

# Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 2

Damaris Beraldi Godoy Leite  
Antonio Carlos Frasson  
(Organizadores)





## DESAFIOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

---

**Damaris Beraldi Godoy Leite  
Antonio Carlos Frasson  
(Organizadores)**

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho  
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior  
Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto  
Universidade Federal de Pelotas

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua  
Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior  
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Lina Maria Gonçalves  
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa  
Faculdade de Campo Limpo Paulista

Profª Drª Ivone Goulart Lopes  
Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas/Bogotá-Colombia

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

2017 by Damaris Beraldi Godoy Leite e Antonio Carlos Frasson

© Direitos de Publicação

ATENA EDITORA

Avenida Marechal Floriano Peixoto, 8430

81.650-010, Curitiba, PR

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

Revisão  
*Os autores*

Edição de Arte  
*Geraldo Alves*

Ilustração de Capa  
*Geraldo Alves*

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D441

Desafios da ciência e tecnologia de alimentos 2 / Organizadores  
Damaris Beraldi Godoy Leite, Antonio Carlos Frasson. – Curitiba  
(PR): Atena, 2017. – (Desafios da Ciência e Tecnologia de  
Alimentos ; v. 2)  
221 p. : il. ; 592 kbytes

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93243-18-9

DOI: 10.22533/at.ed.1890903

Inclui bibliografia.

1. Alimentos - Análise. 2. Alimentos - Indústria. 3. Tecnologia de  
alimentos. I. Leite, Damaris Beraldi Godoy. II. Frasson, Antonio  
Carlos. III. Título.

CDD-664.07

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-18-9



9 788593 243189

## **Apresentação**

A saúde é um completo estado de bem-estar, físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças, ingerir alimentos seguros e nutritivos é parte do processo de saúde do ser humano e para alcançar esses objetivos necessita-se do controle de qualidade.

Ao discorrer sobre o controle de qualidade Germano e Germano (2008) comentam que o controle alimentar é eficaz na medida que possui o apoio da população e da opinião pública, pois a educação deve preceder a lei, pois ela, por si só, não melhora a qualidade dos alimentos.

Para que esse controle seja plenamente atingido, juntamente com o incremento da legislação, devem-se aprimorar os procedimentos de laboratório para avaliação do produto em todas as fases do processo, a fim de garantir o controle higiênico-sanitário dos alimentos.

Dentro do território nacional o consumidor possui o Código de Defesa do Consumidor, Lei n. 8.078/90, um poderoso instrumento para que o cidadão possa se resguardar dos maus serviços e garantir os mesmos direitos básicos em relação a saúde e a segurança, bem como possui o suporte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), agência reguladora que exerce o controle sanitário sobre alimentos, regulamentada sob a Lei nº. 9.782, de 26/01/99.

No que concerne a segurança alimentar e ao controle de qualidade, o país dispõe de mecanismos próprios de fiscalização e controle, para que o alimento tenha o mais rígido controle de qualidade, estimulando estudos aprofundados nessa área, pois esse tema é profícuo em desafios.

Caro leitor, nesse volume você encontrará 17 artigos que discorrem sobre o Controle de Qualidade, especificamente relacionados aos alimentos e seus subprodutos das mais variadas regiões do Brasil, o que nos leva a pergunta inicial: O que é Controle de Qualidade?

Certamente existem muitas respostas para essa pergunta, mas ao ler esse *e-book* você certamente, poderá vislumbrar essa resposta por meio do olhar de seus autores que o fizeram com análises centesimais, químicas, físicas, microbiológicas, contagem de bactérias, estudo de peptídeos, avaliação de rótulos, potencial antioxidante e nutricional.

Ao usarem métodos diversos para alcançarem objetivos variados, com o intuito de garantir a qualidade final dos diferentes produtos apresentados no *e-book*, foram realizados testes em diferentes momentos da vida de prateleira do produto, o que propiciou visões diversas sobre o comportamento desses ingredientes e/ou produtos, demonstrando a criatividade e precisão dos autores.

Apreciem a leitura e atentem-se para os achados na avaliação físico-química de produtos diferenciados, as novidades dos compostos antioxidantes, o incremento no portfólio de produtos inovadores e subprodutos anteriormente

descartados, demonstrando a visão de um mundo sustentável onde as culturas são respeitadas e o material biológico é visto em sua integralidade.

Desejamos a todos uma boa leitura e enriquecimento com o estudo dos textos!

*Damaris Beraldi Godoy Leite*  
*Antonio Carlos Frasson*

## Sumário

Apresentação.....04

### **Eixo temático: Controle de qualidade**

#### Capítulo I

CENTESIMAL ANALYSIS OF PROTEIN CONTENT IN WHEY PROTEIC SUPPLEMENTS

*Matheus Lemos Silva, Maria Lúcia Costa, Tayná Gomes Dantas Silva, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda e Erlânia do Carmo Freitas.....09*

#### Capítulo II

PROXIMATE COMPOSITION AND MINERAL CONTENT OF STRAWBERRY COPRODUCTS

*Erlânia do Carmo Freitas, Adriana da Silva Miranda, Renata Ferreira Santana, Alessandra Braga Ribeiro, Marcondes Viana da Silva e Hanna Elisia Araújo de Barros.....18*

#### Capítulo III

FITOQUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE PRÓPOLIS

*Cristina Jansen, Suzane Rickes Luz, Tailise Beatriz Roll Zimmer, Karina Ferreira Fernandes, Eliezer Avila Gandra e Rui Carlos Zambiasi.....29*

#### Capítulo IV

THE QUALITY OF INDUSTRIAL AND HOMEMADE COCONUT OIL (EXTRA VIRGIN) SOLD IN VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

*Adriana da Silva Miranda, Jamille Nunes Pereira, Renata Ferreira Santana, Fábio Pereira de Souza, Erlânia do Carmo Freitas e Maria Helena Santos Oliveira.....46*

#### Capítulo V

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE TAMALES PRODUCED IN THE SOUTH OF VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

*Matheus Lemos Silva, Iolanda Almeida Santos, Juliana Rocha Francisco, Renata Ferreira Santana, Erlania do Carmo Freitas e Adriana da Silva Miranda.....55*

## Capítulo VI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.): CURVA DE SECAGEM E ESTABILIDADE DOS CAROTENOIDES TOTAIS

*Jéssica Souza Ribeiro, Guilherme Augusto Viana Andrade, Larissa Bello Donato, Náthila Qéssia dos Santos Lôbo, Daniel Mario Tapia Tapia, Cassiara Camelo de Souza, Márcia Elena Zanuto e Marcondes Viana da Silva.....64*

## Capítulo VII

EFEITOS DA GERMINAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO AZUKI

*Bianca Pio Ávila, Reni Rockenbach, Jander Luis Fernandes Monks e William Peres, Marcia Arocha Gularte e Moacir Cardoso Elias.....74*

## Capítulo VIII

AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA COMPOSIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES PROTEICOS

*Karen Rodrigues Oliveira da Conceição, Christiano Vieira Pires, Vinicius Lopes Lessa e Kelly de Freitas Maro.....84*

## Capítulo IX

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS LÁCTEAS UHT COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE FORTALEZA/CE

*Maria Jaiana Gomes Ferreira, Lívia Gabrielle Maciel Sales, Luanda Rêgo de Lima e Juliane Döering Gasparin Carvalho.....92*

## Capítulo X

CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS TOTAIS EM IOGURTES PROBIÓTICOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

*Graciliane Nobre da Cruz Ximenes, Neide Kazue Sakugawa Shinohara, Márcia Monteiro dos Santos, Jenyffer Medeiros Campos e Neila Mello dos Santos Cortez.....101*

## Capítulo XI

DIFERENCIAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA

*Lucia Maria Jaeger de Carvalho, Claudia de Lucas Baganha e José Luiz Viana de Carvalho.....114*

## Capítulo XII

POTENCIAL ANTIOXIDANTE E QUELANTE DE PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE FEIJÃO COMUM (*P. vulgaris*)

*Ladyslène Christhyns de Paula, Erika Valencia Mejía, Bruna Rodrigues Moreira Karla de Aleluia Batista e Katia Flávia Fernandes.....127*

### Capítulo XIII

#### ESTUDO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS EXTRAÍDOS DO FEIJÃO COMUM (*P. VULGARIS*) CULTIVAR PÉROLA

*Juliana Vila Verde Ribeiro, Karla de Aleluia Batista, Ladyslène Christhyns De Paula e Katia Flávia Fernandes*.....148

### Capítulo XIV

#### ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DE BEBIDAS LÁCTEAS COM FRUTOS DO CERRADO

*Fabiane Neves Silva, Larissa Bessa Fernandes, Grazielle Layanne Mendes Santos, Raquel Borges Faria, Carla Adriana Ferreira Durães e Igor Viana Brandi*.....166

### Capítulo XV

#### REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA

*Josemere Both, Joseane Bressiani, Tatiana Oro, Isadora Strapazon, Gabriela Soster Santetti e Luiz Carlos Gutkoski*.....173

### Capítulo XVI

#### APORTE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PELO CONSUMO DE FRUTAS DESIDRATADAS

*Larissa Chivanski Lopes, Armando Troina da Silva, Kelly Cristina Massarolo, Naralice Hartwing, Larine Kupski e Eliana Badiale Furlong*.....184

### Capítulo XVII

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE COPRODUTOS DO CUPUAÇU  
Marcondes Viana da Silva, Erlânia do Carmo Freitas, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda, Alessandra Braga Ribeiro e Jonathan Jardim Oliveira.....193

### Capítulo XVIII

#### AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA COM ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL E FERMENTO NATURAL LIOFILIZADO

*Raquel Facco Stefanello, Amanda Aimée Rosito Machado, Cristiano Ragagnin, Menezes e Leadir Lucy Martins Fries*.....206

Sobre os organizadores.....221

Sobre os autores.....222

**CENTESIMAL ANALYSIS OF PROTEIN CONTENT  
IN WHEY PROTEIC SUPPLEMENTS**

---

**Matheus Lemos Silva  
Maria Lúcia Costa  
Tayná Gomes Dantas Silva  
Renata Ferreira Santana  
Adriana da Silva Miranda  
Erlânia do Carmo Freitas**

## CENTESIMAL ANALYSIS OF PROTEIN CONTENT IN WHEY PROTEIC SUPPLEMENTS

### **Matheus Lemos Silva**

Academic of Nutrition. Technology and Science College – FTC  
Vitória da Conquista – Bahia.

### **Maria Lúcia Costa**

Academic of Nutrition. Technology and Science College – FTC  
Vitória da Conquista - Bahia.

### **Tayná Gomes Dantas Silva**

Academic of Nutrition. Technology and Science College – FTC  
Vitória da Conquista - Bahia.

### **Renata Ferreira Santana**

Department of Nutrition. Technology and Science College – FTC  
Vitória da Conquista - Bahia.

### **Adriana da Silva Miranda**

Department of Nutrition. Technology and Science College – FTC  
Vitória da Conquista - Bahia.

### **Erlânia do Carmo Freitas**

Center for Studies in Food Science - NECAL– Southwest Bahia State University  
– UESB  
Itapetinga - Bahia.

**ABSTRACT:** *Whey Protein* is a high value biologic protein supplement of easy absorption, which has been widely used by practitioners of physical activity, since it has the potential to better lean mass gain. This study aimed to analyze the protein content in supplements like the *Whey Protein*, as well as the irregularities for the protein content presented on the labels of such products. This is an experimental study, which evaluated 10 different brands of protein supplements for its protein content, commercialized in Vitória da Conquista-Ba. We have used the Kjeldahl method proposed by IAL (2008). Based on the collected data, we have observed that 100% of the samples had some kind of irregularity. Therefore, it is necessary the continuous and strict attention during the health authorities inspection to ensure that consumers have access to accurate information for these physical activities products.

**KEYWORDS:** Whey protein; Kjeldahl; Label.

## 1. INTRODUCTION

Media often shows countless messages promoting their products and ideals to individuals, and promising the right conditions for them to be always fit (DEZAN; MACHADO, 2011). Since athletes have a greater concern for their

appearance, these sportsmen are constantly seeking for these substances in order to achieve their dreamt "perfect body" (OLIVEIRA et al., 2015). In this sense, using protein rich supplements is increasing in large proportion among individuals, both men and women (ALVES; NAVARRO, 2010; RANG et al., 2011; KANDA et al., 2016). Studies have shown that the protein supplement mostly used in Brazil is the *Whey Protein* (HIRSCHBRUCH et al., 2008). This high nutritional quality protein supplement comes from the processing of cow milk during cheese making. During its production, there is formation of serum, which for a long time was discarded by the food industry. Usually associated with major environmental disturbances generated by inappropriate disposal. In the 70s, studies were carried out and the scientists turned their attention to the proteins presented in these supplements (HARAGUCHI et al., 2006).

Serum peptides are composed of beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin, bovine serum albumin and immunoglobulins. Beta-lactoglobulin have higher branched chain amino acid content and higher whey number of peptide bonds (45.0% - 57.0%). Alpha-lactalbumin is a major protein in human milk and, in quantity, it represents the second peptide serum of bovine milk, about (15% - 25%), being of fast digestibility and having larger quantities of essential amino acids such as lysine, leucine, threonine and cystine (HARAGUCHI et al., 2006; QUINTA; MANARINI, 2014; ALVES; NAVARRO, 2010; KANDA et al., 2016).

This great demand for supplements is due to the increase in lean body mass, provided for presenting high digestibility and absorption of such substances, which, after physical exercise, promotes recovery and muscle protein synthesis (HARAGUCHI et al., 2006; KANDA et al., 2016). Furthermore, studies suggest that the whey proteins have an anticarcinogenic and immunostimulatory capacity (FREIRE; DIAS, 2010; HSU et al., 2012).

In a study, after evaluating the influence of protein supplements on muscle mass, Carrilho (2013) found that the individuals who consumed the protein supplement had positive results as muscular hypertrophy and strength, reduced body fat and increased muscle and liver glycogen.

Due to the various benefits provided by the protein supplements, many brands are available for sale; they were classified into three different types of Whey Protein, namely: the concentrated, isolated and hydrolyzed. The concentrated has about 35 to 80% of proteins. The isolated, regarded as the most pure, has about 90% protein, with minimal traces of other whey compounds. The hydrolyzed usually concentrates about 80% protein, and their composition has broken protein chains into smaller segments called peptides. It makes its digestion and absorption to occur quickly (QUINTA; MANARINI, 2014; HARAGUCHI et al., 2006).

In face of the large number of commercialized products based on the Whey Protein, it becomes relevant to assess the protein present in these products, since the figures printed on the label of products not always are real. This study aimed to analyze the protein content of supplements of different brands of Whey Protein type as well as the irregularities related to the protein

content presented on the label of these products.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted at the Laboratory of Food Science in the Technology and Sciences College (FTC) in Vitória da Conquista, Bahia. The evaluated samples were obtained randomly in the supplement stores around the city, which composes ten different brands of protein supplements (Whey Protein). In order to ensure confidentiality, they were identified by the letters A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. They were grouped according to the type of Whey and information on the labels. They are: Concentrated - three brands (all national); Isolated - five brands (three of international origin) and concentrated, Isolated and Hydrolyzed (two national brands featuring the three protein types). Protein analysis were performed according to the methodology described by the Adolfo Lutz Institute (2008), by the Kjeldahl method, which consists of three phases: digestion, distillation and nitrogen titration emanated from the sample (GALVANI; GAERTNER, 2006). We have used, as a nitrogen conversion, the factor of 6.38 for milk and dairy products. Protein content quantification was done by the Equation 1. These analysis were performed in triplicate and the results were expressed as mean and standard deviation.

$$\% \text{ Proteins} = \frac{(V \times N \times 1,4)}{P} \times 6,38$$

Where: V- Volume spent on titration; N- Nitrogênio content and P- Sample weight.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

We have found that 100% of the analyzed samples presented some kind of irregularity. In Table 1 we present the results of the protein centesimal composition in the Whey Protein samples. To evaluate the supplements, we considered: the classification of the kind of Whey, according to the protein content by Quinta and Manarini (2014); the comparison between the protein content specified on the label, the one found in the analysis, and the criteria described by the DRC 360/2003; which states that the product may present a difference (Label X analysis) of up to 20% more or less in the amount of proteins (BRASIL, 2010).

Table1–Protein Centesimal Composition found in Whey Protein samples – Laboratory analysis and Label

Samples	Analysis (%)	Label (%)	RDC (360/2003) (%)
Concentrated	16,43 ± 0,01	16,00%	12,80 - 19,2%
Concentrated	42,14 ± 0,00	52,50%	42,00 - 63%
Concentrated	56,17 ± 0,05	93,33%	74,60 - 111,99%
Isolated	45,86 ± 0,01	61,11%	48,88 - 73,33%
Isolated	65,69 ± 0,00	89,00%	71,20 - 106,8%
Isolated	58,30 ± 0,00	77,41%	61,98 - 92,89%
Isolated	62,62 ± 0,03	77,41%	61,92 - 74,30%
Isolated	53,58 ± 0,01	72,72%	58,17 - 87,26%
Concentrated, isolated, hydrolysed	51,27 ± 0,14	65,71%	52,56 - 78,85%
Concentrated, isolated, hydrolysed	57,99 ± 0,01	77,5%	62,0 - 93%

Source: Research data.

For the supplements considered by the labels as ‘concentrated’ (A, B and C), only (B and C) fit in the standards. According to Quinta and Manarini (2014), for the supplement to be considered concentrated, it should provide between 35 and 80% protein in its composition. However, when comparing the protein label values with those obtained in the analysis, only brand A presented them properly. According to the RDC 360/2003, which establishes different values among the declared ones and those presented on the labels; we considered up to 20%, more or less, considering that the sample C is out of the recommended standard.

When evaluating the Whey samples declared as isolated (D, E, F, G and H), every one were out of established standards to be considered as such. According to Quinta and Manarini (2014), the isolated should contain about 90% protein in its composition. In the protein analysis, we could tell that all the samples showed values which were not consistent with the information contained on the labels, we mean, the values showed on the label were higher than those found in the protein analysis. When considering the information of RDC 360/2003, only the sample F fitted within the normal range.

For the samples containing the three types of protein (I and J), and considering the founds by Quinta and Manarini (2014), these proteins can only be fitted in the category of concentrated, since the figures presented in the sample I (51.27%) and J (57.99%) are only between 35-80%, which means they are out of the 80 and 90% to be considered hydrolysate and isolated, respectively. In addition, when comparing the protein content evidenced in the analysis with the values shown on the labels, both were out of which were previously established.

In a study developed by Oliveira et al. (2015), after evaluating 5 whey brands commercialized in Potiguar Natal, RN; We found protein values below the specified on the labels of all tested brands.

Parreiras et al. (2014) evaluated 2 brands of Whey, one national and one

international, by using the same method employed in this study (Kjeldahal). We have found that one of the samples showed 85.16% of protein in its composition and the other 77.69%. On the other hand, in this study, the larger protein value was 65.69% for the sample E.

According to Esper et al. (2007), this variability occurs because there is no company standardization for reporting the variations that may occur corresponding to the composition and quantity of the ingredients, which is another contributing factor to its inexistence in the Brazilian legislation.

According to Lobanco et al. (2009), the lack of uniformity among the different brands of commercialized supplements, and the difficulty found in most companies to reach the legislation requirements about nutrition information, promotes a harmful situation to consumers who wish to use this information to define better balanced and appropriate diets for their needs.

Leite et al. (2015) points out that the industries are using the products packaging as a marketing and advertising tool, and not for a real account of the product composition, this takes the consumer to choices that do not match the ones specified on the label.

#### **4. CONCLUSION**

The study confirmed that 100% of the analyzed products are in violation of current legislation. Therefore, it is necessary a continuous and strict attention during the inspection by the health authorities to ensure that consumers have access to accurate product information for physical activities athletes, through the product labeling.

It is noteworthy to emphasize that these commercial products have a high cost to purchase, and unfortunately. Consumers seek the products to enhance their performance and they end up being deceived by the false information given on the labels. Furthermore, we should encourage them to search for a trained professional who may properly prescribe and who are able to tell them if there is a real need for supplements, avoiding the indiscriminate usage of such products.

#### **REFERENCES**

ALVES, S. C. R.; NAVARRO, F. O uso de suplementos alimentares por frequentadores de academias de Potim--SP. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 4, n. 20, p. 139-147, 2010. Disponível em: < [http://www.rbne.com.br/ind\\_ex.php/rbne/article/view/174/171](http://www.rbne.com.br/ind_ex.php/rbne/article/view/174/171)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

BRASIL. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003.**

Ementa não oficial: Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Publicacao+Alimentos/IT+N+36>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

BRASIL. Resolução RDC nº. 18, de 27 de abril de 2010. **Regulamento Técnico sobre Alimentos para Atletas**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 2010. Disponível em: <<http://crn3.org.br/Areas/Admin/Content/upload/file-0711201565603.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

CARRILHO, L. H. Benefícios da utilização da proteína do soro de leite Whey Protein. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 7, n. 40, p. 195-203, 2013. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/393/377>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

DEZAN, F. F.; MACHADO, A. A. Vigorexia e rede social virtual. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, Rio Claro, v. 10, n.6, 153-160, 2011. Disponível em: <<http://www.fontouraeditora.com.br/periodico/vol-10/Vol10n6-2011/Vol10n6-2011-pag-153a160/Vol10n6-2011-pag-153a160.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

ESPER, L. M.; BONETS, P. A.; KUAYE, A. Y. Avaliação das características físico-químicas de ricotas comercializadas no município de Campinas-SP e da conformidade das informações nutricionais declaradas nos rótulos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, p. 299-304, 2007. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/7612>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

FREIRE, M. W. A.; DIAS, G. C. **Elaboração, avaliação química e nutricional de pão enriquecido com proteínas do soro do leite bovino e biomassa de linhaça**. TCC Bacharel em Nutrição, Escola da Saúde. Universidade Potiguar. Natal. 2010.

GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta. **Revista Circular Técnica**, 2006. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/7612>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. D. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 479-88, 2006. Disponível

em: < <http://www.scielo.br/pdf/rn/v19n4/a07v19n4.pdf> >. Acesso em: 20 jun. 2016.

HIRSCHBRUCH, M. D.; FISBERG, M.; MOCHIZUKI, L. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 6, p. 539-43, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v14n6/a13v14n6.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

HSU, T. H. et al. Expression of the class II tumor suppressor gene RIG1 is directly regulated by p53 tumor suppressor in cancer cell lines. **FEBS letters**, v. 586, n. 9, p. 1287-1293, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22616991>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

KANDA, A. et al. Effects of Whey, Caseinate, or Milk Protein Ingestion on Muscle Protein Synthesis after Exercise. **Nutrients**, v. 8, n. 6, p. 339, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27271661>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

LEITE, V.C.C. et al. Análise dos rótulos de suplementos proteicos para atletas, segundo as normas brasileiras em vigência. **Cadernos UniFOA**, n. 28, p. 69-74, 2015. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/cadernos/ojs/index.php/cadernos/article/view/288/388>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

LOBANCO, C. M et al. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 499-505, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v43n3/316.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

OLIVEIRA, L. C. B. P. et al. Análise centesimal e comparativa de suplementos de proteínas do soro do leite bovino: Whey Protein. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 51, p. 223-231, 2015. Disponível em: < <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/487/473>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

PARREIRAS, L. S. et al. Análise centesimal e sensorial de diferentes marcas de whey protein comercializadas no Brasil. **e-Scientia**, v. 7, n. 2, p. 1-9, 2014. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcbas/article/view/1399/778>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

QUINTA, F.; MANARINI, T. Whey não é só para os fortes: Os Tipos de Whey. **Saúde é Vital**, n. 38, p. 36-39, 2014.

RANG, H.P. et al. **Farmacologia**. 7. ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2011, p.774-775.

**RESUMO:** Whey protein é um suplemento proteico de alto valor biológico e de fácil absorção, que tem sido amplamente utilizado por praticantes de atividade física por favorecer melhor ganho de massa magra. Objetivou-se analisar o teor de proteínas em suplementos proteicos do tipo Whey Protein, bem como irregularidades referentes ao teor de proteínas apresentados na rotulagem destes produtos. Trata-se um estudo experimental onde foram avaliados 10 diferentes marcas de suplementos proteicos quanto ao teor de proteínas, comercializados no município de Vitória da Conquista – Ba, utilizando o método de macro Kjeldahl proposto por (IAL, 2008). Com base nos dados obtidos, percebeu-se que 100% das amostras avaliadas apresentavam algum tipo de irregularidade. Portanto, faz-se necessário o cuidado contínuo e rigoroso durante a fiscalização por parte das autoridades sanitárias para garantir que os consumidores tenham acesso às informações precisas sobre os produtos para os praticantes de atividades físicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** whey protein; kjeldahl; rotulagem.

**PROXIMATE COMPOSITION AND MINERAL  
CONTENT OF STRAWBERRY COPRODUCTS**

---

**Erlânia do Carmo Freitas  
Adriana da Silva Miranda  
Renata Ferreira Santana  
Alessandra Braga Ribeiro  
Marcondes Viana da Silva  
Hanna Elisia Araújo de Barros**

## PROXIMATE COMPOSITION AND MINERAL CONTENT OF STRAWBERRY COPRODUCTS

### **Erlânia do Carmo Freitas**

Center for Studies in Food Science - NECAL- State University of Southwest Bahia - UESB, Itapetinga - Bahia.

### **Adriana da Silva Miranda**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

### **Renata Ferreira Santana**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

### **Alessandra Braga Ribeiro**

Regional Scientific Development Program - DCR - Federal University of Piauí – UFPI - Teresina – Piauí.

### **Marcondes Viana da Silva**

Center for Studies in Food Science - NECAL– Southwest Bahia State University – UESB - Itapetinga – Bahia.

### **Hanna Elisia Araújo de Barros**

Southwest Bahia State University – UESB - Itapetinga – Bahia.

**ABSTRACT:** Strawberries are appreciated in our diet for their sensory and nutritional characteristics. The food industry has used these fruit for confectionery, ice cream, frozen pulps among others. It generates a great quantity of residue materials, which is rich in nutrients. Several studies suggest consuming this fruit in its entirety, in order to reduce the environmental impact caused by improper disposal, and the possibility of alternative food sources. This study aimed to produce flour from the frozen strawberry pulp co-products and to perform their proximate and mineral composition. The samples were collected at different times. For determination of protein, carbohydrates, lipids, ash, moisture, minerals, fiber, we have used the methodology proposed by the AOAC (2010). Through the analyzes, we can emphasize the high amount of lipids (20.90 g.100<sup>-1</sup>), calcium (667.80 mg.100g<sup>-1</sup>), total fibers (70.55 g.100<sup>-1</sup>) which show that strawberry coproducts present an exploitation potential in food production.

