



**TAMARA REZENDE MARQUES**

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE  
RESÍDUOS DE ACEROLA: FARINHAS E  
BARRAS DE CEREAIS**

**LAVRAS - MG**

**2013**

**TAMARA REZENDE MARQUES**

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE RESÍDUOS DE ACEROLA:  
FARINHAS E BARRAS DE CEREAIS**

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

Orientadora

Profa. Dra. Angelita Duarte Corrêa

**LAVRAS – MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFIA**

Marques, Tamara Rezende.

Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola : farinhas e barras de cereais / Tamara Rezende Marques. – Lavras : UFLA, 2013.

101 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Angelita Duarte Corrêa.

Bibliografia.

1. *Malpighia emarginata*. 2. Semente. 3. Bagaço. 4. Nutrientes. 5. Compostos bioativos. 6. Composição química. 7. Propriedades funcionais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.80423

**TAMARA REZENDE MARQUES**

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE RESÍDUOS DE ACEROLA:  
FARINHAS E BARRAS DE CEREAIS**

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

APROVADA em 28 de fevereiro de 2013.

Dra. Nísia Andrade Villela Dessimoni Pinto      UFVJM

Dr João de Deus Souza Carneiro                      UFLA

Dra. Angelita Duarte Corrêa  
(Orientadora)

**LAVRAS – MG**

**2013**

A Deus por me dar força para não desanimar durante os momentos mais difíceis.

Aos meus pais Ubiratan e Irene, por seus ensinamentos, pelo amparo em momentos de aflição e por tanta dedicação, carinho e amor incondicional.

À minha irmã Andira, por nossa união, amizade, pela compreensão e conforto nos momentos de angústia e incerteza.

E a todos que me apoiaram e deram suporte principalmente neste período de minha vida.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade da vida, pela força, coragem, sabedoria e por sempre ter iluminado meu caminho.

À Profa. Angelita Duarte Corrêa pela oportunidade, orientação, confiança e incentivo durante todos os trabalhos, além dos ensinamentos proporcionados por eles.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Química, pela oportunidade concedida para a concretização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles professores que de alguma forma contribuíram para minha formação.

A Profa. Dra Maria das Graças Cardoso, pela disponibilidade de seu laboratório para realização da triagem fitoquímica..

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

Ao Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Ciências dos Alimentos, pelo auxílio na elaboração e análises das barras de cereais.

As alunas Thais, Marcelle e em especial a Jéssica, bolsistas de iniciação científica, pelo auxílio em várias etapas deste trabalho.

Aos amigos do laboratório, Luciana, Lucas, Estela, Valquíria, Juliana, Pricila, Jovane, Adnéia, Vinícius, João, Rafaela (s), Fabíola, Mariene, Samira, Mariana, em especial a Ana Paula e ao Anderson pela amizade e por todo o aprendizado durante todos os trabalhos realizados juntos.

Aos funcionários do Departamento de Química, em especial a Xulita e as meninas da limpeza, Cidinha e Marcela, pela colaboração e pela amizade conquistada no Laboratório de Bioquímica.

E a todos que, de alguma forma participaram e contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

A acerola adquiriu grande importância devido ao alto teor de vitamina C e por seu potencial para industrialização. Porém, durante seu processamento, é gerada quantidade de resíduos (semente e bagaço) provenientes principalmente do processamento de polpa. Agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse, visto que o uso destes pode apresentar uma solução viável para a crescente demanda por alimentos ou até mesmo para o enriquecimento da alimentação humana como uma boa fonte de nutrientes. Este trabalho foi realizado com os objetivos de analisar a farinha de sementes de acerola (FSA) e a farinha de bagaço de acerola (FBA) provenientes da obtenção do suco, quanto aos seus constituintes químicos e suas propriedades funcionais, com a finalidade de assegurar o seu uso em preparações dietéticas e formulações de novos produtos como barras de cereais (BC), com adição destes resíduos visando seu aproveitamento e conseqüentemente agregando valor a esses subprodutos. As sementes foram secas em estufa ventilada, à temperatura de  $\pm 45^{\circ}\text{C}$  e o bagaço liofilizado, ambos até peso constante. As amostras foram moídas, armazenadas em frascos hermeticamente fechados, protegidos da luz e em geladeira. Foram elaboradas BC utilizando a FSA e a FBA e aveia integral, em diferentes combinações: BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; BC 2 - com adição de 12,5% de FSA e 12,5% de farinha de FBA; BC 3 - com adição de 6,25% de FSA e de 18,75% de FBA; BC 4 - com adição de 12,5% de FSA e 12,5% aveia integral e BC 5 - com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral. A FSA e a FBA apresentaram teores elevados ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de matéria seca - MS) de fibra solúvel: 4,76 e 8,74 e fibra insolúvel: 75,76 e 28,58, respectivamente, e teores,  $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  MS, de cálcio (264,32), de ferro (21,15) na FSA e de potássio (791,25) na FBA. Foram detectados antinutrientes e/ou compostos bioativos nas farinhas e entre os estudados. A vitamina C e os compostos fenólicos mostraram altos níveis, em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  MS, na FSA 0,46 e

4,73 e na FBA 10,28 e 10,82, respectivamente. Observaram-se alta absorção de água, óleo e estabilidade de emulsão nestas farinhas, indicando potencial para serem utilizadas como ingrediente na formulação e processamento de alimentos que requeiram essas características. As barras BC 4 e BC 5 apresentaram na análise sensorial os melhores atributos avaliados e aceitação pelos consumidores. Conclui-se que as barras de cereais BC 4 (com adição de 12,5% de FSA e 12,5 % de aveia integral) e BC 5 (com adição de 12,5% de FBA e 12,5 % de aveia integral) podem ser consideradas produtos com maior valor nutricional atendendo as exigências atuais do mercado consumidor, com baixo valor energético e teores elevados de fibras alimentares e ferro, além de estarem enriquecidas com substâncias antioxidantes.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata* Semente Bagaço Nutrientes Compostos bioativos

## ABSTRACT

Acerola acquired great importance due to the high vitamin C content, and for its potential for industrialization. However, during processing, a lot of waste (bagasse and seed) is generated, coming mainly from the pulp processing. Adding value to these products is of great interest, since their use may present a viable solution to the growing demand for food or even to enrich the human food as a good source of nutrients. This study was conducted with the objective of analyzing the acerola seed flour (ASF) and the acerola bagasse flour (ABF) from the juice, for their chemical constituents and their functional properties, in order to ensure its use in dietary preparations and formulations of new products and also produce cereal bars (CB) with the addition of these residues, aiming for their use and consequently adding value to these by-products. The seeds were dried in a ventilated oven at  $\pm 45^{\circ}\text{C}$  and the bagasse was lyophilized, both to constant weight. The samples were ground, stored in hermetically sealed flasks protected from light and put in a refrigerator. CB was prepared using ASF, ABF and brown oats in different combinations: CB 1: control - with the addition of 25% brown oats; CB 2 - with the addition of 12.5% ASF and 12.5% ABF ; CB 3 - with the addition of 6.25% ASF and 18.75% ABF; CB 4 - with the addition of 12.5% ASF and 12.5% brown oats and CB 5 - with the addition of 12.5% ABF and 12.5% brown oats. ASF and ABF showed high contents (g 100 g<sup>-1</sup> dry matter – DM) of soluble fiber: 4.76 and 8.74 of insoluble fiber: 75.76 and 28.58, respectively, and levels, mg 100 g<sup>-1</sup> DM, of calcium (264.32), iron (21.15) in the ASF and of potassium (791.25) in the ABF. Antinutrients were detected and/or bioactive compounds in the flours and among those studied, vitamin C and phenolic compounds showed high levels in g 100 g<sup>-1</sup> DM, in the ASF 0.46 and 4.73 and in the ABF 10.28 and 10.82, respectively. There was a high water absorption, oil and emulsion stability in these flours, indicating potential to be used as an ingredient in the formulation and processing of foods requiring such

characteristics. The bars CB 4 and CB 5 showed the best attributes and consumer acceptance in the sensory analysis. It is possible to conclude that the cereal bars CB 4 (with the addition of 12.5% ASF and 12.5% brow oats) and CB 5 (with the addition of 12.5% ABF and 12.5% brown oats) can be considered as products with an enhanced nutritional value, meeting the demands of the current consumer market, with a low energetic level and high levels of dietary fiber and iron, besides being enriched with antioxidant substances.

**Keywords:** *Malpighia emarginata* Seed Bagasse Nutrients Bioactive compounds

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	11
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1 Resíduos agroindustriais</b> .....	15
<b>2.2 Considerações gerais sobre a aceroleira</b> .....	16
<b>2.3 Constituintes químicos</b> .....	19
<b>2.3.1 Composição centesimal</b> .....	20
<b>2.3.2 Vitamina C</b> .....	21
<b>2.3.3 Compostos fenólicos</b> .....	23
<b>2.3.4 Fitatos</b> .....	24
<b>2.3.5 Saponinas</b> .....	25
<b>2.3.6 Inibidor de protease</b> .....	27
<b>2.3.7 Ácido oxálico</b> .....	27
<b>2.3.8 Nitrato</b> .....	28
<b>2.4 Propriedades funcionais</b> .....	29
<b>2.5 Barras de cereais</b> .....	31
<b>2.6 Análise sensorial</b> .....	33
<b>2.7 Análise de fatores paralelos</b> .....	34
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> .....	48
<b>ARTIGO 1 CHEMICAL COMPONENTS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF ACEROLA (<i>Malpighia emarginata</i> DC.) RESIDUES FLOUR</b> .....	49
<b>ARTIGO 2 BARRAS DE CEREAIS COM RESÍDUOS</b>	

<b>AGROINDUSTRIAIS DE ACEROLA .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>96</b>

**PRIMEIRA PARTE****APRESENTAÇÃO**

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados sob a forma de artigos, os quais se encontram no item artigos.

## 1 INTRODUÇÃO

O fornecimento de uma fonte alimentar de boa qualidade, com baixo custo e oferta regular, que possa suprir as necessidades da população mundial, é um problema que se acentua a cada momento, principalmente nas regiões mais carentes. Sabe-se que o mundo está passando por uma explosão populacional, assim, há uma grande necessidade de aumento da produção de alimentos e conscientização da população para evitar o desperdício.

As frutas e hortaliças desempenham importante papel na dieta humana, não somente no seu valor alimentício, mas como fonte de minerais e vitaminas, essenciais à manutenção da vida. No entanto, durante o processamento de algumas frutas para a produção de sucos, polpas congeladas, néctares e geléias, a maioria das substâncias de interesse é encontrada em partes que normalmente são desprezadas como nas cascas, sementes e bagaço, o que gera um enorme volume de resíduos. Como este volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse, visto que, o uso desses resíduos pode apresentar uma solução viável para a crescente demanda por alimentos ou até mesmo para o enriquecimento da alimentação humana, além de dar um destino a esses resíduos reduzindo a poluição.

Neste contexto, pode-se destacar a acerola, cuja produtividade média dos pomares brasileiros é de 29,65 toneladas de acerola por hectare ao ano, equivalente a 59,3 kg planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (AGRIANUAL, 2010). A acerola apresenta alto teor de vitamina C, contendo ainda bons teores de minerais e vitaminas.

Por apresentar melhores condições para o consumo por até três dias após colheita, oferece dificuldade de sua comercialização *in natura*, assim, é mais comumente encontrada na forma de polpa congelada e suco integral pasteurizado. Porém, os resíduos decorrentes desse processamento, constituído principalmente por bagaço e sementes, não recebem a devida atenção, no sentido

de serem aproveitados, seja na indústria de alimentos, de rações e até mesmo na de cosméticos.

O processamento de suco gera de resíduos em torno de 40% do volume de produção, sendo constituído principalmente de sementes e bagaço. Considerando que estes resíduos são caracterizados como poluentes em potencial, alternativas para redução da quantidade desses resíduos são de grande relevância. Entretanto, para que sejam adequadamente aproveitados e agregar-lhes valor, é necessário o conhecimento da composição química a partir de investigações científicas e tecnológicas.

Uma alternativa para o aproveitamento desses resíduos é a transformação destes em farinhas, que além de possuírem diversos componentes, tais como fibras, vitaminas, minerais, substâncias antioxidantes, apresentam efeitos benéficos à saúde, boa conservação e diferentes propriedades físicas e químicas, o que permite uma ampla gama de aplicações como ingrediente na produção de diferentes produtos como pães, biscoitos, bolos, doces e iogurtes.

Na literatura pesquisada poucos estudos foram encontrados sobre os constituintes químicos desses resíduos, que provavelmente são ricos em nutrientes e/ou compostos bioativos.

## **OBJETIVOS**

### **Gerais**

a) Analisar as farinhas de resíduos (semente e bagaço) provenientes da obtenção do suco de acerola, quanto aos seus constituintes químicos, suas propriedades funcionais, com a finalidade de avaliar a potencialidade de utilização no desenvolvimento de produtos e também elaborar barras de cereais, com adição

destes resíduos, visando seus aproveitamentos e conseqüentemente agregando valor a esses subprodutos.

### **Específicos**

- a) Desidratar os resíduos (semente e bagaço) de acerola e obter a farinha de cada resíduo.
- b) Caracterizar as farinhas de sementes e de bagaço de acerola, quanto aos seus nutrientes.
- c) Quantificar as substâncias bioativas e ou antinutrientes das farinhas de sementes e de bagaço de acerola.
- d) Analisar as propriedades funcionais destas farinhas.
- e) Elaborar barras de cereais utilizando estas farinhas.
- f) Avaliar a aceitação das barras de cereais pelos consumidores em relação aos atributos sabor, textura, aparência, aspecto global e intenção de compra das mesmas.
- g) Caracterizar as barras de cereais quanto aos seus nutrientes.

## **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, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

As cascas, peles, sementes, bagaço e sobras do processo de despulpamento são considerados resíduos, sendo que estes são geralmente descartados pelas indústrias alimentícias e pelo uso doméstico em quantidades significativas, contribuindo ainda para aumento do impacto ambiental (LIMA et al., 2006; PEREIRA et al., 2003).

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada à minimização ou 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, enzimas, 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 (SOUSA et al., 2011).

Além de criar problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas, energia e são considerados custo operacional para as empresas, o que exige investimentos significativos em tratamentos para controlar a

poluição (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007). Entretanto, por meio da utilização de técnicas adequadas, esses resíduos podem ter uma finalidade muito mais benéfica ao homem, servindo como fonte alternativa de nutrientes e de fibras alimentares, evitando assim, o desperdício desses materiais.

Diversos estudos sobre a composição dos resíduos agroindustriais de frutas têm sido realizados com o intuito de que estes sejam adequadamente aproveitados. Para agregar-lhes valor, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, através de investigações científicas e tecnológicas (VIEIRA et al., 2009). Esses resíduos gerados na agroindústria são, marcadamente, sazonais, uma vez que a matéria-prima é de produção irregular no ano.

No caso do resíduo da acerola, estima-se que cerca de 34,40 mil toneladas desse fruto por ano são processadas nas indústrias brasileiras, o que equivale a 7,16% do total de frutas colhidas no país (ALDRIGUE et al., 2002). As acerolas processadas geram, aproximadamente, 18 mil toneladas de sucos e polpas por ano, concentrando-se esta produção na região Nordeste (FREITAS et al., 2006). O sucesso da industrialização da acerola é creditado à quantidade de polpa comestível que a fruta produz e o restante, bagaço, casca e sementes, que representam entre 15 e 41% do volume total de toda acerola processada é desprezado no processo fabril, considerado custo operacional para as empresas (AGUIAR et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2002), e é descartado sem a devida atenção.

## **2.2 Considerações gerais sobre a aceroleira**

A acerola (Figura 1), também conhecida como Cereja das Antilhas ou Cereja de Barbados pertence à família Malpighiaceae, gênero *Malpighia* (OLIVEIRA et al., 2003) e é originária de regiões da América Central, noroeste da América do Sul e Antilhas (NEVES et al., 2002).



Figura 1 Fruto acerola

A classificação botânica da acerola ainda é bastante discutida. *Malpighia glabra* L., *Malpighia puniceifolia* L. e *Malpighia emarginata* D.C. são comumente utilizados para designar a acerola. Entretanto, estudos demonstraram que *M. glabra* e *M. puniceifolia* referem-se à mesma espécie, a qual produz frutos pequenos, insípidos e sem muito suco, distintos da acerola que é cultivada (OLIVEIRA et al., 2003). Conforme Asenjo (1980), a acerola corresponde à espécie *M. emarginata*, o que é confirmado pelo Comitê Internacional de Recursos Genéticos de Plantas, que a partir de 1986 adotou essa denominação de espécie (IBPGR, 1986).

