenhuma das duas formulações, e cálcio foi observado apenas no pão com adição de 3% de FM (Tabela 6).

O volume específico encontrado para o P2 (2,06 cm³ g⁻¹) foi menor que o observado para o P1 (4,84 cm³ g⁻¹) (Tabela 7).

Tabela 7 Valores médios de volume específico, peso, perda de massa, densidade, textura e cor dos pães integrais.

Parâmetros	P1 ¹	P2 ¹
Volume específico (cm ³ g ⁻¹)	4,84±0,24 a	2,06±0,20 b
Peso (g)	211,52±1,75 b	217,65±2,01 a
Perda de massa (g)	38,48±1,75 a	29,47±6,64 b
Densidade (g cm ⁻³)	0,21±0,01 b	0,48±0,04 a
Textura (N)	0,55±0,10 b	5,49±0,33 a
Cor a*	3,47±0,07 b	5,47±0,07 a
b*	16,91±0,23 b	20,01±0,32 a
L*	73,84±0,34 a	56,74±0,25 b

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (n = 6)

¹ P1 – controle; P2 – pão com adição de 3% de farinha mista (FM).

Gandra et al. (2008) obtiveram valores de volumes específicos de 3,77 e 4,40 cm³ g⁻¹ em pães de forma enriquecidos com fibras e

adicionados de lipase e monoglicéridos. Bonet et al. (2006) relataram volumes específicos variando de 3,41 a 4,42 $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$, em pães adicionados de glicose oxidase. O volume específico encontrado por Rocha e Cardoso Santiago (2009) apresentou intervalo de 3,84 a 4,09 $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$, em pães de forma elaborados com polpa e casca de baru. A adição de farinha de “okara” reduziu o volume específico do pão de forma no estudo realizado por Silva et al. (2009). Os pães elaborados por estes autores, de aproximadamente 360 g de massa, após o forneamento, apresentaram valores médios de 5,41, 4,96, 4,76 e 2,97 $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ de volume específico, com 0%, 5%, 10% e 15% de adição de farinha de “okara”, respectivamente.

Ferreira (2002) afirma que quanto maior o volume específico do pão de forma, melhor é a sua avaliação. De acordo com Gutkoski e Jacobsen Neto (2002), o volume do pão, geralmente, é proporcional ao conteúdo de proteína bruta. A adição de glúten, de agentes oxidantes, de alguns emulsificantes e de enzimas melhora a retenção dos gases e, conseqüentemente, o volume final (GANDRA et al., 2008). Os resultados encontrados neste trabalho sugerem uma interação entre os componentes

da farinha de trigo e da farinha mista, resultando em volumes específicos inferiores nos produtos com a farinha mista (Tabela 7).

Para a análise de peso e perda de massa, houve diferença significativa entre os tratamentos P1 e P2, tendo os valores médios dos pesos sido de 211,25 e 217,65 g e das perdas, de 38,48 e 29,47 g, para os tratamentos P1 e P2, respectivamente. Essa diferença pode ter ocorrido devido à adição da farinha mista que, provavelmente, tem maior capacidade de absorção de água, portanto, menor quantidade de água livre disponível na massa. Assim, durante o forneamento, a perda de água foi menor no tratamento P2 que no P1 e os pães P2 ficaram mais pesados que os pães P1.

Em relação à densidade, houve diferença significativa entre os tratamentos e os pães P2 resultaram em pães mais densos, pelo fato de serem mais pesados e ocuparem volumes menores. Rocha e Cardoso Santiago (2009) apresentaram, para pães de forma elaborados com polpa e casca de baru, valores de densidade entre 0,22 e 0,57 g cm⁻³, e obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, que foram de 0,21 e 0,48 g cm⁻³, para o controle P1 e o tratamento P2, respectivamente.

Os consumidores têm preferência por pães mais leves, portanto, pães com menor densidade são mais aceitos.

Os resultados das análises de textura que avaliaram a firmeza foram de 0,55 e 5,49 N, para os tratamentos P1 e P2, respectivamente. Observa-se que houve grande aumento na firmeza do pão ao adicionar a farinha mista (Tabela 7). Este resultado ocorreu devido ao enfraquecimento do glúten, proveniente da farinha de trigo.

O aumento da dureza, pela adição de farinha mista de casca e semente de mamão, provavelmente está relacionado com o aumento da densidade e a redução do volume dos pães, causando maior compactação de sua estrutura. Deve-se levar em conta que as farinhas obtidas das frações do mamão são ricas em fibra, o que também contribui para uma firmeza maior do pão.