**KEYWORDS:** *Fragaria* sp; Residues; Macronutrients; Fruit; Consume.

## 1. INTRODUCTION

The relationship between a high consumption of fruit and vegetables is inversely related to the incidence of various degenerative diseases. The relationship between a balanced diet and the maintenance of health have aroused the interest of various research centers in the world and called the

consumer's attention (HONG et al., 2012; BERTOIA et al., 2015; GIAMPIERI et al., 2015; MAZZONI et al., 2016). Brazil has a vast fruit production with a wide variety of species, and its forms of presentation and industrialization emphasize the fruit agribusiness (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015). However, this growth has been generating an increasing co-products production that require to be used (SILVA; SILVA, 2013; SENA et al., 2015).

The fructiculture co-products may result in environmental contamination, especially water resources and soil. The accumulation of these materials is a substrate for proliferation of vectors which transmit diseases when not properly treated (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011; LEONEL; LEONEL; SAMPAIO, 2014; MACAGNAN et al., 2014; SILVA; SILVA, 2013; SENA et al., 2015).

Several studies have pointed out that the shells, pith and fruit seeds are good sources of nutrients. The fruitculture subproducts have been highlighted in recent years for its high nutritional quality and for avoiding the environmental impacts caused by improper disposal. Studies suggest drying the skins, stems, seeds and pith, and its process for the production of flour for sale in bakeries, producing cakes, cookies and functional breads with high macrominerals and fiber content (BRENNAN et al., 2012; SIDDHURAJU, 2007; OLIVEIRA et al., 2009; SOUSA et al., 2011; DAIUTO et al., 2014; LEONEL; LEONEL; SAMPAIO, 2014; SENA et al., 2015).

Berries in general are important sources of nutrients for proper body functions. Studies show that the strawberry is rich in minerals, vitamins, lipids, antioxidants such as phenolic compounds, carotenoids, flavonoids and anthocyanins. All of these compounds play an important role in health promotion and disease prevention, some of them have the function of body detoxification through decreasing the action of reactive oxygen species, which reduces oxidative stress and leads to a decrease in cell damaging. They also help to protect and repair DNA damaging (GIAMPIERI et al., 2015; XIA et al., 2015; MAZZONI et al., 2016; NAITHANI et al., 2016.). The aim of this study is to produce flour from the strawberry pulp coproducts and investigate its proximate and mineral composition.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

The strawberry coproducts were kindly provided by a processing frozen pulp company from the city of Vitoria da Conquista – BA. The strawberries residues, those remaining in the sieves, were routinely discarded by the company, so it was requested the immediate freezing of the material on three separate dates, which were divided and labeled as following: Lot 1 - strawberry (Sb-1); Lot 2 - strawberry (Sb-2); Lot 3- strawberry (Sb-3). The company buys its fruits from different cities across the country; their strawberry comes from the city of Vitoria - ES. The samples were dried out for flour production in an oven with forced air circulation (Marconi, Model MA035/1) at  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  for 36 ( $\pm$  1h).

Then, the dried material was grounded in a Wiley mill (Polymix PX-MFC 90 D) and then in a ball mill (Marconi MA350), the standardized granulometry was done in an 80-mesh sieve for flour production. Each lot was analyzed in triplicate in all analyzes.

## **2.1 Moisture, protein, lipids, carbohydrates, fiber, ash and minerals determination**

Moisture content was determined by the drying method in a convection oven, according to the procedures proposed by the AOAC (2010). For protein determination, we have used the Kjeldahl method proposed by the AOAC (1990). For total nitrogen determination, it was used the 5.75 factor for converting proteins according to Brazil (2003), since it has its origin in plant proteins. The total lipids were determined by the gravimetric method recommended by the AOAC (2010), in a Soxhlet extractor, by using ethyl ether as a solvent extractor. The carbohydrate content was determined by difference, according to the methodology proposed by ANVISA RDC n°. 360/2003. The soluble fiber content (FS), insoluble (FI) and total (FT) were determined by the enzyme-gravimetric method. This methodology is based on the determination of the residue weight resulting from the elimination of starch and protein by enzymatic hydrolysis ( $\alpha$ -amylase, protease, and amyloglucosidase), and subsequent precipitation of the fibers in the presence of ethanol (AOAC, 1990). The analyzes were conducted at the Laboratory Amazile Biagioni Maia - LABM, located in Juiz de Fora, MG.

Ash analysis was determined according to the method AOAC (2010). Mineral analyses was conducted following the method proposed by the AOAC (2010). The elements sodium and potassium were determined by employing the flame photometry (Micronal b-262). The mineral elements calcium and magnesium were determined by atomic absorption spectrometry (brand and model). All results were expressed as  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . To conduct the experiments we have used the Completely Randomized Design (CRD), with three replicates. The results are presented as mean and standard deviation (SD). The analysis of variance (ANOVA) and the multiple comparisons were done through the Tukey's test at the significance level of 5%.

## **3. RESULTS AND DISCUSSION**

### **3.1 Proximate composition**

Proximate composition is the analysis of moisture, protein, lipids, carbohydrates and dietary fiber levels. The results from the strawberry flour analysis are presented in Table 1.

Table 1 – Proximate composition of strawberry flour coproducts.

Lot s	Unit (%)	Proteins (g.100 <sup>-1</sup> )	Lipids (g.100 <sup>-1</sup> )	Total carbohydrat es (g.100 <sup>-1</sup> )	SDF (g.100 <sup>-1</sup> )	IDF (g.100 <sup>-1</sup> )	TF (g.100 <sup>-1</sup> )
Sb- 1	14.40±0.19 ab	6.92±0.2 3 <sup>a</sup>	20.90±0.2 8 <sup>a</sup>	15.86±0.3 <sup>a</sup>	9.10±0.2 0	61.54±0,1 5	70.55±0.0 5
Sb- 2	15.50±0.72 a	4.80±0.0 3 <sup>b</sup>	10.25±0.0 2 <sup>c</sup>	4.20±0.79 <sup>b</sup>			
Sb- 3	14.10±0.35 b	4.43±0.2 7 <sup>b</sup>	11.01±0.2 8 <sup>b</sup>	3.11±0.45 <sup>b</sup>			

Sb: Strawberry. Average of 03 repetitions each lot followed by a standard deviation ±. Average followed by the same letter in the columns do not differ statistically from each other. The Tukey test was applied at the level of 5% probability. SDF (Soluble Dietary Fiber); IDF (Insoluble Dietary Fiber). TF (Total Fibers).

For moisture analysis, we have found, in the flours of strawberry residues, values ranging from 10.70% to 14.79%. According to Resolution n°. 263 from September 22, 2005, which presents moisture patterns in food products such as flour, this type of product should not have moisture exceeding 15.0% moisture g.100<sup>-1</sup>. Therefore, the flours from the strawberry residues were within the standard established by law. It is noteworthy that moisture values above 15% contribute to a further deterioration and a lower life of the analyzed product.

In relation to the protein content, we have found in the flours of strawberry residues, values ranging from 4.43 to 6.92 g.100<sup>-1</sup>. Higher protein values in the dry matter of various tropical fruit residues have been described for pineapple, acerola, guava, passion fruit and melon (respectively: 8.35 g.100<sup>-1</sup>; 10.54 g.100<sup>-1</sup>, 8.47 g .100<sup>-1</sup>; 12.36 g.100<sup>-1</sup>; 17.33 g.100<sup>-1</sup>) (Junior et al. 2006). Thus, we can see that the flours from strawberry residues have moderate amounts of protein when compared to other fruits.

We have found significant amounts of lipids in strawberry flour (10.25 to 20.90 g.100<sup>-1</sup>). Fruit and vegetables are generally good sources of lipids, since most of them contains between 0.1 and 1% of total lipids. Similar lipid values were described by Abud and Narain (2009), who found levels of 16.25; 10.75; 19.05 g.100<sup>-1</sup> in fruits such as guava, umbu and passion fruit, respectively. When comparing the strawberry lipid content to the value recommended by the Dietary Reference Intakes - DRI (IOM, 2005) for healthy people aged 19-30 years old, if an individual consume 100g of strawberry flour, he/she will be reaching 59.71% of daily necessities. Therefore, we can say that the strawberry flour is rich in lipids.

The total number of carbohydrates present in the strawberry flour varied from 3.11 to 15.86 g.100<sup>-1</sup>. Abud and Narain (2009) found higher amounts of carbohydrates in the flour residues from guava, acerola, umbu and passion fruit, respectively: 29.52; 70.83; 53.92; 20.31 g.100<sup>-1</sup>. So, by comparing these fruits, we can infer that the strawberry flour do not constitute itself as a good source of carbohydrates.

The amount of soluble and insoluble total fibers found in strawberry flour residue were respectively 70.55; 9.1 and 61.54 g.100<sup>-1</sup>. According to the DRI (IOM, 2005), the optimal daily fiber intake should vary from 20 to 30 grams/day. Abud and Narain (2009) also found high amounts of total fiber in the residues of guava, acerola, umbu and passion fruit, respectively: 42.68; 14.26; 13.52; 47.00 g. 100 g<sup>-1</sup>, not differentiating between soluble and insoluble. According to the USDA (2012), for each frozen strawberry of 255g, we can find 4.8g of total dietary fiber, not differentiating between soluble or insoluble. The current Brazilian law, when dealing with the amount of fiber in food products, in order for the product to be considered rich as a fiber source, advocates that it must contains 5g of fiber per 100g (BRAZIL, 2012). Therefore, we can consider that the flour from strawberry residue is a rich source of fiber.

### 3.2 Minerals

Ash consists of minerals, which are required on a daily diet value and are usually found in great quantity in different kinds of food. The results of mineral content found in the residues of strawberry flours are shown in Table 2.

Table 2- Ash and mineral content in strawberry flour

Lots	Ash (%)	Calcium (mg.100g <sup>-1</sup> )	Magnesium (mg.100g <sup>-1</sup> )	Potassium (mg.100g <sup>-1</sup> )	Sodium (mg.100g <sup>-1</sup> )
Sb-1	3.08±0.08 <sup>a</sup>	667.80±21.10 <sup>a</sup>	51.50±0.47 <sup>a</sup>	200±0.00 <sup>a</sup>	31.33±1.10 <sup>a</sup>
Sb-2	3.10±0.04 <sup>a</sup>	572.00±17.70 <sup>b</sup>	44.20±0.56 <sup>a</sup>	200±0.00 <sup>a</sup>	31.31±1.10 <sup>a</sup>
Sb-3	3.02±0.16 <sup>a</sup>	564.90±24.28 <sup>b</sup>	40.40±0.88 <sup>a</sup>	200±0.00 <sup>a</sup>	30.66±1.10 <sup>a</sup>

Sb: Strawberry. Average of 3 repetitions of each lot followed by a standard deviation ± Average followed by the same letter in the columns do not differ statistically from each other (p<0.05).

The amount of ash present in the strawberry flour ranged from 3.02% to 3.10% g.100 g<sup>-1</sup>. Françoso et al. (2008) studied fresh strawberries and obtained an ash value of 0.44%. Taco (2012) presented 0.5% for fresh fruit. We can observe that the strawberry flour has more ash than the fresh fruit; this may have been due to the quantities of seeds present in the residues.

The amount of calcium found in the strawberry flour ranged from 572 to 667.8 mg. 100 g<sup>-1</sup>. These results demonstrate that such residues can be considered as good sources of calcium, since it provides about 67% of DRI. Felipe et al. (2006) studied the mango and passion fruit peels and found low values, 39.8 and 58.65 mg.100 g<sup>-1</sup> of calcium, respectively. Gondim et al. (2005) analyzed the tropical fruit residues and found lower calcium levels in tangerine: 478.98 mg.100g<sup>-1</sup>. Marques et al. (2012) found 264.32 mg.100g<sup>-1</sup> of calcium in agroindustrial residues of dehydrated acerola, lower than those found in the strawberry flour.

Magnesium content found in the strawberry flour ranged from 40.4 to 51.5 mg.100 g<sup>-1</sup>, and may be regarded as a good source of magnesium, since it provides approximately 20% of DRI (RDC n°. 269/2005). Marques et al. (2012)

studied the agroindustrial residues in dehydrated acerola and found higher values of magnesium (106.62 mg.100 g<sup>-1</sup>). Marques et al. (2010) also found lower values of magnesium in dried mango's peel (22.38 mg.100 g<sup>-1</sup>). Comparing the above mentioned results, we can say that the strawberry flour has moderate amounts of magnesium in relation to other fruit residues. So far, we have not found mineral values in strawberries residues for comparison.

Potassium content in strawberry flour remained constant in all lots (200 mg.100 g<sup>-1</sup>), which means that this is a poor source regarding such a mineral, since it provides only about 4% of the mineral DRI. Godim et al. (2005) found higher potassium values than the ones found in this study (598.36 mg.100g<sup>-1</sup>) for tangerine residues. Potassium results found in this study are higher than those presented in fresh fruits according to data presented by the TACO table (2012), which describes the amount of 184 mg.100g<sup>-1</sup>. The sodium content found in the strawberry flour varied from 30.6 to 31.30 mg.100 g<sup>-1</sup>, we considered these flours as poor sources of this mineral, since they provided 2.08% of DRI. Gondimet al.(2005) found higher sodium values than those found in tangerine peel (77.76 mg.100 g<sup>-1</sup>). Thus, we can consider that the strawberry flour is a good source of calcium and magnesium and poor in sodium and potassium when compared to some other fruit residues already published.

#### 4. CONCLUSION

Considering the presented results, we can conclude that the residues from the strawberry pulp are an important source of lipids, calcium, magnesium and especially fibers. Therefore, we suggest new studies that enables the use of strawberry flour in the development of new products, since the fibers are related to prevention, treatment and control of diseases such as diabetes, dyslipidemia, constipation among others.

#### REFERENCES

ABUD, A.K.S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 1, p.257-265, 2009. Disponível em: <  
<http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v12n4389a.pdf> >. Acesso em: 30 mar.2016

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. (2015). Santa Cruz do Sul: *Gazeta* Santa Cruz. 104 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). 15 ed. **Official Methods of Analysis**, 1990, 1117p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 18 ed. **Official Methods of Analysis**, 2010.

BRASIL, RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC\\_269\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES) > Acesso em: 06. abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, de 13 de novembro de 2012.

BERTOIA, M. L. et al. Changes in intake of fruits and vegetables and weight change in United States men and women followed for up to 24 years: analysis from three prospective cohort studies. **PLoS Med**, v.12, n. 9, p. 1001878, 2015. Disponível em: < <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001878> >. Acesso em: 30 mar. 2016

BRASIL, RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em < <http://portal.anvisa.gov.br/> > Acesso 02 abr. 2016.

BRENNAN, M. A. et al. Enrichment of extruded snack products with coproducts from chestnut mushroom (*Agrocybeaegerita*) production: interactions between dietary fiber, physicochemical characteristics, and glycemic load. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 17, p.4396-4401, 2012. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22458938> >. Acesso em: 30 mar.2016

DAIUTO, É. R. et al. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'HASS'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 36, n. 2, p.417-424, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a18.pdf> >. Acesso em: 30 mar.2016

FRANÇOSO, I.L.T. et al. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p.614-619, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a17v28n3.pdf> >. Acesso em: 30 mar.2016

FELIPE, E. D. F. et al. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p.79-83, 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/116/129>>. Acesso em: 30 mar.2016

GIAMPIERI, F. et al. Strawberry as a health promoter: a evidence based review. **Food & function**, v. 6, n. 5, p.1386-1398, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25803191>>. Acesso em: 30 mar. 2016

HONG, S.E.O. et al. Educational attainment and differences in fruit and vegetable consumption among middle-aged adults in the Korean National Health and Nutrition Examination Survey IV. **Nutrition research and practice**, v. 6, n. 3, p.263-269, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22808352>>. Acesso em: 30 mar. 2016

IOM - Institute of Medicine Food and Nutrition Board. Washington: National Academy Press, 2005.

JÚNIOR, J. E. L. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 1, p.70-76, 2006. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/225>>. Acesso em: 30 mar.2016

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv *Smoothcayenne*: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 433-439, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452014000200020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000200020)>. Acesso em: 30 mar.2016

MACAGNAN, F. T. et al. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 3, n. 2, p. 201-210, 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/39038>>. Acesso em: 30 mar.2016

MAZZONI, L. et al. The genetic aspects of berries: from field to health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 2, p. 365-371, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25872898>>. Acesso em: 30 mar.2016.

NAITHANI, S. et al. A metabolic pathway database for woodland strawberry *Fragaria vesca*. **Frontiers in plant science**, v. 7, n. 1, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4777718/>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

OLIVEIRA, A. C. et al. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, v. 115, n. 1, p.469-475, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608014854>>. Acesso em: 30 mar.2016.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978

SENA, D. et al. Microminerais em farinhas de resíduos do processamento de frutas tropicais. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 3431-3435, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0359-25862-137144.pdf>>. Acesso em: 30 mar.2016.

SILVA, A. et al. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 24, n. 1, p.15-26, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/140951>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

SIDDHURAJU, J. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 982-990, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/223726731\\_Antioxidant\\_activity\\_of\\_polyphenolic\\_compounds\\_extracted\\_from\\_defatted\\_raw\\_and\\_dry\\_heated\\_Tamarindus\\_indica\\_seed\\_coat](https://www.researchgate.net/publication/223726731_Antioxidant_activity_of_polyphenolic_compounds_extracted_from_defatted_raw_and_dry_heated_Tamarindus_indica_seed_coat)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 202-210, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232011000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232011000300004)>. Acesso em: 30 mar.2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. 4. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2012.

XIA, R. et al. Novel and recently evolved microRNA clusters regulate expansive F-BOX gene networks through phased small interfering RNAs in wild diploid strawberry. **Plantphysiology**, v.169, n. 1, p. 594-610, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26143249>>. Acesso em: 30 mar.2016.

**RESUMO:** Morangos são apreciados na alimentação por suas características sensoriais e nutricionais. A indústria alimentícia tem utilizado esses frutos para produção de doces, sorvetes, polpas congeladas, entre outros, gerando quantidades de resíduos, matérias ricas em nutrientes. Vários estudos sugerem utilizar os alimentos em sua totalidade, com intuito de diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado, além da possibilidade de serem fontes alternativas de alimentos. O presente trabalho teve como objetivo produzir farinhas dos coprodutos provenientes da produção de polpas congeladas do morango e realizar sua composição centesimal e mineral. As amostras foram coletadas em épocas distintas. Para determinação dos teores de proteínas, carboidratos, lipídios, cinzas, umidade, minerais e fibras, utilizaram-se as metodologias propostas pela AOAC (2010). Através das análises realizadas pode-se enfatizar a alta quantidade de lipídios ( $20,90 \pm 0,28^a$ ), cálcio ( $667,80 \pm 21,10^a$ ) e fibras totais ( $70,55 \pm 0,05$ ) evidenciando que os coprodutos do morango apresentam potencial de aproveitamento na produção de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Fragaria sp*; resíduos; macronutrientes; fruticultura; aproveitamento.

**FITOQUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE  
EXTRATOS DE PRÓPOLIS**

---

**Cristina Jansen  
Suzane Rickes Luz  
Tailise Beatriz Roll Zimmer  
Karina Ferreira Fernandes  
Eliezer Avila Gandra  
Rui Carlos Zambiasi**

## FITOQUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE PRÓPOLIS

### **Cristina Jansen**

UFPel, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Pelotas –RS

### **Suzane Rickes Luz**

UFPel, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Pelotas –RS

### **Tailise Beatriz Roll Zimmer**

UFPel, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Pelotas –RS

### **Karina Ferreira Fernandes**

UFPel, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos  
Pelotas – RS

### **Eliezer Avila Gandra**

UFPel, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos  
Pelotas – RS

### **Rui Carlos Zambiasi**

UFPel, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos  
Pelotas – RS

**RESUMO:** A própolis é um dos produtos obtidos da colmeia, produzida pelas abelhas através da coleta de resinas e gomas de árvores, plantas e de flores. Sua composição química tem atribuído o interesse para pesquisas, devido ao conteúdo de fitoquímicos, que são responsáveis por diversas propriedades benéficas a saúde, dentre elas, a capacidade antioxidante. Por isso, este estudo teve como objetivo avaliar a atividade antioxidante e a composição de fitoquímicos em amostras de própolis oriundas da cidade de Pelotas do Rio Grande do Sul. Foram preparados extratos hidroalcoólicos, os quais foram submetidos à determinação de compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, espectroscopia Ultravioleta-Visível e atividade antioxidante, através do método de DPPH e ABTS. Ambas as amostras apresentaram alto teor dos fitoquímicos analisados. Pelo espectro UV observou-se absorção máxima entre 290 e 400 nm, região característica da absorção dos flavonoides. As amostras de própolis de Pelotas apresentaram alta capacidade antioxidante, com valores próximos aos obtidos com o padrão quercetina. Constatou-se uma relação positiva entre as amostras com maior teor de fitoquímicos e a elevada ação antioxidante.

**PALAVRAS-CHAVE:** carotenoides; compostos fenólicos; flavonoides; extratos alcoólicos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A colmeia é fonte de produtos de alto valor nutritivo e com grandes potencialidades farmacológicas, como o mel, a própolis, o pólen, a cera, a geleia real e a apitoxina. A própolis é um dos produtos apícolas que têm alcançado destaque internacional devido a sua composição química e propriedades biológicas, sendo um produto elaborado pelas abelhas através de substâncias resinosas e gomosas, coletadas de brotos, flores e exsudados de plantas. As abelhas digerem parcialmente estes materiais através da ação das enzimas contidas nas suas secreções salivares, e após acrescentam ainda cera e pólen, formando assim a própolis (Silva et al., 2012). A própolis é utilizada como defesa para a colmeia, servindo para cobrir frestas, no preparo de alvéolos para a postura da abelha rainha, para mumificação de insetos invasores, além de atuar como isolante térmico para a colmeia (Tosi et al., 2007).

A própolis vem sendo utilizada desde as civilizações antigas no tratamento de diversas doenças, devido as suas propriedades biológicas e terapêuticas. Propriedades como a antimicrobiana, anti-inflamatória, antitumoral, cicatrizante, e antioxidante são atribuídas à complexa composição química, principalmente pela presença de alguns fitoquímicos (Moreira et al., 2008; Silva et al., 2012; Frozza et al., 2013).

Atualmente, a própolis tem grande importância para uso veterinário no tratamento de mastite bovina e na cicatrização de cortes; na agricultura, no combate à doenças pós-colheita dos frutos; na produção de cosméticos vem sendo utilizada em cremes, xampu e sabonetes; na indústria de alimentos aplicada em bebidas, alimentos saudáveis e suplementos nutricionais; e na indústria farmacêutica na forma de xaropes, pastilhas, cápsulas e extratos (Ordóñez et al., 2011; Alves, Kubota, 2013).

Os compostos fenólicos presentes na própolis tem atraído muita atenção devido a sua relação com a atividade antioxidante, aos efeitos na proteção contra doenças coronárias, cardíacas e o câncer, e recentemente, pelas evidências do efeito de inibição da invasão tumoral e da metástase (Weng, Yen, 2012).

O objetivo deste estudo foi de avaliar o conteúdo de compostos fenólicos, flavonoides e de carotenoides, e avaliar a capacidade antioxidante de extratos de própolis do Rio Grande do Sul.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAIS**

Para as análises de compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides foram utilizados ácido gálico (Fluka®, ≥ 98,0%), reagente Folin-Ciocalteu

(Sigma Aldrich®), quercetina (Sigma®, ≥98,0%) e β-caroteno (Bio Chemika®, ≥ 98,0%). Os demais reagentes foram com grau de pureza para análise (P.A.) para análises realizadas em espectrofotômetro.

Para a determinação da atividade antioxidante foram utilizados: 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) (Sigma Aldrich®); ABTS 2,2'azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (Sigma Aldrich®); ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano (Trolox) (Sigma-Aldrich®) e 2,4,6-tripiridil-1,3,5-triazina (TPTZ) (Fluka®).

As amostras de própolis foram coletadas por apicultores na primavera de 2013, a partir de duas colmeias da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul: Pelotas 1, (Zona Norte) (31°42'10.3"S e 52°22'34.9"W) e Pelotas 2 (Zona Rural) (31°35'55.0"S e 52°31'06.0"W).

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 ANALISES FÍSICO-QUÍMICAS**

#### **2.2.1.1 DETERMINAÇÃO DA COR**

A determinação da coloração das amostras de própolis foi obtida após sua trituração em moinho de bola (MARCONI 350) com auxílio de nitrogênio líquido, até a obtenção de um pó fino.

A medida da cor foi realizada com o emprego do colorímetro Minolta (CR-300), com fonte de luz D 65, com 10 mm de abertura no padrão C.I.E.  $L^*a^*b^*$ , de acordo com metodologia de Pastor et al. (2011). O eixo  $L^*$  representa a luminosidade, e varia do preto (0) ao branco (100), o eixo  $a^*$  do verde (-a) ao vermelho (+a) e o eixo  $b^*$  do azul (-b) ao amarelo (+b). Através dos valores  $a^*$  e  $b^*$  calculou-se o ângulo Hue ( $^{\circ}h^* = \text{tang-}1b^*.a^*-1$ ). O croma ( $C^*$ ) corresponde à saturação ou intensidade da cor, e o ângulo de matiz ( $h^{\circ}$ ) indica a cor observável, sendo definido em graus e iniciando no eixo  $+a^*$ , em que  $0^{\circ}$  é  $+a^*$  (vermelho),  $90^{\circ}$  é  $+b^*$  (amarelo),  $180^{\circ}$  é  $-a^*$  (verde), e  $270^{\circ}$  é  $-b^*$  (azul).

#### **2.2.1.2 CONDUTIVIDADE**

A condutividade elétrica de uma solução a 20% de própolis bruta (m/v) (com base na matéria seca) em metanol foi medida a 20°C em um condutivímetro (HANNA INSTRUMENTS HI 98311) previamente calibrado, de acordo com a metodologia descrita por Dias, Pereira e Estevinho (2012). Os resultados foram expressos em miliSiemens por centímetro ( $\text{mS.cm}^{-1}$ ).

A condutividade indica a facilidade com a qual um material é capaz de conduzir uma corrente elétrica, caracterizando a dissociação iônica através de

uma diferença de potencial. Seus valores são diretamente proporcionais à concentração de íons dissolvidos, ou seja, quanto mais íons, maior será a corrente elétrica conduzida pela amostra.

### **2.2.1.3 UMIDADE**

A umidade foi determinada através do método gravimétrico, onde 2 g de amostra foram submetidas a secagem em estufa à 105°C (QUIMIS) até atingirem peso constante, sendo os resultados expressos em porcentagem (%) de umidade (A.O.A.C., 2005).