O interesse pela acerola surgiu a partir 1940, quando foi descoberto pelo professor Corrado Ansenjo do Instituto de Bioquímica da Universidade de Porto Rico, que na porção comestível do fruto havia altos teores de vitamina C (800 a 4.000 mg 100 g<sup>-1</sup>) (ARAÚJO; MINAMI, 1994). Pouco tempo depois, em 1955, foi introduzida no Brasil, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, no próprio Estado, a partir de sementes trazidas de Porto Rico (ASENJO, 1995). Além de excelente fonte de vitamina C, a acerola apresenta-se como fonte de provitamina A, contém vitaminas do grupo B como tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6) e niacina, e apresenta em sua composição os minerais, ferro, cálcio, fósforo e sódio (FOLEGATTI; MATSUURA, 2003).

A aceroleira pode florescer e frutificar várias vezes durante o ano, com uma produção de três ou mais safras, concentradas principalmente na primavera

e verão, que dependem das condições climáticas locais, como disponibilidade de água no solo. A partir do 3º ou 4º ano do plantio, plantas adultas chegam a produzir acima de 40 kg de frutos/planta/ano, que corresponde a uma produtividade em torno de 16 t ha<sup>-1</sup>(RITZINGER; RITZINGER, 2004). A formação dos frutos se processa rapidamente entre 21 e 25 dias após a antese. O fruto da aceroleira é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e pesa de 2 a 10 g (NEVES, 2007). Sua polpa (mesocarpo) carnuda e succulenta é recoberta por uma casca (epicarpo) de proteção muito fina e delicada, que amadurece rapidamente. Seu endocarpo, normalmente, é constituído de três caroços triangulares, alongados, com textura de pergaminho e superfície reticulada, podendo ou não conter uma semente cada (MARQUES; FERREIRA; FREIRE, 2007; RITZINGER; RITZINGER, 2011).

O mesocarpo ou polpa representa 70 a 80% do peso total do fruto. Esse rendimento vai depender da origem da aceroleira (FREITAS et al., 2006). As variedades são divididas em doces e ácidas. Apesar das doces serem mais agradáveis ao consumo *in natura*, são as ácidas que despertam o maior interesse comercial, devido ao fato de apresentarem maior teor de ácido ascórbico (MARINO, 1986; SANTOS; SIQUEIRA; BORBA, 2006).

No campo da saúde, a acerola é particularmente indicada nos casos de escorbuto, como preventivo e curativo, e como coadjuvante nas anorexias de várias causas, restrições dietoterápicas prolongadas, infecções de longa duração, gripes, resfriados, lesões hepáticas, afecções pancreáticas e pulmonares, dispepsia, vômitos insidiosos, úlceras do trato digestivo, nas alterações do mecanismo de coagulação sanguínea, nas hemorragias capilares nasais e gengivais, estados de intoxicação por antibióticos, auxilia no tratamento de doenças do fígado, tratamento de pessoas com câncer, além de evitar a perda de apetite e dores musculares (MARINO, 1986; MENDONÇA; MEDEIROS, 2011).

### 2.3 Constituintes químicos

Os constituintes químicos são fundamentais para o desenvolvimento e crescimento normais dos indivíduos. São adquiridos a partir da alimentação, absorvidas no aparelho digestivo, e degradados para formarem outras substâncias essenciais para o organismo. São divididos em macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídios) que formam o corpo da dieta e fornecem energia e micronutrientes (vitaminas e minerais) que completam a alimentação. Além destes nutrientes são encontrados as fibras e alguns compostos bioativos e ou antinutritivos, que apesar de alguns apresentarem danos à saúde, outros propiciam benefícios dependendo da concentração, podendo-se citar: os compostos fenólicos, as antocianinas, os fitatos, as saponinas, os inibidores de tripsina, o ácido oxálico e os nitratos.

As fibras podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água em fibras solúveis e insolúveis. A fibra alimentar solúvel é composta por pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Os compostos insolúveis são celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente. As fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciado diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes a fim de reduzir o colesterol plasmático, a modulação da glicemia bem como de regular o apetite. Esta fração de fibra apresenta alta capacidade de retenção de água, formando géis em solução aquosa. Já as fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, contribuindo também para a absorção de glicose e para o retardo da hidrólise do amido. As fibras alimentares têm o papel de regular o funcionamento intestinal, o que as tornam relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (BRENNAN, 2005).

As substâncias bioativas podem ser definidas como nutrientes e/ou não com ação metabólica ou fisiológica específica. Algumas destas substâncias já possuem alegações aprovadas como os ácidos fenólicos, ácidos graxos monoinsaturados, cafeína, estearato de sódio, fibras, fitoesteróis e outros (ANVISA, 2013). Estas substâncias podem exercer seus efeitos agindo como antioxidantes, bloqueando a atividade de toxinas virais ou bacterianas, inibindo a absorção do colesterol, diminuindo a agregação plaquetária ou destruindo bactérias gastrintestinais nocivas (PENNINGTON, 2002).

### **2.3.1 Composição centesimal**

A composição centesimal 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, lipídios ou extrato etéreo, proteína bruta, fibras, cinzas ou resíduo mineral fixo e glicídios ou extrato não nitrogenado (determinado por diferença).

A composição química da acerola é dependente das espécies, condições ambientais e, também, do estágio de maturação do fruto. Na Tabela 1 está apresentada a composição centesimal da polpa, farinha da semente, resíduo e bagaço determinada por diversos autores. Observa-se uma variação nos níveis desses constituintes analisados entre as frações do fruto e também dentro de cada fração. Provavelmente, essa variação se deve às diferentes espécies estudadas, além das variações da safra e também ao modo de obtenção dos resíduos e até mesmo da metodologia utilizada, como no caso das fibras.

Tabela 1 Composição centesimal (g 100 g<sup>-1</sup> de matéria seca) de polpa e resíduos, resultantes da obtenção do suco

Constituintes	Polpa de acerola	Farinha de sementes de acerola	Resíduo de acerola (semente, pouca casca e resto de polpa)
Lipídios	0,92 <sup>a</sup>	3,20 <sup>b</sup> e 4,33 <sup>c</sup>	0,57 a 5,62 <sup>d</sup>
Proteína bruta	0,43 a 1,32 <sup>e</sup>	10,32 <sup>f</sup> e 18,7 <sup>g</sup>	0,56 a 9,72 <sup>h</sup>
Fibras	-	29,30 <sup>i</sup> e 71,90 <sup>j</sup>	15,33 a 70,6 <sup>k</sup>
Cinzas	0,43 a 0,45 <sup>l</sup>	0,48 <sup>m</sup> e 2,70 <sup>n</sup>	0,65 a 6,08 <sup>o</sup>

<sup>a</sup> Canuto et al., 2010

<sup>b</sup> Lousada et al., 2005

<sup>c</sup> Aguiar et al., 2010

<sup>d</sup> Sena; Nunes, 2006; Abud; Narain, 2009; Aquino et al., 2010; Sousa et al., 2011; Pereira et al., 2010

<sup>e</sup> Vendramini; Trugo, 2000

<sup>f</sup> Lousada et al., 2005

<sup>g</sup> Aguiar et al., 2010

<sup>h</sup> Sena; Nunes, 2006; Abud; Narain, 2009; Aquino et al., 2010; Pereira et al., 2010; Sousa et al., 2011

<sup>i</sup> Aguiar et al., 2010

<sup>j</sup> Lousada et al., 2005

<sup>k</sup> Sena; Nunes, 2006; Abud; Narain, 2009; Pereira et al., 2010

<sup>l</sup> Vendramini; Trugo, 2000; Chaves et al., 2004; Caetano; Daiuto; Vieites, 2012

<sup>m</sup> Aguiar et al., 2010

<sup>n</sup> Lousada et al., 2005

<sup>o</sup> Abud e Narain, 2009; Aquino et al., 2010; Pereira et al., 2010; Sousa et al., 2011

### 2.3.2 Vitamina C

A vitamina C, ou, simplesmente, ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. Por ser muito solúvel em água, está localizada nos compartimentos aquosos dos tecidos orgânicos (BARREIROS et al., 2006). As

plantas e vários mamíferos são capazes de sintetizá-la a partir de glicose e de galactose. Os seres humanos, os porquinhos-da-índia e outros primatas são os únicos mamíferos incapazes de sintetizar o ácido ascórbico, portanto, ele é considerado essencial na dieta. Neles, a deficiência genética da gulonolactona oxidase impede a síntese do ácido L-ascórbico a partir da glicose (LEHNINGER; NELSON; COX, 2011). Desta forma, é necessário que estes animais recebam a vitamina C na sua dieta, pois sua deficiência pode provocar danos à saúde.

A vitamina C é essencial na produção e manutenção do colágeno; na formação de amins aromáticas, tais como a dopamina e a serotonina, que atuam como neurotransmissores; nos processos de cicatrização dos tecidos; na redução do ferro férrico a ferroso, no intestino delgado, facilitando a sua absorção e transporte para a corrente sanguínea. Poderoso antioxidante, impede a oxidação dos ácidos graxos polinsaturados, constituintes dos fosfolípidos das membranas celulares; participa do sistema imunológico, protegendo as células e tecidos contra os mecanismos de ataque dos patógenos; facilita a absorção de minerais, tais como o ferro, zinco e cobre; auxilia na excreção do chumbo, mercúrio, vanádio, cádmio e níquel (HALLIWELL, 2001).

A aceroleira, pelo seu inegável potencial como fonte natural de vitamina C e sua grande capacidade de aproveitamento industrial, tem atraído o interesse dos fruticultores de várias regiões do Brasil. Devido o alto teor de vitamina C encontrado nos seus frutos, passou a ter importância econômica em várias regiões, para consumo *in natura* ou sob a forma de suco, além de ser utilizada também como matéria-prima na indústria farmacêutica.

De acordo Canuto et al. (2010); Chaves et al. (2004) e Vendramini e Trugo (2000), o teor de vitamina C na polpa de acerola variou de 1.879 a 15.140 mg 100 g<sup>-1</sup> de matéria seca. Em resíduo de acerola (semente, pouca casca e resto

de polpa) foi encontrado teores de vitamina C de 541,1 mg 100 g<sup>-1</sup> e 10.448,2 mg 100 g<sup>-1</sup> de matéria seca (AQUINO et al., 2010; SOUSA et al., 2011).

### 2.3.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólicos secundários de plantas que possuem um anel aromático tendo um ou mais grupos hidroxila. Suas estruturas podem variar de uma simples molécula fenólica à de um complexo de massa molecular alta (IGNAT; VOLF; POPA, 2011). São substâncias que não podem ser sintetizadas por animais e humanos, sendo consumidos através da dieta. São descritos como fenóis, ácidos fenólicos e derivados, ligninas, taninos e flavonoides e estão presentes nos alimentos de origem vegetal como folhas, cereais, leguminosas, cacau, cidra e frutas em geral e bebidas como chás, café e vinho tinto (SCHENKEL; CARVALHO; GORMANN, 2007a). Encontrados principalmente nas frutas, são cada vez mais reconhecidos por possuírem várias propriedades funcionais benéficas à saúde do ser humano, tais como antiviral, hipoglicemiante, anti-hipertensivo, anti-carcinogênica e como antioxidante (HANAMURA; AOKI, 2008).

Os flavonoides constituem o mais importante grupo dos compostos fenólicos e se dividem nos seguintes subgrupos: antocianinas, flavononas, flavonóis, flavanas e os isoflavonoides. A grande diversidade estrutural desses compostos é explicada pelas modificações que esses compostos sofrem como hidroxilação, metilação e acilação entre outras. Nas plantas, esses compostos são essenciais para a pigmentação, o crescimento, a reprodução e a resistência a patógenos, também se caracterizando como potentes antioxidantes. Os compostos fenólicos se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos e radiações UV, entre outros (MORAES; COLLA, 2006).

Devido às suas propriedades antioxidantes, os compostos fenólicos têm significativa contribuição na prevenção de diversas enfermidades, tais como

enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas (SÁNCHEZ-MORENO, 2002; SOARES et al., 2008).

De acordo com Kuskoski et al. (2006), Melo et al. (2008) e Rufino et al. (2010), os teores de compostos fenólicos em polpa de acerola (matéria fresca) variaram de 580,1 a 2.193,4 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Em extrato metanólico de resíduo de acerola (sementes, pouca casca e resto de polpa) Oliveira et al. (2009) relataram teores de compostos fenólicos de 681 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca e forte capacidade antioxidante e Sousa et al. (2011) encontraram em extrato aquoso do resíduo de acerola um teor de 1.496,2 mg 100 g<sup>-1</sup> de matéria seca, ratificando a afirmativa de que algumas frutas podem potencialmente conter maior teor de fitoquímicos antioxidantes nas sementes e cascas do que na polpa dos frutos (GUO et al., 2003).

#### **2.3.4 Fitatos**

Os fitatos representam uma classe complexa de compostos de ocorrência natural formados durante o processo de maturação de sementes e grãos de cereais (MAGA, 1982; TORRE et al., 1991). Conhecido como ácido fítico, mio-inositol hexafosfato ou mio-inositol 1,2,3,4,5,6-hexa (dihidrogenofosfato), é uma das principais formas de armazenamento de fósforo e de energia nas plantas (OOMAH; BLANCHARD; BALASUBRAMANIAN, 2008). Esse ácido apresenta várias funções fisiológicas importantes para planta durante o seu ciclo vital, incluindo o armazenamento de fósforo e cátions que fornecem a matéria prima para a formação das paredes celulares.

Os fitatos representam uma complexa classe de compostos de ocorrência natural que influenciam as propriedades nutricionais e funcionais dos alimentos (COSTA et al., 2004; NAKASHIRO, 2007) e desde a sua descoberta, estudos têm focado como sendo a única estrutura capaz de quelar minerais como cálcio, zinco e ferro, e se combinar com as proteínas e amido formando complexos

solúveis resistentes à ação no trato intestinal o que reduz a biodisponibilidade destes nutrientes para o organismo, sendo considerado um composto de ação prejudicial à saúde (OOMAH; BLANCHARD; BALASUBRAMANIAN, 2008; WALTER et al., 2008;). E, embora esse seja 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 (AGOSTINI; IDA, 2006).

Todavia, o consumo de fitato parece não ter apenas efeitos negativos na saúde humana. Novas pesquisas têm mostrado seu efeito benéfico para a saúde humana, devido seu efeito antioxidante, como a diminuição do risco de doenças cardiovasculares e diversos tipos de cânceres (VUCENIK; SHAMSUDDIN, 2003), pode também prevenir a formação de cálculo renal (GRASES et al., 2000), proteger contra diabetes mellitus (YOON; THOMPSON; JENKINS, 1983), ateroscleroses e doença coronária (JARIWALLA et al., 1990).

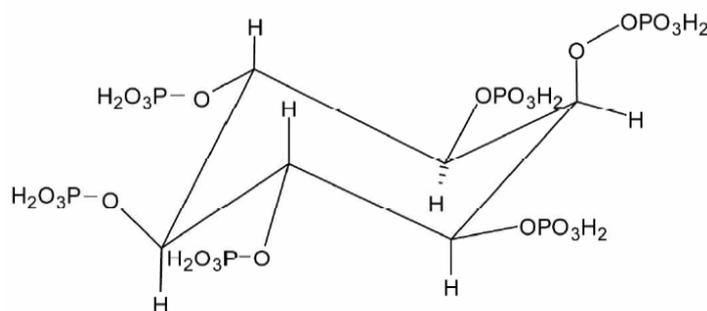


Figura 3 Estrutura do ácido fítico

### 2.3.5 Saponinas

As saponinas são glicosídeos de esteróides ou de terpenos policíclicos. Apresentam estrutura com característica lipofílica (triterpeno ou esteroide) e

hidrofílica (açúcares), que determinam à propriedade de redução da tensão superficial da água e apresentam ações detergentes e emulsificantes (JÚNIOR et al., 2010). O termo saponina é aplicado a um grupo de substâncias naturais que apresentam em comum o gosto amargo e a propriedade de formar espumas quando agitadas com água. A espuma formada é estável à ação de ácidos minerais diluídos, diferenciando-a daquela dos sabões comuns (SCHENKEL et al., 2007b).

São compostos bioativos geralmente produzidos pelas plantas para combater patógenos e herbívoros. São muito encontradas em plantas do tipo monocotiledôneas e dicotiledôneas (AUGUSTIN et al., 2011). Nas plantas, são encontradas em partes diferentes tais como: raiz, tubérculo, casca, folhas, semente e frutos. As saponinas triterpênicas ocorrem principalmente nas dicotiledôneas, enquanto que as saponinas esteroidais nas monocotiledôneas, categoria que abrange as gramíneas (SCHENKEL et al., 2007b).

Por apresentar diversas propriedades químicas e habilidade como agentes espumantes, as saponinas são muito exploradas na indústria como aditivos em alimentos e cosméticos (AUGUSTIN et al., 2011) além, da ação sobre a redução do colesterol do plasma humano (STARK; MADAR, 1993), ação antifúngica e componentes importantes para a ação de muitas drogas vegetais, principalmente aquelas utilizadas racionalmente como expectorantes e diuréticas. Destacam-se também como adjuvantes para aumentar a absorção de outros medicamentos (SCHENKEL et al., 2007b).