A textura para produtos panificados é dependente da formulação: qualidade da farinha; quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, enzimas e mesmo a adição de glúten e melhoradores de farinha; umidade da massa e conservação (ESTELLER; LANNES, 2005). Geralmente, pães com altos teores de fibras, como observado no presente estudo,

apresentam textura mais firme (ALPASLAN; HAYTA, 2006; OLIVEIRA et al., 2007).

Os valores de L^* , que indicam a luminosidade da amostra na faixa de 100 (branco) a 0 (negro), diferiram entre as amostras de pão P1 e P2. Porém, foi possível observar que, com a adição de FM (3%), quando comparadas com o controle (P1), tenderam ao escurecimento (Tabela 7).

A coordenada a^* , que indica a variação de verde (-60) a vermelho (+60), é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom resultante da degradação dos açúcares (reação de caramelização) ou reações enzimáticas (fenolases) representa uma combinação do verde e vermelho. Um maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a^* . A coordenada b^* , relacionada ao eixo que varia de azul (-60) a amarelo (+60), demonstrou variações entre os pães P1 e P2, e este último situando-se na faixa positiva e com maior tendência para o amarelo, quando comparado a P1. O pão integral com adição de 3% (P2) de farinha mista alcançou coloração mais intensa de amarelo-castanho que o pão integral sem adição de farinha mista.

Resultados semelhantes foram obtidos por Borges et al. (2013), ao utilizarem farinha mista de trigo e quinoa na elaboração de pães de forma. Estes autores verificaram diferença significativa da cor entre o controle (sem farinha de quinoa) e o tratamento F15 (com 15% de farinha quinoa), em que o tratamento F15 alcançou maior tendência ao amarelo e ao vermelho, devido à presença de quinoa na formulação, indicando que a presença de pigmentação nessa matéria-prima interferiu na cor dos pães.

CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que houve melhorias no valor nutricional dos pães de forma integral com a adição da farinha mista de casca e semente de mamão da cultivar Havaí, promovidas pelo aumento dos teores de fibra alimentar total e proteínas, e pelos baixos teores de lipídeos. Apesar de promover diminuição da qualidade tecnológica dos pães de forma integral (cor e firmeza), o pão integral com adição de 3% de farinha mista obteve boa aceitação pelos provadores. Os benefícios pelo alto teor de fibras podem compensar a diminuição da qualidade, além de utilizar os subprodutos do mamão na elaboração de produtos de panificação e evitar o seu descarte no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro ao trabalho.

REFERÊNCIAS

ALPASLAN, M.; HAYTA, M. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. **Journal Food Quality**, v. 29, n. 6, p. 617- 627, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais** [acesso em: 12 jan 2014]. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar** [acesso em: 12 jan 2014]. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012.

- BARBOSA, B. E. M.; BRONDANI, F. M. M.; FARIAS, G. J. Caracterização físico-química do pão de forma enriquecido com farinha de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Revista Científica FAEMA**, v. 4, n. 2, p. 49-64, 2013.
- BASTOS, S. C.; TAVARES, T.; PIMENTA, M. E. S. G.; LEAL, R.; FABRICIO, L. F.; PIMENTA, C. J.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Fish filleting residues for enrichment of wheat bread: chemical and sensory characteristics. **Journal of Food Science Technology**, v. 51, n. 9, p. 2240-2245, 2014.
- BONET, A.; ROSELL, C. M.; CABALLERO, P. A.; GÓMEZ, M.; PÉREZ-MUNUERA, I.; LLUNCH, M. A. Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: a study from macroscopic to molecular level. **Food Chemistry**, v. 99, n. 2, p. 408-415, 2006.
- BORGES, J. T. S.; VIDIGAL, J. G.; SILVA, N. A. S.; PIROSI, M. R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 305-319, 2013.
- CENTENARO, G. S.; FEDDERN, V.; BONOW, E. T.; SALAS-MELLADO, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 663-668, 2007.
- CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; RIBEIRO, L. J. Determinação de alguns constituintes químicos de interesse nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St.Hil.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 130-135, 2000.
- DONATTO, F. F.; PALLANCH, A.; CAVAGLIERI, C. R. Fibras dietéticas: efeitos terapêuticos e no exercício. **Saúde em Revista**, v. 8, n. 20, p. 65-71, 2006.
- ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: **Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation**. Bangcoc, Tailândia, 2001

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 301-318, 2001.