### **2.2.1.4 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS HIDROALCOÓLICOS DE PRÓPOLIS (EHP)**

Inicialmente as amostras de própolis bruta foram trituradas com auxílio de nitrogênio líquido (item 5.2.1).

Após preparou-se os extratos de acordo com Silva et al. (2012), pesando 10g de própolis e após diluindo com um volume 10 vezes maior de solução de etanol 80% para obtenção de um extrato a 10% (1:10 m/v). A extração foi realizada sob agitação em shaker (QUIMIS®) a temperatura ambiente por 3 horas. Após, os extratos foram filtrados em papel filtro Quali®, para remover as ceras e substâncias menos solúveis. O sobrenadante foi removido e mantido sob refrigeração *overnight*, e posteriormente centrifugado a 150rpm a 5°C por 15 minutos.

Os filtrados finais foram evaporados em evaporador rotativo (LABOROTA 4000) sob pressão reduzida a 40°C, e, em seguida, liofilizados (LIOBRAS L101). O material sólido (pós) resultante foi dissolvido novamente em etanol 80% e através da diferença de peso foram determinados os rendimentos da extração. Esta solução final corresponde ao extrato hidroalcoólico de própolis (EHP).

### **2.2.1.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)**

O potencial hidrogeniônico corresponde a leitura do teor de íons hidrogênios efetivamente dissociados na solução, que foi realizada com o auxílio de pHmetro (HANNA INSTRUMENTS HI 2221), previamente calibrado com os tampões 4,0 e 7,0. A leitura foi realizada nos extratos hidroalcoólicos (A.O.A.C., 2005).

## 2.2.2 FITOQUÍMICOS

### 2.2.2.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Para a determinação do total de compostos fenólicos foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999). As amostras foram diluídas na proporção de 1:50, com etanol 80%. Desta solução retirou-se 500 µL, após adicionou-se 2,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu 0,2 N e 2 mL de carbonato de sódio (7,5%). Após incubação, à temperatura ambiente, no escuro por 2 horas, a absorbância foi medida a 725 nm em espectrofotômetro. O ácido gálico, nas concentrações de 30 a 500 µg.mL<sup>-1</sup>, foi utilizado para construir a curva de calibração  $y = 0,0109x - 0,0573$  e  $R^2 = 0,9982$ . O teor de compostos fenólicos foi expresso em mg equivalente de ácido gálico por g de matéria seca de própolis (mg EAG.g<sup>-1</sup>).

### 2.2.2.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES

O método colorimétrico utilizando cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>) foi utilizado para a determinação do teor de flavonoides, conforme metodologia descrita por Mello, Petrus e Hubinger (2010).

O teor do total de flavonoides foi determinado adicionando-se 100 µL de AlCl<sub>3</sub> a 10%, misturados com o mesmo volume da solução do extrato (diluído em etanol 1:10). Após 0,1 mL de acetato de potássio (1M) e 4,3 mL de etanol 80% foram adicionados. A mistura foi agitada em vortex e mantida à temperatura ambiente por 40 min. A absorbância da mistura foi determinada a 415 nm em espectrofotômetro (JENWAY 6705 UV/Vis.).

Para a curva de calibração, soluções de quercetina em etanol (80%), com concentrações variando de 10 a 100 µg.mL<sup>-1</sup> foram utilizados, obtendo-se a equação da reta  $y = 0,0093x - 0,0243$  e  $R^2 = 0,9977$ . Os resultados foram expressos em termos de equivalentes de miligrama de quercetina por grama de matéria seca de própolis (mg EQ.g<sup>-1</sup>).

### 2.2.2.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CAROTENOIDES

A determinação do teor total de carotenoides foi realizada segundo o método descrito por Rodriguez-Amaya (1999), com adaptações. A leitura foi realizada diretamente dos EHP em espectrofotômetro a 450nm, sendo o teor total de carotenoides determinado pela equação 1, e os resultados foram expressos em µg de β-caroteno.g<sup>-1</sup> de matéria seca de própolis.

$$C = \frac{\text{Abs} \times 50\text{mL} \times 1000000}{2620 \times 100 \times g} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: C= teor de carotenoides da amostra, Abs= absorbância, g= gramas de amostra.

#### **2.2.2.4 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO NA REGIÃO ULTRAVIOLETA-VISÍVEL**

A determinação dos espectros de UV-visível dos extratos hidroalcoólicos foi realizada de acordo com Silva et al. (2012), com algumas modificações. Os espectros dos extratos a 10% (m/v) foram determinados no intervalo de comprimento de onda de 190 a 650 nm em espectrofotômetro (JENWAY 6705 UV/Vis.).

#### **2.2.3 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE**

##### **2.2.3.1 ENSAIO DE SEQUESTRO DE RADICAIS DPPH**

A atividade antioxidante dos extratos foi realizada segundo o método descrito por Vicentino e Menezes (2007), com poucas alterações. Foram adicionados 1,0 mL de DPPH 0,3 mM e 2,5 mL das amostras de extratos de própolis diluídas em etanol 80% com concentrações de 25-250 µg.mL<sup>-1</sup>. A quercetina foi utilizada como substância de referência, nas mesmas concentrações das amostras, por ser um flavonoide, principal classe de substâncias com propriedades antioxidantes presentes na própolis. Após 30 minutos as amostras foram lidas em espectrofotômetro (JENWAY 6705 UV/Vis.) a 517 nm.

O efeito bloqueador do DPPH foi calculado pela porcentagem de descoloração do DPPH usando a seguinte equação:

$$\% = \frac{(\text{Abs branco} - \text{Abs extrato})}{\text{Abs branco}} \times 100$$

Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição de 50% do extrato, sendo calculados a partir da construção de uma curva analítica para cada amostra, com a porcentagem da atividade antioxidante versus concentração do extrato. Através da equação de regressão linear resultante foi então calculada a concentração capaz de inibir 50% (IC 50) dos radicais livres de DPPH.

### 2.2.3.2 CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO RADICAL ABTS

O experimento foi realizado de acordo com metodologia descrita por Gülçin et al. (2010). Neste método, um antioxidante é adicionado a uma solução de radical ABTS pré-formado, e após um período de tempo fixo, o restante ABTS do radical+ é quantificado espectrofotometricamente (JENWAY 6705 UV/Vis.) a 734 nm. O radical ABTS é produzido através da reação de ABTS com o persulfato de potássio, que após o armazenamento no escuro à temperatura ambiente durante 16 h, apresenta cor esverdeada.

A solução do radical ABTS foi diluída até se conseguir uma absorbância de  $0,750 \pm 0,025$  a 734 nm. Em seguida, 3,9 mL da solução de ABTS diluída foram adicionadas a 0,1 mL do extrato hidroalcoólico na concentração de  $30 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Após 7 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro à 734nm (JENWAY 6705 UV/Vis.). Uma curva padrão com concentrações de 10-200  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  de Trolox 2 mM foi construída. Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) por mL de extrato seco ( $\mu\text{g}\cdot\text{TEAC}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), a partir da curva de calibração do padrão antioxidante Trolox, determinado por regressão linear.

### 2.2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos em médias referentes às determinações realizadas em triplicata e posteriormente submetidas à análise de variância (ANOVA), e para comparação das médias foi utilizado o teste t e para comparar a quercetina com os extratos, o teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Na tabela 2, estão representadas as médias das análises de umidade e condutividade elétrica realizadas na própolis bruta, e do rendimento e pH após a elaboração dos extratos hidroalcoólicos.

Tabela 2. Teor de umidade, análise de condutividade elétrica, rendimento de extração e pH das amostras de própolis.

Amostras	Umidade (%)	Condutividade ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	Rendimento (%)	pH
Pelotas	5,89 a	2,10 a	15,00 a	5,44 a
Pelotas 2	3,83 b	1,23 b	12,38 b	5,31 ab

De acordo com a legislação vigente para própolis bruta (BRASIL, 2001), o máximo permitido para a umidade é 8%; portanto, as amostras analisadas encontram-se de acordo com a legislação. Dias, Pereira, Estevinho (2012) analisaram quatro amostras de própolis de quatro regiões de Trás-os-Montes em Portugal, encontrado valores semelhantes ao deste estudo, entre 3,4 à 5,3%.

A importância em se analisar a umidade da própolis está diretamente relacionada com a qualidade do produto, tornando-se possível identificar se houve adulteração e quais as melhores condições para o seu armazenamento (Marcucci, 1995).

O baixo teor de umidade das amostras de própolis é uma característica benéfica, pois permite maior período de armazenamento, devido a menor probabilidade de decomposição microbiana, principalmente por fungos (Bozan, Temelli, 2008).

Para os valores de condutividade elétrica, as duas amostras diferiram significativamente entre si. Dias, Pereira, Estevinho (2012) encontraram valores semelhantes a este estudo, quando analisaram própolis Portuguesa, variando de 1,2 a 2,4 mS.cm<sup>-1</sup> entre amostras de cidades distintas.

Segundo Lopes (2014), valores elevados de condutividade refletem diferenças na composição de sais minerais, ácidos orgânicos, pH e outras substâncias iônicas que podem estar presentes nas amostras analisadas.

O rendimento dos extratos foi calculado após a sua liofilização, ocorrendo variação de 12,38 a 26,62% (m/m). As amostras oriundas de Pelotas diferiram significativamente entre si, evidenciando a existência de diferenças na composição química entre amostras da mesma cidade, porém coletadas de locais distintos. Kalogeropoulos et al. (2009) determinaram o rendimento dos extratos etanólicos de própolis da Grécia, encontrando variações de 23,9% a 61,2%, valores acima dos encontrados neste estudo.

Existem diversos métodos para a preparação dos extratos de própolis, variando em diversos parâmetros. Em relação ao tempo de imersão da própolis no solvente, os estudos demonstram que há grande variação, desde extratos obtidos em algumas horas (Park et al., 1998; Cabral et al., 2009), dias ou até meses (Sforcin et al., 2000), o que influencia diretamente na solubilidade e consequentemente, no rendimento dos extratos.

Segundo Jug, Koncic, Kosalec (2014), extratos obtidos pelo processo de maceração, o mesmo utilizado neste trabalho, necessitam de aumento na temperatura de extração para aumentar o rendimento de extração. Neste estudo optou-se por utilizar temperatura ambiente, sem aumento de temperatura na extração para que não houvesse degradação dos fitoquímicos presentes na própolis.

Quanto aos valores de pH, a legislação brasileira não inclui valores de pH entre os critérios de qualidade estabelecidos para própolis (BRASIL, 2001); porém, esta determinação é importante para estabelecer padrões microbiológicos e de conservação do produto.

Resultados semelhantes a este estudo foram encontrados por Dias, Pereira, Estevinho (2012), ao avaliar o pH de amostras de própolis Portuguesa, com variações nos valores de acordo com as regiões analisadas de 4,7 à 5,3. Heinzen et al. (2012) encontraram o valor de 5,08 em amostras de própolis oriundas do Paraná, valor semelhante ao encontrado no presente estudo para a amostra oriunda de Canguçu.

### 3.2 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

Na tabela 3 estão os dados da coloração da própolis bruta oriunda de cidades do sul do RS obtidas em 2013. A variável L\* apresentou grande variação, entre as duas amostras de Pelotas.

A amostra com maior luminosidade foi a de Pelotas 2, demonstrando ser de coloração mais clara. Lopes (2014) analisou amostras da Guiné Bissau, onde o valor de L\* foi de 36, valor próximo ao encontrado para a própolis oriunda de Pelotas.

Tabela 3. Coloração da própolis bruta da cidade de Pelotas- RS obtidas em 2013, pelo sistema CIELAB.

Amostras	Cor				
	L*	a*	b*	Hue (°H)	Croma
Pelotas	39,32 b	4,42 a	16,13 a	74,89 b	16,72 a
Pelotas 2	55,28 a	3,18 b	16,95 a	80,04 a	17,23 a

Quanto a componente cromática a\* (tonalidade vermelha) houve diferença significativa entre as própolis, porém para o valor de b\* (tonalidade da cor amarela) ambas as própolis de Pelotas apresentaram valores bem próximos coloração, não existindo diferença significativamente. O valor encontrado para o parâmetro b\* já era esperado, pois Park et al. (2000) em estudos com amostras de própolis de todo Brasil, classificaram as própolis encontradas no Rio Grande do Sul com coloração de amarelo a castanho claro.

O ângulo hue expressa à intensidade da tonalidade ou a cor propriamente dita, constatando que a amostra oriunda de Pelotas 2 é de coloração mais amarela que as demais amostras, confirmando a indicação do parâmetro b\*, apesar das duas amostras não terem diferido significativamente entre si.

Pela definição, iniciando no eixo +a, em graus, 0° (+a) corresponde ao vermelho, 90° (+b) corresponde ao amarelo, 180° (-a) corresponde ao verde e 270° (-b) corresponde ao azul (Bible, Singha, 1997).

O croma expressa a relação entre os valores de a\* e b\*, assim se obtém a intensidade da cor ou a saturação. As duas amostras de Pelotas não diferiram entre si.

Pode-se observar que as maiores variações entre as amostras ocorrem

nos parâmetros L\* e ângulo Hue, onde as amostras diferiram significativamente, ou seja, apresentam diferenças na luminosidade e na intensidade da cor.

A coloração da própolis pode variar de amarelo, vermelho, verde, castanho claro ou escuro. Dias, Pereira e Estevinho (2012) relatam diferenças significativas na cor de quatro amostras de própolis de Portugal, o que foi atribuída à análise polínica que demonstrou ser composta por diferentes fontes botânicas.

### 3.3 FITOQUÍMICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

A importância dos resultados encontrados para os fitoquímicos (Tabela 1) consiste no fato de que as ações biológicas atribuídas à própolis têm sido diretamente relacionadas com a presença de compostos fenólicos e de carotenoides.

Tabela 1- Teor total de compostos fenólicos, carotenoides e espectro de absorção no UV-visível de extratos hidroalcoólicos de própolis de regiões de Pelotas.

Amostra	Compostos Fenolicos	Flavonoides	Carotenoides	UV-VIS	ABTS
	mg EAG.g <sup>-1</sup>	mg EQ. g <sup>-1</sup>	µg β-caroteno.g <sup>-1</sup>	nm	µg TEAC.mL <sup>-1</sup>
Pelotas 1	122,52 b	60,40 b	44,08 a	300-410	16,16 a
Pelotas 2	189,81 a	102,87 a	24,90 b	305-400	14,13 b

Pelos resultados, observa-se que a própolis coletada na mesma cidade apresentam diferentes conteúdos de compostos fenólicos, flavonoides e de carotenoides, o que pode ser resultante da origem botânica das plantas, às grandes distâncias entre o local de origem e as diferentes práticas apícolas (Frezza et al., 2013). Segundo Falcão et al. (2010), a diversidade de compostos fenólicos presentes na própolis está relacionada com a complexidade das resinas vegetais utilizadas pelas abelhas, e também pela combinação de várias espécies botânicas visitadas, principalmente em locais de grande diversidade de plantas.

A amostra da cidade de Pelotas 2 apresentou maior percentual de flavonoides do que a de Pelotas 1, sendo seu valor quase duas vezes maior. Silva et al. (2012) analisaram o teor de compostos fenólicos e de flavonoides de três cidades de Portugal, encontrando diferenças significativas (p<0,05) entre as amostras de diferentes origens, assim como o ocorrido no presente trabalho. Moreira et al. (2008) analisaram o teor total de compostos fenólicos nos extratos de própolis de Portugal, encontrando diferenças de acordo com a região de procedência, de 151,00 mg EAG.g<sup>-1</sup> a 329,00 mg EAG.g<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2012) analisaram o teor de compostos fenólicos e de

flavonoides de três cidades de Portugal, encontrando diferenças significativas entre as amostras de diferentes origens, assim como o ocorrido no presente trabalho.

O estudo de Cabral et al. (2009), destaca a influência do solvente escolhido na extração dos compostos de interesse da própolis. De acordo com Silva et al. (2012), o uso de solventes muito polares como a água, reduz a solubilidade dos compostos de maior interesse na própolis, pois ela possui compostos hidrofílicos e hidrofóbicos, sendo mais apropriado o uso de solventes de polaridade intermediária, como o álcool etílico.

Pinto et al (2011) encontraram concentrações variadas de carotenoides em amostras de própolis coletadas no outono, que foram superiores na região Leste do Estado de Santa Catarina ( $35,61 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno.g}^{-1}$ ), seguida da região Sul ( $31,05 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno.g}^{-1}$ ), e menores teores destes pigmentos foram encontrados para as própolis das regiões Serrana, Oeste e Norte de Santa Catarina (14,59; 7,92 e  $6,79 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno.g}^{-1}$ , respectivamente).

Os conteúdos de carotenoides encontrados em amostras de própolis oriundos de Santa Catarina se aproximaram aos encontrados para as amostras de própolis do Sul do Rio Grande do Sul. As diferenças no teor de carotenoides podem ser atribuídas a biossíntese de carotenoides, a qual passa por modificações durante todo o ciclo de vida da planta (Rodriguez-Villalon et al., 2009).

Levando-se em conta a escassez de trabalhos que relatam o teor de carotenoides na própolis, em comparação com outras fontes alimentares, este produto demonstrou ser uma fonte em potencial desses compostos.

Em relação ao espectro de absorção na região Ultravioleta-Visível, as amostras apresentaram espectros semelhantes, com a absorção máxima entre 290 e 400nm (Tabela 1). O resultado é coerente com a absorção da maioria dos compostos fenólicos que é de 250 a 350 nm (Mourão, 2013).

Os resultados encontrados estão de acordo à legislação Brasileira para extratos de própolis, a qual define que o extrato de própolis deve apresentar picos característicos das principais classes de flavonoides, entre 200 nm e 400 nm (Brasil, 2001).

Silva et al. (2012) encontraram espectros semelhantes ao do presente estudo, com amostras de própolis Portuguesa, com absorção máxima entre 290 nm e 370 nm. Silva (2009), analisando extratos etanólicos e aquosos de própolis verde do Estado de Minas Gerais, constatou maiores espectros de absorção para o EEP (299 nm) do que o extrato aquoso (290 a 297 nm), sugerindo que a variação pode ser devido ao solvente extrator e que solventes muito polares, como a água, não são os solventes mais indicados na extração dos compostos fenólicos e flavonoides presentes na própolis.

Esta análise é um dos parâmetros físico-químicos utilizados para se avaliar os extratos de própolis, devido as suas atividades farmacológicas serem relacionadas ao conteúdo de compostos fenólicos, como os grupos dos flavonoides e dos ácidos fenólicos, os quais absorvem na região do ultravioleta.

Os resultados da capacidade antioxidante com o radical ABTS, apresentaram resultados bem semelhantes para ambas as amostras de própolis da cidade de Pelotas. Essas amostras apresentaram altos teores de carotenoides e compostos fenólicos.

Na Tabela 2, estão dispostos os resultados da análise de capacidade de sequestro do DPPH de extratos alcoólicos de própolis, expressos em IC50, ou seja, a concentração capaz de inibir 50% dos radicais livres.

Tabela 2 - Capacidade antioxidante de extratos de própolis através da capacidade de sequestro do radical DPPH.

Amostras	25 µg.mL <sup>-1</sup> (%)	125 µg.mL <sup>-1</sup> (%)	250 µg.mL <sup>-1</sup> (%)	IC50 (µg.mL <sup>-1</sup> )
Quercetina	40,87	95,86	97,14	74,11
Pelotas 1	21,03 a*	83,49 ab*	90,16 a	90,23 a
Pelotas 2	7,39 b*	79,03 b*	90,02 a	108,69 a

Analisando as diferentes concentrações de extratos testadas, pode-se observar que da menor até a maior concentração empregada, a amostra oriunda de Pelotas 1 apresentou capacidade antioxidante maior do que a de Pelotas 2, e seu valor se aproximou mais da quercetina utilizada como controle.

Na maior concentração de extrato utilizado (250 µg.mL<sup>-1</sup>), as duas amostras de própolis oriundas de Pelotas apresentaram valores próximos ao do controle, inibindo aproximadamente 90% dos radicais DPPH, enquanto a quercetina apresentou 97,14%.

Campos et al. (2014) analisando EHP provindas do Estado de Mato Grosso - Brasil, pelo método de DPPH, encontraram IC50 de 40 µg.mL<sup>-1</sup>, valor superior para a capacidade antioxidante das amostras deste trabalho. No entanto, Frozza et al. (2013) encontraram um IC50 de 270,13 µg.mL<sup>-1</sup> para própolis da região Nordeste do Brasil, demonstrando menor capacidade antioxidante do que as amostras de Pelotas.

As variações nos resultados da capacidade antioxidante entre os estudos com própolis podem ter ocorrido devido a diferentes técnicas de extração, bem como variações no período de coleta e localização.

#### 4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o alto teor de compostos fenólicos e de carotenoides, e que o teor destes compostos está diretamente relacionado à capacidade antioxidante dos extratos de própolis, o que sugere uma grande influência desses compostos na ação contra os radicais livres.

Através dos resultados obtidos, constatou-se alto teor de compostos fenólicos e de flavonoides em extratos alcoólicos de amostras de própolis da cidade de Pelotas no Rio Grande do Sul, com valores comparáveis a amostras

de algumas outras regiões do Brasil e de outros países. Também foi encontrada quantidades apreciáveis de carotenoides. O espectro de absorção UV foi característico dos flavonoides, sendo relacionado com o teor de compostos fenólicos encontrados nos extratos.

Os extratos das amostras de própolis apresentaram alta capacidade antioxidante analisada por diferentes métodos, coincidindo com os altos teores de fitoquímicos nas amostras.

## REFERÊNCIAS

Alves, E.; Kubota, E. H. Conteúdo de fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante de amostras de própolis comerciais. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 37-41, 2013.

A.O.A.C. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 18th ed. Gaithersburg, Ed. William Horwitz, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (2001). Aprova os regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis, conforme consta dos Anexos desta (Instrução Normativa Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001). Diário Oficial da União.

Bozan, B.; Temelli, F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. **Bioresource Technology**, v. 99, n.14, p.6354–6359, 2008.

Cabral I. S. R.; Oldoni T. L. C.; Prado A.; Bezerra R. M. N.; Alencar S. M.; Ikegaki M.; Rosalen P. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-27, 2009.

Campos, J. F.; Dos santos, U. P.; Macorini, L. F. B.; DE Melo, A. M. M. F.; Balestieri, B. P.; Paredes-Gamero, E. J.; Cardoso, C. A. L.; Souza, K. P.; DOS Santos, E. L. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities of própolis from *Melipona orbignyi* (Hymenoptera, Apidae). **Food and Chemical Toxicology**, v. 65, p. 374–380, 2014.

Dias, L. G.; Pereira, A. P.; Estevinho, L. M. Comparative study of different Portuguese samples of propolis: Pollinic, sensorial, physicochemical, microbiological characterization and antibacterial activity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 4246-4253, 2012.

Falcão, S.; Vilas-Boas, M.; Estevinho, L.M.; Barros, C.; Domingues, M.R.M.; Cardoso, S.M. Phenolic characterization of Northeast Portuguese Propolis: usual and unusual compounds. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 396, 887-897, 2010.

Frezza, C. O. da S.; Garcia, C. S. C.; Gambato, G.; Souza, M. D. O. de; Salvador, M.; Moura, S.; Padilha, F. F.; Seixas, F. K.; Collares, T.; Borsuk, S.; Dellagostin, O. A.; Pêgas, J. A.; Roesch-ely, M. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. **Food and Chemical Toxicology**, 52, 137–142, 2013.

Gülçin, I.; Bursal; Sehitoglu, M. H.; Bilsel M.; Gören, A. C. Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 2227–2238, 2010.

Moreira, L.; Dias, L. G.; Pereira, J. A.; Estevinho, L. Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, 46, 3482 – 3485, 2008.

Mello, B. C. B. S.; Petrus, J. C. C.; Hubinger, M. D. Concentration of flavonoids and phenolic compounds in aqueous and ethanolic propolis extracts through nanofiltration. **Journal of Food Engineering**, v. 96, p. 533–539, 2010.

Mourão, L. R. M. B. (2013) **Estudo in vivo da atividade antioxidante da própolis vermelha brasileira**. Tese de Doutorado (Núcleo de Energia Nuclear na Agricultura e no Meio Ambiente), Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ordóñez, R. M.; Zampini, I. C.; Nieva moreno, M. I.; Isla, M. I. Potential application of Northern Argentine propolis to control some phytopathogenic bacteria. **Microbiological Research**, v. 166, p. 578-584, 2011.

Park, Y.K.; Ikegaki, M.; Alencar, s.M.; Moura, F.F. Evaluation of Brazilian propolis by both physicochemical methods and biological activity. **Honeybee Science**, v. 21, p. 85–90, 2000.

Park, Y. K.; Ikegaki, M.; Abreu, J. A. S.; Alcici, N. M. F. Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 313-318, 1998.

Pinto, M. R. R.; de Souza, A. C. V.; da Silva, D. A.; Tomazzoli, M. M.; Veleirinho, B. R.; Severino, R. B.; Zeggio, A. S.; Dias, P. F.; Ribeiro-do-valle, R. M.; Yunes, R. A.; de Oliveira, S. K; Maraschin, M. Determinação de carotenóides totais e atividade antioxidante de extratos hidro alcoólicos de amostras outonais (2010) de própolis catarinense. In: 38º CONGRESSO DE

MEDICINA VETERINÁRIA, 89, 2011, Florianópolis. **Anais...Florianópolis: UFSC, 2011.**

Rodriguez-Amaya, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods.** ILSI Press: Washington, 1999, 64.

Rodriguez-Villalon, A.; Gas, E.; Rodríguez-concepción, M. Phytoene synthase activity controls the biosynthesis of carotenoids and the supply of their metabolic precursors in dark-grown Arabidopsis seedlings. **The Plant Journal**, 60, 424–435, 2009.

Silva, J. C.; Rodrigues, S.; Feás, X.; Estevinho, L. M. Antimicrobial activity, phenolic profile and role in the inflammation of própolis. **Food and Chemical Toxicology**, 50, 1790–1795, 2012.

Silva, A. F. da. **Própolis: caracterização físico-química, atividade antimicrobiana e antioxidante.** 2009. 126f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viços, Minas Gerais. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Meth Enzymology**, v.299, p.152-78, 1999.

Tosi, E. A.; Ré, E.; Ortega, M. E.; Cazzoli, A. F.; Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon Escherichia coli. **Food Chemistry**, 104(3), 1025-1029, 2007.

Vicentino, A. R. R.; Menezes, F. S. Atividade antioxidante de tinturas vegetais, vendidas em farmácias com manipulação e indicadas para diversos tipos de doenças pela metodologia do DPPH. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 17 (3), 384-387, 2007.