Entre os efeitos indesejáveis que podem causar, destacam-se as alterações na reprodução e no crescimento e a redução na absorção de nutrientes em função de modificações na permeabilidade de membranas celulares (FRANCIS et al., 2002).

### **2.3.6 Inibidor de protease**

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 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 as transformam em aminoácidos. São capazes de inibir as atividades da tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase e também a amilase, que degrada o amido. Tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase são enzimas digestivas produzidas pelo pâncreas na forma de seus zimogênios enzimaticamente inativos: tripsinogênio, quimotripsinogênio e procarboxipeptidase e levados até o intestino, quando se tornam ativas e realizam a digestão das proteínas (BARCELOS, 2004).

O inibidor de tripsina age bloqueando a ação da tripsina resultando em aumento excessivo da concentração plasmática de colecistoquinina, e desta forma, o pâncreas é continuamente estimulado a liberar mais enzima, provocando hipertrofia pancreática (SILVA; SILVA, 2000). Entretanto, esses inibidores são termolábeis e geralmente são destruídos nas condições normais de preparo dos alimentos (doméstico ou industrial).

### **2.3.7 Ácido oxálico**

O ácido oxálico ou ácido etanodioico encontra-se presente em inúmeros alimentos de origem vegetal constituintes da dieta humana, sendo os maiores teores encontrados no espinafre, beterraba, taioba, cenoura, feijão, alface, amendoim, cacau e chá. Nestes alimentos, o ácido oxálico pode ser encontrado

combinado com cátions, originando oxalatos solúveis, como os de potássio e de sódio, ou oxalatos insolúveis, principalmente os de cálcio (MASSEY et al., 1993).

O efeito tóxico do ácido oxálico no organismo deve-se à formação de cristais de oxalato de cálcio e sua precipitação no organismo, diminuindo a disponibilidade para realização de numerosos processos fisiológicos (FABRE; TRUHAUT, 1971; MASSEY et al., 1993).

O oxalato de cálcio é o principal constituinte dos cálculos renais nos seres humanos. A restrição dietética da ingestão de oxalato tem sido usada como um tratamento para reduzir a incidência de cálculos nos pacientes (MASSEY et al., 1993). O fato dos 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 exposição crônica. Assim, os oxalatos seriam classificados como antinutrientes (MIDIO; MARTINS, 2000).

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).

### **2.3.8 Nitrato**

Nitratos são substâncias que podem estar presentes naturalmente, nos alimentos de origem vegetal e animal e na água, em decorrência do uso de fertilizantes na agricultura (LEVALLOIS; PHANEUF, 1994). Dependendo da quantidade presente, pode produzir efeito tóxico aos indivíduos pelo consumo de alimentos. Esses efeitos poderão ser severos ou não, dependendo da quantidade ingerida e da susceptibilidade do organismo (ARAÚJO; MIDIO, 1990).

Os vegetais 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 nos alimentos naturais dependem do uso de fertilizantes e das condições nas quais os alimentos são cultivados, colhidos e armazenados (GUADAGNIN, 2004; WALKER, 1975).

Os nitratos são convertidos em nitritos, os quais podem reagir com aminas secundárias e terciárias tanto *in vivo* como no próprio alimento, originando composto N-nitroso (nitrosaminas) de elevado potencial carcinogênico, teratogênico e mutagênico (ARAÚJO; MIDIO, 1990). No trato gastrointestinal, o nitrato pode ser convertido em nitrito pela ação de bactérias redutoras e este pode ser transformado em nitrosaminas no estômago (LEVALLOIS; PHANEUF, 1994).

Do ponto de vista nutricional, a quantidade de nitrato presente na planta interfere no metabolismo da vitamina A e nas funções da glândula tireóide, podendo sofrer redução a nitrito no organismo e, após absorvidos, originar cianoses devido à formação de metamioglobina; ou ainda, reagir com aminas secundárias e terciárias formando composto N-nitroso, potencialmente carcinogênicos (WALKER, 1990).

Na literatura não foram encontrados estudos sobre os constituintes fitatos, saponinas, inibidores de tripsina, ácido oxálico e nitrato na polpa de acerola ou de outras frações do fruto.

#### **2.4 Propriedades funcionais**

As propriedades funcionais são particularidades físico-químicas dos alimentos que colaboram para que tenham as características desejadas pelo consumidor. Podem ser alteradas durante a preparação e processamento dos

alimentos (NAVES et al., 2010). Portanto, é indispensável à indústria de alimentos a caracterização dessas propriedades nos subprodutos que apresentam potencial para serem comercializados.

Segundo Kinsella (1979), propriedade funcional é a característica físico-química que influi no comportamento de ingredientes nos sistemas alimentícios durante a preparação, processamento, armazenamento e consumo. A utilização de produtos proteicos pela indústria alimentícia tem mostrado aumento significativo em virtude de suas características funcionais. A capacidade que as proteínas possuem para desempenhar certas funções em determinado sistema alimentar, tais como, absorção de água, formação e estabilidade de emulsão, formação de gel e espuma, entre outras, depende de numerosos fatores como conteúdo proteico, solubilidade, pH, concentração de sal e métodos de processamento; fatores que afetam as propriedades funcionais das proteínas (SGARBIERI, 1996; WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000).

A funcionalidade de um ingrediente exerce grande influência nos processos de elaboração, estocagem, qualidade e aceitação de um alimento (CHOU; MORR, 1979). Como exemplo, a capacidade de absorção de óleo tem grande importância na formulação de alimentos, podendo influenciar na ordem de adição dos ingredientes secos na mistura, além de ser usado para determinar os tempos de mistura utilizando uma distribuição uniforme do óleo ou gordura na mistura seca (DE KANTEREWICZ; PILOSOF; BARTHOLOMAI, 1989). A absorção de água de um componente do alimento determina não somente a aceitabilidade do produto final em termos de textura e suculência, mas também a sua margem de lucro (HALL, 1996). A capacidade de retenção de água é de grande utilidade na fabricação de produtos cárneos, impedindo a perda de água no processo de cozimento, em produtos de panificação e em alimentos viscosos como sopas (KINSELLA, 1976) e a capacidade de uma proteína de formar e estabilizar emulsões é fator crítico para a produção de carnes moídas, massas

para bolos, cremes para café, maioneses, molhos para saladas e sobremesas congeladas (CHAUD; SGARBIERI, 2006).

## **2.5 Barras de cereais**

A demanda por alimentos nutritivos e seguros está crescendo mundialmente e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares.

Diante disso, com a crescente preocupação da população em melhorar a qualidade de vida, principalmente os hábitos alimentares e de modo a atender esta tendência de alimentos nutritivos, as barras de cereais adquiriram grande espaço no mercado por substituírem outros alimentos de menor valor nutricional.

As barras de cereais atendem a esta tendência e ganham aceitação do consumidor, principalmente em termos nutritivos, devido a sua contribuição como fonte de vitaminas, sais minerais, proteínas, carboidratos complexos e especialmente pelo teor de fibras alimentares (DUTCOSKY et al., 2006; IZZO; NINESS, 2001). A popularidade desses produtos reflete em tabelas nutricionais, que recomendam o aumento do consumo de fibras alimentares, pois se constatou que o baixo consumo deste constituinte pode implicar em fator de riscos de doenças, como: diverticulose, síndrome do cólon irritado e até mesmo o câncer (DUTCOSKY et al., 2006).

As barras de cereais são elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável obtidas da mistura ou combinação de três ou mais alimentos higienicamente preparados, com específicos valores nutritivos e específico sabor. Ao ser acrescentado agente ligante, obtém-se textura adequada ao produto, que é embalado e comercializado em porções individuais

de aproximadamente 25 g as quais são obtidas das mais variedades combinações de ingredientes, principalmente com frutas e cereais (PEREIRA et al., 2008). As barras são produtos multicomponentes e os ingredientes devem ser combinados de forma adequada para garantir que se completam mutuamente nas características de sabor, textura e propriedades físicas, sendo que o atributo sabor é o item mais importante na decisão de compra.

As barras surgiram em função da procura cada vez maior das pessoas por produtos naturais, nutritivos e saudáveis. Essas barras são um meio prático e conveniente de ingerir nutrientes. São fáceis de encontrar, transportar e apresentam-se como uma forma rápida de repor a energia gasta em atividades físicas intensas, fazendo parte do cardápio como auxiliares (CARVALHO, 2008; TETTWEILER, 1991).

Em 1992, foi lançada no Brasil, a primeira barra de cereal. O produto, talvez inovador demais para a época, não foi bem aceito pelo consumidor, e, somente alguns anos depois, as barras de cereais foram ganhando espaço, chegando a um crescimento de 25% ao ano (BARBOSA, 2001).

A necessidade de diversificação estimula pesquisas científicas e de mercado para inovações e alternativas, aprimorando este segmento com diversificação de barras. Várias pesquisas científicas vêm avançando na utilização de subprodutos e resíduos das agroindústrias em substituição total ou parcial de matéria-prima ou em novos produtos, caracterizando-os e analisando-os tecnológica, química, físico-química e sensorialmente, entre outras (BARBOSA et al., 2006; LARRAURI, 1999; MURPHY; BARVA; HAUCK, 2002; PENNA; TUDESCA, 2001; SENHORAS, 2004; WANG; CABRAL; BORGES, 1999). Como as barras de cereais são alimentos de fácil consumo têm apresentado um rápido crescimento no mercado.

## 2.6 Análise sensorial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) a análise sensorial é definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

Com o desenvolvimento de novos produtos, modificação em suas formulações e complementação de produtos existentes torna-se necessária a avaliação de aceitação da população a esse produto, assim, a análise sensorial é uma ferramenta importante nesse processo.

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode-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, 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 pesquisado do produto (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 a 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).

## 2.7 Análise de fatores paralelos

Durante o desenvolvimento ou melhoria de produtos alimentícios, é importante ouvir com atenção às preferências dos consumidores a fim de garantir a aceitação do produto. Ao longo dos anos, muitas ferramentas e técnicas têm sido desenvolvidas para o uso no processo de desenvolvimento de novos produtos (FELBERG et al., 2010; MAHANNA; LEE, 2010). Técnicas de mapeamento de preferência estão entre os ferramentas de marketing mais populares (DONADINI; FUMI, 2010). Além da sua aplicação a uma grande variedade de marketing são frequentemente usadas para a melhoria dos produtos (LOVELY; MEULLENET, 2009; VAN KLEEF et al., 2006).

A técnica de mapa de preferência utiliza análise estatística multivariada para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos, identificando o indivíduo e suas preferências. Os mapas podem ser divididos em duas categorias: interno, utilizado quando se realiza a análise apenas sobre o conjunto de dados de aceitação/preferência gerados a partir de testes afetivos, e externo, quando se incluem também na análise as medidas descritivas geradas por uma equipe de julgadores treinados e/ou resultados físicos e químicos, relacionando-as com dados de aceitação (REIS et al., 2006).

O mapa de preferência multidimensional interno obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC) torna possível analisar simultaneamente as interações entre a preferência dos consumidores, levando em conta a aceitação em relação a vários atributos avaliados para cada produto, o que pode facilitar a seleção de amostras favoritas. É, assim, uma ferramenta útil para a análise dos testes de aceitação do consumidor permitindo a extração de informações relevantes e a visualização gráfica dessas informações com interpretabilidade melhorada. Além disso, permite uma comparação do desempenho global das amostras em testes de aceitação do consumidor,

simultaneamente, tendo em conta a influência de todos os atributos avaliados (NUNES; PINHEIRO; BASTOS, 2011).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A acerola é uma fruta que adquiriu grande importância devido ao alto teor de vitamina C, além, de vitaminas do grupo B como tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6) e niacina, minerais como o ferro, cálcio, fósforo e sódio.

Por apresentar melhores condições para o consumo por até três dias após colheita, a acerola oferece dificuldade de sua comercialização *in natura*, assim, apresenta potencial para industrialização e é mais comumente encontrada na forma de polpa congelada, suco integral pasteurizado, geleias e iogurtes. Porém, os resíduos decorrentes desse processamento, constituído principalmente por bagaço e sementes, não recebem a devida atenção, no sentido de serem aproveitados, seja na indústria alimentícia, de rações e até mesmo na de cosméticos.

Agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse, visto que o uso destes pode apresentar uma solução viável para a crescente demanda por alimentos ou até mesmo para o enriquecimento da alimentação humana como uma boa fonte de nutrientes e de fibras alimentares, podendo ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Diversos estudos sobre a composição dos resíduos agroindustriais de frutas têm sido realizados com o intuito de que estes sejam adequadamente aproveitados. Para agregar-lhes valor, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, através de investigações científicas e tecnológicas.

A partir das análises realizadas para a elaboração desta dissertação, observou-se que as farinhas desses resíduos são boas fontes de fibras, de minerais, principalmente o ferro. Apresentaram alta estabilidade de emulsão e capacidade de absorção de água e de óleo, portanto, apresentando potencial para serem incorporadas em produtos cárneos e de panificação. Entre os antinutrientes e/ou compostos bioativos estudados, a vitamina C e os compostos

fenólicos apresentaram altos níveis. Os compostos fenólicos podem ter ação benéfica no organismo, bem como podem estar associados à carências nutricionais, assim, a utilização dessas farinhas na alimentação deve ser realizada com cuidados.

Devido à riqueza de constituintes, como fibras, minerais, vitamina C e compostos fenólicos, apresentados pela FSA e FBA, elaboraram-se barras de cereais com substituição de aveia, e aquelas com 12,5% de FSA e com 12,5% de FBA apresentaram sensorialmente os melhores resultados. Essas farinhas aumentaram os teores de fibras e de ferro das barras de cereais com valor calórico menor, além de enriquecê-las com substâncias antioxidantes, sugerindo-se que o uso da farinha de sementes e de bagaço de acerola na dieta humana poderá trazer benefícios ao organismo.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação de farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, out./dez. 2009.
- AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedade funcional e ou de saúde**. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/bdac5c80474597399f7ddf3fbc4c6735/rdc\\_02.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/bdac5c80474597399f7ddf3fbc4c6735/rdc_02.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 4 fev. 2012.
- AGOSTINI, J. S.; IDA, E. I. Efeito das condições de germinação de girassol na redução do teor de fitato e ativação de fitase e fosfatase ácida. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 61-70, 2006.
- AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 520 p.
- AGUIAR, T. M. et al. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 91-102, 2010.
- ALDRIGUE, M. L. et al. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Editora UFPB, 2002. v. 1, 198 p.
- AQUINO, A. C. M. S. et al. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-386, 2010.
- 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, P. S. R. de; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 81p.
- ASENJO, C. F. Acerola. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. **Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses**. Westport: AVI, 1980. p. 341-374.
- ASENJO, C. F. Acerola. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**: terminologia. Brasília, 1993. 8 p.

AUGUSTIN, J. M. et al. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. **Phytochemistry**, New York, v. 72, n. 6, p. 435-457, 2011.

BARBOSA, L. N. et al. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1-2, p.11-20, 2006.

BARBOSA, M. **Na onda da barra**. Com uma gestão alternativa e um produto campeão de vendas, Nutrimental afasta a crise e volta a ser uma empresa saudável. 2001). Disponível em:  
<[http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/16721\\_NA+ONDA+DA+BARRA](http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/16721_NA+ONDA+DA+BARRA)>.  
Acesso em: 10 out. 2012.

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

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.

BRENNAN, C.S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, Weinheim, v. 49, n. 6, p.560-570, 2005.

CAETANO, P. K. DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Características físico-químicas e sensorial de geléia elaboradas com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.

CANUTO, G. A. B. C. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARVALHO, M. G. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CHAUD, S. G.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana,

manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 369-379, 2006.

CHAVES, M. C. V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2004.

CHOU, D.H.; MORR, C. V. Protein water interactions and functional properties. **Journal of American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 56, n. 1, p. 53a-62a, 1979.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 73-81, 2004.

DE KANTEREWICZ, R. J.; PILOSOFF, A. M. R.; BARTHOLOMAI, G. B. A simple method for determining oil absorption capacity of protein and the kinetics of oil uptake. **Journal of American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 66, n. 6, p. 809-812, 1989.

DONADINI, G.; FUMI, M. D. Sensory mapping of beers on sale in the Italian market. **Journal Sensory Studies**, Malden, v. 25, p. 19-49, 2010.

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

DUTCOSKY, S. D. et al. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, London, v. 98, n. 4, p. 630-638, 2006.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652 p.

FABRE, R.; TRUHAUT, R. **Toxicologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 887 p.

FELBERG, I. et al. Formulation of a soy-coffee beverage by response surface methodology and internal preference mapping. **Journal Sensory Studies**, Malden, v. 25, p. 226-242, 2010.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. Produtos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 164-184.

FRANCIS, G. et al. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 88, n. 6, p. 587-605, 2002.

FREITAS, C. A. S. et al. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

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.

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 Ciências de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

GUO, C. et al. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**, Tarryton, v. 23, p. 1719-1726, 2003.