FERREIRA, S. M. R. **Controle de qualidade em sistemas de alimentação coletiva I**, Varela, São Paulo, 2002.

GANDRA, K. M.; DEL BIANCHI, M.; GODOY, V. P.; QUEIROZ, F. P. C.; STELL, C. J. Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 182-192, 2008.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. L.; HANNA, M. A.; FRONING, G. W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 585-589, 1996.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 2005.

IOM. Institute of Medicine of the Natural Academies. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**. National Academies, Washington, DC, 2005a.

IOM. Institute of Medicine of the Natural Academies. **Dietary Reference Intakes for Vitamina D and Calcium**. National Academies, Washington, DC, 2011.

KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Elaboração de pão francês com farinha enriquecida de sulfato de cálcio. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamentos de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 157-168, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba, 1997.

MARCHETTO, A. M. P.; ATAIDE, H. H.; MASSON, M. L. F.; PELIZER, L. H.; PEREIRA, C. H. C.; SENDÃO, M. C.; Avaliação das partes desperdiçadas de alimentos no setor de hortifruti visando seu reaproveitamento; **Simbio-Logias**; 1; 1-14; 2008.

MOURA, N. C.; CANNIAT-BRAZACA, S. G.; SILVA, A. G. Elaboração de rótulo nutricional para pães de forma com adição de diferentes concentrações de linhaça (*Linum usitatissimum*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n.1, p. 149-155, 2009.

OLIVEIRA, N. M. A. L.; MACIEL, J. F.; LIMA, A. S.; SALVINO, E. M.; MACIEL, C. E. P.; MENEZES, D. P.; OLIVEIRA, N.; FARIAS, L. R. G. Características físico-químicas e sensoriais de pão de forma enriquecido com concentrado proteico de soro de leite e carbonato de cálcio. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 1, p. 16-22, 2011.

OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n. 2, p. 141-150, 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Acesso em 05 set 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 820-825, 2009.

SILVA, L. H.; PAUCAR-MENACHO, L. M.; VICENTE, C. A.; SALES, A. S.; STEEL, C. J. Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B.; BASSO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 537-543, 2013.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Paz Montalvo, Madrid, 1967.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS. Versão 4. Unicamp, 2011. Acesso em 10 març 2015. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela&PHPSESSI>

VILHALVA, D. A. A.; SOARES JUNIOR, M.; MOURA, C. M. A.; CALIARI, M.; SOUZA, T. A. C.; SILVA, F. A. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p.514-21, 2011.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, p. 299-308, 1995.

ZIGLIO, B. R.; BEZERRA, J. R. M. V.; BRANCO, I. G.; BASTOS, R.; RIGO, M. Elaboração de Pães com Adição de Farinha de Sabugo de Milho. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 1, 2007.

ANEXOS

ANEXO A – Resumo da análise de variância dos parâmetros analisados no artigo 1.

Tabela 1A Resumo da análise de variância dos teores de umidade, cinza, lipídeos, proteína, fibra total e ENN das farinhas da casca e semente das cultivares Havai e Calimosa.

FV	GL	Quadrado médio					
		Umidade	Cinza	Lipídeos	Proteína	Fibra total	ENN
T	3	110,32***	31,98***	1182,05***	237,17***	1095,82***	8,01***
Resíduo	16	0,24	0,16	0,06	0,14	0,21	0,61
CV (%)		5,24	4,35	1,61	1,67	2,18	3,54

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

Tabela 2A Resumo da análise de variância dos teores de sólidos solúveis, pH e acidez titulável das farinhas da casca e semente das cultivares Havai e Calimosa.

FV	GL	Quadrado médio		
		Sol. Solúveis	pH	Acidez titulável
T	3	25,09*	185,90•	0,40***
Resíduo	16	5,83	237,69	0,0006
CV (%)		59,16	155,88	5,34

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

*Tukey, significativo a 0,05% de probabilidade.

•Teste Tukey, significativo, a 1% de probabilidade.

Tabela 3A Resumo da análise de variância dos teores Ca, Cu, S, Fe, P e Mg das farinhas da casca e semente das cultivares Havai e Calimosa.

FV	GL	Quadrado médio					
		Ca	Cu	S	Fe	P	Mg
T	3	0,32***	38,24***	0,006*	793,73	0,0014*	0,033***
Resíduo	16	0,0007	0,32	0,001	0,14	0,0004	0,0001
CV (%)		5,10	6,41	9,48	0,92	3,98	4,67

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

* Teste Tukey, significativo a 0,05% de probabilidade.