Weng, C. J.; Yen, G. C. Chemopreventive effects of dietary phytochemicals against cancer invasion and metastasis: Phenolic acids, monophenol, polyphenol, and their derivatives. **Cancer Treatment Reviews**, v. 38, n. 1, p.76–87, 2012.

**ABSTRACT:** Propolis is one of the products obtained from the hive, produced by blowing resin and gums from trees, plants and flowers. This study aimed to evaluate antioxidant activity and a phytochemical composition in samples of propolis from the city of Pelotas, Rio Grande do Sul. Ultraviolet-visible analysis and antioxidant activity, using the DPPH and ABTS method. Both samples had a high content of the analyzed phytochemicals. By UV spectra, maximum absorption between 290 and 400 nm was observed, characteristic region of the

absorption of the flavonoids. As samples of Pelotas propolis presented high antioxidant capacity, with values similar to the quercetin standard. A positive relation between samples with higher phytochemical content and a high antioxidant action was found.

**KEYWORDS:** carotenoids; flavonoids; phenolic compounds; alcoholic extracts.

**THE QUALITY OF INDUSTRIAL AND HOMEMADE  
COCONUT OIL (EXTRA VIRGIN) SOLD IN  
VITÓRIA DA CONQUISTA-BA**

---

**Adriana da Silva Miranda  
Jamille Nunes Pereira  
Renata Ferreira Santana  
Fábio Pereira de Souza  
Erlânia do Carmo Freitas  
Maria Helena Santos Oliveira**

## THE QUALITY OF INDUSTRIAL AND HOMEMADE COCONUT OIL (EXTRA VIRGIN) SOLD IN VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

### **Adriana da Silva Miranda**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

### **Jamille Nunes Pereira**

Nutritionist. Technology and Science College- FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

### **Renata Ferreira Santana**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

### **Fábio Pereira de Souza**

Department of Food Engineering. Minas Gerais Federal Northern Institute - Salinas – MG.

### **Erlânia do Carmo Freitas**

Center for Studies in Food Science - NECAL- State University of Southwest Bahia - UESB, Itapetinga - Bahia.

### **Maria Helena Santos Oliveira**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**ABSTRACT:** Coconut oil, has been studied for presenting several benefits to human health. However, in order to ensure such effects, it must present a good bromatologic quality. This study aimed to evaluate the physical and chemical quality of the extra virgin and homemade coconut oil sold in Vitoria da Conquista, Bahia. The oils were purchased in natural products shops and fairs. Then, they were evaluated for: humidity, density, acidity, % of Lauric acid, smoke point and solubility analysis. All analyzes were performed according to the Adolfo Lutz Institute (2008). We considered: moisture, density, acidity, % lauric acid and smoke point. We had 0.17; 0,878; 0.49; 2,026 and 200° C respectively for the industrially processed oil and 0.16; 0,885; 1.09; 4.51 and 180° C for the homemade oil. For its solubility, the analyzed oil was only soluble in petroleum ether. We concluded that the homemade oil had a lower quality than the industrialized oil.

**KEYWORDS:** Nucifera Coconuts; Fatty Acids; Quality Standard.

## 1. INTRODUCTION

Coconut (*Cocos nucifera L.*) belongs to the *Arecaceae* family (Palmae) and to the *Cocoideae* subfamily. The Coconut palm (*Cocos nucifera*) has its origin in Southeast Asia, it was inserted in Brazil in 1553, and, because of its easy adaption to the Brazilian soil, it seems to be well adapted to the long areas

of the northeastern coast (FERREIRA et al., 1994; JESUS JÚNIOR et al., 2013; DEBMANDAL; MANDAL, 2011). Most countries, which grow this palm tree, commercially take advantage of its dry pulp, also known as 'copra' for producing oil and dehydrated coconut, while in Brazil, the coconut palm tree is grown in order to produce fruit for agribusiness, mostly for grated coconut, coconut milk and coconut water (EMBRAPA, 2014).

The coconut oil production has recently been put in evidence for being a basic substance for many pharmaceutical products, for biofuel production and for the food industry, where its use is based on the function of lauric acid in various processes. This fatty acid has been found in greater proportion in the coconut copra (KUMAR, 2011). In addition to that, some studies have presented several advantages for this oil consumption, as in the reduction of body fat and therefore, for weight loss. It also prevents Alzheimer's disease (ASSUNÇÃO et al., 2009; GIUSTINA, 2014; CARDOSO et al., 2015; FERNANDO et al., 2015).

The coconut oil has a higher amount of MCFA, which assigns a different metabolic behavior due to its structural characteristics. The MCFA is rapidly absorbed into the intestine, even without undergoing the action of pancreatic lipase enzyme. Where they are transported by the portal vein to the liver, where they are rapidly oxidized, generating energy. Unlike LCFA, the MCFA does not take part in the cholesterol cycle and it is not stored in fat deposits (LIAU et al., 2011).

However, one must acknowledge the quality of the oils used for consumption, since these substances are easily oxidizable, therefore, resulting in the production of free radicals which, in the human organism, are associated with many harmful effects such as the development of cancer, premature aging, among others (FARHOOSH et al., 2009; WANASUNDARA; SHAHIDI, 2005; THODEFILHO et al., 2014).

It is necessary to be careful in order to slow the oils oxidation. The main factors contributing to accelerate the oxidation process are: the presence of contaminants such as the metals that are present with more than one valence state (iron, copper, cobalt). The presence of fatty acids can trigger a chain reaction; exposure to oxygen. The presence of water, temperature and light affect the stored product (OETTERER et al., 2006; THODEFILHO et al., 2014). These may directly influence the oils quality.

Lipids are a group of foods that can easily compromise their quality. This study aimed to evaluate the physiochemical quality of the extra virgin and homemade coconut oil sold in health food stores and on the open fairs in Vitória da Conquista- Ba.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

The analysis were conducted in an experimental procedure in the

Bromatology Laboratory of the Faculty of Technology and Sciences, campus Vitória da Conquista, Bahia. Initially the samples, sold in 200 mL containers, were purchased randomly from natural products stores (extra virgin oil) and from open fairs in the same city (homemade). The products were transported in their own packaging and/or kept in containers that prevented the passage of light.

For the physiochemical coconut oils test of quality, the following analysis were employed: humidity, density, acidity, percentage of lauric acid, solubility and smoke point. All analysis were performed according to the methodology proposed by the Adolfo Lutz Institute (2008).

Humidity was determined by the gravimetric method at 105° C to constant weight. To evaluate density, we have used a test tube of 25 ml previously weighed, it was filled with 10 ml of oil and weighed on a scale, the weight was then registered. On the quantification of titratable acidity and percentage of lauric acid, a mass of 2.0g sample was homogenized in a mixture of ether and ethyl alcohol in a ratio of 2:1. Then a titration was carried out with standard solution at 0.1N of sodium hydroxide until the appearance of a pink color, using as solution indicator of phenolphthalein. To obtain the smoke point, the coconut oil underwent heating until the appearance of a whitish smoke, the value of the temperature and the analysis of solubility were registered as long as they appeared. The solubility of the coconut oil sample was analyzed, in an aqueous solution, alcoholic (ethanol), and in petroleum ether. For implementation, we pipetted 1 ml of oil and kept it in labeled test tubes, then we added to the oil, 1 ml of the following solutions (water, ethanol and petroleum ether). The samples were homogenised for 1 minute on a tube shaker, after that, they stood still so the results could be read. In each lot triplicate readings were performed, and the results were expressed as mean standard deviation (SD).

### **3. RESULTS AND DISCUSSION**

#### **3.1 Physiochemical characterization of oils**

The analysis showed no statistical differences between the samples tested. The physicochemical parameters evaluated for the extra virgin coconut oil and the homemade sample are listed in Table 1.

Table 1 - Physiochemical analysis of the Industrial (extra virgin) and homemade coconut oil

Treatments	Humidity (%)	Density	Acidity (mg/NaOH)	% Lauric Acid	Smoke point
IOP -1	0.17±0.00 <sup>a</sup>	0.87±0.00 <sup>a</sup>	0.50± 0.00 <sup>a</sup>	2.05±0.00 <sup>a</sup>	200° C±0.03
IOP -2	0.16±0.00 <sup>a</sup>	0.88±0.00 <sup>a</sup>	0.49±0.00 <sup>a</sup>	2.06±0.00 <sup>a</sup>	*
HOP -1	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.88±1.35 <sup>a</sup>	1.09±0.02 <sup>a</sup>	4.51±0.09 <sup>a</sup>	*
HOP -2	0.16 ±0.00 <sup>a</sup>	0.88±0.00 <sup>a</sup>	1.08±0.02 <sup>a</sup>	4.50±0.09 <sup>a</sup>	180° C±0.02

IOP - extra virgin Industrial Oil Production; HOP - Homemade Oil Production. Means followed by the same letter do not differ statistically from each other. Tukey test was used to level ( $p < 0.05$ ). \*Point has not been made for these treatments.

The Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, through the Normative Instruction N° 49, from December 22, 2006, determines an approximate value for vegetable oils of 0.1. According to the results obtained in this study, both the industrial and the homemade coconut oil showed values close to the one mentioned by the legislation. This data is very important since the presence of water in foods, particularly rich in oil/fat, can contribute significantly to the oxidative process, since the water acts favoring the process of food hydrolysis, with consequent production of fatty acids, which reduces the product stability.

According to current legislation (BRAZIL, 1999), the standard for coconut oil (per gram) is 0,908 – 0,921 and, as shown in Table 1, the value found for the industrial and homemade coconut oil, is below the recommended. However, it is noteworthy that a relatively small change in temperature can significantly affect the density value, while the pressure change has to be relatively high for the density value to be affected.

The acid level reveals the oil conservation state. According to the current legislation (BRAZIL, 1999), the standard for coconut oil is less than 0.5. Therefore, the high acid value in the homemade coconut oil indicates that it has been suffering breaks in its chain, releasing its key constituents: fatty acids. In the case of the industrial coconut oil, it is within the current legislation, however, it presents on its label a lower value than the one found (<0.3). Santos et al. (2013) after evaluating the acid number found for the industrial coconut oil the value of 0,558, a similar value to this work (0.49) and for homemade coconut oil, it was found the value of 0,837, lower than the one found in this work (1,095).

According to the % of lauric acid, this study showed that there was lower concentration for the industrialized coconut oil when compared to the homemade one, considering that the last one is on its standard. According to the Brazilian's current legislation (Brazil, 1999), the value per gram stays between 4.3 and 5.1. This difference between the values may be due to temperature employed in the homemade processing which could increase the saturation degree, or adding other compounds to the industrial coconut oil with subsequent reduction of its saturation.

It is important to notice that the lauric acid is the main fatty acid present in this kind of oil, called Medium Chain Triglycerides (MCTs), which is

responsible for the various benefits of coconut oil, being related to the product oxidative stability, changing the melting profile by increasing the use of these fats in specific products. Moreover, they are responsible for the reduction in serum levels of fats and weight reduction when combined with physical activities.

The industrially produced oil presented a higher smoke point than the homemade produced one, which means, it deteriorates at a higher temperature. According to Freire et al. (2013) the time-heating temperature binomial is a major factor during the frying process, a longer frying time turns into an increased level changing with the formation of various compounds, followed by the stability of these elements.

Taking into account the importance of the time-temperature binomial, one can not conduct a comparison with other experiments, considering that the heating speed as well as the starting temperature employed in the experiments were not counted, being different in all cases.

During the evaluation of the coconut oil solubility, we observed that the two layers do not completely mix into a cloudy mixture. Despite the oil molecules being attracted by the water molecules, this force of attraction is smaller and it does not allow the complete dissolution of both sides. In the oil and ethanol mixture, there was a formation of small oil bubbles and subsequent separation of the two layers just after standing still, it is justified since the alcohol has a low solubility in oils, besides the difference in density of the compounds. The oil, since it is denser, stood at the bottom of the tube, while the alcohol was at the top due to its low density. In the ether oil mixture there was a completely dissolution, the ether is an organic solvent with nonpolar characteristics as the oil, so there is total solubility of these two compounds.

#### **4. CONCLUSION**

In view of the data, we can conclude that the homemade coconut oil has lower quality than the industrialized one, a factor evidenced by the high acid value, which indicates that the homemade coconut oil is already in an oxidative process that can be derived from improper processing and storage. We also emphasize that the consumer should better select the products to be acquired, since the oxidation of these oils and their consequent consumption are associated with the development of diseases caused by the action of free radicals.

#### **REFERENCES**

ASSUNÇÃO, M. L. et al. Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. **Lipids**, v. 44,

n. 7, p. 593-601, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19437058>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados.** Disponível em: <[http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/oleos\\_veg\\_ref\\_in\\_49\\_06.pdf](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/oleos_veg_ref_in_49_06.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais.** Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES\\_482\\_1999\\_COMP.pdf/0b31ce35-6d43-42d6-8184-549de494987a](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_482_1999_COMP.pdf/0b31ce35-6d43-42d6-8184-549de494987a)>. Acesso em: 15 abr. 2016.

CARDOSO, D. A. et al. A coconut extra virgin oil-rich diet increases HDL cholesterol and decreases waist circumference and body mass in coronary artery disease patients. **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, n. 5, p. 2144-2152, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26545671>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (Cocos nucifera L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 4, n. 3, p. 241-247, 2011. Disponível em: <[http://ac.els-cdn.com/S1995764511600783/1-s2.0-S1995764511600783-main.pdf?\\_tid=7d917ec-e714-11e6-93a0-00000aab0f6c&acdnat=1485798767\\_4088c1c58c62c4fff093852306dc24d](http://ac.els-cdn.com/S1995764511600783/1-s2.0-S1995764511600783-main.pdf?_tid=7d917ec-e714-11e6-93a0-00000aab0f6c&acdnat=1485798767_4088c1c58c62c4fff093852306dc24d)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

FARHOOSH, R.; EINAFSHAR, S.; SHARAYEI, P. The effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. **Food Chemistry**, n. 115, v. 3, p. 933-938, 2009. Disponível em: <<http://www.ScienceDirect.com/science/article/pii/S0308814609000351>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

FERNANDO, W. M. et al. The role of dietary coconut for the prevention and treatment of Alzheimer's disease: potential mechanisms of action. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 1, p. 1-14, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25997382>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

FERREIRA, J. M. S.; WAREICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (1994). **Cultura do coqueiro no Brasil.** Embrapa-SPI, Aracaju, 1994.

FREIRE, P. C. M.; MANCINI-FILHO, J.; FERREIRA, T. A. P. D. C. Principais

alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v26n3/10.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

GIUSTINA, A. **Efeito dos óleos de coco e cártamo na adiposidade abdominal e perfil lipídico de ratas realimentadas com fructose**. 71 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129246/329927.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. Brasília. 2008.

JESUS JÚNIOR, L. A. et al. **Análise da produção de coco no Estado de Sergipe frente ao crescimento da cultura no Nordeste e no Brasil**. Anais do Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica-SIMTEC, v. 1, n. 1. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129246/329927.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

KAIJSER, A.; DUTTA, P.; SAVAGE, G. Oxidative stability and lipid composition of macadamia nuts grown in New Zealand. **Food Chemistry**, v. 71, n. 1, p. 67-70, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460001321>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

KUMAR, S. N. Variability in coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm and hybrids for fatty acid profile of oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 13050-13058, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22118628>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

LIAU, K. M. et al. An open-label pilot study to assess the efficacy and safety of virgin coconut oil in reducing visceral adiposity. **International Scholarly Research Network**, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22164340>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MARTINS, C. R. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

OETTERER, M.; D'ARCE, M. A.B.R.; SPOTO, M. H. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de alimentos**. Barueri – SP: Manole, 2006, 632p.

SANTOS, J. R. M. **Caracterização físico-química do óleo de coco obtido artesanalmente**. In Congresso Norte Nordeste de Química. Anais eletrônicos ....., Natal, p. 8-12, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814600001321>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

THODE FILHO, S. et al. Deterioração de óleos vegetais expostos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, n. 18, p. 07-13, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814600001321>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

**RESUMO:** O óleo extraído do Cocos Nucifera, tem sido foco de estudo por apresentar vários benefícios a saúde humana devido a presença de Triglicerídeos de cadeia media, no entanto, nem sempre estes são de boa qualidade, fator que objetivou avaliar a qualidade físico-química do óleo de coco extra-virgem e artesanal, comercializados em lojas de produtos naturais e na feira livre de Vitória da Conquista-Ba. Os óleos foram avaliados quanto: Umidade, Densidade, Acidez, % de ácido Láurico, ponto de fumaça e análise de solubilidade. Observou-se para umidade, densidade, acidez, % de ácido láurico e ponto de fumaça: 0,17; 0,878;0,49; 2,026 e 200°C respectivamente e para o óleo de processamento industrial 0,16;0,885; 1,09; 4,51 e 180°C para o óleo processado artesanalmente. Quanto a solubilidade o óleo foi solúvel apenas em éter de petróleo. Portanto conclui-se que maiores cuidados devem ser tomados durante o processamento e armazenamento dos óleos comercializados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cocos Nucifera; Óleo; Padrão de Qualidade.

**PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL  
CHARACTERIZATION OF THE TAMALES  
PRODUCED IN THE SOUTH OF VITÓRIA DA  
CONQUISTA – BAHIA**

---

**Matheus Lemos Silva  
Iolanda Almeida Santos  
Juliana Rocha Francisco  
Renata Ferreira Santana  
Erlania do Carmo Freitas  
Adriana da Silva Miranda**

# PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE TAMALES PRODUCED IN THE SOUTH OF VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

## **Matheus Lemos Silva**

Academic of Nutrition. Technology and Science College – FTC, Vitória da Conquista – Bahia.

## **Iolanda Almeida Santos**

Nutricionist. Department of Nutrition. Technology and Science College – FTC, Vitória da Conquista – Bahia.

## **Juliana Rocha Francisco**

Nutricionist. Technology and Science College – FTC, Vitória da Conquista – Bahia.

## **Renata Ferreira Santana**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC, Vitória da Conquista – Bahia.

## **Erlania do Carmo Freitas**

Center for Studies in Food Science - NECAL- State University of Southwest Bahia - UESB, Itapetinga - Bahia.

## **Adriana da Silva Miranda**

Department of Nutrition. Technology and Science College - FTC, Vitoria da Conquista - Bahia.

**ABSTRACT:** The state of Bahia is one of the leading producers of corn, and its regional culture includes many dishes based on green corn, especially the tamales. However, the present study aimed to evaluate the physical and chemical composition and microbiological tamales produced in the southern region of Vitória da Conquista, Bahia. It was analyzed: moisture content, carbohydrates, proteins, fats, fiber, ash, pH and caloric value. We used the methodology proposed by Adolfo Lutz. For microbiological analysis, we evaluated the presence of *Staphylococcus aureus*, mesophilic aerobes, total coliforms at 35° C, yeasts and molds, using Petri film technique. As results, we had: Moisture 57.8%, ash 0.93%, 1.07% protein, 2.46% lipids, carbohydrates 34.5%, 1.18% fiber and pH 5.13. Regarding microbiological quality, the samples were submitted free from contamination. It was evident that the tamales analyzed are of good quality and safe for human consumption, which suggests that is a substitute for bread for people suffering from celiac disease.

**KEYWORDS:** Green corn; Typical food; Nutritional security.

## 1. INTRODUCTION

Corn (*Zeamays L*) is a plant belonging to the *Poaceae* family, which, according to archaeological studies, has a Mexican origin and dates around

8,000 years B.C. Important ancient civilizations like the Mayas, Incas and Aztecs used this bean as the basis for their daily diet (FREITAS, 2001; WEN et al., 2016).

Over the last years corn productivity in Northeast Brazil has increased as a result of the use of hybrid varieties that meet the different systems of production and become a great alternative for generating income for several families (PEROZZI, 2006). In this context, the state of Bahia showed the highest production of corn, with almost 2 million tons in the 2008/2009 harvest according to Conab (2009). In Vitória da Conquista-Ba, the average yield was 713.7 kg in the period between 2003 and 2012, according to Conab (2013). According to Matos (2007), consuming raw corn, or in the form of manufactured goods, have had great contributions as a human food. This is characterized as a high-energy product, and brings in its composition vitamin B complex, vitamin A, protein, fat, carbohydrates, calcium, iron, phosphorus, amid, and it is rich in dietary fiber. Each 100g of food is about 360 kcal, being 70% carbohydrates, 10% protídeos and 4.5% lipids evidenced by Abmilho (2011).

Tamale is the product obtained from grounded green corn, added crystal sugar and sterilized milk, it is cooked within the straw of corn, butter can be added with all the homogenized ingredients according to Uru (2007). Tamales are produced and commercialized in the southern region of Vitória da Conquista, Bahia. They are packed in polyethylene bags and then wrapped in the corn straw, and then it is tied with plastic and then cooked under high temperature.

According to Alves et al. (2004), the hybrid AG 1051 is the best for the production of tamales, with yellow grains of more intense color and high content of starch due to the need for the product gelling.

Knowing that the tamale is one of the main by-products of corn with higher consumption in various regions of the country, including in Vitória da Conquista, this study aimed to evaluate the nutritional and microbiological quality of tamales commercialized in Vitória da Conquista, Bahia.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

The tamales were acquired at the place of production, which is located in the countryside of the southern region of the city of Vitória da Conquista, Bahia. The samples were randomly selected and placed in thermal containers under aseptic conditions. Then they were sent to the laboratory of Food Science and Microbiology in the Technology and Science College. The analyzes were carried out on the day reserved for the tamales production.

For the preparation of the samples, they were reduced to smaller pieces and packed in sterilized containers for later physical and chemical analysis. It was analyzed the humidity, ashes, protein, pH and lipid according to the methodology proposed by the Adolfo Lutz Institute (2008). For the

determination of total fiber content, we used the methodology proposed by Silva and Queiroz (2002) with modifications and the carbohydrates were determined by the Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990).

In order to perform the tamales microbiological analysis, a sample pool was made, for that 3 tamales were processed. 50g of them were weight in a properly sterilized container. Then, the sample was diluted in 450 ml, buffered peptone water (BPW) and sterilized at 1% in a 500 ml Erlenmeyer flask. To complete homogenization of the dilution, a magnetic stirrer was used during 2 minutes.

For the microbiological quality analysis, we used the methodology described by Nero et al. (2000), who uses analysis in specific *petri film* plates for each microorganism, they were: mesophilic aerobes, *Staphylococcus aureus*, total coliforms, molds and yeasts. For this end, 1 ml of the solution was placed in the center of the specific *petri film* dish for each micro-organism and, with the aid of the same diffuser, it was spread. After this, the *petri film* dishes were incubated at 38° C for 48 h.

To identify the presence of microbiological colonies and their quantity, we have used the procedures described by 3M do Brasil (2011).

To determine the tamales physical and chemical composition, the analyzes were performed in triplicate and 3 repetitions, which were collected on different days. The results were expressed as mean and standard deviation. The assessment of the tamales microbiological quality, the analyzes were performed in triplicate, with two repetitions and the results were also calculated by the average of the values obtained.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the data concerning the physicochemical characterization for hot processed sample.

Table1-Tamales physical and chemical composition

Analysis	Values
Humidity (%)	57,8± 1,46
Ashes(%)	0,93± 0,10
Carbohydrates (g.100 <sup>-1</sup> )	34,5± 0,19
Protein (g.100 <sup>-1</sup> )	1,07±0,19
Lipid (g.100 <sup>-1</sup> )	2,46± 0,70
Fibers (g.100 <sup>-1</sup> )	1,18± 0,19
Ph	5,13± 0,11

The evaluated tamales presented weight from 131,03g to 152,5g, with a mean value and standard deviation of 145,6g and 9,9g, respectively. We could observe that the tamales production do not follow a standard number when packed, which may harm consumers, since they pay for a product that does not

obey weight standards.

The humidity value obtained was close to the value described by the Food Table Composition (2011) which is 61.3%; an important measure, since it is related to its stability, quality and composition, and can affect some aspects related to storage, product packaging and even processing, according to Ribeiro Seravalli (2007).

For the ash content, the result was similar to the work done by Alves et al. (2013), who evaluated the tamales physical and chemical characteristics with and without corn stigma, presenting the value of 2.46%. Food ashes refer to the inorganic residue remaining from the burning of organic matter without carbon residue.

The found carbohydrate values were higher than those reported by Jensen et al. (2006), who evaluated the tamales physical and chemical characteristics stored with and without vacuum cooling. We have found values ranging from 19.79 to 20.79%.

These results can be explained by the place (ground), the type of corn being used, quantities of ingredients and storage (cooling).

The protein content was similar to the work done by Jensen et al. (2006), in their work the protein found in the tamales and stored under refrigerated conditions ranged from 1.34 to 1.41%. In the Brazilian Table of food composition - Taco (2011) quotes the amount of 2.6% of protein, an amount considered to be close to our study. We stress that to cultivate the AG 1051, gives the final product a small reduction in protein composition. This decrease can be derived from the processing and heating of it.

The lipid content found in the study done by Souza et al. (2010), was of 11%; it is a high value when compared to this present study. Jensen et al. (2006) found in their study values from 0.44 to 0.68%. These differences may be justified by the types and amounts of ingredients used.

The fiber content referenced in this study was lower than that shown by Taco (2011) 4.8%, and close to that reported by Jensen et al. (2006) which was from 1.92 to 2.52%, which can be explained by its variability mainly in the hybrid production steps and cooking in water, besides the type of packaging used as described by Helm (2007). Moreover, in some cases, when producing tamales, the corn passes through a sieving process, which can affect the number of fibers.

The total energy value for the evaluated tamales was 164,42Kcal, with a standard deviation of  $\pm 2.1$  kcal / 100g, considering that this product can be a substitute for the roll bread, since it presents a caloric value, similar to the caloric value of the French roll bread unit (50 g), 150 Kcal (TACO, 2011). Especially for those people who suffer from wheat allergy - celiac disease.

Foods that do not pass through the cooking process are usually acidified and stored under cooling conditions. This practice is based on the principle that says that the pH and the temperature of the food will inhibit microbial growth. So it is possible to predict that the pH and of food storages temperature restrain the

growth of pathogens in food (FOOD INGREDIENTS BRAZIL, 2008).

For the tamales microbiological analysis in this present study, we did not detect the presence of any of the investigated microorganisms (Yeast and molds, Total Coliforms at 35°C, *Aerobic mesophilic* and *Staphylococcus aureus*). Probably due to the preparation method (cooking at high temperatures), which makes it a safe food for human consumption.

#### 4. CONCLUSION

The physical and chemical composition found in the tamales confirm their nutritional potential as a human food. They can also be a substitute and an option for individuals who suffer from gluten intolerance. Regarding standardization, we have observed that there is no standard weight. So, this study may contribute for a better presentation of the product, which will reflect in their marketing and their sensory characteristics.