HALL, G. M. *Methods of testing protein functionality*. London: Blackie Academic & Professional, 1996. 265 p.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 475, p. 29-15, 2001.

HANAMURA, T.; AOKI, H. Toxicological evaluation of polyphenol extract from acerola (*Malpighia emarginata*) fruit. **Journal of Food Science**, Japan, v. 73, n. 4, 2008.

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

INTERNATIONAL BOARD OF PLANT GENETIC RESOURCES. *Malpighia emarginata* (Acerola). In: \_\_\_\_\_. **Genetic resources of tropical**

**and subtropical fruits and nuts (excluding musa)**. Rome: IBPGR, 1986. p. 52-54.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. **Cereal Foods World**, Canadá, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.

JARIWALLA, R. J. et al. Lowering of serum cholesterol and triglycerides and modulation of divalent cations by dietary phytate. **Journal of Applied Nutrition**, Chicago, v. 42, n. 1, p. 18-28. 1990.

KLEEF, E. van; TRIJP, H. C. M. van; LUNING, P. Internal versus external preference analysis: An exploratory study on end-user evaluation. **Food Quality and Preference**, Santa Cruz, v. 17, p. 387-399, 2006.

KINSELLA, A. R. Functional properties of soy proteins. **Journal of American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.56, n. 3, p. 242-258, Mar. 1979.

KINSELLA, J. E. Functional properties in foods: a survey. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 7, n. 3, p. 219-280, 1976.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul./ago. 2006.

LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by products. **Trends Food Science Technology**, Reino Unido, v. 10, p. 3-8, 1999.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1273. p. 2011.

LEVALLOIS, P.; PHANEUF, D. Contamination of drinking water by nitrates: analysis of health risks. **Canadian Journal of Public Health**, Canadá, v. 85, n. 3, p. 192-196, 1994.

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

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Fatores antinutricionais para ruminantes. **Revista ACTA Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 4, n. 3, p. 132-143, 2010.

LOUSADA JÚNIOR, E. et al. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005.

LOVELY, C.; MEULLENET, J.F. Comparison of preference mapping techniques for the optimization of strawberry yogurt. **Journal Sensory Studies**, Malden, v. 24, p. 457-478, 2009.

MAGA, J. A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 30, n. 1, p. 1-9, 1982.

MAHANNA, K.; LEE, S.Y. Consumer acceptance of food bars. **Journal Sensory Studies**, Malden, v. 25, p.153-170, 2010.

MARINO, N. L. **Acerola, a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94 p.

MARQUES, L. G.; FERREIRA, M. C.; FREIRE, J. T. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.). **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, n. 5, p. 451-457, 2007.

MASSEY, L. K.; ROMAN-SMITH, H.; SUTTON, R. A. L. Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 93, n. 8, p. 901-906, Aug. 1993.

MELO, E. A. et al. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 67-72, jan./mar. 2008.

MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. F. **Culturas da aceroleira e do maracujazeiro**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido. Departamento de Ciências Vegetais, 2011. (Boletim Técnico, 4).

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

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

- MURPHY, P. A.; BARVA, K.; HAUCK, C. C. Solvent extraction in the determination of isoflavones in soy foods. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 777, n. 1-2, p.129-138, Sept. 2002.
- NAVES, L. P. et al. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 185-190, 2010. (Suplemento, 1).
- NEVES, C. S. V. J. et al. Recuperação de plantas de genótipos de aceroleira afetadas por geada no norte do Paraná. *Semina*, **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 173-178, 2002.
- NEVES, I. P. **Cultivo de acerola**. Salvador: Rede de Tecnologia da Bahia, 2007. (Dossiê Técnico).
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.
- OLIVEIRA, A. C. et al. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, London, v. 115, n. 2, p. 469-475, 2009.
- OLIVEIRA, J. R. P. et al. Aspectos botânicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 198 p.
- 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, n. 23, p. 11312-11319, Dec. 2008.
- PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. M.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 1, 2007.
- PENNINTON, J. A. T. Food composition databases for bioactive food components. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 4, p. 419-434, 2002.

PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no nordeste brasileiro. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.

PEREIRA, G. I. S. et al. Avaliação química de folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.852-57, 2003.

PEREIRA, L. A. et al. Aceitabilidade de barras alimentícias elaboradas com resíduo do extrato de soja e vegetais desidratados. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CEFET, 1., 2008, Uberaba, 2008. **Anais...** Uberaba: CEFET, 2008.

REIS, R. C. et al. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. Cap. 5, p. 111-126.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. **Acerola** – aspectos gerais da aceroleira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. n. 9.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 17-25, 2011.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos: actividad antioxidante. **Alimentaria**, Lisboa, v. 1, p. 29-40, 2002.

SANTOS, D.; SIQUEIRA, D. L.; BORBA, A. N. **Cultivo da aceroleira**. Viçosa MG: UFV/PREC, 2006. n. 48.

SCHENKEL, E. P.; CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. Cap. 20, p. 519-535.

SCHENKEL, E. P. et al. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. Cap. 27, p. 597-622.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v. 7, n. 2, p. 94-102, 2006.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde. **Revista Urutáguá**: revista acadêmica multidisciplinar, Maringá, v. 5, p. 1-4, dez./mar. 2004.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos proteicos**: propriedades, degradações e modificações. São Paulo: Varela, 1996.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 3-9, jan./abr. 2000.

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niagara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 1, p. 59-64, mar. 2008.

SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, maio/jun. 2011.

STARK, A.; MADAR, Z. The effect of an ethanol extract derived from fenugreek (*Trigonella foenum – graecum*) on bile acid absorption and cholesterol levels in rat. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 69, n. 1, p. 277-287, Jan. 1993.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3<sup>rd</sup> ed. London: Academic, 2004. 408 p.

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.

TETTEWEILER, P. Snack foods worldwide. **Food Technology**, Chicago, v.45, p.58-62, 1991.

TORRE, M.; RODRIGUEZ, A.R., SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 1, n. 1, p. 1-22, 1991.

VASCONCELOS, V. R. et al. Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: FAEC, 2002. p. 83-99.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, London, v. 71, n. 2, p. 195-198, 2000.

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.

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

WALKER, R. Naturally occurring nitrate/nitrite/nitrate in foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 26, n. 11, p. 1735-1742, Nov. 1975.

WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. **Food Additives and Contaminants**, v. 7, p. 717-768, 1990.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

WANG, S. H.; CABRAL, L.; BORGES, G. G. Utilização do resíduo do leite de soja na elaboração de paçoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p.1305-1311, 1999.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2000.

YOON, J. H.; THOMPSON, L. U.; JENKINS, D. J. A. The effect of phytic acid on in vitro rate of starch digestibility and blood glucose response. **American Journal of Clinical Nutrition**, Stanford, v. 38, n. 6, p.835-842, 1983.

## SEGUNDA PARTE

### ARTIGOS

No primeiro artigo, intitulado CHEMICAL COMPONENTS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) RESIDUES FLOUR, determinou-se os constituintes químicos e as propriedades funcionais das farinhas de sementes (FSA) e de bagaço (FBA) de acerola.

No segundo artigo, intitulado ELABORAÇÃO DE BARRA DE CEREAIS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE ACEROLA, utilizou-se a FSA e a FBA na elaboração de barras de cereais, verificando as suas aceitabilidades e caracterizando-as.

## ARTIGO 1

**CHEMICAL COMPONENTS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF  
ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) RESIDUES FLOUR****CONSTITUENTES QUÍMICOS E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA  
FARINHA DE RESÍDUOS DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)**

Artigo submetido na revista Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Tamara Rezende Marques<sup>1\*</sup>; Angelita Duarte Corrêa<sup>2\*</sup>; Jéssica Boreli dos  
Reis Lino<sup>2</sup>; Celeste Maria Patto de Abreu<sup>2</sup>; Anderson Assaid Simão<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Federal University of Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brazil, CP 3037 – CEP 37200-000, telephone: (35)3829-1893, E-mail: tamara\_rezende@hotmail.com

<sup>2</sup> Department of Chemistry, Federal University of Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brazil, telephone: (35)3829-1273, E-mail: angelita@dqi.ufla.br

<sup>3</sup> Department of Chemistry, Federal University of Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brazil, E-mail: jessicaboreli@quimica.ufla.br

<sup>4</sup> Department of Chemistry, Federal University of Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brazil, E-mail: celeste@dqi.ufla.br

<sup>5</sup> Department of Chemistry, Federal University of Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brazil, E-mail: andersonbsbufla@yahoo.com.br

\*Corresponding author

**ABSTRACT**

In this study, we performed phytochemical screening to determine centesimal and mineral composition, bioactive compounds and the functional properties of both acerola seed flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF). Seeds were dried in a ventilated oven at about 45°C and the bagasse was freeze-dried. Samples were ground, stored in hermetically sealed vials and protected from light. Phytochemical screening revealed some metabolites of considerable nutritional and pharmacological interest and no potentially toxic substances in the flours. ASF and ABF showed high levels (g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter – DM) of soluble fiber: 4.76 and 8.74, and insoluble fiber: 75.76 and 28.58, respectively. Levels (mg 100 g<sup>-1</sup> DM) were also high for calcium (264.32) and iron (21.15) in ASF and potassium (791.25) in ABF. Phenolic compounds showed the highest levels (g 100 g<sup>-1</sup> DM) in ASF: 4.73 and ABF 10.82 among the bioactive compounds. Therefore, these flours should be consumed carefully. High water and oil absorption and emulsion stability were also found, suggesting that the flours can be potentially used as ingredients in the formulation and processing of food which requires such characteristics.

Keywords: seed, bagasse, chemical characterization

**RESUMO**

Neste trabalho realizou-se a triagem fitoquímica, determinou-se a composição centesimal e mineral, os compostos bioativos e as propriedades funcionais das farinhas de sementes (FSA) e de bagaço (FBA) da acerola. As sementes foram secas em estufa ventilada, à temperatura de ± 45°C e o bagaço liofilizado. As amostras foram moídas, armazenadas em frascos hermeticamente fechados e protegidos da luz. A triagem fitoquímica revelou a presença de importantes metabólitos de interesse farmacológico, alimentícios e ausência de substâncias potencialmente tóxicas nas farinhas. A FSA e a FBA se destacaram nos teores (g

100 g<sup>-1</sup> de matéria seca – MS) de fibra solúvel: 4,76 e 8,74 e fibra insolúvel: 75,76 e 28,58, respectivamente, e nos teores (mg 100 g<sup>-1</sup> MS) de cálcio (264,32) e de ferro (21,15) na FSA e de potássio (791,25) na FBA. Dentre os antinutrientes estudados, os compostos fenólicos se destacaram com altos níveis, em mg 100 g<sup>-1</sup> MS, na FSA: 4,73 e FBA: 10,82, portanto, a utilização dessas farinhas na alimentação deve ser realizada com cuidados. Observou-se alta absorção de água, óleo e estabilidade de emulsão nestas farinhas, indicando potencial para serem utilizadas como ingrediente na formulação e processamento de alimentos que requeiram essas características.

Palavras- chave: semente, bagaço, caracterização química

## 1 INTRODUCTION

Most substances of interest in fruits are generally found in parts often discarded, such as peel, dry pulp and seeds. Studies have shown that agro industrial residues often have high contents of protein, carbohydrate, and polyunsaturated lipids, besides metabolic or physiological elements which are beneficial to the human body, such as fibers, phenolic compounds, and antioxidant substances. Thus, some residues can be used in low-cost food production. Despite numerous benefits, however, these parts are usually discarded in most consumption purposes, which results in a huge amount of waste. Moreover, some residues can also contain toxic substances or anti-nutritional factors such as protease inhibitors.

The processing of acerola juice generates residues of approximately 40% of production volume, consisting mainly of seeds and bagasse (peel and dry pulp). Considering that these residues are characterized as potential pollutants, creating alternatives for reducing this amount of residues is of great importance. However, in order to properly harness and add value to the material, it is

essential to find its chemical composition based on scientific and technological investigations.

Only a few studies about the chemical components of these residues were found in the literature review. While studying the chemical composition of acerola seed flour, AGUIAR et al. (2010), found contents of: protein (18.70); ether extract (4.33); ash (0.49); total fiber (29.29) and vitamin C (0.08) in 100 g<sup>-1</sup> of dry matter (DM). In acerola residues (seeds and bagasse) SOUSA et al. (2011) found contents of: proteins (1.98 g 100 g<sup>-1</sup> DM); ether extract (4.30 g 100 g<sup>-1</sup> DM); ash (0.66 g 100 g<sup>-1</sup> DM); vitamin C (0.11 g 100 g<sup>-1</sup> DM); phenolic compounds (2.97 g 100 g<sup>-1</sup> DM), carotenoids (1.06 mg 100 g<sup>-1</sup> DM ) and anthocyanins (10.59 µg 100 g<sup>-1</sup> DM) .

Knowing the functional properties of food is essential for food industry, since they are physical and chemical aspects which contribute to achieve features desired by consumers. Thus, potential commercial by-products should be tested for these properties in order to define their intended use. No studies on the functional properties of acerola were found in either seed flour or bagasse flour.

Therefore, this study performed phytochemical screening to determine centesimal and mineral composition, bioactive compounds and anti-nutrients in both acerola seed flour and acerola bagasse flour, analyzing the functional properties of these flours in order to ensure their use.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 Sampling and sample preparation**

Residues (seeds and bagasse) of acerola *Malpighia emarginata* DC Variety BRS 238 Frutacor of pulp extraction were supplied by a fruit pulp company located in Perdões, state of Minas Gerais, Brazil. Several batches were collected and mixed into a single one to be used in all experiments. Seeds were

washed with running water, scrubbed to remove any residual pulp and weighed. The bagasse was frozen at -18°C, and then seeds and bagasse were dehydrated as described below.

## **2.2 Dehydrating acerola residues and preparing the flours**

The seeds were dehydrated in forced ventilation oven and placed in ten fine mesh wire baskets containing 400 g at 45°C. Readings for loss of seed weight were performed every 24 hours. Then the baskets were removed from the oven, weighed on a 3 decimal place balance and quickly replaced in the oven until constant weight. The bagasse was freeze-dried in twelve beakers containing 250 g portions, and protected from light until constant weight.

After dehydration, seeds and bagasse were ground in a knife mill (TE 631 Tecnal<sup>®</sup>) for 3 minutes, packed in hermetically sealed vials and protected from light in a refrigerator. Then, the flours underwent analysis in triplicate.

## **2.3 Analyses**

### **2.3.1 Granulometry of flours**

A sieve shaker was used to determine the particle size of both acerola seed flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF). A 30 g portion of each sample was sieved for 10 minutes, using a set of five round sieves, openings 10, 40, 60, 80 and 100-mesh and a base. Then, the contents retained in each sieve were weighed and expressed in retention percentages.

### **2.3.2 Phytochemical Screening**

Acerola seed flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF) underwent phytochemical screening process. Specific reagents were applied to each chemical group in chemical reactions resulting in change in color or precipitate formation, or both, which is particular for each substance class (MATOS, 1997).

### **2.3.3 Centesimal and Mineral Composition**

Centesimal composition (moisture, ether extract, crude protein (N x 6.25), ashes, dietary fiber and nitrogen-free extract) was performed with the method of the Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005).

For quantifying minerals (Fe, Zn, Mn, Cu, Ca, Mg, P, K and S), ASF and ABF were subjected to nitric perchloric digestion in digester blocks with temperature control. P and S were determined by colorimetry, K by flame photometry and Ca, Mg, Cu, Mn, Zn and Fe by atomic absorption spectrophotometry (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

### **2.3.4 Anti-nutrients and or bioactive compounds**

Vitamin C was dosed according to STROHECKER & HENNINGG (1967), using ascorbic acid as standard. Nitrate was dosed according to CATALDO et al. (1975), using potassium nitrate as standard. According to BACCOU, LAMBERT and SAUVAIRE (1977), saponin content was determined using digitonin as standard. The method by LOURES & JOKL (1990) was applied for oxalic acid quantification. Trypsin inhibitors of ASF and ABF were extracted with basic solution according to KAKADE et al. (1974) and trypsin activity was determined following the method proposed by ERLANGER, KOKOWSKY and COHEN (1961). Phytate was determined according to FRÜHBECK et al. (1995) and LATTA & ESKIN (1980) using sodium phytate as standard. The extraction of phenolic compounds of ASF and ABF was performed with 50% methanol, using tannic acid as standard (AOAC, 2005).

### **2.3.5 Functional Properties**

In order to determine functional properties, the Mallory Robot Classic mixer was used at its maximum speed. For water and oil absorption and emulsion stability, we used the method described by OKEZIE & BELLO (1988). Foam volume and emulsifying activity were determined according to

WANG, CABALLERO-CORBOBA and SGARBIERI (1992) and DENCH, RIVAS and CAYGILL (1981) respectively.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

Most flour particles were retained on sieves sized 40 mesh (0.425 mm) to 80 mesh (0.180 mm). According to ZANOTTO & BELLAVER (1996), the uniformity index indicates the relative proportion between coarse, medium and fine particles, which are defined according to diameters higher than 2 mm, between 2 and 0.60 mm, and lower than 0.60 mm, respectively. Therefore, ASF and ABF particles can be classified as fine.