Tabela 4A Resumo da análise de variância dos teores Mn, K e Zn das farinhas da casca e semente das cultivares Havai e Calimosa.

FV	GL	Quadrado médio		
		Mn	K	Zn
T	3	217,251***	2,01***	1929,64***
Resíduo	16	0,327	0,002	034
CV (%)		1,61	2,91	1,26

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

ANEXO B – Resumo da análise de variância dos parâmetros analisados no artigo 2.

Tabela 1B Resumo da análise de variância dos teores de inibidor de tripsina, fitato e ácido oxálico das farinhas da casca e semente das cultivares Havai e Calimosa.

FV	GL	Quadrado médio		
		Inibidor tripsina	Fitato	Ácido Oxálico
Tratamento	3	248,96***	1,73***	1,09***
Resíduo	16	20,7	0,016	0,007
CV (%)		7,68	21,11	20,73

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

Tabela 2B: Resumo da análise de variância dos teores de compostos fenólicos, vitamina C, carotenóides e atividade antioxidante pelos métodos β -caroteno/ácido linoléico e ABTS.

FV	GL	Quadrado médio				
		Compostos fenólicos	Vitamina C	Carotenoides	β caroteno/ácido linoleico	ABTS
Tratamento	3	13,26***	15,48***	0,001 ^{NS}	88,01***	1690,65***
Resíduo	16	0,09	0,04	0,001	1,79	0,24
CV (%)		7,11	11,52	7,10	1,02	3,07

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

^{NS} Não significativo.

ANEXO C – Resumo da análise de variância dos parâmetros analisados no artigo 3.

Tabela 1C: Resumo da análise de variância dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína, cinza e fibra total dos pães de forma integrais P1 e P2.

FV	GL	Quadrado médio				
		Umidade	Extrato Etéreo	Proteína	Cinza	Fibra total
	1	13,55••	1,23***	0,05	0,04***	3,72*
	10	7,74	0,02	0,001	0,01	0,56
CV (%)		8,02	16,00	0,33	5,27	8,93

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

*Teste Tukey, significativo, a 0,05% de probabilidade.

•• Teste Tukey, significativo, a 1% de probabilidade.

Tabela 2C: Resumo da análise de variância dos teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, açúcar total, compostos fenólicos e vitamina C dos pães de forma integrais P1 e P2.

FV	GL	Quadrado médio					
		Sólidos solúveis	pH	Acidez titulável	Açúcar Total	Compostos Fenólicos	Vitamina C
	1	0,56***	0,02***	0,21***	0,74***	7210,8***	6,67***
	10	0,007	0,0004	0,0002	0,004	5,0	0,19
CV (%)		7,90	0,36	4,52	10,16	3,3	8,30

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade

Tabela 3C: Resumo da análise de variância dos teores de macro e micronutrientes dos pães de forma integrais P1 e P2.

FV	GL	Quadrado médio						
		K	P	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	1	43200***	2028***	300***	0,003**	0,06••	0,07••	1,96***
	10	0,1	96	36	0,0002	0,01	0,03	0,04
CV (%)		1,4	4,16	8,95	19,19	7,97	7,38	2,99

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

**Teste Tukey, significativo, a 0,01% de probabilidade.

••Teste Tukey, significativo, a 1% de probabilidade.

Tabela 4C Resumo da análise de variância do volume específico, peso, perda de massa e densidade dos pães de forma integrais P1 e P2.

FV	GL	Quadrado médio			
		Volume Especifico	Peso	Perda massa	Densidade
Tratamento	1	15,37***	30,98•	17,05•	0,139**
Resíduo	18	0,82	7,58	22,55	0,012
CV (%)		33,04	14,07	14,07	26,99

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

** Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.

•Teste Tukey, significativo, a 0,1% de probabilidade.

Tabela 5C Resumo da análise de variância de textura e cor (a*, b*, L*) dos pães de forma integrais P1 e P2.

FV	GL	Quadrado médio			
		Textura	Cor		
			a*	b*	L
Tratamento	1	425,29***	74,20***	263,40***	5126,5***
Resíduo	18	2,52	0,26	0,53	21,7
CV (%)		23,08	9,89	3,72	7,84

***Teste Tukey, significativo, a 0,001% de probabilidade.