The identified differences in the tamales from the city of Vitória da Conquista, in relation to the tamales from other regions, come from the type of raw material used, quantity and quality of other ingredients, which interferes with the calories and physicochemical characteristics.

In the microbiological analysis, it was observed that the tamales is safe for consumption, it is free of contamination, which differs from most of the researched studies. It puts local tamale on evidence, which favors even more its consumption.

#### REFERENCES

ABIMILHO - Associação Brasileira Indústria de Milho. **Milho e sorgo**. Disponível em: <[www.abimilhomilhoesorgo.com.br](http://www.abimilhomilhoesorgo.com.br)>. Acesso em: 29 abri. 2016.

ALVES, S. M. et al. **Características físicas, químicas de pamonha e do estigma do milho**. In: X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2013, Poços de Caldas. Anais eletrônicos ... 2013. Disponível em: <<http://principo.org/issn-on-line-2317-9686-caractersticas-fsicas-qumicas-de-pamonh.html>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

ALVES, S.M.F. Avaliação de cultivares de milho paraprocessoamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253025917007>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

BARBOSA, G.R.F. et al. **Características Bromatológicas de Cultivares de Milho Submetidos a Doses de Zinco Para produção de Minimilho em**

**Vitória da Conquista – BA.** XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia, 1896-1902, 2012. Anais eletrônicos ... 2012. Disponível em: < [http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/07120.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/07120.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação em Vigilância Sanitária. **RDC Nº. 278, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira.** 2013. Disponível em: <[www.conab.gov.br/](http://www.conab.gov.br/)>. Acesso em 15 mai. 2016.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). Food energy: methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. FAO, Food and **Nutrition Paper**, Rome, v. 77, 2004. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e/y5022e00.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Segurança alimentar.** Revista FIB, v. 9, p. 32-43, 2008.

FREITAS, F. D. O. **Estudo genético-evolutivo de amostras modernas e arqueológicas de milho (*Zeamaysmays, L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris, L.*).** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). (2001). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-02072002-093356/pt-br.php>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos,** v. 1, 1ª. Edição Digital, São Paulo: IMESP, 2008. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2016.

JENSEN, S.C.M. et al. **Características físicas e físico-químicas de pamonhas armazenadas sob condições de refrigeração,** 2006.

LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha.** 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-26102007-095441/pt-br.php>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

MATOS, E. H. S. F. **Plantação do Milho Verde**. In: MATOS, E. H. S. F. Cultivo do Milho Verde – Dossiê Técnico. CTD/UnB, 2007.

NERO, L. A.; BELOTI, V.; BARROS, M. D. A. F. Métodos rápidos e automatizados para enumeração de microrganismos indicadores em leite-utilização no Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 21, n. 1, p.115-126, 2000. Disponível em: <[www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/4207/4328](http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/4207/4328)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (AOAC). 15 ed. **Arlington: Association of Official Analytical Chemists**, 1990, 1117p.

PEROZZI, M. Pamonha é alternativa de renda para pequenos agricultores. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 3, p. 46-47, 2006. Disponível em: <<http://inovacao.scielo.br/pdf/inov/v2n3/a25v02n3.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

RIBEIRO, E.P. SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher, 2007.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SOUSA, C. P. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. **Revista da Atenção Primária à Saúde**, v. 9, n. 1, p. 83-8, 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/Seguranca.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

SOUZA, P.L.C. LOPES, L.A. FERREIRA, A.P.C. **Composição química-centesimal de pratos típicos goianos com teores reduzidos de gorduras e/ou açúcares**. III Prêmio Científico Helena Feijó. Conselho Regional de Nutrição 1º região, v. 3, n.1, p. 18-21, 2010. Disponível em: <[http://www.crn1.org.br/images/pdf/Elena\\_feijo/tec\\_alimentos.pdf](http://www.crn1.org.br/images/pdf/Elena_feijo/tec_alimentos.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Tabela de Composição de Alimentos**. NEPA – UNICAMP - 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPAUNICAMP, 2012, 161 p.

URU, P.M.S.B. **Do milho à pamonha**. 60p. Monografia (Especialização). Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo, 2007. Disponível em:

<[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/207/1/2007\\_PotiraMorenaSouzaBenkoUru.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/207/1/2007_PotiraMorenaSouzaBenkoUru.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

3M do Brasil. **Produtos Microbiológicos. Placa 3M™ Petrifilm™ para Contagem de micro-organismos.** Folheto de instrução de uso. Brasil, 2011. Disponível em: <[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSu fSevTsZxtUnYtB58\\_1evUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=GuiaPetrifilmColifo rEcoli.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSu fSevTsZxtUnYtB58_1evUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=GuiaPetrifilmColifo rEcoli.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2016.

WEN, Y. et al. Corn starchferulates with antioxidant properties prepared by N, N'-carbonyldiimidazole-mediated grafting procedure. **Food Chemistry**, n. 208, p. 1-9, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27132817>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

**RESUMO:** O estado da Bahia é um dos principais produtores de milho. Com isso, a cultura regional quanto a alimentação, inclui diversos pratos típicos oriundos do milho verde. Entre eles destaca-se as pamonhas, as quais são amplamente consumidas e apreciadas pela população baiana. Este trabalho objetivou-se em avaliar a composição físico-química e a qualidade microbiológica de pamonhas produzidas na região sul de Vitória da Conquista-Bahia. As amostras foram adquiridas no mesmo local e dia de produção, em seguida foram encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia e Microbiologia da Faculdade de Tecnologia e Ciências. As pamonhas foram avaliadas quanto à massa, teor de carboidratos, proteínas, lipídios fibras, cinzas, umidade, pH. Determinou-se também o valor calórico das mesmas. Quanto à qualidade microbiológica, avaliou-se a presença de *Staphylococcus aureus*, *Aeróbios mesófilos*, Coliformes totais a 35 °C e bolores e leveduras, utilizando a técnica de *Petri film*. Observou-se que a pamonha apresenta-se como uma importante fonte de carboidratos podendo ser um substituto de produtos panificados, com Valor Energético Total em torno de 164,42 Kcal. Quanto a composição físico-química, evidenciou-se os seguintes valores: Umidade 57,8%, Cinzas 0,93%, Proteína 1,07%, lipídeos 2,46%, carboidratos 34,5%, fibras 1,18% e pH 5,13. Quanto à qualidade microbiológica, estas encontram-se isentas de qualquer contaminação. Contudo, este estudo evidenciou que, as pamonhas produzidas nesta localidade é de boa qualidade e aptas para o consumo humano. Além disso, as pamonhas se apresentam como uma boa fonte de carboidrato podendo ser um substituto dos pães principalmente para aqueles indivíduos portadores da doença celíaca.

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE  
JENIPAPO (*Genipa americana* L.): CURVA DE  
SECAGEM E ESTABILIDADE DOS  
CAROTENOIDES TOTAIS**

---

**Jéssica Souza Ribeiro  
Guilherme Augusto Viana Andrade  
Larissa Bello Donato  
Náthila Qéssia dos Santos Lôbo  
Daniel Mario Tapia Tapia  
Cassiara Camelo de Souza  
Márcia Elena Zanuto  
Marcondes Viana da Silva**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.): CURVA DE SECAGEM E ESTABILIDADE DOS CAROTENOIDES TOTAIS**

**Jéssica Souza Ribeiro**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
Jequié, Bahia

**Guilherme Augusto Viana Andrade**

Nutricionista  
Barreiras, Bahia

**Larissa Bello Donato**

Nutricionista  
Barreiras, Bahia

**Náthila Qéssia dos Santos Lôbo**

Nutricionista  
Brumado, Bahia

**Daniel Mario Tapia Tapia**

Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia  
Vitória da Conquista, Bahia

**Cassara Camelo de Souza**

Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia  
Vitória da Conquista, Bahia

**Márcia Elena Zanuto**

Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia  
Vitória da Conquista, Bahia

**Marcondes Viana da Silva**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Itapetinga, Bahia

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da secagem sobre a composição nutricional e caracterizar quimicamente a farinha de jenipapo, visando reduzir as possíveis perdas nutricionais durante o processamento. O tempo ideal de secagem dos frutos foi determinado através da perda de umidade e teor de carotenoides totais em intervalos de 3 horas, utilizando-se estufa de circulação de ar forçado a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$ . Foram determinados os sólidos solúveis totais, nos frutos, e pH, acidez titulável, umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras, vitamina C, carotenoides totais, ferro, cálcio, potássio, sódio, compostos fenólicos totais, taninos totais e capacidade antioxidante, nos frutos e na farinha. O teor de carotenoides totais se manteve constante durante o processo, indicando perdas reduzidas nas condições empregadas, sendo estabelecido o tempo ideal de 18 horas de secagem. A farinha obtida pode ser considerada uma boa fonte de fibras totais, carotenoides totais e ferro, além de possuir importante atividade antioxidante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secagem; Farinha de Frutas; Carotenoides; Jenipapo.

## 1. INTRODUÇÃO

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Rubiaceae que habita todo o continente sul-americano, ocorrendo principalmente nas regiões de clima quente e úmido (PRADO NETO et al., 2007). No Brasil, sua distribuição ocorre nas regiões Centro-Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste, sendo comumente encontrado no Estado da Bahia (SOUSA et al., 2007).

A frutificação ocorre uma vez por ano, geralmente de novembro a março e, às vezes, entre abril e agosto, ocorrendo florescimento das plantas entre outubro e dezembro, com maturação do fruto entre maio e agosto, sendo o pico de maturação em junho (SANTOS, 2001). Os frutos de jenipapo, em condições comerciais, devem apresentar teores de sólidos solúveis totais entre 18 e 20° Brix, acidez total titulável entre 0,20 e 0,40%, e teor de vitamina C entre 1,0 e 2,0 mg.100g<sup>-1</sup> (SILVA et al., 1998; SILVA, 2008). Além disso, são considerados boa fonte de ferro quando comparados a alguns frutos (SOUZA, 2007).

A comercialização como fruta fresca tem-se mostrado promissora, sendo realizada nas feiras livres, nos mercados atacadistas e em supermercados (PRUDENTE, 2002). Porém, está limitada devido à sua sazonalidade e alta perecibilidade, necessitando, assim, de unidades de processamento que possam viabilizar a atividade de agroindústrias fora do período de safra (ANSELMO et al., 2006). A industrialização pode ser uma alternativa para o aproveitamento do excesso de frutos produzidos na safra e para tornar o produto disponível pelo restante do ano (PINTO, 2009). Além disso, ocorrendo sob as mais diferentes formas, tem incentivado bastante o aumento da demanda dos frutos pelo mercado nordestino, com possibilidade de expansão para outras regiões brasileiras ou até mesmo para o mercado internacional (PRUDENTE, 2002).

Muitos avanços no desenvolvimento das tecnologias aplicáveis às indústrias de alimentos têm sido observados, principalmente na área de secagem ou desidratação. A secagem consiste na retirada da água do alimento por meio de seu aquecimento, sendo essa água, geralmente, levada pelo ar ou gás quente, onde a capacidade desses gases para retirar a água é uma função da temperatura e umidade do mesmo (BORGES et al., 2006). Essa operação é parte essencial do processo de fabricação de alguns produtos. Quando bem realizada, a secagem evita deterioração do produto pela ação da umidade, torna o material mais manejável, reduz o custo do transporte, atende às exigências de consumo e favorece o aumento da vida-de-prateleira, que pode ser armazenado à temperatura ambiente, desde que adequadamente acondicionado (FELLOWS, 2006). A secagem é o método mais utilizado para obtenção de farinhas, incluindo as farinhas de frutos.

As farinhas de frutos, comparadas com as farinhas de cereais, apresentam maior conservação e concentração dos valores nutricionais, menor tempo de secagem, diferenciadas propriedades físicas e químicas, o que

permite uma ampla gama de aplicações e diferenciadas possibilidades do uso do fruto inteiro ou da polpa como matéria-prima. É importante ressaltar que é um produto natural, minimamente processado, pois a polpa ou fruto são os únicos ingredientes das farinhas, e isso evita o desperdício, uma vez que permite a utilização integral do fruto e requer equipamentos de fácil manuseio (SANTANA e SILVA, 2008). Além disso, possuem diversos componentes, tais como: fibras, vitaminas, minerais, substâncias fenólicas e flavonóides, podendo apresentar efeito benéfico à saúde (MAIA, 2007). A Resolução CNNPA nº 12, de 1978 estabelece que a umidade de farinhas deve estar entre 6 e 15%, a depender da matéria-prima. Embora as farinhas de frutas não sejam citadas no texto, tal resolução pode ser tomada como referência de padrão de qualidade na produção de farináceos (BRASIL, 1978).

Deste modo, o processamento do jenipapo sob a forma de farinha pode propiciar maior estabilidade e longevidade ao produto, possibilitando ao consumidor ter acesso ao mesmo durante todo ano, favorecendo o desenvolvimento de novos produtos com maior valor nutricional e agregando valor aos frutos nativos. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a curva de secagem e caracterizar quimicamente a farinha de jenipapo (polpa com casca) e avaliar possíveis perdas nutricionais durante o processamento, utilizando como parâmetro o teor de carotenoides totais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

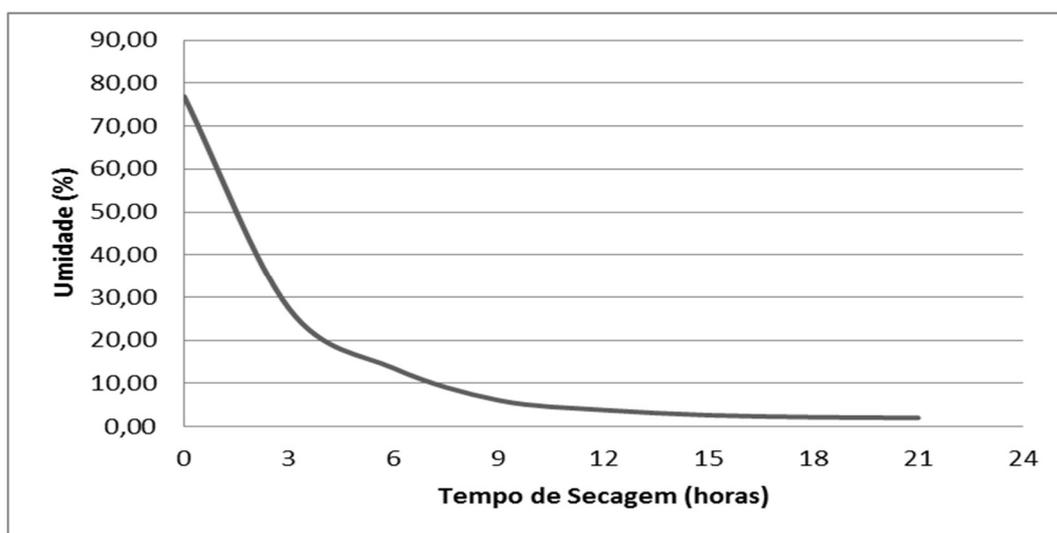
Foram colhidos frutos de jenipapo na região de Vitória da Conquista – BA, entre os meses de maio e junho. A polpa com casca do jenipapo maduro foi cortada em fatias de aproximadamente 1cm de espessura e homogeneizadas por quarteamento. Foram utilizadas 5 g da polpa com casca de jenipapo para cada amostra, totalizando quatro repetições, para cada intervalo de 3 horas de secagem em estufa de circulação de ar forçado a  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Determinou-se a perda de umidade e teor de carotenoides totais em cada ponto de secagem. O tempo total de experimento foi de 21 horas, sendo considerado como ponto ideal de secagem aquele em que as amostras atingiram valores de umidade entre 4 e 14%, com menor perda de carotenoides totais, os quais foram utilizados como indicador da eficiência do processo. A polpa com casca de jenipapo foi pesada e distribuída uniformemente em bandejas de aço inoxidável e desidratada em estufa de circulação de ar forçado a  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 18 horas. Após a secagem, a amostra foi pulverizada, peneirada (malha com  $1\text{mm}^2$ ), pesada para a determinação do rendimento e acondicionada em sacos de polietileno. As análises da composição química (sólidos solúveis totais, apenas nos frutos, e pH, acidez titulável, umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras, vitamina C, carotenoides totais, ferro, cálcio, potássio, sódio, compostos fenólicos totais, taninos totais) e de atividade antioxidante foram realizadas em quadruplicata no fruto e na farinha

de jenipapo (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; RODRIGUEZ-AMAYA e KIMURA, 2004; IAL, 2008; AOAC, 2010).

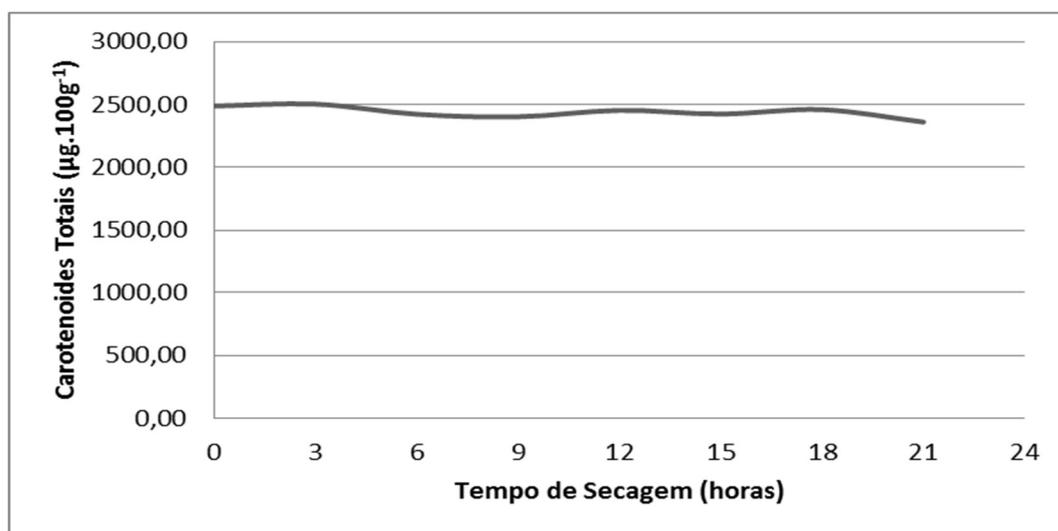
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo da perda de umidade e estabilidade dos carotenoides totais ao longo do tempo de secagem (Figuras 1 e 2) mostraram que a umidade estabilizou-se após 18 horas (tempo ideal de secagem). O teor de carotenoides apresentou pouca variação, indicando que a temperatura e tempo utilizados preservaram este pigmento, já que estes compostos tendem a se degradar em altas temperaturas na presença de oxigênio (FELLOWS, 2006; DAMODARAN et al., 2010; RODRIGUES et al., 2013). Desta forma, outros nutrientes provavelmente possam também ser preservados em tais condições de secagem.

**Figura 1:** Curva de secagem do jenipapo em estufa de circulação de ar forçado ( $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), em intervalos de 3 horas.



**Figura 2:** Curva dos valores médios do teor de carotenoides totais ao longo do processo de secagem em estufa de circulação de ar forçado ( $60\pm 2^\circ\text{C}$ ), em intervalos de 3 horas.



A caracterização química do fruto e da farinha de jenipapo está disposta na Tabela 1. Os resultados obtidos indicam a boa qualidade nutricional tanto do fruto quanto da farinha de jenipapo, principalmente no que se refere ao teor de fibras, carotenoides totais, ferro, cálcio e potássio, embora não sejam boas fontes de ácido ascórbico.

**Tabela 1:** Características químicas do fruto e da farinha de jenipapo (*Genipa americana* L.), Vitória da Conquista, BA, 2012 (média  $\pm$  DP).

<b>Parâmetros Químicos</b>	<b>Fruto de jenipapo (polpa com casca)</b>	<b>Farinha de Jenipapo</b>
<b>Sólidos Solúveis Totais (°Brix)</b>	18,23 $\pm$ 1,40	NA
<b>pH (a 20°C)</b>	3,51 $\pm$ 0,04	3,54 $\pm$ 0,04
<b>Acidez Titulável (% de ácido cítrico, p/v)</b>	2,58 $\pm$ 0,09	7,87 $\pm$ 0,35
<b>Umidade (%)</b>	76,92 $\pm$ 0,64	9,66 $\pm$ 0,21
<b>Cinzas (%)</b>	0,79 $\pm$ 0,05	3,51 $\pm$ 0,03
<b>Proteínas (g.100 g<sup>-1</sup>)</b>	1,55 $\pm$ 0,05	1,78 $\pm$ 0,17
<b>Carboidratos (g.100 g<sup>-1</sup>)</b>	14,05 $\pm$ 1,22	70,81 $\pm$ 1,21
<b>Lipídios (g.100 g<sup>-1</sup>)</b>	1,78 $\pm$ 0,83	1,05 $\pm$ 0,51
<b>Fibras totais (g.100 g<sup>-1</sup>)</b>	4,64 $\pm$ 2,27	13,13 $\pm$ 5,93
<b>Ácido Ascórbico (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	Tr	0,35 $\pm$ 0,00
<b>Carotenoides totais (µg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	2488,43 $\pm$ 31,02	2513,50 $\pm$ 31,89
<b>Ferro (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	15,94 $\pm$ 2,13	14,88 $\pm$ 2,45
<b>Cálcio (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	458,44 $\pm$ 72,88	417,57 $\pm$ 57,00
<b>Potássio (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	350,42 $\pm$ 37,58	1395,60 $\pm$ 64,12
<b>Sódio (mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>	8,58 $\pm$ 1,44	8,64 $\pm$ 1,55

Tr: Traços; NA: não se aplica

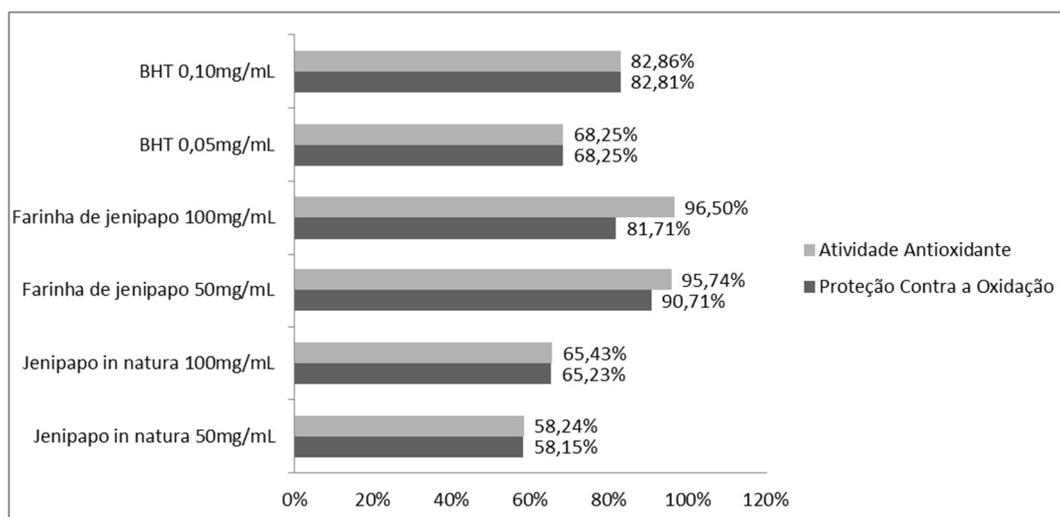
Destacando o teor de carotenoides e ferro na farinha de jenipapo, esta poderia ser utilizada na prevenção e combate à deficiência de vitamina A e de ferro, após o estudo de sua biodisponibilidade, já que tem sido referida a existência de relação entre os baixos níveis de ferro no organismo e deficiência

de vitamina A. O mecanismo proposto seria a menor mobilização do ferro armazenado, decorrente da deficiência de vitamina A, comprometendo a hematopoiese, levando à anemia (AMENY et al., 2002). Um alimento com quantidade adequada de precursores de vitamina A e de ferro seria de fundamental importância na prevenção e reversão desse processo.

Além dos carotenoides totais, outros compostos antioxidantes foram avaliados. Os resultados encontrados demonstram para o fruto e a farinha, respectivamente,  $226,70 \pm 92,98 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $1558,40 \pm 167,14 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de fenólicos totais expressos em ácido gálico. Quanto aos antinutricionais, foi determinado o teor de taninos totais, sendo de  $0,05 \pm 0,04\%$  de pirogalol em frutos in natura e  $0,02 \pm 0,05\%$  de pirogalol na farinha, o que pode ser considerado um teor baixo.

Diante destes resultados, foi de interesse avaliar a capacidade antioxidante do fruto e da farinha de jenipapo, apresentada na Figura 3. Os resultados mostraram elevada capacidade antioxidante tanto para o fruto (atividade antioxidante:  $58,24\%$  em  $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  de extrato e  $65,43\%$  em  $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  de extrato) e, para a farinha de jenipapo, a atividade antioxidante foi igual a  $95,74\%$  em  $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  de extrato e  $96,50\%$  em  $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  de extrato. Esta elevada atividade antioxidante pode justificar a preservação dos carotenoides, já que evitam a sua oxidação em alta temperatura. Além disso, a presença dos carotenoides, dos constituintes fenólicos e de outros compostos antioxidantes também justificam este importante potencial antioxidante.

**Figura 3:** Percentual de proteção e atividade antioxidante do jenipapo in natura (polpa com casca), da farinha de jenipapo e do padrão BHT (butilhidroxitolueno).



#### 4. CONCLUSÃO

O processamento da farinha de jenipapo conseguiu preservar o teor de carotenoides totais, apontando para uma provável conservação de outros nutrientes. A farinha de jenipapo, assim como o fruto in natura, mostraram-se

como boas fontes de fibras totais, ferro e carotenoides, além de possuírem importante atividade antioxidante. Desta forma, estudos complementares serão futuramente realizados para avaliar a biodisponibilidade do ferro e dos carotenoides presentes neste fruto, visto que a deficiência de ferro e vitamina A é endêmica na região Nordeste e em outras regiões do Brasil, e esta farinha necessita ser avaliada para possível auxílio na prevenção e combate destas deficiências nutricionais.

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Roseane Mendonça de Figueiredo, coordenadora do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Vitória da Conquista, por todo o apoio dispensado durante a realização deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

AMENY, M. A.; RAILA, J.; WALZEL, E.; SCHWEIGERT, F. J. Effect of iron and/or vitamin A re-supplementation on vitamin A and iron status of rats after a dietary deficiency of both components. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 16, n. 3, p. 175-178, 2002.

ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; ARRUDA, P. C. A.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n.2, p.58-65, 2006.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18 ed. Washington: AOAC, 2010. 1094p.