The results of phytochemical screening indicate the presence of different metabolic groups of nutritional and pharmacological interest in both flours, such as tannins, flavonoids, depsides, depsidones, and coumarins. Neither cardiac glycosides, nor steroids, nor alkaloids were detected in any of the flours.

A low moisture content was observed in ASF (9.20 g 100 g<sup>-1</sup>) and ABF (10.90 g 100 g<sup>-1</sup>), which was favorable to this product preservation. Thus, this result contributed to better food preservation and increased shelf life, since the amount of water available for developing microorganisms and causing chemical reactions was reduced.

Both flours showed low contents of crude protein, ether extract and ashes, and ABF had the highest contents of these substances (Table 1).

While studying ASF, AGUIAR et al. (2010) found 18.70 g 100 g<sup>-1</sup> of proteins in dry matter (DM), a far higher level than we found in this study. Regarding ether extract, AGUIAR et al. (2010) and LOUSADA JUNIOR et al. (2005) reported 4.33 g 100 g<sup>-1</sup> DM and 3.20 g 100 g<sup>-1</sup> DM in ASF, respectively. SOUSA et al. (2011), while analyzing residues of acerola (seeds, small amount of peel and dry pulp) found 3.59 g 100 g<sup>-1</sup> DM of ether extract.

TABLE 1. Centesimal composition in g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter of acerola seeds flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF)

Sample	Crude Protein <sup>1</sup>	Ether Extract <sup>1</sup>	Ashes <sup>1</sup>	Dietary Fiber <sup>1</sup>		NFE <sup>1*</sup>
				Soluble	Insoluble	
ASF	8.51 ±	5.27 ±	1.65 ±	4.76 ±	75.66 ±	4.15 ±
	0,11	0.18	0.05	0.98	1.58	1.48
ABF	11.55 ±	5.61 ±	3.46 ±	8.74 ±	28.58 ±	42.06
	0,09	0.98	0.05	0.53	1.24	± 2.49

<sup>1</sup>The data are mean of three repetitions ± standard deviation. Moisture content of flours in g 100 g<sup>-1</sup>: ASF: 9.20 and ABF: 10.90. \*NFE: Nitrogen-free extract

The contents of ash detected in ASF and ABF were higher than those reported by AGUIAR et al. (2010), who found 0.49 g 100 g<sup>-1</sup> DM in ASF, and by SOUSA et al. (2011), who found 0.55 g 100 g<sup>-1</sup> DM in residues of acerola (seeds, small amount of peel and dry pulp).

ASF showed higher content of insoluble fibers (75.66 g 100 g<sup>-1</sup> DM), whereas ABF had higher content of soluble fibers (8.74 g 100 g<sup>-1</sup> DM). When analyzing fibers in residues of dehydrated acerola, ABUD & NARAIN (2009) found 15.34 g 100 g<sup>-1</sup> DM while AGUIAR et al. (2010) found 29.3 g 100 g<sup>-1</sup> DM in ASF, which are contents lower than those found in this study. These differences in centesimal composition are probably due to several factors affecting the crops and to different fruit variety. In addition, the differences may

be due to the use of all residues from acerola processing and not only seeds or bagasse.

IOM (2005) recommends consuming 25 to 38 g fibers per day. Thus, consuming approximately 17 to 26 g of ASF and 38 to 57 g of ABF supplies half the recommended intake. Thus, the presence of high contents of fibers in both ASF and ABF may contribute to a better use of these residues, since the evolution of scientific knowledge allowed us to conclude that dietary fiber ingestion is related to health maintenance and prevention of some diseases such as constipation, colon disease, diverticular disease, and colon cancer as well as systemic diseases such as hyperlipidemia, cardiovascular disease, diabetes, obesity (IOM, 2005). Since several studies have demonstrated fiber effectiveness in the treatment and prevention of some diseases, ASF and ABF may provide beneficial effects to the human body. Nitrogen-free extract consists primarily of sugars. Thus, the highest content was found in ABF.

Minerals participate in several functions in the human body, such as the regulation of metabolism. Calcium and potassium presented the highest contents (Table 2). Calcium showed higher content in ASF (264.32 mg 100 g<sup>-1</sup> DM) whereas potassium content was higher in ABF (791.25 mg 100 g<sup>-1</sup> DM). ASF also showed higher levels of copper, manganese, iron and zinc.

Iron is an important mineral for health of the human body, as it helps to form red blood cells. However, despite its abundance in food, iron deficiency anemia is still common today. The recommended daily intake of iron for adults is 14 mg (BRASIL, 2005), therefore, taking about 73 g of ASF would be sufficient to satisfy this need.

Mineral results in ASF differs from those reported by AGUIAR et al. (2010), who used plasma mass spectrometry to find calcium : 46.09 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, potassium: 45.68 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, magnesium: 24.55 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, phosphorus: 0.09 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, copper: 1.66 µg 100 g<sup>-1</sup>, manganese: 0.82 mg

100 g<sup>-1</sup> DM, iron: 41.09 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, and zinc: 0.10 mg 100 g<sup>-1</sup> DM. These differences are probably due to many factors affecting the crops, to acerola variety (acid variety), and even to the experiment methods.

TABLE 2 Mineral composition in mg 100 g<sup>-1</sup> of dry matter in acerola seeds flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF)

Minerals <sup>1</sup>	ASF	ABF
Calcium	264.32 ± 9	86.98 ± 5.61
Potassium	178.96 ± 5,51	791.25 ± 26.72
Magnesium	77.09 ± 0	106.62 ± 6.48
Phosphorus	99.12 ± 0	151.52 ± 6.48
Copper	0.81 ± 0.01	0.44 ± 0
Manganese	0.21 ± 0.01	0.11 ± 0.03
Iron	21.15 ± 0.59	5.88 ± 0.98
Sulphur	115.64 ± 6,36	140.29 ± 9.83
Zinc	4.24 ± 0.16	1.72 ± 0.07

<sup>1</sup>The data are mean of three repetitions ± standard deviation. Moisture content of flours in g 100 g<sup>-1</sup>: ASF: 9.20 and ABF: 10.90.

The vitamin C conten of the ASF and of the ABF were 457.32 and 10,282.45 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, respectively. SOUSA et al. (2011) while studying the residue of acerola (seed, small quantity of bark, and pulp rest) recorded a significantly lower content of vitamin C: 89.55 mg 100 g<sup>-1</sup> DM and CORREIA et al. (2012) in acerola residue (seed, small quantity of bark, and pulp rest) reported 2,748.03 mg 100 g<sup>-1</sup> DM, higher than the ASF and lower than the ABF of this work. AQUINO et al. (2010), though, found 10,448.15 mg 100 g<sup>-1</sup> DM of vitamin C in the acerola residues flour (seed, small quantity of bark, and pulp rest), the approximate content of the ABF. The recorded differences are

probably because of the use of all the residue of the acerola processing, and not only the seeds or the bagasse.

The recommended daily intake of vitamin C is 60 mg (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2011). Thus, the ingestion of 14.45 g of ASF or 0.65 g of ABF represents an intake of 60 mg of vitamin C, which would practically supply the recommended daily need. The ASF and the ABF are, thus, good sources of vitamin C with potential for use, and can be used to enrich foods, cosmetics and contribute to its antioxidant activity.

In addition to the nutrients present in these flours, anti-nutrients and bioactive compounds can also be found. Although some are health hazards, others provide benefits depending on the concentration, such as polyphenols and saponins.

ABF showed the highest nitrate contents, whereas ASF had the highest levels of saponins (Table 3). The acceptable daily intake of nitrate set by the World Health Organization is 5 mg kg<sup>-1</sup> of body weight. Thus, a 50 kg person could ingest 250 mg of nitrate, which is only found in amounts above 312 g ASF and 125 g ABF. Hence, nitrate contents in these flours pose no health risks.

The major adverse effects of saponins are changes in reproduction and growth and decrease in nutrient absorption due to changes in cell membrane permeability (FRANCIS et al., 2002). No references to acceptable daily intake of saponins were found in published literature.

Neither oxalic acid nor trypsin inhibitors were detected in the flours (Table 3).

ASF showed the highest content of phytate (Table 3). Phytate levels in ASF and ABF are in the range reported for groups of cereals and legumes, which varies from 0.19 g to 1.37 g 100 g<sup>-1</sup> (JOUNG et al., 2004).

TABLE 3 Bioactive compounds contents in g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter in acerola seeds flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF)

Samples	Nitrate <sup>1</sup>	Saponins <sup>1</sup>	Phytate <sup>1</sup>	Phenolic compounds <sup>1</sup>
ASF	0.08 ± 0.02	0.49 ± 0.01	0.23 ± 0.04	4.73 ± 0.07
ABF	0.20 ± 0.06	0.26 ± 0.01	0.18 ± 0.04	10.82 ± 0.09

<sup>1</sup>The data are mean of three repetitions ± standard deviation. Moisture contents of flours in g 100 g<sup>-1</sup>: ASF: 9.20 and ABF: 10.90.

Phytate can act as anti-nutritional factor, as it chelates minerals and prevents bioavailability (FREDLUND, 2006); however, some studies have suggested beneficial effects for health, e. g. protective role in carcinogenesis (NORAZALINA et al., 2010); antioxidant function (FREDLUND, 2006) and glyceic control (KIM et al., 2010).

No levels of nitrate, saponins, oxalic acid, trypsin inhibitors or phytate were found in acerola or its fractions in published literature for comparison.

The content of phenolic compounds was high in both flours (Table 3). The major adverse effects of phenolic compounds are the inhibition of certain digestive enzymes such as trypsin, composition of protein complexes and decrease in protein digestibility (SATHE, 2002). No references to acceptable daily intake of phenolic compounds were found in published literature. Thus, the use of these flours in feeding must be performed with caution, due to the high levels of phenolic compounds found.

The mean percentages of water and oil absorption were 600% and 733.33% in ASF, respectively. Oil absorption in ASF was higher than water absorption, possibly due to the presence of a higher number of hydrophobic groups which can bind to oil. In ABF, water and oil absorption were 1,183.33%

and 800%, respectively. This high rate of water absorption may be related to the high content of soluble fibers in this flour, as these fibers have high capacity of water retention. Therefore, ABF can be used in meat and bakery products, as it enables more water addition to the dough thus improving its handling characteristics.

CHEFTEL, CUQ and LORIENT (1985) suggested that water absorption and water retention play an important role in the texture quality of a wide variety of foods, particularly meat products. Similarly, the capacity of oil absorption is also required in meat formulation, meat substitutes and analogues (ABBEY & IBEH, 1988). The functional properties of protein-water interaction (water retention) are important in the formulation of certain foods, especially meat products (cold meats, sausages, meatballs, and savory nibbles) in which proteins also play an important role in thickening, providing greater product consistency (CHEFTEL; CUQ; LORIENT, 1985). Thus, both flours analyzed in this study showed satisfactory values which make them function in industrialized food products requiring this feature.

Neither ASF nor ABF showed foam formation either during the mixing process or after. According to CHEFTEL, CUQ and LORIENT (1985) an explanation for no foam formation is related to protein content, as foam formation requires flexible chain proteins which are poor in secondary and tertiary structures that adapt quickly in the air-liquid phase. Furthermore, these proteins must have the possibility to form hydrophobic bonds on their surface. Therefore, we believe that the proteins had their structures changed in both flours. Stability is important in formulations requiring foam formation, such as meringues, mousses and cakes (OKEZIE & BELLO, 1988; FENNEMA, 2000).

Emulsifying properties are functional properties important in food formulations such as meat products, mayonnaise, sauces, soups, cream cheese,

and others (CHEFTEL; CUQ; LORIENT, 1989). According to this study, the emulsifying activities of ASF and ABF were 23.3% and 3.39%, respectively. For emulsion stability, the mean volumes of foam, oil and aqueous phase in ASF and ABF are shown on Table 4.

However, when the stability of each phase was analyzed (foam, oil, and water) considering the time after mixing process, we observed a slight reduction in oil volume and a little increase in water volume over time. Hence, ASF and ABF showed high emulsion stability, as water and oil phases were not completely separated 6 hours after sample mixing.

TABLE 4 Stability of emulsion: mean volumes of foam, oil and aqueous phase in time frames: 0.5; 2.0 and 6.0 hours after stirring of acerola seeds flour (ASF) and acerola bagasse flour (ABF)

Samples	Time after stirring (hours)	Mean volumes (mL)		
		Foam <sup>1</sup>	Oil <sup>1</sup>	Aqueous Phase <sup>1</sup>
ASF	0.5	1.00 ± 0.01	17.67 ± 2.08	37.33 ± 1.15
	2.0	0	12.67 ± 2.08	41.33 ± 0.58
	6.0	0	11.33 ± 0.58	42.67 ± 0.58
ABF	0.5	0	53.07 ± 2.48	2.33 ± 2.08
	2.0	0	47.67 ± 2.89	8.33 ± 3.06
	6.0	0	45.33 ± 1.53	10.33 ± 1.53

<sup>1</sup>The data are mean of three repetitions ± standard deviation

It is greatly difficult to compare the results obtained in this study with those mentioned in previous research due to the lack of both methodology standardization and conditions for assessing emulsion properties, since they are affected by several factors such as pH,

temperature, type and geometry of the equipment used in the experiment, rate of oil addition, and emulsifying properties of proteins (FENNEMA, 2000).

#### 4 CONCLUSIONS

ASF and ABF showed high levels of dietary fibers and minerals, as well as high emulsion stability and water and oil absorption capacity. Therefore, the flours have potential to be incorporated in meat and bakery products.

Among anti-nutrients, the phenolic compounds stand out with high levels. Since they can both bring benefits to the human body and be related to nutritional deficiencies, these flours should be used carefully.

#### 5 REFERENCES

ABBEY, B. W.; IBEH, G. O. Functional properties of raw and heat processed couwpea (*Viagna unguiculata*) flour. **Journal of Food Science**, v. 53, p.1775-1791, 1988.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação de farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. Disponível em: <[http://WWW.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[8989\].pdf](http://WWW.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[8989].pdf)>. Acesso em: 11 set. 2011.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 35, n. 2, p. 91-102, 2010.

AOAC- Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the association of the analytical chemists**. 18. ed. Washington, 2005.

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 379-386, 2010.

BACCOU, J. C.; LAMBERT, F.; SAUVAIRE, Y. Spectrometric method for the determination of total steroidal sapogenin. **Analyst**, v. 102, p. 458-465, 1977.

BRASIL. Portaria nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 2005.

CATALDO, D. A.; MAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. 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.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. (1985). **Proteines alimentaires**. Paris: Technique et documentation, 1985.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. (1989). **Proteínas alimentarias: bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 1989.

CORREIA, R. T. P.; BORGES, K. C.; MEDEIROS, M.F.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues. **Food Science and Technology International**, v. 18, n. 6, p. 539–547, 2012.

DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 32, p. 557-564, 1981.

- ERLANGER, B. F.; KOKOWSKY, N.; COHEN, W. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 95, p. 271-278, 1961.
- FENNEMA, O. R. Química de los alimentos, 2ª. Edição. Zaragoza: Acribia., 2000.
- FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 6, p. 587-605, 2002.
- FREDLUND, K.; ISAKSSON, M.; ROSSANDER-HULTHÉN, L.; ALMGREN, A.; SANDBERG, A. S. Absorption of zinc and retention of calcium: dose-dependent inhibition by phytate. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 20, n. 1, p. 49-57, 2006.
- FRÜHBECK, G.; ALONSO, R.; MARZO, F.; SANTIDRIÁN, S. A modified method for the indirect quantitative análisis of phytate in foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, v. 225, n. 2, p. 206-212, 1995.
- IOM- INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATURAL ACADEMIES.  
**Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids.** Washington, DC: National Academies, 2005.
- JOUNG, H.; NAM, G.; YOON, S.; LEE, J.; SHIM, J. E.; PAIK, H. Y. Bioavailable zinc intake of Korean adults in relation to the phytate content of Korean foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p. 713- 724, 2004.
- KAKADE, M. L.; RACHIS, J. J.; MCGRHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy product: A collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, v. 51, p. 376-382, 1974.
- KIM, S. M.; RICO, C. W.; LEE, S. C.; KANG, M. Y. Modulatory effect of rice bran and phytic acid on glucose metabolism in high fat-fed C57BL/6N

- mice. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**, v. 47, n. 1, p. 12-17, 2010.
- LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 28, 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 de Tecnologia do Paraná, 1990. p. 59.
- LOUSADA JÚNIOR.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, C. M.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2ª. Edição. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**, 2ª. Edição. Fortaleza: Edições UFC, 1997.
- NORAZALINA, S.; NORHAIZANA, M. E.; HAIRUSZAHB, I.; NORASHAREENA, M. S. Anticarcinogenic efficacy of phytic acid extracted from rice bran on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 62, n. 3, p. 259-268, 2010.
- OKEZIE, B. O.; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 450-454, 1988.
- SATHE, S. K. Dry bean protein functionality. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 22, n. 2, p. 175-223, 2002.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais.

**Revista Ciência Agrotécnica**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

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

WANG, S. H.; CABALLERO-CORBOBA, G. M.; SGARBIERI, V. C.;

Propriedades funcionais de misturas de farinhas de trigo e soja-desengordurada, pré-tratada por microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 12, n.1, p. 14-25, 1992.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Comunicado Técnico: EMBRAPA – CNPSA, p. 1-5, 1996.

## 6 ACKNOWLEDGEMENTS

To the Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

**ARTIGO 2****BARRAS DE CEREAIS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE  
ACEROLA**

Artigo a ser submetido na revista International Journal of Food Science &  
Technology

**Tamara Rezende Marques<sup>1\*</sup>; Angelita Duarte Corrêa<sup>1\*</sup>; Ana Paula de  
Carvalho Alves<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas  
Gerais, MG, Brazil, CP 3037 – CEP 37200-000, telephone: (35)3829-1893,  
(35) 3829-1272, E-mail: tamara\_rezende@hotmail.com; angelita@dqi.ufla.br

\*A quem a correspondência deveria ser enviada.

**RESUMO**

Neste estudo utilizou-se as farinhas de semente (FSA) e de bagaço (FBA) de acerola na elaboração de barras de cereais (BC) em diferentes combinações com a aveia integral: BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; BC 2: com adição de 12,5% FSA e 12,5% de FBA; BC 3: com adição de 6,25% de FSA e de 18,75% de FBA; BC 4: com adição de 12,5% de FSA e 12,5% aveia integral e BC 5: com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral. Estas barras foram avaliadas sensorialmente e as BC 1, BC 4 e BC 5 foram as que receberam as maiores pontuações pelos julgadores. Os teores de fibras das BC elaboradas com FSA (BC 4) e FBA (BC 5) aumentaram em 75% e o de compostos fenólicos em até cerca de 5 vezes. O ferro e a vitamina C também aumentaram com a adição destas farinhas. Conclui-se que as barras BC 4 e BC

5 podem ser consideradas como produtos com maior valor nutricional, contendo ferro, com baixo valor energético e teores elevados de fibras alimentares, além de estarem enriquecidas com substâncias antioxidantes.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, semente, bagaço, análise sensorial, fibra alimentar.

## INTRODUÇÃO

A procura por alimentos saudáveis, nutritivos e seguros está crescendo mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares.

As barras de cereais (BC) atendem a esta tendência e são elaboradas a partir da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (Izzo & Niness, 2001). São produtos que utilizam uma diversidade de ingredientes e atendem a vários segmentos de consumidores preocupados com uma vida saudável (Palazzolo, 2003). Seus atributos sensoriais somados à procura por benefícios à saúde têm possibilitado o desenvolvimento de BC com novos ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais.

Um constituinte importante encontrado nas BC são as fibras alimentares, proveniente principalmente da aveia. A aveia é um produto relativamente caro e à busca por outras fontes de fibras mais baratas, torna-se relevante para a indústria de alimentos. Assim o aproveitamento dos resíduos agroindustriais de frutas, poderia atender essa demanda, visto que são ricos neste constituinte. O consumo de fibras alimentares regulariza o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento e prevenção dietético de várias patologias (Donatto et al., 2006) como doenças

cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, hiperlipidemias, diabetes, obesidade, constipação intestinal, hemorroidas.

As indústrias de processamento de sucos de frutas geram grandes quantidades de resíduos (cascas e sementes). Estes resíduos atualmente são aproveitados por produtores rurais na suplementação da alimentação animal ou colocados em lixões, causando problemas ambientais. Como este volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse visto que, esses resíduos são fontes de nutrientes e fibras.

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, como os resíduos (semente e bagaço) de acerola.

Na literatura pesquisada foram encontrados alguns estudos sobre os constituintes químicos dos resíduos de acerola. Aguiar et al. (2010) estudando a composição química da farinha de sementes de acerola encontraram, em g 100 g<sup>-1</sup> matéria seca (MS), teores de: proteínas (18,70); extrato etéreo (4,33); cinzas (0,49); fibra total (29,29) e vitamina C (0,08). Já Sousa et al. (2011) determinaram em resíduos de acerola (semente, bagaço e casca), em g 100 g<sup>-1</sup> matéria seca (MS), teores de: proteínas (1,98); extrato etéreo (4,30); cinzas (0,66); vitamina C (0,11) e compostos fenólicos (2,97).

Assim, o objetivo neste trabalho foi utilizar as farinhas de resíduos agroindustriais de acerola (semente e bagaço) substituindo a aveia na elaboração de BC, tornando-as mais nutritivas, com propriedades funcionais diversificadas, bem como verificando as suas aceitabilidades e com menores preços.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção e preparo das amostras**

Os resíduos (sementes e bagaço) de acerola, *Malpighia emarginata* DC., da variedade BRS 238 Frutacor, resultantes da extração da polpa, foram fornecidos em três lotes por uma microempresa de polpas de frutas localizada no município de Perdões, MG, Brasil. As sementes foram lavadas em água corrente, esfregadas para retirar qualquer resíduo de polpa, pesadas, colocadas em 10 cestas de material metálico de malha fina contendo 400 g, e desidratadas em temperatura de 45°C em estufa de ventilação forçada. O bagaço de acerola foi congelado a -18°C e liofilizado em becker contendo porções de 250 g protegido da luz, até peso constante.

Após as desidratações, as sementes de cada lote foram moídas em moinho de facas (TE 631 Tecnal<sup>®</sup>) por 3 minutos e posteriormente, reunidas, homogeneizadas e acondicionadas em frasco hermeticamente fechado, protegido da luz, em geladeira a 4°C. Já o bagaço liofilizado de acerola de cada lote foi homogeneizado no graal e posteriormente reunidos e acondicionado da mesma forma que a farinha de sementes de acerola. A farinha de sementes de acerola (FSA) e a farinha de bagaço de acerola (FBA) foram utilizadas na elaboração das barras de cereais (BC).

### **Elaboração das barras de cereais**

As BC foram elaboradas contendo uma fase líquida (50%) e uma fase sólida (50%). Na fase líquida, as proporções dos ingredientes do xarope ligante foram determinadas por meio de uma sequência de testes preliminares, obtendo-se a formulação final para utilização nos cinco tratamentos das BC em quantidades fixas. A quantidade de cada ingrediente foi determinada após testes preliminares.

As diferenças entre os tratamentos esteve na composição da fase seca entre os cinco tipos de BC, sendo utilizadas as FSA e FBA, na substituição da aveia integral, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Ingredientes das barras de cereais (BC)

Ingredientes	Tratamentos				
	BC 1	BC 2	BC 3	BC 4	BC 5
Fase seca					
FSA <sup>a</sup>	0	12,5	6,25	12,5	0
FBA <sup>b</sup>	0	12,5	18,75	0	12,5
Aveia integral (I-nutri)	25	0	0	12,5	12,5
Flocos de arroz (Harald)	25	25	25	25	25
Fase ligante					
Mel (Russuel)	15	15	15	15	15
Açúcar mascavo (I-nutri)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Xarope de glicose (Yoki)	30	30	30	30	30
Sal (NaCl) (Cisne)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Total (%)	100	100	100	100	100

<sup>a</sup> Farinha de sementes de acerola; <sup>b</sup> Farinha de bagaço de acerola.

Os ingredientes do xarope ligante, composto por mel, açúcar mascavo, xarope de glicose e sal foram misturados e aquecidos em banho-maria a 90°C

por cerca de dez minutos em panela de aço inox, até atingir o valor de sólidos solúveis de 80° Brix a 85° Brix (Paiva et al., 2012).

Os ingredientes da fase seca (FSA, FBA, flocos de arroz e aveia integral), seguindo os ingredientes de cada tratamento de acordo com a Tabela 1, foram homogeneizados manualmente em tigela de aço inox. Em seguida, a fase seca foi adicionada a fase ligante e durante um período de três minutos sob aquecimento em banho-maria a 90°C as duas fases foram misturadas, obtendo-se uma massa uniforme. Na sequência, a massa foi distribuída em forma de alumínio, untada com uma fina camada de gordura vegetal hidrogenada (Primor) e prensada com o auxílio de uma espátula, até a espessura de 1,5 cm.

Após o resfriamento à temperatura ambiente, a massa foi cortada de modo a se obter as BC com 2,5 cm de largura e 10 cm de comprimento, com, aproximadamente, 25 g cada (Figura 1) e embalada com folha de papel alumínio e mantida em recipiente de plástico lacrado até o início dos testes sensoriais.

#### **Análises microbiológicas**

As contagens de bactérias e leveduras foram feitas segundo Silva, Junqueira e Silveira (2010) para assegurar a qualidade microbiológica das mesmas. Os microorganismos avaliados foram *Bacillus cereus*, *Samonella* sp, coliformes totais e termotolerantes (fecais), além do fungo do gênero *Penicillium* sp.

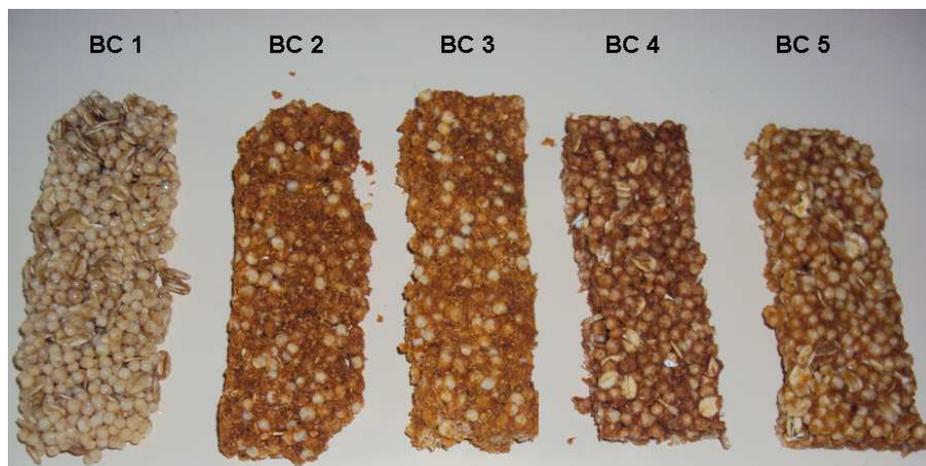


Figura 1 Barras de cereais (BC)

BC 1: controle: com adição de 25% de aveia integral; BC 2: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA); BC 3: com adição de 6,25% de FSA e de 18,75% de FBA; BC 4: com adição de 12,5% de FSA e 12,5% aveia integral e BC 5: com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral.

### **Análise sensorial**

A avaliação da aceitação das BC neste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Lavras com o número de protocolo 0008.0.461.000-11.

Para avaliar a aceitabilidade geral das BC, uma escala hedônica de nove pontos foi usada, no qual 1 corresponde a "desgostei extremamente" e 9 corresponde a "gostei extremamente", e a intenção de compra uma escala hedônica de cinco pontos, no qual 1 corresponde a "certamente eu não compraria" e 5 "certamente eu compraria", num grupo de 80 julgadores não treinados. Os testes foram conduzidos em cabines individuais, sob luz branca, e as amostras (BC1, BC 2, BC 3, BC 4 e BC 5) foram apresentadas ao consumidor

de forma balanceada, servidos em copos descartáveis de plástico, colocados sobre uma bancada branca e codificados com três dígitos aleatórios.

### **Análises das barras de cereais**

A BC contendo FSA e/ou FBA que apresentar melhor aceitação e a que não contém FSA e FBA (BC 1) serão submetidas às análises de composição centesimal e mineral, sólidos solúveis, compostos fenólicos, vitamina C, cor, atividade de água e textura.

Foram preparadas quatro receitas de cada barra, BC 1, BC 4 e BC 5, conforme metodologia já descrita. Para as análises da composição centesimal e mineral, sólidos solúveis, compostos fenólicos e vitamina C, as barras foram colocadas em freezer  $-17^{\circ}\text{C}$  para serem congeladas e posteriormente, homogeneizadas em graal e armazenadas em freezer  $-17^{\circ}\text{C}$ . Todas as análises das BC foram realizadas em duplicatas.

### **Composição centesimal e mineral, sólidos solúveis e valor calórico**

A composição centesimal das BC (umidade, extrato etéreo, proteína bruta (N X 6,25), cinzas, fibra alimentar e extrato não nitrogenado) foi realizada pela metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005).

Para quantificar os minerais (Ca, P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn, Fe e Na), as BC foram submetidas 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 o Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997). As leituras dos sólidos solúveis foram determinadas utilizando-se um refratômetro digital de bancada, marca Quimis, conforme descrito pela AOAC, 2005.

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

### **Compostos fenólicos e vitamina C**

A extração dos compostos fenólicos das BC foi realizada com metanol 50% (1:25, p/v), dosados utilizando-se o reagente de Folin-Denis (AOAC, 2005), tendo como padrão o ácido tânico.

A vitamina C foi extraída das BC com ácido oxálico 0,5% e o teor determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker & Henning (1967), usando o ácido ascórbico como padrão.

### **Cor, atividade de água e textura**

Para a determinação de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) das BC, as leituras foram realizadas utilizando um espectrocolorímetro, da marca Konica Minolta, Modelo CM-5. As leituras dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade de vermelho) e  $b^*$  (intensidade de amarelo) foram baseadas no sistema CIELab, com as seguintes características: área de medição 30,0 mm de diâmetro, ângulo de observação 10°, iluminante D65, com componente especular incluído.

A atividade da água das BC foi medida pelo aparelho Aqua Lab, modelo 3TE série 3B v 3.0 (Decagon Devices Inc. Washington, EUA), com padrão de atividade da água de 0,500, temperatura de 25°C (AOAC, 2005).

A textura das BC foi medida em texturômetro SMS modelo TAXT2i, utilizando-se célula de carga de 25 kg e programa aplicativo fornecido com o equipamento (Texture Expert for Windows, versão 1.19). Para medição da força de cisalhamento foi utilizada lâmina de aço inox HDP/BSK, a qual foi ajustada para transpassar a amostra a uma velocidade de 2 mm s<sup>-1</sup>. A força máxima de cisalhamento, em Newtons (N), foi automaticamente determinada pelo programa.

### **Análise estatística**

Os testes sensoriais foram realizados segundo delineamento em blocos completos balanceados (DBCB) e as amostras foram oferecidas em cinco tratamentos (5 tipos de BC) e 80 julgadores.

Para escolher as melhores barras os dados sensoriais foram analisados estatisticamente por meio de um mapa de preferência, de três vias interno (Nunes et al., 2011), o que permite a avaliação da aceitabilidade das amostras de acordo com as pontuações hedônicas dos julgadores considerando as informações de aceitação dos vários atributos simultaneamente. O mapa de preferência de três vias foi obtida pela análise de fatores paralelos (PARAFAC) (Bro, 1997) a partir de um conjunto de dados em três dimensões, constituído por 5 barras x 80 julgadores x 5 atributos.

As análises de composição centesimal e mineral, sólidos solúveis, compostos fenólicos, vitamina C, cor, atividade de água e textura das barras foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e duas repetições. Os resultados foram avaliados pelo método de análise de variância pelo software R (TEAM, 2011), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As análises microbiológicas realizadas nas BC: BC 1, BC 2, BC 3, BC 4 e BC 5 para *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Penicillium* sp, ficaram de acordo com a RDC nº 12 (Brasil, 2001), estando próprias para o consumo.

### **Análise sensorial**

As BC foram sensorialmente avaliadas por consumidores adultos não treinados (idade de 18 a 30 anos) para os atributos aparência, textura, sabor e aspecto global, por uma escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra por uma escala hedônica de 5 pontos.

Para escolher as BC mais aceitas os dados de aceitação sensorial foram analisados por um mapa de preferência interno de três vias. O método é baseado na decomposição dos dados por PARAFAC, que é um método de decomposição de dados de ordem superior e pode ser considerada uma generalização do PCA para dados multidimensionais (Bro, 1997). Mapas de preferência obtidos por PARAFAC fornece uma interpretação gráfica dos dados sensoriais dos consumidores, considerando simultaneamente os vários atributos sensoriais avaliados (Nunes et al., 2011).

As barras mais aceitas (Figura 2) foram a BC 4 (com adição de 12,5% de FSA e 12,5% de aveia integral), a BC 5 (com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral), seguida pela BC 1 (com adição de 25% de aveia integral). Pode-se observar que todos os atributos analisados influenciaram a separação das barras BC 1, BC 4 e BC 5, uma vez que há um grande número de consumidores (vetores) em direção a estas amostras. A maior preferência por estas barras pode ser atribuída, principalmente, as maiores notas na escala hedônica para os atributos aparência, textura, sabor, aspecto global e intenção de compra (Tabela 2).