BORGES A. M.; PEREIRA J.; LUCENA E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1978.

DAMODARAN, S; PARKIN, K.L.; FENNEMA O.R. **Química de Alimentos de Fenemma**, 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MAIA, S. M. P. C. Aplicação da farinha de maracujá no processamento do bolo de milho e aveia para fins especiais. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Ceará (UFCE), Fortaleza, Ceará, 2007.

PINTO, E. G. Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma. 2009. 69 f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, Bahia, 2009.

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC/Emdagro, p. 88-114, 2002.

RODRIGUES, M. L.; SOUZA, A. R. M.; LIMA, J. C. R.; MOURA, C. J.; GERALDINE, R. M. Cinética da degradação de carotenoides e da alteração de cor do azeite de pequi submetido ao aquecimento em temperatura de fritura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, p.1509-1515, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA D. B.; KIMURA, M. **Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004.

SANTANA, M. F. S.; SILVA, I. C. Elaboração de biscoitos com resíduo da extração de suco de caju. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA. Belém, PA, Novembro, 2008.

SANTOS, R. O. S. Caracterização de jenipapeiros (*Genipa americana* L.) em Cruz das Almas-BA. 2001. 70 f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

SILVA, N. M. C. **Propriedades termofísicas e comportamento reológico da polpa de jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 2008. 56. Dissertação (Mestrado

em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2008.

SILVA, A. P.; LIMA, C. L. C.; VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. **Scientia Agricola**, v. 55 n. 1 Piracicaba, jan./abr. 1998.

SOUSA, C. S.; SILVA, A. S.; HANSEN, D. S.; FONSECA, A. A. O. Correlações entre caracteres físicos e químicos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano. Nota Científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 270-272, jul. 2007.

SOUZA, C. N. Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.), 2007. 72 f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-Gradual em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2007.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of drying on the nutritional composition and chemically characterize the jenipapo flour in order to reduce the possible nutritional losses during processing. The optimal time for drying fruits was determined by the loss of moisture and total carotenoid content at intervals of 3 hours, using air forced circulation stove at  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ . It was determined the total soluble solids in the fruit, and pH, titratable acidity, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, fiber, vitamin C, carotenoids, iron, calcium, potassium, sodium, total phenolics, total tannins and capacity antioxidant in fruits and flour. The total carotenoid content remained constant during the process, indicating reduced losses in the employed conditions, the optimum time is set to 18 hours of drying. The flour obtained can be considered a good source of fiber, carotenoids and iron, and also has important antioxidant activity.

**KEYWORDS:** Drying; Fruit Flour; Carotenoids; Jenipapo.

### **EFEITOS DA GERMINAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO AZUKI**

---

**Bianca Pio Ávila  
Reni Rockenbach  
Jander Luis Fernandes Monks  
William Peres  
Marcia Arocha Gularte  
Moacir Cardoso Elias**

## **EFEITOS DA GERMINAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO AZUKI**

### **Bianca Pio Ávila**

Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão – RS – Brasil.

### **Reni Rockenbach**

Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão – RS – Brasil.

### **Jander Luis Fernandes Monks**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas - RS- Brasil.

### **William Peres**

Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão – RS – Brasil.

### **Marcia Arocha Gularte**

Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão – RS – Brasil.

### **Moacir Cardoso Elias**

Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão – RS – Brasil.

**RESUMO:** Na busca por alimentos saudáveis o consumidor tem interesse por aqueles com alto valor nutritivo, de fácil preparo e baixo custo, por isso, é crescente os estudos e o consumo de brotos de leguminosas e de cereais na alimentação. Tendo em vista que o processo de germinação melhora as características nutricionais dos grãos, o objetivo desse trabalho foi verificar a composição proximal, atividade antioxidante e digestibilidade proteica de grãos de feijão azuki (*Vigna agularis*) germinado.

**PALAVRAS-CHAVE:** antioxidantes; brotos; Fabacea; fibras alimentares.

## **1. INTRODUÇÃO**

A busca por um estilo de vida saudável tem motivado diversos indivíduos a mudanças em seus hábitos alimentares (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2009).

O consumo regular de frutas e vegetais tem sido fortemente associado à redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas, tais como doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, doença de Alzheimer e catarata. Estes benefícios estão associados a alguns compostos bioativos, os quais são metabólitos secundários de plantas e exibem uma vasta gama de efeitos biológicos, dentre eles a capacidade antioxidantes (LEE, 2013).

O consumo de vegetais germinados tem sido uma opção nutricional em crescente aceitação nas últimas décadas (COUSENS, 2011).

A germinação é, possivelmente, um dos processos mais antigos, simples e econômicos empregados para melhorar o valor nutricional de grãos de cereais e Fabaceae. Trata-se de uma alternativa adequada para a redução dos fatores antinutricionais, digestibilidade, inibidores de proteases, presentes originariamente nestes grãos, além de converter proteínas vegetais de baixa qualidade nutricional em proteínas de melhor qualidade (LOPEZ-AMORÓS, 2013).

A germinação inicia-se quando a semente seca começa a absorver a água e se completa quando o eixo embrionário alonga. Neste ponto, as reservas dentro dos tecidos de armazenamento da semente são mobilizadas para apoiar o crescimento das plântulas (BEWLEY et al. 2001).

A partir do momento em que quebram a dormência das sementes, as respostas de proteção ocorrem através da síntese de fenóis e outros compostos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Existem diversos trabalhos publicados sobre germinados e/ou brotos, sendo que, a maioria são com feijão-mungo (FERNANDEZ-OROZCO et al.,2008), arroz (MOONGNARM E SAETUNG, 2010), brócolis (MARTINEZ-VILLALUENGA et al. 2010), soja (PAUCAR-MENACHO et al.2010), no entanto, há um consumo bem difundido de grãos germinados de gergelim, linhaça, painço e feijão azuki.

O feijão azuki (*Vigna angularis*) possui origem chinesa, onde há séculos já é cultivado. É muito utilizado na culinária oriental principalmente na forma de doces, sorvetes, pães, misturado com arroz, brotos germinados e utilizado para produção de cosméticos, produtos medicinais e adubo verde. (LUMPKIN et al. 1994). É um grão muito divulgado pela escola macrobiótica, de grande valor nutricional, pois é rico em proteínas, fósforo, cálcio, ferro, potássio, zinco, fibras solúveis e vitaminas do complexo B. Além das propriedades diuréticas, este feijão fermenta menos do que os outros, auxilia na formação óssea, sendo indicado para disfunções renais, hipertensão e diabetes. (PAJAK, 2014).

Portanto, o objetivo desse estudo foi investigar as modificações no perfil de compostos bioativos, composição nutricional e digestibilidade proteica em grãos germinados de feijão azuki.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de feijão azuki foram adquiridas no comércio local e analisadas no Laboratório de Pós-colheita e Secagem de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

A germinação foi conduzida com quatro repetições de 50sementes, distribuídas em caixas gerbox sobre três folhas de papel germitest, umedecido

com 2,5 vezes a sua massa com água destilada, colocadas no germinador, regulado com temperatura constante de 25 °C ( $\pm 2$ ), umidade relativa do ar de 80 % ( $\pm 5$ ). As coletas dos germinados foram efetuadas no 6º dia, considerando a protrusão da radícula como indicador da germinação e como forma de padronizar a coleta conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Tanto as amostras germinadas quanto as não germinadas foram maceradas em moinho de bolas (Marconi, MA 350) até adquirirem aspecto de farinha e pasta, respectivamente, objetivando assim, homogeneizar a amostra.

## **2.1 Composição Proximal**

A composição proximal dos brotos de feijão e do feijão não germinado foi determinada com a realização das análises de umidade por método gravimétrico; cinzas por gravimetria após incineração da amostra; fibra bruta por digestão ácida e alcalina; lipídios (extrato etéreo em extrator Soxhlet); proteína em sistema Micro-Kjedahl, com utilização do fator 6,25 para conversão do nitrogênio em teor proteico (AOAC, 2006).

## **2.2 Digestibilidade Proteica *in vitro***

A digestibilidade proteica foi realizada segundo método de Hsu (1977). Ajustou-se o pH de 50 mL da suspensão proteica em água destilada (contendo 6,25 mg de proteína/mL), para pH 8,0, sob agitação, em banho-maria a 37°C. Cinco mililitros da solução enzimática foram, então, adicionados à suspensão proteica mantida em banho-maria a 37°C. A queda do pH foi medida após a adição da solução enzimática, a partir de 15 segundos e posteriormente de 1 em 1 minuto, por um período de 10 minutos, usando-se um potenciômetro da marca Analion. A digestão enzimática foi caracterizada pela queda do pH, 10 minutos após adição da solução enzimática, e ajuste da equação que descreve a queda do pH versus o tempo.

## **2.3 Atividade Antioxidante**

A capacidade antioxidante foi determinada através do método do sequestro de radicais livres do DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazila) adaptado de Brand-Williams et al. (1995) e pelo método do radical ABTS (RE et al. 1999).

Para realizar o extrato para ambos os métodos, pesou-se 0,8 g de amostra e acrescentou-se 10 mL de etanol P.A., com posterior centrifugação 6000 rpm por 10 minutos.

A solução padrão de DPPH foi feita com 0,042g de DPPH dissolvidos em etanol P.A. A solução diluída foi preparada com uma alíquota de 10mL de

solução padrão de DPPH em 45mL de etanol P.A. A solução para leitura compreendia 500 µL de extrato acrescida de 15 mL, com 3 mL de etanol P.A e 300 µL de solução diluída DPPH. Aguardou-se 45 minutos e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Os resultados foram expressos em mg de capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) por grama de MS de semente e broto, usando a curva de calibração do Trolox.

O radical ABTS foi formado pela reação de 2,45 mM de persulfato de potássio com 7 mM de 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), armazenado no escuro, à temperatura ambiente, durante 16 horas. Uma vez formado, o radical ABTS foi diluído em etanol e adicionado à 1 mL de extrato, após 6 minutos foram realizadas as leituras em comprimento de onda de 734 nm. Os resultados foram expressos em mg de capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) por grama de matéria seca de semente e broto.

## 2.4 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley. Posteriormente, os dados foram comparados pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises podem ser observados na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Composição proximal, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijões azuki germinados e não germinados - UFPEL - Capão do Leão-RS

	Não Germinado	Germinado
Proteína Bruta (%)	21,15±0,08 <sup>b</sup>	25,43±0,02 <sup>a</sup>
Lipídios (%)	0,68±0,02 <sup>a</sup>	0,45±0,0 <sup>b</sup>
Fibra solúvel (%)	0,15±0,01 <sup>b</sup>	2,11±0,65 <sup>a</sup>
Fibra Insolúvel (%)	15,04±1,8 <sup>a</sup>	16,88±0,1 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	3,03±0,95 <sup>a</sup>	4,31±0,04 <sup>a</sup>
Umidade (%)	12,44±1,1 <sup>b</sup>	45,49±1,5 <sup>a</sup>
Digestibilidade (%)	81,57±0,5 <sup>b</sup>	89,17±0,02 <sup>a</sup>
DPPH (mg TEAC.g <sup>-1</sup> )	6,81±0,03 <sup>b</sup>	7,98±0,04 <sup>a</sup>
ABTS (mg TEAC.g <sup>-1</sup> )	0,61±0,01 <sup>b</sup>	0,82±0,4 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Médias ±desvio padrão acompanhadas por letra minúscula diferente na linha diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Como pode ser observado, os teores de lipídio, proteína e fibra solúvel diferiram estatisticamente entre as duas amostras analisadas ( $p \leq 0,05$ ), enquanto que os teores de cinzas e fibra insolúvel não apresentaram diferenças significativas.

O percentual de umidade entre as amostras apresentou média de 12,44% para o feijão não germinado e 45,49% para o feijão germinado. Esse resultado pode ser explicado, pois durante o processo de germinação ocorre hidratação das sementes a fim de promover o crescimento da planta (VILLELA et al. 2007).

Quanto aos lipídios houve um decréscimo no teor nos grãos germinados, atribuído a degradação de reservas por parte da planta para que possa completar seu crescimento (MUBARAK, 2005).

O teor de proteínas do feijão germinado foi 4,28 pontos percentuais maior que o não germinado. Khalil (2006) cita que o aumento de proteína com o processo de germinação deve-se ao fato de os carboidratos diminuírem durante esse período, pela utilização destes, pela germinação, como fonte de energia. E segundo Bau (1997) durante este processo ocorre a síntese enzimática proteica.

Os resultados das cinzas são condizentes com os apresentados por Vilas Boas et al. (2002) que realizaram germinação em soja. Os teores de fibras solúvel apresentaram aumento após germinação, entretanto, Dueñas et al. (2016), verificaram diminuição desse conteúdo em feijões pretos e lentilhas germinados. Segundo Lopez-Amorós et al.(2006), os efeitos da germinação variam conforme o tipo de Fabacea estudada devido à sua estrutura e composição da parede celular ser diferentes.

Os valores da digestibilidade proteica *in vitro* foram 81,57% para o feijão não germinado e 89,17% no germinado, diferindo estatisticamente entre si. Como reportado em estudos a digestibilidade proteica tende a aumentar em grãos e semente germinados. Martinez et al. (2011) verificaram um incremento de 25 pontos percentuais na digestibilidade da soja germinada. A melhoria da digestibilidade proteica, após o processamento térmico, pode estar atribuída à redução ou eliminação de diferentes compostos antinutricionais como fitatos, taninos (UPPAL E BAINS, 2012; OSMAN, 2007).

Em ambos os métodos de determinação da capacidade antioxidante, os feijões germinados demonstraram aumento nos valores (7,98 e 0,82 mg TEAC.g<sup>-1</sup>) comparado com o feijão não germinado (6,81 e 0,61 mg TEAC.g<sup>-1</sup>). Em estudos com linhaça, feijão-mugo, lentilha, arroz e soja (BOLIVAR et al. 2010; DONKOR et al. 2012) foi verificado aumento de capacidade antioxidante após a germinação. Este processo é atribuído ao metabolismo bioquímico das sementes durante a germinação (DUEÑAS et al. 2009). A capacidade antioxidante superior de brotos em comparação a sementes resulta de diferenças no conteúdo de polifenóis, antocianinas e outros compostos (PAŠKO et al.2009).

#### **4. CONCLUSÃO**

As Fabaceas ou “leguminosas” possuem inúmeros compostos benéficos

à saúde, com destaque ao feijão azuki, que possui elevado conteúdo de fibras e proteínas. Os efeitos de seus compostos antioxidantes e de seus nutrientes são potencializados com sua germinação. De acordo com o estudo, constatou-se que o feijão azuki germinado após 6 dias, aumentou seus valores de proteínas, fibras solúveis, antioxidantes e melhorou a digestibilidade proteica. Portanto, o consumo de germinados de feijão azuki é uma promissora alternativa para aumentar o fornecimento desses compostos bioativos na dieta humana.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. **Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets.** Journal of the American Dietetic Association, 109, 1266 -1282. 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis.** 18 ed. Washington DC US. 2006.

BAU, H. M. **Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (Glycine max) seeds.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 73, 1-9. 1997.

BEWLEY, J.D.; HEMPEL, F.D.; MCCORMICK, S.; ZAMBRYSKI, P. **Reproductive development.** In: Buchanan, B.B.; Grisse, W.; Jones, R.L. (Eds.). Biochemistry and molecular biology of plants. Rockville, MD: Courier Companies. 2001.

BOLIVAR, A., CEVALLOS, C., & LUIS, C. Z. **Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species.** Food Chemistry, 119, 1485–1490. 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of free radical method to evaluate antioxidant activity.** *Lebensmittel-Wissenschaft&Technologie*, 28, 25-30. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes.** Brasília. 2009.

COUSENS, G. **Alimentación consciente.** Villa Adelina: Epidauro. Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J., & Vasiljevic, T. Germinated grains - sources of bioactive compounds. Food Chemistry, 135, 950–959. 2011.

DUEÑAS, M., SARMENTO, T., AGUILERA, Y., BENITEZ, V., MOLL, E., ESTEBAN, R., MARTÍN-CABREJAS, M. **Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.).** LWT - Food Science and Technology, 66 72-78. 2016.

DUEÑAS, M., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I., FERNANDEZ, D. **Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.).** Food Chemistry, 117, 599-607. 2009.

FERNANDEZ-OROZCO, R., FRIAS, J.; ZIELINSKI, H., PISKULA, M. K., KOZLOWSKA, H., VIDAL-VALVERDE, C. **Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emerald, *Glycine max* cv. jutro and *Glycine max* cv. Merit.** Food Chemistry, 111, (3), 622–630. 2008.

HSU, H.W. **Multi enzyme technique for estimating protein digestibility.** Journal of Food Science, 42 (5), 1269-1273. 1977.

KHALIL, A.A. **Nutritional improvement of an Egyptian breed of mung bean by probiotic lactobacilli.** African Journal of Biotechnology, 5 (2), 206-212. 2006.

LEE, J., HWANG, Y.S., LEE, J.D., CHANG, W.S., CHOUNG, M.G. **Metabolic alterations of lutein, b-carotene and chlorophyll a during germination of two soy bean sprout varieties.** Food Chemistry, 141, 3177–3182. 2013.

LÓPEZ-AMOROS, M. L., EL-NAGGAR, T., DUEÑAS, M., ORTEGA, T., ESTRELLA, HERNANDEZ, T., CARRETERO, M. E. **Effect of cooking and germination on phenolic composition and biological properties of dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.).** Food Chemistry, 138(1), 547-555. 2013.

LÓPEZ-AMOROS, M. L., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I. **Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity.** Journal Food Composition and Analysis, 19(4), 277-283. 2006.

LUMPKIN, T. A, KONOVIK, J. C.; LARSON, K.J., CLARY, D.C. **Potential new specialty crops from Asia: Azuki beans, edamame soy beans, and astragalus.** In: Janick, J.; Simon, J. Newcrops. New York: Wiley. (1993).

MARTINEZ, A.P.C., MARTINEZ, P.C.C.; SOUZA, M.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. **Alterações químicas em grãos de soja com a germinação.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 31(1), 23-30. 2011.

MARTINEZ-VILLALUENGA, C.; PEÑAS, E.; CISKA, E.; PISKUŁA, M. K.; KOZŁOWSKA, H.; VIDAL-VALVERDE, C. **Time dependence of bioactive compounds and antioxidant capacity during germination of different cultivars of broccoli and radish seeds.** Food Chemistry, 120, 710–716. 2010.

MOONGNARM, A., SAETUNG, N. **Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice.** Food Chemistry, 122, 782–788. 2010.

MUBARAK, A. E. **Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional process.** Food Chemistry, 89, 489-495. 2005.

OSMAN, M.A. **Effect of different processing methods, on nutrient composition, antinutritional factors, and in vitro protein digestibility of Dolichos Lablab Bean (*Lablab purpureus* (L) Sweet).** Pakistan Journal of Nutrition, 6(4), 299-303. 2007.

PAJAK, P., SOCHA, R.; GALKOWSKA, D., ROZNOWSKI, J., FORTUNA, T. **Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts.** Food Chemistry, 43, 300–306. 2014.

PAUCAR-MENACHO, L. M., BERHOW, M. A.; MANDARINO, J. M. G., CHANG, Y. K., DE MEJIA, E. G. **Effect of time and temperature on bioactive compounds in germinated Brazilian soybean cultivar BRS 258.** Food Research International, 43, 1856–1865. 2010.

PAŚKO, P.; BARTOŃ, H.; ZAGRODZKI, P.; GORINSTEIN, S.; FOŁTA, M.; ZACHWIEJA, Z. **Anhocyans, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth.** Food Chemistry, 115, 994–998. 2009.

RE, R.; PHILIP, O.H. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology & Medicine, 26, 123-127. 1999.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004.

UPPAL, V.; BAINS, K. **Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes.** Journal of Food Science and Technology, 49(2), 184–191. 2012.

VILLELA, F. A.; NOVENBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. **Estado**

**energético da água na germinação de sementes de soja.** Revista Brasileira de Sementes, 29(1), 27-34. 2007.

VILAS BOAS, E. V. B.; BARCELOS, M. F. P.; LIMA, M. A. C. **Tempo de germinação e característica físicas, químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho combinado nas formas isoladas e combinadas.** Ciência e Agrotecnologia, 26(1), 148-156. 2002.

## **Capítulo VIII**

### **AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA COMPOSIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES PROTEICOS**

---

**Karen Rodrigues Oliveira da Conceição  
Christiano Vieira Pires  
Vinicius Lopes Lessa  
Kelly de Freitas Maro**

## AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA COMPOSIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES PROTEICOS

### **Karen Rodrigues Oliveira da Conceição**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas – Minas Gérias

### **Christiano Vieira Pires**

Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas – Minas Gerais

### **Vinicius Lopes Lessa**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas – Minas Gérias

### **Kelly de Freitas Maro**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas – Minas Gérias

**RESUMO:** O *Whey protein* um suplemento protéico de elevada demanda no mercado é caracterizado por apresentar pequenas concentrações de gordura, mas alto teor de aminoácidos essenciais e proteína de elevado grau de pureza, sendo utilizados para ganho de massa muscular magra. Estudos indicam diferenças significativas nas quantidades de proteína declaradas pelos fabricantes e aquelas verificadas no conteúdo das embalagens. Este trabalho objetivou avaliar os teores de proteína, gorduras totais e carboidratos de amostras de suplementos alimentares tipo *Whey protein* comercializados nos municípios de Sete Lagoas e de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os resultados encontrados foram comparados com o declarado nos rótulos. Para parte das amostras analisadas os teores encontrados não estavam condizentes com os declarados nos rótulos das embalagens.

**PALAVRAS-CHAVE:** Proteínas, Soro de leite, Qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A nutrição é extremamente importante no exercício físico tanto para profissionais como para amadores, fornecendo um suporte adequado de nutrientes que propicia a base para formação e reconstituição dos tecidos durante a atividade (JESUS; SILVA, 2008). As proteínas são macromoléculas presentes nas células dos organismos, são de grande importância, pois é a partir delas que o corpo se mantém através do seu auxílio na estruturação corporal. Sua constituição básica se dá pelos aminoácidos, estruturas de extrema relevância no que se refere ao desenvolvimento muscular. Por serem tão importantes na construção e manutenção muscular, as proteínas devem

estar presentes na dieta alimentar. Entretanto, não basta ingerir qualquer alimento protéico para que o corpo se torne auto-suficiente em proteínas, é necessário que essas proteínas apresentem um bom aspecto qualitativo, ou seja, seu valor nutricional deve ser observado além do aspecto quantitativo, este vai depender da sua composição, disponibilidade de aminoácidos essenciais, digestibilidade, toxicidade, dentre outros (PIRES, 2005).

Evidência científica sobre a correlação entre a utilização de suplementos alimentares e a saúde levou ao surgimento de um mercado de alimentos diferenciados e de rápido crescimento. Esta tendência vem acompanhada do aumento da procura por produtos com propriedades funcionais, podendo oferecer benefícios adicionais à alimentação (ALMEIDA, 2014). Dentre os mais populares encontram-se os suplementos protéicos mais conhecidos como *Whey protein* (WP), produto obtido a partir do soro de leite oriundo da fabricação de queijos.

Este tipo de suplemento é caracterizado por apresentar pequenas concentrações de gordura, mas alto teor de aminoácidos essenciais e proteína de elevado grau de pureza, sendo utilizados para ganho de massa muscular magra (BRASIL, 2010). Para obtenção de queijos, é necessário adicionar ácido ou enzimas para que estes possam reagir com o leite obtendo o produto desejado. Como subproduto desta reação tem-se o soro do leite, obtido a partir coagulação da caseína. Segundo a Sociedade Brasileira de Medicina Esportiva (SBME, 2003), a comercialização desses produtos aumentou drasticamente, utilizados por praticantes de exercício que buscam o ganho de massa muscular.

Durante muito tempo o soro do leite era desperdiçado pelas indústrias de alimentos. A partir da década de 70, alguns cientistas passaram a estudar as propriedades de suas proteínas. Atletas, pessoas fisicamente ativas, portadores de doenças que atingem o trato gastrointestinal, vêm procurando os benefícios dessa fonte protéica. Evidências atuais sustentam ainda mais a teoria de que as proteínas do leite, incluindo as proteínas do soro, além de seu alto valor biológico, possuem peptídeos bioativos, que atuam como agentes antimicrobianos, anti-hipertensivos, reguladores da função imune, assim como fatores de crescimento e hormônios (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

O soro de leite contém as proteínas mais completas que se conhece, sendo as principais: lactoglobulina, lactoalbumina e a lactoferrina. Essas proteínas são recomendadas em dietas, sendo empregadas em diversas formulações já existentes no mercado (BOUNOUS; MOLSON, 2003). O *Whey Protein* apresenta quase todos os aminoácidos essenciais em excesso às recomendações, com uma pequena exceção dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina) que não aparecem em excesso, mas em quantidades que atendem às recomendações (ASSIS, 2016).

Ele também contém aproximadamente 26% de aminoácidos de cadeia ramificada ou BCAA (do inglês, branched-chain amino acids) e 42,7% de aminoácidos essenciais. Dentre os aminoácidos de cadeia ramificada, é

importante destacar a leucina, que aparece em altas concentrações no Whey Protein em comparação com outras fontes protéicas, e tem sido objeto de estudo de investigações bastante recentes devido a sua capacidade de ativar vias metabólicas responsáveis pela síntese protéica (ASSIS, 2016).

Podemos classificar os wheys de três formas: concentrado, isolado e hidrolisado. O whey concentrado apresenta valores reduzidos de gordura. O whey isolado são manipulados com o intuito de remover a gordura ou a lactose. Já os hidrolisados são proteínas do soro de leite que são pré-digeridas através de um processo químico de modo a tornar a digestão mais facilmente (SOUZA, 2012). A proteína do soro do leite hidrolisada pode ser menos alergênica em relação a outras formas da proteína (JIMENEZ et.al; 2012).

Geralmente os suplementos são anunciados e comercializados como produtos para aumentar a massa muscular, melhorar a performance, reduzir o percentual de gordura corporal ou auxiliar a perda de gorduras, além de prevenir, geralmente mencionados como “produtos que fazem milagre”, capazes de trazer “resultados mágicos” em um rápido intervalo de tempo para compensar a dieta deficiente, segundo (GOSTON; CORREIA, 2010)

Devido ao crescimento de produção os produtos *Whey protein* tem sido centro de polêmica na área, com a divulgação pela internet de resultados de ensaios conduzidos por laboratórios acreditados. Embora o consumo de suplementos esportivos seja crescente ao longo dos anos recentes, apenas uma pequena parte das pessoas que os utilizam buscam orientação nutricional antes de iniciar a dieta alimentar envolvendo recursos ergogênicos. O termo ergogênico é usualmente associado aos suplementos esportivos, derivado de duas palavras gregas, a saber: “*ergon*” (trabalho) e “*gennan*” (produzir) (MOREIRA, et al. 2013).