Para as barras BC 1, BC 4 e BC 5 houve uma maior porcentagem de frequência de notas acima de 5 para os atributos aparência, textura, sabor e aspecto global, indicando que os julgadores gostaram destas barras. Enquanto, para o atributo intenção de compra a maior porcentagem de notas foi acima de 3 para essas mesmas barras, indicando que os julgadores as comprariam.

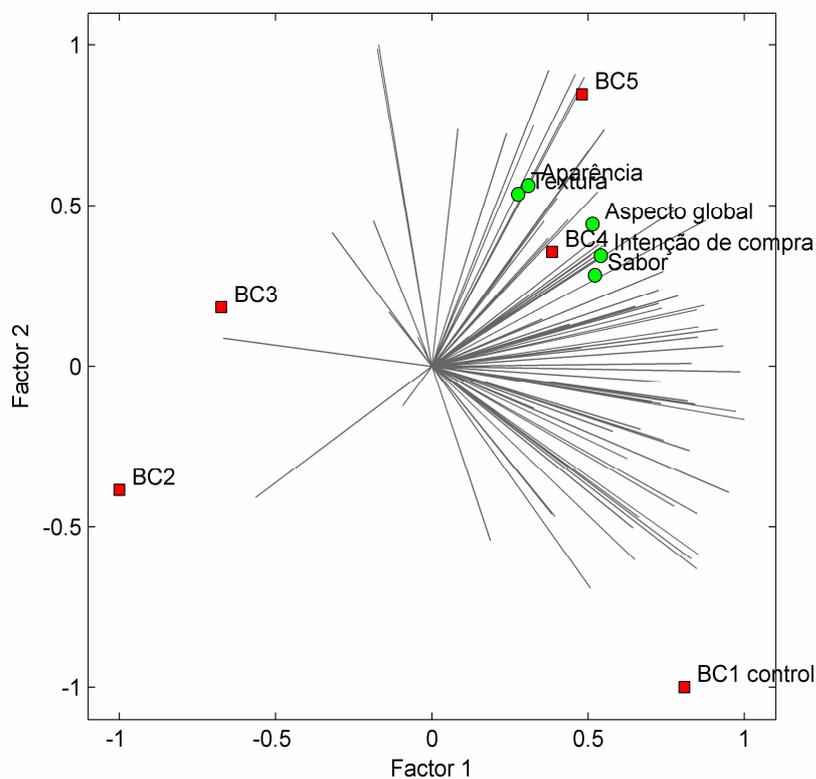


Figura 2 Dispersão das cinco barras de cereais (BC) em relação à aceitação pelos consumidores dos vários atributos

■ = amostras das cinco BC; \ = consumidores e ● = atributos avaliados (aparência, textura, sabor, aspecto global e intenção de compra). Barras de cereais (BC): BC 1: controle - com adição 25% de aveia integral; BC 2: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA); BC 3: com adição de 6,25% de FSA e de 18,75% de FBA; BC 4: com adição de 12,5% de FSA e 12,5% aveia integral e BC 5: com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral.

Tabela 2 Frequência de notas atribuídas pelos julgadores para a aceitação e intenção de compra das barras de cereais

		Barras de cereais*				
Atributos	Frequência	BC 1	BC 2	BC 3	BC 4	BC 5
	notas (%)					
Aparência	< 5	37,50	30,00	23,75	23,75	10,00
	> 5	56,25	52,50	58,75	66,25	87,50
Textura	< 5	21,25	35,00	25,00	26,25	17,50
	> 5	53,75	48,75	61,25	70,00	75,50
Sabor	< 5	3,75	63,75	57,50	28,75	33,75
	> 5	87,50	27,50	37,50	62,50	56,25
Aspecto global	< 5	10,00	55,00	46,25	25,00	21,25
	> 5	78,75	35,00	45,00	66,25	63,75
Intenção de compra	< 3	22,50	73,75	58,75	11,25	10,00
	> 3	57,50	6,25	15,00	48,75	60,00

\*BC 1: controle - com adição 25% de aveia integral; BC 2: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA); BC 3: com adição de 6,25% de FSA e de 18,75% de FBA; BC 4: com adição de 12,5% de FSA e 12,5% aveia integral e BC 5: com adição de 12,5% de FBA e 12,5% de aveia integral.

#### **Composição química e valor calórico total das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5**

A determinação de umidade do alimento é muito importante, pois é principal fator para o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias.

Observou-se maior teor de umidade na BC 5 (13,12 g 100 g<sup>-1</sup>), que diferiu estatisticamente dos encontrados nas BC 1 e BC 4 (Tabela 3).

Na literatura é possível encontrar BC elaboradas com resíduos agroindustriais com diferentes teores de umidade, em g 100 g<sup>-1</sup>, variando de 9,44 a 11,70 (Paiva et al., 2012), 9,73 (Lima et al., 2010), 4,61 (Fonseca et al., 2011). Essa variação provavelmente, é devida aos componentes utilizados na preparação das barras. Entretanto, estes teores de umidade estão de acordo com a Resolução CNNPA nº 12 de 1978, que estabelece limite de 15% de umidade para produtos à base de cereais (Anvisa, 1978).

Com relação ao extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, não houve diferença significativa entre as barras analisadas (Tabela 3). Paiva et al. (2012) registraram em BC elaboradas com resíduos de arroz, soja, abacaxi e castanha de pequi teores de extrato etéreo variando de 6,72 a 9,98 g 100 g<sup>-1</sup>, de proteína bruta variando de 8,12 a 12,43 g 100 g<sup>-1</sup> e de cinzas variando de 1,11 a 1,63 g 100 g<sup>-1</sup>. Já Gutkoski et al. (2007), em BC à base de aveia, relataram teores médios de extrato etéreo 6,57 g 100 g<sup>-1</sup>, de proteína bruta 11,43 g 100 g<sup>-1</sup> e Fonseca et al. (2011) estudando BC elaboradas com geleia de casca de maracujá relataram teores de extrato etéreo de 9,86 g 100 g<sup>-1</sup>, de proteína 9,05 g 100 g<sup>-1</sup> e de cinzas de 1,17 g 100 g<sup>-1</sup>. Observou-se teores menores de extrato etéreo e proteína bruta para as barras do presente estudo. Estas diferenças provavelmente, são devidas aos diferentes resíduos utilizados, que apresentam composição diferentes. O consumo de uma porção (25 g) da BC 4 ou da BC 5 fornece aproximadamente 0,13 g de extrato etéreo assim, constata-se-se que as BC neste estudo, elaboradas substituindo parcialmente a aveia por FSA e por FBA, apresentam baixos teores de extrato etéreo (triacilgliceróis), sendo excelente para indivíduos que consomem as BC como uma opção de lanche menos calórico e saudável.

Tabela 3 Composição centesimal (g 100 g<sup>-1</sup>), sólidos solúveis (°Brix), compostos fenólicos (g 100 g<sup>-1</sup>), vitamina C (g 100 g<sup>-1</sup>) e valor calórico total (kcal 100 g<sup>-1</sup>) das barras de cereais (BC)

Constituintes	BC 1*	BC 4**	BC 5***
Umidade	11,24 ± 0,23b	11,57 ± 0,28b	13,12 ± 0,33a
Extrato etéreo	0,49 <sup>1</sup> ± 0,11	0,50 <sup>1</sup> ± 0,24	0,50 <sup>1</sup> ± 0,51
Proteína bruta	5,95 ± 0,89	5,81 ± 0,54	6,32 ± 0,73
Cinzas	1,33 ± 0,18	1,28 ± 0,04	1,45 ± 0,06
Fibra alimentar insolúvel	23,44 ± 1,76b	43,30 ± 1,96a	41,29 ± 1,82a
Fibra alimentar solúvel	2,97 b ± 0,42	2,54 c ± 0,30	4,98 a ± 0,19
Fibra alimentar total	26,41 b ± 1,79	45,84 <sup>2</sup> a ± 1,84	46,27 <sup>2</sup> a ± 1,92
Carboidrato	54,58 ± 1,89a	35,11 ± 1,94b	32,35 ± 2,14c
Sólidos solúveis	44,89 ± 0,39a	42,14 ± 0,14c	43,25 ± 0,28b
Compostos fenólicos	0,33 ± 0,01c	1,10 ± 0,04b	1,60 ± 0,03a
Vitamina C	0 c	0,07 ± 0,01b	1,10 <sup>2</sup> ± 0,06a
Valor calórico total	276,39 ± 7,05a	194,76 <sup>1</sup> ± 4,35b	188,26 <sup>1</sup> ± 4,82b

Dados são média (n = 8) ± desvio padrão.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade e quando sem letras, a análise de variância não mostrou diferença significativa. \*BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; \*\* BC 4: com adição de 12,5% de farinha de semente de acerola (FSA) e 12,5 % de aveia integral \*\*\*BC 5: com adição de 12,5% de farinha de bagaço (FBA) e 12,5% aveia integral. <sup>1</sup> Produto Light; <sup>2</sup> Produto rico.

A ingestão de uma porção (25 g) da BC 4 e da BC 5 fornece 1,45 g e 1,58 g de proteína, respectivamente. Estes teores atendem 3,14% e 3,42% da recomendação diária de proteína, respectivamente, considerando-se que as necessidades diárias de um adulto do sexo masculino (70 kg) é de 46,2 g proteína dia<sup>-1</sup> (IOM, 2005a).

Em relação ao teor de fibra alimentar total as BC 4 e BC 5 apresentaram teores mais elevados quando comparada a BC 1, com cerca de 75% maior (Tabela 3). A BC 5 apresentou o maior teor de fibras solúveis, com cerca de 68% superior a barra controle BC 1. Com esses resultados evidencia-se que a FSA e a FBA elevou os teores de fibra alimentar, as quais são essenciais para manter a saúde e reduzir os riscos de diversas doenças, tais como as cardiovasculares e diabetes.

Os teores de fibras das BC deste trabalho foram superiores aos de Paiva et al. (2012) em BC elaboradas com resíduos de arroz, pequi, soja e abacaxi (11,61 a 21,19 g 100 g<sup>-1</sup>), Silva et al. (2009) em BC à base de resíduos (albedo, casca) de maracujá (11,81 g 100 g<sup>-1</sup>), Lima et al. (2010) em BC formuladas com polpa e amêndoa de baru (14,86 g 100 g<sup>-1</sup> a 16,73 g 100 g<sup>-1</sup>) e por Fonseca et al. (2011) em BC com geleia de casca de abacaxi (5,33 g 100 g<sup>-1</sup>). Novamente sendo essas diferenças devido aos constituintes presentes nos resíduos utilizados na elaboração das BC.

As barras BC 4 e BC 5 podem ser classificadas como ricas em fibra alimentar, pois a legislação brasileira exige um mínimo de 6 g 100 g<sup>-1</sup> (para alimentos sólidos), para tal classificação, apresentando dessa forma, alegação de alimento funcional (Brasil, 1998). O IOM (2005a) recomenda a ingestão de 25 à 38 g de fibras por dia. Assim a ingestão de uma porção (25 g) da BC 4 ou da BC 5 fornece aproximadamente 11 g de fibras o que supre em 29 a 44% da recomendação diária.

Os sólidos solúveis totais na BC 4 e BC 5 apresentaram diferenças significativas e foram menores que o encontrado na BC 1 (Tabela 3). Paiva et al. (2012) analisando BC elaboradas com resíduos de arroz, soja, abacaxi e castanha de pequi relataram teores de sólidos solúveis (°Brix) entre 55 e 65, níveis estes superiores, devido, provavelmente, as justificativas anteriormente mencionadas.

O teor de compostos fenólicos na BC 4 e na BC 5 foi elevado em relação a BC 1 (Tabela 3), com até cerca de 5 vezes o teor, elevando a capacidade antioxidante dessas barras. Sampaio et al. (2010) estudando BC fortificadas com ferro, encontraram de compostos fenólicos,  $0,69 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , inferior ao deste estudo, devido, provavelmente, as justificativas anteriormente mencionadas.

A ingestão diária de antioxidantes fenólicos tem desempenhado um papel importante na redução do risco de desenvolvimento de patologias como aterosclerose, doenças cardiovasculares, cânceres, infecções e mal de Alzheimer. Possuem também ação antimicrobiana e antiviral (Fruhirth & Hermetter, 2007), mas, dependendo da quantidade ingerida pode ocasionar efeitos indesejáveis como a inibição de certas enzimas digestivas, como a tripsina, formando complexos com proteínas, diminuindo a sua digestibilidade (Sathe, 2002). Na literatura pesquisada não há um consenso sobre a ingestão recomendada de compostos fenólicos, assim não foi encontrado teores referentes à ingestão considerada aceitável.

Os teores de vitamina C na BC 4 e BC 5 apresentaram diferenças significativas, sendo que a BC 5 mostrou o teor mais elevado (Tabela 3). Peuckert et al. (2010) analisando barra de cereal adicionada de proteína texturizada de soja e camu-camu, registraram de vitamina C,  $0,06 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , teor inferior ao deste estudo. Esta diferença provavelmente, é devida aos diferentes ingredientes utilizados na elaboração da barra, que apresentam composição diferentes.

A ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 45 mg (Anvisa, 2005). Assim, o consumo de uma porção (25 g) da BC 4 e da BC 5 fornece 17,5 mg e 275,0 mg de vitamina C, respectivamente. Estes teores atendem para a BC 4 39% e para a BC 5 ultrapassa 100% da recomendação diária de vitamina C. A vitamina C é essencial para seres humanos, age como

antioxidante, varredor de radicais livres e nutre as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes. Assim, a BC 4 e a BC 5 pode ser classificada como uma boa fonte de vitamina C.

As calorias registradas na BC 4 e BC 5 não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 3). Porém, houve uma redução no teor calórico em relação à BC 1, fato este relacionado ao aumento nos teores de fibras alimentares e menores teores de carboidratos presente nestas formulações. Portanto, a substituição parcial da aveia pelas FSA e FBA não elevou o valor calórico das BC, ficando dentro dos limites estabelecidos para BC consideradas como produto com reduzido valor calórico.

Gutkoski et al. (2007) desenvolvendo BC com alto teor de fibra alimentar (10 a 20%) evidenciou uma variação de calorias entre os tratamentos de 291 a 313 kcal 100 g<sup>-1</sup>. Paiva et al. (2012) estudando BC à base de resíduos de arroz, soja, abacaxi e castanha de pequi encontraram de calorias uma variação de 312 a 344,2 kcal 100 g<sup>-1</sup> e Fonseca et al. (2011), estudando BC com geleia de casca de abacaxi relataram 404,86 kcal 100 g<sup>-1</sup>. Portanto, as BC contendo FSA e FBA, foram muito menos calóricas.

Observou-se o mineral cálcio apenas nas barras elaboradas com substituição parcial da aveia pelas farinhas e que os teores de ferro da BC 4, e os teores de potássio e sódio da BC 5 foram mais elevados que os da BC 1, acarretados pela utilização da FSA e FBA (Tabela 4).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 1998), “alimento fonte de vitaminas e minerais” é aquele com no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100 gramas de alimento sólido e “alimento rico em minerais e vitaminas” como aquele que contém no mínimo 30% da IDR de referência por 100 gramas de alimento sólido.

Verificou-se que uma porção de 25 g (tamanho comercial) da BC 4 e da BC 5 atende a recomendação diária para adultos, respectivamente, de cálcio 0,82% e 0,27% (IOM, 2011); de fósforo 5,97% e 5,68%; de potássio 0,81% e 1,02%; de magnésio 3,54% e 3,57%; de cobre 6,43% e 5,36%; de manganês 12,93% e 14,57%; de zinco 4,15% e 3,62%; e de ferro 21,17% e 14,33% (IOM, 2005b). Portanto, a BC 4 é uma fonte de ferro.

Tabela 4 Composição mineral (mg 100 g<sup>-1</sup>) das barras de cereais (BC)

Minerais	BC 1*	BC 4**	BC 5***	IDR <sup>1</sup> (mg dia <sup>-1</sup> )
Cálcio	0,00 c	33,04 ± 1,04a	10,87 ± 0,65b	1.000,0 <sup>2</sup>
Fósforo	199,17 ± 1,73a	139,5 ± 1,85b	131,67 ± 2,18c	580,0
Potássio	177,60 ± 2,58b	149,38 ± 1,77c	191,82 ± 3,72a	4.700,0
Magnésio	60,00 ± 0,00a	49,50 ± 1,07b	50,63 ± 1,77b	350,0
Enxofre	62,21 ± 3,76a	29,33 ± 0,69b	30,17 ± 0,35a	-
Cobre	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,03	0,15 ± 0,04	0,7
Manganês	1,62 ± 0,47a	1,19 ± 0,20b	1,35 ± 0,25ab	2,3
Zinco	1,62 ± 0,11a	1,57 ± 0,09a	1,35 ± 0,17b	9,4
Ferro	3,23 ± 0,11b	5,08 ± 0,39a	3,45 ± 0,27b	6,0
Sódio	35,26 ± 1,59b	37,26 ± 2,10b	41,06 ± 1,38a	2.400,0 <sup>3</sup>

Dados são média (n = 8) ± desvio padrão.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade e quando sem letras, a análise de variância não mostrou diferença significativa.