Em algumas das análises os estudos têm indicado diferenças significativas nas quantidades de proteína declaradas pelos fabricantes e aquelas verificadas no conteúdo das embalagens. Isso tem despertado inúmeras reações de fabricantes e consumidores, levando uma incerteza não só quanto às quantidades, mas com inúmeras reclamações sobre a qualidade e origem da proteína, composição anunciada e presença de substâncias estranhas ao produto (INMETRO, 2014).

Diante do exposto e tendo em vista a sua elevada demanda, este trabalho objetivou analisar os teores de proteína, gorduras totais e carboidratos de amostras de suplementos alimentares tipo *Whey protein* comercializados nos municípios de Sete Lagoas e de Belo Horizonte – MG e comparar os resultados encontrados com os declarados nos rótulos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de

São João Del-Rei, *Campus Sete Lagoas*. As amostras foram adquiridas nos comércios das cidades de Sete Lagoas e Belo Horizonte. Foram analisadas em triplicata amostra de doze diferentes marcas de *whey protein*. As determinações de proteínas, gorduras totais, carboidratos totais foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os teores de gorduras totais, proteínas e carboidratos encontrados. Observa-se que os teores variaram de 55,97% a 81,53%, 2,39% a 18,77% e 2,27% a 31,43%, respectivamente para proteínas, gorduras totais e carboidratos.

**Tabela 1** – Teores médios de proteínas, lipídeos e carboidratos declarados no rótulo e encontrados nas amostras de *whey protein* analisadas.

Marcas	Proteínas (%)		Gorduras totais (%)		Carboidratos (%)	
	*Decl.	**Enc.	*Decl.	**Enc.	*Decl.	**Enc.
1	68,42	69,71	4,74	6,43	17,89	16,63
2	75,00	71,11	4,38	5,52	16,88	14,30
3	71,43	76,96	8,57	6,04	8,57	11,40
4	83,33	73,21	0,00	2,39	11,67	18,27
5	71,43	69,99	6,29	5,87	15,43	21,05
6	73,33	78,47	7,00	10,50	14,33	5,97
7	70,00	75,86	7,67	7,74	19,67	11,70
8	66,67	66,45	3,67	16,93	25,33	13,50
9	100,00	81,53	6,67	18,77	36,67	2,27
10	72,50	80,71	7,25	6,52	11,75	6,03
11	52,50	55,97	0,00	5,26	40,00	31,43
12	80,00	69,20	3,33	7,76	10,00	18,46

\*Decl.: Declarado; \*\*Enc.: Encontrado

A declaração na rotulagem nutricional para gorduras totais, proteínas, carboidratos é obrigatória e segue a resolução RDC nº 360 da Anvisa (BRASIL, 2003). Tal resolução permite um limite de tolerância de 20% para mais ou para menos.

Com relação ao teor de proteínas, percebe-se que os valores declarados estão de acordo com os valores encontrados nas análises para todas as amostras, com resultados bem próximos e dentro na margem de 20% de tolerância.

É importante ressaltar que embora esteja dentro do limite de 20% a amostra 9 declarou apresentar 100% de proteína e foi encontrado neste trabalho um teor de 81,53%. Pode-se observar pela simples análise do rótulo que esta amostra apresenta irregularidade. Pois conforme Tabela 1, tal amostra declara 100% de proteína, 6,67% de gorduras totais e 36,67% de carboidratos.

Ou seja, o valor declarado destes três nutrientes é de 143,34%. As demais amostras não apresentaram resultados inadequados para este parâmetro.

Um estudo realizado pela ANVISA revelou que 14 dos 15 *Whey's* analisados apresentaram algum tipo de irregularidades, ou seja, 93% (noventa e três por cento) das marcas apresentaram algum tipo de não conformidade, evidenciando uma clara tendência de não conformidade nos produtos analisados (INMETRO, 2014).

Com relação aos teores de gorduras totais, das 12 marcas avaliadas, a amostra 7 foi a que apresentou valores declarados (7,67%) e encontrados (7,74%) adequados. As amostras 4 e 11, declararam teor zero de gorduras totais, entretanto foram encontrados teores de 2,39% e 5,26% respectivamente. As amostras 8 e 9 apresentaram teores de gordura de 16,93% e 18,77%, entretanto, o declarado nos rótulos era de 3,67% e 6,67% respectivamente, sendo esta diferença bem discrepante. Análises recentes de algumas marcas de suplementos têm gerado uma grande repercussão no Brasil e no exterior, levando ao conhecimento público os laudos com as marcas reprovadas para consumo, por apresentarem irregularidades na sua formulação, o que caracteriza fraude contra o consumidor (ALMEIDA, 2014).

Analisando os teores de Carboidratos, observa-se que 3 das 12 marcas (1, 2 e 11) se encontraram dentro da legislação. Das demais (9) marcas restantes, 5 apresentaram valores menores que os declarados e 4 apresentaram valores maiores pelo fornecedor. Segundo INMETRO (2014) a ANVISA analisou 25 marcas de suplementos protéicos após denúncias sobre irregularidades na quantidade de carboidrato e proteína declarada no rótulo dos produtos. Estudo semelhante foi realizado pelo INMETRO, em que o ensaio sobre teor de carboidratos revelou os resultados mais preocupantes, com 73% (setenta e três por cento) das marcas apresentando diferença superior a 20% (vinte por cento) entre os valores de carboidratos declarados e aqueles efetivamente encontrados. Das onze marcas não conformes, oito apresentavam mais carboidratos do que o anunciado. Em casos mais graves, foram encontradas três vezes mais carboidratos do que o descrito no produto, o que pode comprometer a programação nutricional do usuário, trazendo para ele resultados indesejados.

#### **4. CONCLUSÕES**

Todas as amostras analisadas apresentaram teores de proteína condizentes com o declarado e dentro da legislação vigente. Com relação aos teores de gorduras totais e carboidratos algumas amostras apresentaram irregularidade.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, ao CNPq, à FINEP e a UFSJ pela disponibilização de recursos financeiros e de infraestrutura para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Almeida, C. C. (2014). Avaliação de Suplementos Nutricionais à base de whey Protein. **Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.**

Assis, Rebeca Meirelles de Araújo Efeitos da suplementação com Whey Protein no anabolismo proteico e na hipertrofia muscular em praticantes de atividade física: uma revisão sistemática /Rebeca Meirelles de Araújo Assis. - Salvador, 2016. **Monografia - Conclusão do curso de Medicina. Faculdade de Medicina da Bahia – Universidade Federal da Bahia.**

Bounous, G., & Molson, J. H. The antioxidant system. **Anticancer Research**, v. 23 n. 2b, p. 1411-1416, 2003.

Brasil. Resolução - RDC nº 18, de 27 de abril de 2010. Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos para Atletas. ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.**

Brasil. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.**

GOSTON, J. L.; CORREIA, M. I. T. D. Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. **Nutrition**, Burbank v. 26, n. 6, p. 604–611, 2010.

Haraguchi F. K., Abreu W. C., Paula H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista Brasileira de Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

Inmetro Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2014). Serviço Público Federal. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.**

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). **Métodos Físico Químicos para Análise de Alimentos.** São Paulo, 1ª Edição Digital.

Jesus, E.V.; Silva, M.D. Suplemento alimentar como recurso ergogênico por praticantes de musculação em academias. In: **Anais do III Encontro de Educação Física e áreas afins – Departamento de Educação Física. UFPI. 2008.**

Jiménez, X.T., Cuenca, A.A., Jurado, A.T. Corona, A.A., Urista, C.R.M. Traditional Methods for Whey Protein Isolation and Concentration: Effects on Nutritional Properties and Biological Activity. **J. Mex. Chem. Soc.**, v. 56, n. 4, p. 369-377, 2012.

Pires, C. V. (2005). Otimização de técnicas de determinação da digestibilidade in vitro para substituição da digestibilidade in vivo no cálculo do escore químico corrigido pela digestibilidade proteica. **Tese de doutorado - Universidade Federal de Viçosa.**

Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte - SBME. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação da ação ergogênica e potenciais riscos a saúde. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 9, n. 1, p. 43-55, 2003.

Souza, A. C. R.; Sabino, D.; Oliveira, G. D.; Santos, J. L. P.; Coscarelli, M. V.; Bicalho. Análise Centesimal e Sensorial de Diferentes Marcas de Whey Protein Comercializadas no Brasil. **Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte UniBH, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2014.**

**ABSTRACT:** Whey protein a high-demand for protein supplement on the market is characterized by having small concentrations of fat, but high essential amino acid content and high purity protein being used to lean muscle mass. Studies show significant differences in protein quantities declared by manufacturers and those observed in the content of the packages. This study aimed to evaluate the content of protein, lipids and carbohydrates of food supplements samples type Whey protein sold in the cities of Sete Lagoas and Belo Horizonte-MG. The results were compared with the declared labels. For part of the found samples analyzed the levels were not consistent with the stated on the labels.

**KEYWORDS:** Proteins, Whey protein, quality.

**AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS  
LÁCTEAS UHT COMERCIALIZADAS EM  
SUPERMERCADOS DE FORTALEZA/CE**

---

**Maria Jaiana Gomes Ferreira  
Livia Gabrielle Maciel Sales  
Luanda Rêgo de Lima  
Juliane Döering Gasparin Carvalho**

## **AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS LÁCTEAS UHT COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE FORTALEZA/CE**

### **Maria Jaiana Gomes Ferreira**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – CE.

### **Lívia Gabrielle Maciel Sales**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – CE.

### **Luanda Rêgo de Lima**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola, Pós-  
graduação em Engenharia Agrícola  
Fortaleza – CE.

### **Juliane Döering Gasparin Carvalho**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Alimentos  
Fortaleza – CE.

**RESUMO:** Bebida láctea é um produto resultante da mistura do leite, soro de leite, e outros ingredientes, tais como, fermentos lácticos selecionados, acidulantes, aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes, conservantes, pedaços, polpa ou sucos de frutas e mel. O objetivo da pesquisa foi avaliar se as rotulagens de bebidas lácteas UHT estavam de acordo com o estabelecido na legislação vigente. A pesquisa foi conduzida com análise de 24 amostras de bebidas lácteas UHT, oriundas de 11 marcas diferentes, adquiridas em três supermercados localizados na cidade de Fortaleza-CE, durante o mês de janeiro de 2016. Alguns rótulos das bebidas lácteas UHT apresentaram irregularidades mesmo contendo o selo do órgão de inspeção federal. Houve discordância entre os valores rotulados e os estimados para os percentuais diários recomendados referentes ao valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, zinco, ácido fólico, vitamina D e sódio.

**PALAVRAS-CHAVE:** avaliação; rotulagem; bebidas lácteas UHT.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA utiliza o termo “bebida láctea” com amplo sentido, podendo englobar uma série de produtos fabricados com leite e soro. Bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado ou em pó)

adicionado ou não de gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácticos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto. O leite é fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite fermentado, não podendo ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de  $10^6$  UFC/g no produto final, para o cultivo láctico específico empregado, durante todo o prazo de validade. As bebidas lácteas podem conter em sua formulação, além do soro de leite e cultivos de bactérias lácticas tradicionais, acidulantes, aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes, conservantes, pedaços, polpa ou sucos de frutas e mel (BRASIL, 2004).

Dependendo do tratamento térmico, fermentação e adição de outras substâncias alimentícias, as bebidas lácteas são classificadas como pasteurizadas, esterilizadas ou UHT, fermentadas ou não fermentadas, com ou sem adição (BRASIL, 2005).

O objetivo de desenvolvimento de bebidas lácteas foi de aproveitar o soro, oriundo da produção de queijos, e oferecer ao consumidor um produto de menor custo. A princípio, as bebidas lácteas eram vendidas para atender os serviços de alimentação catering e a merenda escolar (OLIVEIRA, 2009).

A produção de bebidas lácteas aumentou e ganhou popularidade em virtude da maior procura pelos consumidores por produtos inovadores, saudáveis, seguros e práticos para o consumo, aliando-se com a consolidação de mercado dos produtos (THAMER; PENNA, 2006).

Geralmente, bebida láctea e iogurte são produtos constantemente confundidos por grande parte da população. A diferença entre eles, é que a bebida láctea é mais líquida, enquanto o iogurte é mais rico em sólidos totais. Isso se deve ao fato de que na bebida láctea existe a incorporação de soro de leite, enquanto que no iogurte a base é a utilização do leite (THAMER; PENNA, 2006).

As bebidas lácteas constituem uma forma racional e lógica de aproveitamento do soro e é uma realidade do mercado brasileiro, sendo processadas de diversas maneiras, em diversos sabores, fazendo parte de um mercado bastante promissor (PFLANZER et al., 2010).

No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais formas de aproveitamento do soro, mas mesmo assim, apenas 15% do total de soro produzido é utilizado para este fim (CAPITANI et al., 2005).

O soro de leite é um líquido de cor amarelo-esverdeada (CALDEIRA et al., 2010), com sabor ligeiramente ácido ou doce e sua composição pode variar de acordo com o processamento do queijo do qual o mesmo foi obtido (De SOUZA, et al., 2005; De OLIVEIRA, 2006).

O soro é composto por aproximadamente 50% dos sólidos do leite, compreendendo a 6,6% dos sólidos totais; 0,8% de proteínas; 5,0% de lactose; 0,7% de cinzas e 0,1% de gordura. A fração de proteínas contém

aproximadamente 50% de  $\beta$ -lactoglobulina, 25% de  $\alpha$ -lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas. Além disso, o soro também é rico em vitaminas hidrossolúveis, que passaram do leite para o soro, sendo elas tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, vitamina B6 e B12 e sais minerais, como cálcio, magnésio, zinco, potássio e fósforo (VENTURINE FILHO, 2010).

De acordo com Álvarez et al. (2005) e Nascimento (2005), há uma tendência geral por parte dos consumidores, em conhecer o valor nutricional dos alimentos industrializados, principalmente, na quantidade de calorias, gorduras, minerais e outros nutrientes que possam trazer benefícios ou prejuízos à saúde. Desta forma, o esclarecimento do consumidor é muito importante, para conscientizá-lo com informações completas sobre a ingestão diária recomendada em uma dieta saudável.

Os rótulos dos alimentos devem apresentar a informação nutricional: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio, obedecendo a essa ordem, além da informação nutricional complementar. Eles não devem utilizar denominações ou símbolos que induzam o consumidor a equívocos (BRASIL, 2002).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar se as rotulagens de bebidas lácteas UHT estavam de acordo com o que estabelece a legislação vigente.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de bebidas lácteas UHT com selo de inspeção federal (SIF) foram adquiridas em três supermercados localizados na cidade de Fortaleza-CE, durante o mês de janeiro de 2016. As análises foram conduzidas com 24 amostras de bebidas lácteas UHT, oriundas de 11 marcas diferentes, variando sabores e composições nutricionais, sendo codificadas como marca A (sete amostras), marca B (uma amostra), marca C (três amostras), marca D (quatro amostras), marcas E, F, G (uma amostra cada), H (três amostras), I, J e L (uma amostra cada).

Os produtos foram analisados quanto aos princípios gerais de rotulagem, apresentação da informação nutricional e informações básicas que devem estar contidas no rótulo. A avaliação foi realizada segundo parâmetros estabelecidos pelas normas que seguem: Resolução RDC nº 259/2002, que inclui denominação do produto, lista de ingredientes, conteúdo líquido, identificação de origem e do lote, prazo de validade, modo de conservação, instruções sobre o preparo e uso do alimento, e informação nutricional (BRASIL, 2002); Resolução RDC nº 359/2003, que aborda porção e medida caseira (BRASIL, 2003); Resolução RDC nº 360/2003, referente à informação nutricional incluindo valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, fibra alimentar, sódio, cálcio e outros minerais, além de vitamina (BRASIL, 2003). O percentual do Valor Diário (VD) de cada nutriente

foi verificado, novamente para cada amostra e comparado aos valores apresentados na informação nutricional. Para o cálculo do percentual do valor diário de energia e nutrientes em relação a uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ, utilizou-se a Resolução RDC nº 269/2005, que dispõe o Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada - IDR (BRASIL, 2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os requisitos gerais de rotulagem estavam em acordo com a Resolução RDC nº 259/2002. Todos os itens analisados são importantes porque permitem ao consumidor conhecer as informações do produto que está adquirindo, assim como sua procedência. Todos os rótulos avaliados apresentaram informações nutricionais agrupadas em um mesmo local em forma de tabela, variando em dois modelos (modelo vertical A e linear), ambos aprovados pela Resolução RDC nº 360/2003.

Em um estudo foi observada a adequação de rótulos de iogurtes (iogurtes light ou desnatados) e barras de cereais quanto à forma de expressão da informação nutricional, agrupada em um mesmo local em forma de tabela ou linear, em idioma legível e visível, aos quais corroboram os resultados obtidos no presente estudo (MATTA, 2006).

A porção de 200g, definida para bebidas lácteas na Resolução RDC nº 359/2003 é a quantidade média do alimento que deve ser consumida por pessoas saudáveis. Esta legislação prevê para alimentos comercializados em embalagens individuais uma tolerância de  $\pm 30,0\%$  em relação ao valor em gramas ou mililitros estabelecidos para a porção do alimento (BRASIL, 2003).

A medida caseira foi apresentada em todos os rótulos das bebidas lácteas UHT avaliadas, estando em acordo com a legislação. Esta medida serve para orientar o consumidor sobre a porção normalmente consumida, como fatias, unidades, potes, xícaras, copos e colheres de sopa. Inconformidades nesta informação podem levar o consumidor a subestimar a quantidade ingerida em uma dieta previamente estabelecida.

Em estudo realizado por Freitas, Damasceno e Calado (2004), no qual foi feita uma avaliação da percepção do consumidor em relação à rotulagem de produtos lácteos, foi constatado que as declarações do lote e da medida caseira de amostras de iogurtes, requeijões e queijos foram as informações com maior número de faltas nos rótulos. No mesmo estudo foram verificadas também que apesar da informação nutricional aparecer na maioria dos rótulos, houve desacordo com o exigido pela RDC nº 360/2003 em alguns casos.

O percentual calculado de VD com base numa dieta de 2000 kcal foi declarado de forma errada em 12 amostras, representando 50% dos rótulos das bebidas lácteas UHT estudadas, levando em conta também as regras de arredondamento. A legislação em vigor não admite que dentro da tabela haja variação, ou seja, os VD devem corresponder ao valor declarado de cada

nutriente. Portanto, as variações apresentadas nos percentuais calculados de VD referentes ao valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, sódio, zinco, ácido fólico, colesterol e vitamina D, estavam em desconformidade com os valores apresentados na embalagem.

Somente os percentuais de VD calculados que apresentaram diferenças em relação aos declarados no rótulo dos produtos avaliados para valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, sódio, zinco, ácido fólico, colesterol e vitamina D estão apresentados no Gráfico 1. O colesterol por sua vez, foi declarado apenas em uma amostra da marca A. Segundo a legislação, deve ser declarado no rótulo desde que o produto apresente quantidade igual ou superior a 5% da Ingestão Diária Recomendada (IDR), nessa amostra da marca A foi encontrado 4%. As vitaminas e minerais como ferro e zinco foram declarados em 83% dos rótulos das bebidas lácteas UHT avaliadas.

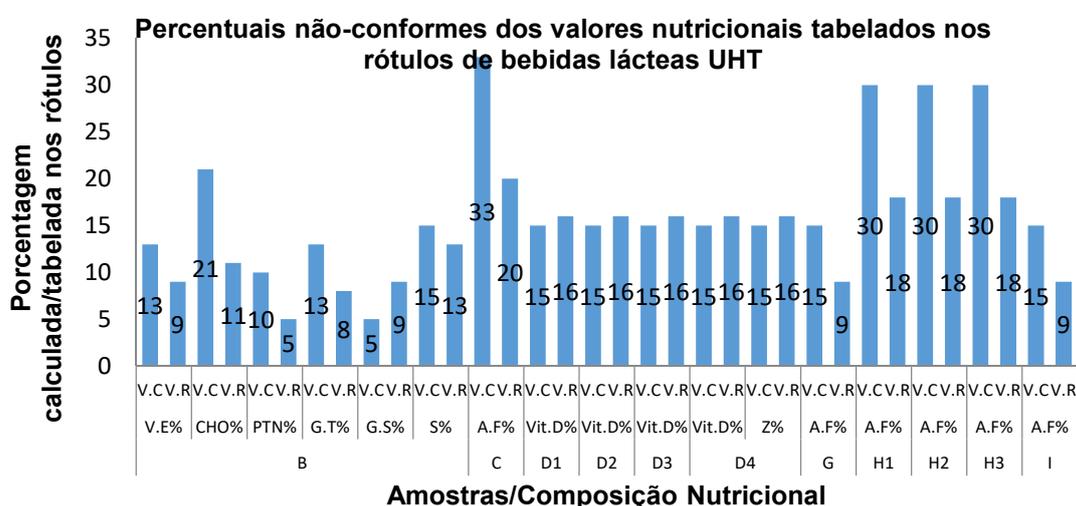


Gráfico 1: V.C: Valor calculado; V.R: Valor rotulado; V.E: Valor Energético; CHO: Carboidratos; PTN: Proteínas; G.T: Gorduras Totais; G.S: Gorduras Saturadas; S: Sódio; A.F: Ácido Fólico; Vit.D: Vitamina D; Z: Zinco; B, C, D1, D2, D3, D4, G, H1, H2, H3 e I: amostras.

Segundo a Resolução RDC nº 360/2003, a quantidade de qualquer outro nutriente importante para manter um bom estado nutricional, segundo recomendam os regulamentos técnicos específicos, pode ser declarada na tabela nutricional do produto.

A declaração de cálcio não é exigido pela legislação, mas trata-se de um dos minerais constituintes do leite, o qual apresenta papel importante à saúde humana. Tecnicamente, o cálcio auxilia nos processos de coagulação do leite (TRONCO, 2003). O cálcio foi declarado em 79% dos rótulos das bebidas lácteas UHT estudadas.

A variação do teor de proteínas pode ser explicada pelas diferentes quantidades de soro e de leite utilizados na elaboração das bebidas lácteas de cada fabricante. À medida que se aumenta a concentração de soro nas

bebidas lácteas, menores são os valores de proteínas encontrados, já que o soro apresenta um teor menor de proteína que o leite (THAMER, 2006). No caso dos teores de gordura, as variações desse nutriente ocorrem mais facilmente pela adição de creme ou desnate.

Outros nutrientes de declaração obrigatória, segundo a Resolução RDC nº 360/03, são gorduras trans e fibra alimentar. Esses foram declarados em todos os rótulos avaliados de bebida láctea UHT, sendo utilizadas para gorduras trans as expressões: “não contém quantidades significativas”, “não contém” e “0g”, todas acompanhadas da indicação de não haver percentual de VD estabelecido; na ausência de fibra alimentar utilizou-se também a expressão “Não contém quantidades significativas” e “0g”.

Vitaminas e minerais como ferro e zinco foram declarados em 83% dos rótulos de bebida láctea UHT. Os %VD de cada nutriente foram calculados de acordo com IDR, conforme informado no produto. Em 46% das bebidas lácteas UHT o %VD estavam rotulados erroneamente.

As bebidas lácteas de cor branca a utilização da expressão “BEBIDA LÁCTEA NÃO É LEITE” ou “ESTE PRODUTO NÃO É LEITE” e para as bebidas lácteas coloridas a expressão “BEBIDA LÁCTEA NÃO É IOGURTE” ou “ESTE PRODUTO NÃO É IOGURTE”. Dentre os rótulos analisados, todos apresentavam esta informação.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos demonstram que todos os rótulos de bebidas lácteas UHT estão completos, apresentando as informações de caráter obrigatório. Contudo quase metade das amostras apresentam valores declarados de forma incorreta, mesmo contendo selo de inspeção, as quais podem confundir o consumidor.

Houve discordância entre os valores rotulados e os valores estimados, em relação aos percentuais de valores diários recomendados referentes ao valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, zinco, ácido fólico, vitamina D e sódio. Diante do exposto, faz-se necessário controle efetivo por parte dos órgãos competentes, para que os consumidores possam confiar nos dados declarados nos rótulos.

#### **REFERÊNCIAS**

ÁLVARES, F.; ARAÚJO, W. M. C.; BORGIO, L. A.; BARROS, L. M. **Informações nutricionais em rótulos de queijos industrializados**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 19, n. 131, p. 25-33, 2005.

Brasil. Resolução RDC nº259, de 20 de setembro de 2002. **Regulamento**

**técnico para rotulagem de alimentos embalados.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2002.

Brasil. Resolução RDC nº359, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

Brasil. Resolução RDC nº360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

Brasil. Portaria 71, de 21 de setembro de 2004. **Regulamento técnico de identidade e Qualidade de bebidas lácteas.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2004.

Brasil. Instrução Normativa nº16, de 23 de agosto de 2005. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 ago. 2005.

Brasil. Resolução RDC nº269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CALDEIRA, L. A.; FERRÃO, S. P. B.; FERNANDES, S. A. de A.; MAGNAVITA, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. **Desenvolvimento de Bebida Láctea Sabor Morango Utilizando Diferentes Níveis de Iogurte e Soro Lácteo Obtidos com Leite de Búfala.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 10, 2010.

CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITALI, A.; SCHMIDT, F. L. **Recuperação de Proteínas do Soro de Leite por meio de Conservação com Polissacarídeo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123-1128, 2005.

De OLIVEIRA, V. M.; CORTEZ, M. A. S.; De FREITAS M. Q.; FRANCO, R. M. **Avaliação Sensorial de Bebida láctea fermentada com Diferentes Concentrações de Soro de queijo, enriquecida com ferro.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, Niterói, v. 13, n. 2, p. 67-70, 2006.

De SOUZA, J. R. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; BEZERRA, A. K. N. A. **Utilização de Soro de Queijo na Elaboração de Pães.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Guarapuava, v. 7, n. 1, 2005.

FREITAS, J. F.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; CALADO, C. L. A. **Rotulagem de alimentos lácteos: a percepção do consumidor**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 14, n. 125, p. 17-23, 2004.

MATTA, I. E. A.; HENRIQUES, P. S. Y. **Adequação à legislação vigente, da rotulagem de alimentos diet e light comercializados no Rio de Janeiro, RJ**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n. 147, p. 97-103, 2006.

NASCIMENTO, S. P. **Rotulagem nutricional**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 15, n. 83, p. 71-75, 2001.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu, 2009.