\*BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; \*\* BC 4: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5 % de aveia integral \*\*\*BC 5: com adição de 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA) e 12,5% aveia integral.

<sup>1</sup> Recomendação diária para adultos – IOM, 2005. <sup>2</sup> Recomendação diária para adultos – IOM, 2011. <sup>3</sup> Recomendação diária para adultos – BRASIL, 1998.

Paiva et al. (2012) estudando BC elaboradas com resíduos de arroz, soja, abacaxi e castanha de pequi encontraram níveis superiores dos minerais P, K, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe, em mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente: 175,0 a 275,0; 242,5 a 495,0; 97,5 a 170,0; 0,53 a 0,91; 1,40 a 1,56; 1,69 a 2,38; 3,33 a 5,58. Enquanto que, Fonseca et al. (2011) analisando BC elaboradas com casca de abacaxi encontraram teores de Ca, P, K, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe, mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente: 68; 218; 263; 103; 0,31; 2,50; 1,72; 1,87. Sendo que apenas o nível de ferro foi inferior ao das barras de cereais do presente estudo. Essas diferenças provavelmente são devidas ao tipo de resíduos utilizados para elaboração das BC.

Em relação ao sódio, os níveis encontrados nas BC-1 e BC-4 foram iguais estatisticamente e menores que a BC-5 (Tabela 4). O sódio é um mineral que deve estar presente na alimentação humana na quantidade sugerida pelas recomendações de ingestão diária – 2.400 mg dia<sup>-1</sup>, o que corresponde a 6 g de sal (Brasil, 1998), pois o excesso desse mineral na dieta pode trazer risco à saúde desenvolvendo problemas cardiovasculares como a hipertensão, acidentes vasculares cerebrais e insuficiência renal. Assim, o consumo de uma porção de 25 g das BC 1, BC 4 e BC 5 não ultrapassaria 0,5% da recomendação diária de sódio.

Teor de sódio mais baixo é ponto positivo. BC comercializadas possuem teores de sódio consideravelmente altos, que variam de 13 a 36 mg em 25 g de produto (Fonseca et al., 2011), superiores aos das barras deste trabalho que foram no máximo de 10,27 mg. Produtos alimentícios fontes de minerais e com teor reduzido de sódio podem ser opções viáveis para pessoas que precisam aumentar a ingestão de tais nutrientes essenciais, sem consumir, excessivamente, o sódio (Fonseca et al., 2011). Assim, as BC 4 e BC 5 são boas opções como fonte de minerais com baixos teores de sódio.

### **Avaliação dos parâmetros cor, textura e atividade de água das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5**

Observando-se a Tabela 5, pode-se verificar que os valores de L\* apresentaram-se entre 49,00 e 56,49. Os valores de L\* define a claridade da cor entre 0 (zero), que indica cor totalmente preta (ausência de cor) e 100 (cem), totalmente branca (cor alva). Assim, os valores de L\* encontrados nas BC (BC 1, BC 4 e BC 5) são basicamente centrais. As BC 4 e BC 5 apresentaram menor luminosidade quando comparada a BC 1 (controle).

A cor a\*, que varia do verde ao vermelho (-60 a +60), indica a existência de pigmentos vermelhos em valores positivos. As BC 4 e BC5 mostraram-se uma tendência a cor verde, ou seja, apresentaram valores que indicam pequena quantidade de pigmentos vermelhos. A cor b\* refere-se a variação de tonalidade do azul ao amarelo (-60 a +60). Nas BC analisadas, a tonalidade amarela encontra-se presente, com valores positivos. Assim, ocorreu um escurecimento (redução no valor dos parâmetros L e b) nas BC 4 e BC 5, devido a adição das FSA e da FBA na formulação. Estes resultados foram semelhantes ao relatado por Silva et al. (2009) em BC elaboradas com resíduo industrial de maracujá.

Observou-se também que a adição de FSA e FBA na elaboração das BC 4 e BC 5 alteraram significativamente a textura em relação à barra controle (BC 1). O aumento na resistência ao corte e dureza nas barras BC 4 e BC 5, pode ser explicado pela compactação das barras, ocasionado pela presença das fibras alimentares, além da diferença granulométrica existente entre a aveia integral e a FSA e FBA adicionadas no preparo das barras. Estes resultados estão de acordo com Silva et al. (2009), que constataram que a adição de farinha de resíduos de maracujá, em substituição a aveia proporcionaram resistência ao corte e dureza elevados.

Tabela 5 Avaliação dos parâmetros de cor (L, a e b), textura e atividade de água das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

Parâmetros	BC 1*	BC 4**	BC 5***
L (luminosidade)	56,49 ± 2,76a	49,00 ± 2,51b	49,89 ± 3,68b
a (verde ao vermelho)	3,71 ± 0,53b	7,59 ± 1,02a	7,67 ± 1,19a
b (azul ao amarelo)	25,59 ± 0,40a	21,61 ± 1,11b	21,35 ± 0,40b
Textura (gF)	2.669,58 ± 53,13c	5.758,41 ± 96,09a	5.384,88 ± 56,62b
Atividade de água <sub>aw</sub>	0,51 ± 0,01a	0,51 ± 0,01a	0,51 ± 0,01a

Dados são média (n = 8) ± desvio padrão.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade. \*BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; \*\* BC 4: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5 % de aveia integral \*\*\*BC 5: com adição de 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA) e 12,5% aveia integral.

Todas as barras analisadas apresentaram atividade de água (Aw) abaixo de 0,6, indicando segurança alimentar. Para qualquer tipo de bactéria, o valor mínimo de Aw requerido para crescimento é de 0,75, enquanto que as leveduras osmófilas (que resistem ao meio com alta concentração de açúcar) e os fungos xerófilos (que sobrevivem em meio com pouca água) são capazes de se desenvolver em Aw de 0,61 a 0,65, respectivamente, usando como substrato açúcares e glicose (Evangelista, 2005; Silva, 2000). Assim, esses valores conferem as BC uma segurança microbiológica durante o armazenamento, em condições adequadas de embalagem e temperatura.

**Tabela de informação nutricional das barras de cereais BC 1, BC 4, BC 5 e de barras comercializadas**

Glaser (2011) realizou um estudo comparando 30 tipos de BC de 10 diferentes marcas comercializadas no Brasil. As informações nutricionais foram retiradas dos rótulos. Comparando-se as barras BC 1, BC 4 e BC 5 com os registrados por Glaser (2011), pode-se considerar que estas BC apresentaram menores calorias, gorduras totais e sódio e elevados teores de fibras alimentares (Tabela 6).

A partir da portaria nº 27/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, que trata das informações nutricionais complementares, as barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 podem ser classificadas como produtos com reduzido valor calórico, com alto teor de fibras e fonte de ferro (Brasil, 1998). Além disso, devido aos teores elevados de compostos fenólicos e vitamina C das farinhas dos resíduos utilizadas na elaboração das barras BC 4 e BC 5, aumentaram os níveis destes constituintes, que são antioxidantes.

Tabela 6 Tabela nutricional das barras de cereais BC 1, BC 4, BC 5 e barras comercializadas em porção de 25 g (1 barra)

	BC 1*	BC 4**	BC 5***	Barras comercializadas <sup>a</sup>
Valor energético	69 kcal = 289 kJ	49 kcal = 205 kJ	47 kcal = 197 kJ	81 kcal a 230 kcal = 339 kJ a 962 kJ
Carboidratos	13,7 g	8,8 g	8,1 g	12,5 g a 36,3 g
Proteínas	1,5 g	1,5 g	1,6 g	0,9 g a 5,6 g
Gorduras totais	0,1 g	0,1 g	0,1 g	0,4 g a 11,9 g
Fibra alimentar	6,6 g	11,5 g	11,6 g	0 g a 18,8 g
Ferro	0,8 mg	1,3 mg	0,9 mg	-
Cálcio	-	8,4 mg	2,7 mg	-
Sódio	8,8 mg	9,3 mg	10,3 mg	12,5 mg a 150,0 mg

BC 1: controle - com adição de 25% de aveia integral; BC 4: com adição de 12,5% de farinha de sementes de acerola (FSA) e 12,5 % de aveia integral e BC 5: com adição de 12,5% de farinha de bagaço de acerola (FBA) e 12,5% aveia integral.

<sup>a</sup> Fonte: Glaser (2011).

## CONCLUSÃO

A substituição parcial da aveia (25%) pela FSA e pela FBA, na proporção de 12,5% para elaboração das barras de cereais BC 4 e BC 5

proporcionaram melhora nos atributos sensoriais e na preferência do consumidor.

O emprego da FSA e FBA na formulação das barras de cereais BC 4 (com adição de 12,5% de FSA e 12,5 % de aveia integral) e BC 5 (com adição de 12,5% de FBA e 12,5 % de aveia integral) proporcionaram produtos com maior valor nutricional atendendo as exigências atuais do mercado consumidor, com baixo teor de sódio e valor energético e teores elevados de fibras alimentares e ferro, além de estarem enriquecidas com compostos fenólicos e vitamina C que são substâncias antioxidantes, sendo uma alternativa para consumidores de alimentos saudáveis e funcionais.

Além disso, a substituição parcial da aveia pelas farinhas dos resíduos de acerola poderá resultar em um produto mais barato, agregando valor a esses subprodutos e evitando os seus descartes no ambiente.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguiar, T. M., Rodrigues, F. S., Santos, E. R., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2010). Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. *Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição*, 35, 91-102.
- Anvisa (1978). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12 [documento da internet] [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78.pdf](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf). Acesso em 10/12/2012.
- Anvisa (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.
- A.O.A.C. (2005). *Official methods of analysis*, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Maryland. 1094.

- Brasil (2001). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC nº12.
- Brasil (1998). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Portaria nº 27, p. 1-3.
- Bro, R. (1997). PARAFAC. Tutorial and applications. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 38, 149-171.
- Donatto, F. F., Pallanch, A., & Cavaglieri, C. R. (2006). Fibras dietéticas: efeitos terapêuticos e no exercício. *Revista Saúde*, 8, 65-71.
- Evangelista, J. (2005). *Tecnologia de alimentos*. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 652 p.
- Fonseca, R. S., Del Santo, V. R., Souza, G. B., & Pereira, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 61, 2011.
- Fruhirth, G.O., & Hermetter, A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. *Europe Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1128-1140.
- Glaser, Y. (2011). Comparação dos valores nutricionais das barrinhas de cereais. *Revista Mundo Tri*, março/2011. [documento da internet]  
<http://www.mundotri.com.br/arquivos>. Acesso em 8/01/2013.
- Gutkoski, L. C., Bonamigo, J. M. A., Teixeira, D. M. F., & Pedó, I. (2007). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, 355-363.
- Izzo, M. & Niness, K. (2001). Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. *Cereal Foods World*, 46, 102-105.
- IOM (2005a). Institute of Medicine of the Natural Academies. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids,

Cholesterol, Protein, And Amino Acids. Washington, DC: National Academies, 1357p.

IOM (2005b). Institute of Medicine of the Natural Academies. Dietary reference intakes for energy. Washington, DC: National Academy, 1331p.

IOM (2011). Institute of Medicine of the Natural Academies. Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium;. Washington, DC: National Academy Press, 1132 p.

Lima, J. C. R., Freitas, J. B., Czedler, L. P., Fernandes, D. C., & Naves, M. M. V. (2010). Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. *Boletim do Centro de Pesquisa em Processamento de Alimentos*, 28, 331-343.

Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, A. S. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS.

Nunes, C.A., Pinheiro, A.C.M. & Bastos, S.C. (2011). Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). *Journal of Sensory Studies*, 26, 167-174.

Paiva, A. P., Barcelos, A. F. P., Pereira, J. A. R., & Ciabotti, E. B. F. (2012). Characterization of food bars manufactured with Agroindustrial by-products and waste. *Ciência. Agrotecnica*, 36, 333-340.

Palazzolo, G. (2003). Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. *Cereal Foods World*, 48, 70-72.

Peuckert, Y. P., Viera, V. B., Hecktheuer, L. H. R., Marques, C. T., & Rosa, C. S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu - camu (*Myrciaria Dúbia*). (2010). *Alimentos e Nutrição*, 21, 147-152.

Sampaio, C. R. P., Ferreira, S. M. R., Canniatti-Brazaca, S. G. (2010). Caracterização físico-química e composição de barras de cereais fortificadas com ferro. *Alimento e Nutrição*, 21, 607-616.

- Sathe, S. K. (2002). Dry bean protein functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22, 175-223.
- Silva, I. Q., Oliveira, B. C. F., Lopes, A. S., & Pena, R. S. (2009). Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alimento e Nutrição*, 20, 321-329.
- Silva, J. A. (2000). Tópicos da tecnologia de alimentos. Livraria Varela, São Paulo, p.227.
- Silva, N., Junqueira, V. C. A., & Silveira, N. F. A. (2010). Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Livraria Varela, São Paulo, 630 p.
- Sousa, M. S. B., Vieira, L. M., Silva, M. J. M., & Lima, A. (2011). Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Revista Ciência Agrotécnica*, 35, 554-559.
- Strohecker, R., & Henning, H. M. (1967). *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428p.
- TEAM, R DEVELOPMENT CORE: A language and environment for statistical computing. (2011). Viena: R Foundation for Statistical Computing.

### **AGRADECIMENTOS**

A Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

**APÊNDICES**

Tabela 1A	Resumo da análise de variância dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, cinzas, fibra insolúvel, fibra solúvel, fibra total e carboidrato das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 .....	97
Tabela 2A	Resumo da análise de variância dos teores de sólidos solúveis, compostos fenólicos, vitamina C e calorias das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 .....	98
Tabela 3A	Resumo da análise de variância dos macro minerais das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 .....	99
Tabela 4A	Resumo da análise de variância dos micro minerais das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 .....	100
Tabela 5A	Resumo da análise de variância da avaliação dos parâmetros de cor (L, a e b), textura, sólidos solúveis e atividade de água das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5 .....	101

Tabela 1A Resumo da análise de variância dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, cinzas, fibra insolúvel, fibra solúvel, fibra total e carboidrato das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

	GL	Quadrado médio							
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína bruta	Cinzas	Fibra insolúvel	Fibra solúvel	Fibra total	carboidrato
Tratamento	2	8,05***	0,0001 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	0,16***	955,79***	13,59***	1029,12***	1174,80***
Resíduo	21	0,08	0,05	0,54	0,01	3,42	0,10	3,43	3,97
Total	23								
CV (%)		2,36	45,88	12,20	8,62	5,14	9,12	4,69	4,90

\*\*\*Significativo a 0,001% de probabilidade

<sup>NS</sup> Não significativo

Tabela 2A Resumo da análise de variância dos teores de sólidos solúveis, compostos fenólicos, vitamina C e calorias das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

	GL	Quadrado médio			
		Sólidos solúveis	Compostos fenólicos	Vitamina C	Calorias
Tratamento	2	15,34***	3,27***	3045181***	19294,9***
Resíduo	21	0,09	0,0009	1093	643
Total	23				
CV (%)		0,69	3,02	8,49	2,52

\*\*\*Significativo a 0,001% de probabilidade

Tabela 3A Resumo da análise de variância dos macro minerais das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

	GL	Quadrado médio				
		Cálcio	Fósforo	Pótassio	Magnésio	Enxofre
Tratamento	2	2268,4	10903,7***	3742,4***	265,88***	2811,56***
Resíduo	21	0,5	3,7	7,9	1,42	4,91
Total	23					
CV (%)		4,84	1,23	1,62	2,23	5,46

\*\*\*Significativo a 0,001% de probabilidade

Tabela 4A Resumo da análise de variância dos micro minerais das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

	GL	Quadrado médio				
		Cobre	Manganês	Zinco	Ferro	Sódio
Tratamento	2	0,002 <sup>NS</sup>	0,37*	0,17**	8,18***	69,52***
Resíduo	21	0,00073	2,28	0,02	0,08	2,97
Total	23					
CV (%)		16,54	23,84	8,68	7,26	4,55

<sup>NS</sup> Não significativo

\* Significativo a 0,05% de probabilidade

\*\* Significativo a 0,01%

Tabela 5A Resumo da análise de variância da avaliação dos parâmetros de cor (L, a e b), textura, sólidos solúveis e atividade de água das barras de cereais BC 1, BC 4 e BC 5

	GL	Quadrado médio				
		L	a	b	Textura	Atividade de água
Tratamento	2	2,76***	82,56***	43,63***	22741560***	1,67 <sup>NS</sup>
Resíduo	21	2,51	0,81	0,51	5088	21
Total	23					
CV (%)		3,68	12,57	3,13	1,55	0,54

\*\*\*Significativo a 0,001% de probabilidade

<sup>NS</sup>Não significativo