PFLANZER, S. B.; Da CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; MAMEDE, P. L.; CADENA, R.; FARIA, J. A. F.; Da SILVA, M. A. A. P. **Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 30, n. 2, p. 391-398, 2010.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. **Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos**. Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 589-95, 2006.

TRONCO, V. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2003.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. v. 2. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

**ABSTRACT:** Dairy beverage is a product resulting of milk , milk whey, and other ingredients, like selected lactic acid starter, acidulants, flavorings, acidity regulators, stabilizers, thickeners, emulsifiers, colorants, preservatives, pieces, pulp or fruit juices and honey. The objective was to assess whether the labeling of UHT milk drinks were in accordance with the provisions of current legislation. The survey was conducted with 24 UHT dairy beverages samples, from 11 different brands, collected from three supermarkets located in the city of Fortaleza, Ceará, Brazil, during the month of January 2016. Some labels of UHT dairy beverage showed irregularities even being inspected by the Brazilian sanitation authority. There was disagreement between the labeled values and estimated values, in relation to the percentage of recommended daily values relating to energy, carbohydrates, protein, total fat, saturated fats, zinc, folic acid, vitamin D and sodium.

**KEYWORDS:** evaluation; labeling; UHT milk drinks.

**CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS  
TOTAIS EM IOGURTES PROBIÓTICOS  
PRODUZIDOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

---

**Graciliane Nobre da Cruz Ximenes  
Neide Kazue Sakugawa Shinohara  
Márcia Monteiro dos Santos  
Jenyffer Medeiros Campos  
Neila Mello dos Santos Cortez**

## CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS TOTAIS EM IOGURTES PROBIÓTICOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

### **Graciliane Nobre da Cruz Ximenes**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Química Recife-PE.

### **Neide Kazue Sakugawa Shinohara**

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural Recife-PE.

### **Márcia Monteiro dos Santos**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Química Recife-PE.

### **Jenyffer Medeiros Campos**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Química Recife-PE.

### **Neila Mello dos Santos Cortez**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Química Recife-PE.

**RESUMO:** Admite-se que os parâmetros relacionados à qualidade do alimento conferem identidade, confiabilidade e são de grande expressão para o público consumidor, representando itens de certificação no consumo de um alimento seguro. O iogurte é um derivado lácteo fermentado, obtido da ação de cultivos de microrganismos benéficos à saúde, os quais devem estar em concentrações viáveis. Neste contexto, foi realizado um levantamento de marcas disponíveis aos consumidores nos estabelecimentos comerciais da Região Metropolitana do Recife com o objetivo de quantificar a população de bactérias ácido-lácticas totais (BAL) dos iogurtes. Selecionaram-se seis marcas de iogurtes com três lotes diferentes, no período de setembro a dezembro de 2015, sendo escolhidas aleatoriamente duas amostras de cada lote, dentro do prazo de validade do produto, perfazendo um total de trinta e seis amostras. Os ensaios foram realizados na Universidade Federal de Pernambuco utilizando a metodologia preconizada pela American Public Health Association (APHA, 2001). Os resultados não corresponderam, na sua maioria, à exigência da IN 46/2007 MAPA, onde preconiza a contagem de BAL mínima de  $10^7$  UFC/g para iogurtes; revelando que vinte e oito amostras, ou seja, aproximadamente 78% das amostras foram consideradas em desacordo com a norma vigente. Sendo encontradas 11% com contagem inferior a  $10^7$  UFC/g, 8% das amostras apresentaram contagem  $10^7$  UFC/g, dentro do mínimo exigido e apenas 3% acima do mínimo preconizado com  $10^8$  UFC/g. O estudo aponta uma despadronização dos iogurtes comercializados na região, além de grave inconformidade quanto aos atributos de qualidade e identidade destes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de qualidade, produtos lácteos, iogurte, alimentos funcionais.

## 1. INTRODUÇÃO

O iogurte é um produto lácteo, obtido pela fermentação do leite com cultivos pró-simbióticos das bactérias *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Podem-se acompanhar de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas (BAL) que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final. As BAL devem ser viáveis, ativas e abundantes no produto final, durante seu prazo de validade. No caso de iogurte o esse valor deve ser de  $10^7$  UFC\ mL (BRASIL, 2007).

Durante o processo de fabricação, o leite é fermentado com bactérias que se alimentam da lactose, diminuindo o açúcar em até 50%, tornando os iogurtes de fácil digestão. Estes são considerados alimentos funcionais, por permitirem a veiculação de microrganismos benéficos à saúde em condições de sobreviver à passagem pelo trato gastrintestinal, chegando viáveis e em grandes quantidades ao intestino, com capacidade de auxiliar na regulação e aceleração do trânsito intestinal (PHILIPPI, 2014). O bom desenvolvimento durante a fermentação do iogurte deve-se ao processo de simbiose das bactérias em questão. Durante a fermentação, através da conversão da lactose, as bactérias produzem ácido láctico e compostos aromáticos como, por exemplo: acetaldeídos, acetona e diacetil (SANTO, 2011; TOLEDO, 2013).

Em adição às suas qualidades sensoriais, o iogurte é fonte de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos. Seu consumo relaciona-se à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo. Destaca-se, além disso, por suas características probióticas e nutricionais (TEIXEIRA et al., 2000). Esse alimento, que hoje faz parte do cotidiano da maioria das pessoas, rapidamente se difundiu, conquistando uma posição privilegiada nas dietas alimentares dos mais diversos povos e agrega benefícios funcionais. Destaca-se como importante alimento com alta digestibilidade e características de aroma e sabor agradáveis (CIRIBELLI; CASTRO, 2011).

No Brasil, o consumo de iogurte continua em crescimento, embora ainda apresente valores modestos quando comparado a países como Argentina e França. Aproximadamente seis quilogramas do produto são consumidos por habitante brasileiro durante o período de um ano. Dentre as variações de iogurte existentes, os probióticos tem apresentado o mais rápido crescimento devido a seus benefícios para a saúde, chegando, inclusive, a competir com a popular linha de refrigerantes (ALMEIDA; SALGADO, 2008).

As bactérias ácido-lácticas constituem um grande grupo de microrganismos encontrado naturalmente em alimentos, incluindo leite e derivados, que englobam os gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Microbacterium* (HOLZAPFEL et al., 2001). Recebem essa denominação devido à sua capacidade de converterem carboidratos em ácido láctico. São caracterizadas como microrganismos gram-positivos, não

esporulantes, anaeróbios facultativos e ácidos tolerantes. São largamente utilizadas industrialmente, principalmente como culturas iniciadoras em alimentos fermentados. Elas têm a capacidade de hidrolisar proteínas, açúcares e lipídeos, além de possuírem grande influência sobre o perfil sensorial do produto final, resultando em aprimoramento da textura, do sabor e do aroma (PESCUMA et al., 2008).

Os microrganismos probióticos, definidos como microrganismos viáveis, posto que afetam benéficamente a saúde do hospedeiro, sendo as espécies *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* mais utilizadas como probióticas (FULLER, 1989).

Quando presentes em alimentos, estas os classificam como alimentos funcionais, por alegarem benefícios à saúde dos consumidores, contribuindo com a prevenção de infecções intestinais, redução da taxa de colesterol, efeitos imunológicos, além disso, estimularem a multiplicação de bactérias benéficas, apresentando com isso efeito anticarcinogênico. Os probióticos melhoram a digestão e absorção de alguns nutrientes pelas células intestinais do consumidor hospedeiro (BADARÓ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2002; VIEGAS et al. 2010).

Segundo o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, entendem-se por probióticos os microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002).

Para receber a nomenclatura de “alimento probiótico”, os leites fermentados e iogurtes devem conter no mínimo  $10^7$  células viáveis por grama ou mL do produto. Por outro lado, a dose terapêutica mínima exigida é de  $10^5$  células viáveis por grama ou mL do produto (STANTON et al., 2001).

A indústria de laticínios tem papel fundamental no mercado de alimentos funcionais, por apresentar variados produtos que utilizam culturas probióticas, como os leites fermentados e queijos e o consumo destes alimentos têm apresentado aumentos consideráveis, pois o consumidor busca de forma crescente melhoria na qualidade alimentar (SACARRO, 2008).

Observa-se que o segmento de probióticos no mercado foi dominado por produtos lácteos, supostamente, em virtude dos consumidores já estarem familiarizados com o fato de que os leites fermentados conterem microrganismos viáveis, e os reconhecerem como benéficos para sua saúde, facilitando a recomendação da sua ingestão para o consumo de probióticos (BALLUS et al., 2010).

Consumidores e resultados científicos devem dar suporte às exigências para que um ingrediente ou alimento seja regulamentado.

Neste sentido, o objetivo desse estudo foi de averiguação da contagem das BAL dos iogurtes probióticos comercializados no estado de Pernambuco, para verificação da identidade e qualidade desse produto, amparado pela legislação vigente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa consistiu em analisar iogurtes produzidos pelas empresas laticinistas fiscalizadas do estado de Pernambuco e comercializadas na rede de supermercados varejistas da região metropolitana do Recife, Pernambuco. No período de setembro a dezembro de 2015. Foram disponibilizadas trinta e seis amostras de iogurtes probióticos, sendo seis marcas de iogurtes (A-F) com três lotes diferentes (1-3), e duas amostras de cada lote (x-x'), escolhidas aleatoriamente, dentro do prazo de validade do produto. As mesmas foram recebidas em condição de refrigeração ( $T=10^{\circ}\text{C}$ ), na Universidade Federal de Pernambuco para as análises.

A metodologia realizada no trabalho foi preconizada pela *American Public Health Association* (2001). Foi utilizado o meio de cultura seletivo MRSA (Agar Man Rogosa & Sharpe – marca Oxoid), adotada a técnica de plaqueamento em profundidade com duplicata e utilizando sobrecamada do meio de cultura. Em seguida, foi realizada incubação em Jarra GasPak®, em condições de microaerofilia, com temperatura controlada de  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/ 48\text{h} \pm 3\text{h}$ , recomendada para contagem de termodúricos (SILVA et al., 2007). Os resultados obtidos foram expressos em Unidade Formadora de Colônia/grama (UFC/g) de iogurte.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Admite-se que os parâmetros relacionados à qualidade do alimento conferem identidade, confiabilidade e são de grande expressão para o público consumidor, assim como para a referência da marca do produto. Sendo assim, o controle da contagem das bactérias ácido lácticas em iogurtes é de importância não somente para garantir o processamento correto do produto, como também confere ao mesmo, padronização, conforme as normas de identidade e qualidade do produto (BRASIL, 2007). A microbiota existente no intestino humano exerce influência considerável sobre uma série de reações bioquímicas do hospedeiro e, quando em equilíbrio impede que microrganismos potencialmente patogênicos presentes exerçam seus efeitos deletérios. As informações geradas ao longo dos últimos anos indicam que vários probióticos têm diversas participações na saúde humana, além de sua atividade como promotores de crescimento e reguladores da microbiota das mucosas, contribuindo para o bem-estar do consumidor (PONTES; LUCIO, 2015).

Das amostras analisadas, conforme demonstrado na Tabela 1, foram encontradas quatro amostras (11,1%) com contagem inferior a 10 UFC/g, que corresponde à ausência de crescimento na metodologia adotada; três amostras (8%) apresentaram contagem com ordem de grandeza de  $10^7$  UFC/g, dentro do mínimo exigido e apenas uma amostra (3%) acima do mínimo preconizado

com ordem de grandeza  $10^8$  UFC/g. Sendo as amostras restantes (28 amostras), aproximadamente 78%, em desacordo com a norma vigente (BRASIL, 2007).

Ainda de acordo com a Tabela 1, constatou-se que a média das amostras encontram-se dentro do padrão de identidade e qualidade com valor de  $3,6 \times 10^7$  UFC/mL. Entretanto, a legislação em vigor (BRASIL, 2007), determina que a porção diária de probióticos no iogurte deve ser no mínimo de  $10^7$  UFC/g, não prevendo a somatória de dias de consumo para garantia de concentração ideal de BAL para a manutenção da microbiota intestinal saudável e funcional.

Segundo Forsthe (2007), cerca de 60% de imunoglobulinas produzidas diariamente são secretadas no trato gastrointestinal. Essa microbiota no intestino é o maior estímulo antigênico para as respostas imuno-específicas em níveis locais e sistêmicos e assim garantir sua proposta de funcionalidade, na prevenção de doenças crônicas degenerativas não transmissíveis.

**Tabela 1:** Contagem de bactérias ácido-lácticas (BAL) em iogurtes comercializados na Região metropolitana do Recife (RMR).

Marca	Nº de Amostra	Contagem BAL (UFC/g)	Marca	Nº de Amostra	Contagem BAL (UFC/g)
<b>A1</b>	01	$2,3 \times 10^6$	<b>D1</b>	19	$1,5 \times 10^5$
<b>A1'</b>	02	$5,6 \times 10^6$	<b>D1'</b>	20	< 10
<b>A2</b>	03	$8,7 \times 10^6$	<b>D2</b>	21	< 10
<b>A2'</b>	04	$1,7 \times 10^6$	<b>D2'</b>	22	$3,6 \times 10^6$
<b>A3</b>	05	$3,5 \times 10^6$	<b>D3</b>	23	$6,4 \times 10^7$
<b>A3'</b>	06	$7,1 \times 10^6$	<b>D3'</b>	24	$3,9 \times 10^8$
<b>B1</b>	07	$1,8 \times 10^6$	<b>E1</b>	25	$3,7 \times 10^6$
<b>B1'</b>	08	$8,3 \times 10^6$	<b>E1'</b>	26	$2,2 \times 10^6$
<b>B2</b>	09	$7,3 \times 10^5$	<b>E2</b>	27	$4,5 \times 10^6$
<b>B2'</b>	10	$8,7 \times 10^6$	<b>E2'</b>	28	$5,6 \times 10^6$
<b>B3</b>	11	< 10	<b>E3</b>	29	$8,1 \times 10^6$
<b>B3'</b>	12	< 10	<b>E3'</b>	30	$8,5 \times 10^6$
<b>C1</b>	13	$7,1 \times 10^6$	<b>F1</b>	31	$2,2 \times 10^7$
<b>C1'</b>	14	$8,5 \times 10^6$	<b>F1'</b>	32	$2,3 \times 10^6$
<b>C2</b>	15	$5,2 \times 10^6$	<b>F2</b>	33	$2,8 \times 10^6$
<b>C2'</b>	16	$3,1 \times 10^7$	<b>F2'</b>	34	$1,5 \times 10^6$
<b>C3</b>	17	$9,2 \times 10^6$	<b>F3</b>	35	$1,8 \times 10^6$
<b>C3'</b>	18	$7,1 \times 10^6$	<b>F3'</b>	36	$2,3 \times 10^6$
Média Total >>>		$3,58 \times 10^7$			

BAL - Bactérias ácido-lácticas. UFC/g – Unidade formadora de colônia por grama de iogurte.

Os resultados não corresponderam, na sua maioria (78% das amostras), à exigência da norma FIL 117A: 1988, citada na IN 46/2007 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, em que a contagem de bactérias lácticas totais para iogurtes deve ser no mínimo  $10^7$  UFC/g (BRASIL, 2007). A

falta de identidade do produto conforme a norma citada caracteriza ao iogurte falta de padronização, além de apontar um produto com valor nutricional inferior, portanto desfavorável aos consumidores.

Esses achados configuram uma fraude, ferindo o Código de Defesa do Consumidor, em que descreve que "os fornecedores de produtos de consumo duráveis ou não duráveis respondem solidariamente pelos vícios de qualidade ou quantidade que os tornem impróprios ou inadequados ao consumo a que se destinam ou lhes diminuam o valor", fato que poderia levar a sanções previstas em lei (BRASIL, 1990).

De acordo com Stanton et al. (2001) os valores de dose terapêutica na ordem de  $10^5$  UFC/g para probiótico classificariam o estudo em questão com 100% das amostras dentro do determinado, porém o mesmo autor relata que para o alimento ser classificado como probiótico teria que alcançar o valor de BAL de  $10^7$  UFC/g. Assim também como Miguel; Rossi (2003) que obtiveram resultados da ordem de  $10^6$  UFC/mL para *frozen yogurts*, valores similares ao do presente trabalho.

No estudo de Ferreira e colaboradores (2005), na elaboração de iogurtes de soja fermentado com de *S. thermophilus* e *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus*, apresentou após 30 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração, os microrganismos presentes na ordem de  $10^7$ UFC/mL das amostras analisadas, valor esse acima do analisado no estudo e determina que seja possível dentro do correto processamento de iogurte manter a viabilidade das BAL durante longo prazo de validade.

Na pesquisa de Silva (2007) na produção de iogurte probiótico com prebiótico, nas concentrações de culturas lácticas (0,5%; 1,0% e 1,5%) determinou a contagem de células viáveis após 28 dias de armazenamento no valor na ordem de  $10^8$  a  $10^9$  UFC/mL em todas as concentrações, com redução para  $10^8$  UFC/mL após os 28 dias de armazenamento, valores acima do avaliado no estudo. A conservação dos produtos fermentados por meio da ação das bactérias lácticas nos alimentos ocorre pela produção de ácidos orgânicos, especialmente o ácido láctico, concomitante à acidificação do produto a pH próximo de 4,0. O processo de acidificação permite o aumento do prazo de validade comercial por meio da inibição do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. Além disso, os produtos formados durante o processo fermentativo podem auxiliar na diversificação e diferenciação na produção de lácteos (SYBESMA et al., 2006).

Kempka et al. (2008), na elaboração de bebidas lácteas fermentadas, relatou valor de contagem de células viáveis na ordem de  $10^6$  UFC/mL no prazo de 22 dias após produção, se enquadrando ao estabelecido na legislação para o produto, o que aponta correto desenvolvimento. O trabalho entra em discordância com o estudo em questão.

Na produção de leites fermentados por Viegas e colaboradores (2010) foi analisado seu padrão físico-químico e microbiológico após 40 dias de armazenamento. Todas as amostras produzidas apresentaram contagens

iguais ou acima de  $10^8$ UFC/g, valor contraditório ao estudo em questão.

Na pesquisa de Reis e colaboradores (2014) na contagem de BAL em iogurtes produzidos em laticínios no Distrito Federal, 89% das amostras apresentaram valores dentro do preconizado na legislação. A pesquisa apresenta valores superiores aos avaliados no referido estudo, mostrando uma melhor padronização dos fermentados produzidos na cidade.

No trabalho de Zambonim (2014) avaliando iogurtes com polpa de fruta retirados de uma Indústria de Laticínios do Estado do Paraná, a partir do segundo dia de produção, verificou que todas as amostras apresentaram valor para BAL na ordem de  $10^8$  a  $10^9$  UFC/mL. Esse estudo apresenta valor superior ao encontrado na pesquisa com valor médio na ordem de  $10^7$ UFC/mL.

Na produção de iogurte de leite de cabra sem adição de extrato hidrossolúvel de soja e cultura probiótica, Silva e Colaboradores (2016), conseguiram manter a viabilidade das BAL na ordem de  $10^7$ UFC/mL até o 29º dia, mantendo-se dentro do padrão de identidade e qualidade, diferente dos produtos analisados no estudo em questão com a maioria das amostras (78%) abaixo da contagem.

Silva e Ueno (2013), ao analisarem diferentes amostras de iogurtes comercializados na cidade de Taubaté-SP, concluíram que há uma tendência de redução de bactérias lácticas viáveis em iogurte sabor de frutas, com o passar do tempo de fabricação. Ainda segundo esse estudo, aproximadamente 41% das amostras apresentaram número de BAL inferior ao preconizado pela legislação brasileira, mesmo ainda dentro do prazo de validade estabelecido pelos fabricantes. Salvador e Fiszman (2004) demonstraram que a  $10^\circ\text{C}$  há uma significativa redução de culturas de bactérias lácticas, especialmente no final da estocagem.

De acordo com Calza e Fernandes (2014), estima-se que 70% da população mundial sofram com algum grau de intolerância à lactose. Algumas evidências têm demonstrado que o consumo de determinados alimentos probióticos são capazes de aliviar os sintomas de intolerância à lactose. Existem várias espécies de bactérias probióticas em uso atualmente pela indústria de alimentos, com capacidade de proporcionar benefícios à saúde do hospedeiro, o que deve ser avaliado é a eficácia de cada cepa e sua interação em diferentes tipos de microbiota, uma vez que seus benefícios variam de acordo com seu mecanismo de ação, concentração e o tempo de consumo frente a diferentes populações.

Ao estudar o efeito dos alimentos probióticos na dieta, aumenta a confiança do consumidor e dará credibilidade quanto aos benefícios quanto ao seu consumo. Pode-se verificar também o avanço nas pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos contendo probióticos, incorporando não somente em produtos lácteos, mas também em bebidas, cereais e produtos cárneos. Assim poderão ser proporcionadas diferentes opções de consumo destes microrganismos (PONTES; LUCIO, 2015).

Pesquisas acerca do efeito de culturas probióticas na melhoria dos

sintomas de intolerância à lactose demonstram efeitos positivos para muitas pessoas. Certas cepas de probióticos teriam capacidade de diminuir a quantidade de enzimas fecais envolvidas no câncer de cólon enquanto outras teriam efeito anti-diarréico, embora a quantidade utilizada, as causas do problema e a sub-população envolvida necessitem de maiores investigações (PIMENTEL, 2011).

#### 4. CONCLUSÕES

A pesquisa aponta uma despadroneização dos iogurtes probióticos comercializados em Pernambuco, caracterizando ao produto uma redução do valor nutricional do fermentado com a contagem abaixo do permitido. O estudo aponta também uma grave inconformidade quanto aos atributos de qualidade e identidade dos iogurtes comercializados, caracterizando fraude, de acordo com o previsto na legislação.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Tecnologia e Geociências e ao Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A.; SALGADO, J. M. **Mercado de alimentos funcionais: desafios e tendências. Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais**, 2008. Disponível em: <<http://www.clinicadenutricao.com.br/nutricaoesaudefinal.php?id=907>>. Acesso em: 10 set. 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2001). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. (4 ed.) Cap. 47, p. 490. APHA.

BADARÓ, A. C. L.; GUTTIERRES, A. P. M.; RESENDE, A. C. V.; STRINGHETA, P. C. **Alimentos probióticos: aplicações como promotores da saúde humana - parte 2**. Revista Nutrir Gerais- Revista Digital de Nutrição, v. 3, n. 4, p. 396-416, 2009.

BALLUS, C. A.; KLAJN, V. M.; CUNHA, M. F.; OLIVEIRA, M. L.; FIORENTINI, A. M. (2010). **Aspectos científicos e tecnológicos do emprego de culturas probióticas na elaboração de produtos lácteos fermentados: Revisão**.

*Ceppa*, 28(1), 85 – 96.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2002). **Resolução RDC nº 2: Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional ou de Saúde**. 7 de janeiro de 2002.

BRASIL. Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Código de Defesa do Consumidor**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8078.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm)

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2007). **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. Instrução Normativa nº46. Diário Oficial da União, 23 de outubro de 2007. Brasília: Ministério da Agricultura, 2007.

CALZA, M.; FERNANDES, S. **Existem Benefícios do Uso de Probióticos em Crianças com Sintomas da Intolerância à Lactose? Uma Revisão**. Revista Nutrição em Pauta, v. 22, n. 128, p. 34-38, 2014.

CIRIBELLI, J. P.; CASTRO, L. S. de. **Descrição da cadeia produtiva do iogurte: um estudo de caso realizado no Laticínio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba**. Revista Gestão Empresarial, v. 1, n. 1, p. 75-87, 2011.

FERREIRA, K. B. C.; RAMOS, M. A.; MIGUEL, D. P. **Aceitabilidade de iogurtes a base de extrato aquoso de soja sem lipoxigenase**. FAZU em Revista, v. 2, p. 156 -160, 2005.

FORSTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FULLER, R. **Probiotics in man and animals**. Journal Applied Bacteriology, v. 66, n. 5, p. 365-78, 1989.

HOLZAPFEL, W.H.; HABERER, P.; GEISEN, R. et al. **Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition**. American Journal of Clinical Nutrition, n. 73, suppl., p.365S-373S, 2001.

KEMPKA, A. P.; KRUGER, R. L.; VALDUGA, E.; LUCCIO, M. D.; TREICHEL, H.; CANSIAN, R.; OLIVEIRA, D. de. **Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssigo utilizando substratos alternativos e cultura probiótica**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, p. 170-177, 2008.

MIGUEL, D.P.; ROSSI, E.A. **Viabilidade de bactérias ácido lácticas em sorvetes de iogurte durante o período de estocagem.** Alimentos e Nutrição - Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 14, n. 1, p. 93-96, 2003.

OLIVEIRA, M. N. de; SIVIERI, K; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. **Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 38, n. 1, p. 1-21, 2002.

PESCUMA, M.; HÉBERT, E. M.; MOZZI F.; FONT, de V. G. **Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content.** Food Microbiology, v. 25, n. 3, p. 442-451, 2008.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e Técnica Dietética.** São Paulo: Manole, 2014.

PIMENTEL, T. C. **Probióticos e benefícios à saúde.** Revista Saúde e Pesquisa, v. 4, n. 1, p. 101-107, 2011.

PONTES, N.A.A.M., LUCIO, C.C.F. **O Gênero *Lactobacillus* e sua Contribuição como Componente dos Probióticos Alimentares.** Revista Nutrição em Pauta, v. 23, n. 131, p. 30-35, 2015.

REIS, D.L.; COUTO, E.P.; RIBEIRO, J.L.; NERO, L.A.; FERREIRA, M.A. **Qualidade e segurança microbiológica de derivados lácteos fermentados de origem bovina produzidos no Distrito Federal, Brasil.** Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n.6, p. 3161-3172, 2014.

SACARRO, D. M. **Efeito da associação de culturas iniciadoras e probióticas na acidificação, textura e viabilidade em leite fermentado.** 2008. 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SALVADOR, A.; FISZMAN, S. M. **Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage.** Journal of Dairy Science, v. 87, n. 12, p. 4033-4041, 2004.

SANTO, A. P. E. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com adição de polpa de frutos brasileiros e fibra dietética total.** 2011. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, A.B.N.; UENO, M. **Avaliação da viabilidade das bactérias lácticas e variação da acidez titulável em iogurtes com sabor de frutas.** Revista do

Instituto de Laticínios Cândido Tostes, n. 390, p. 20-25, 2013.

SILVA, D. C. G.; COUTO, E. M.; BASTOS, R. A.; ABREU, L. R. (2016) **Contagem microbiológica de células viáveis de iogurtes de leite de cabra adicionados de extrato hidrossolúvel de soja e cultura probiótica.** Disponível <http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10719.pdf>.

SILVA, N da; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos.** 3ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 552p. 2007.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico.** 2007. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

STANTON, C; GARDINER, G; MEEHAN, H; COLLINS, K.; FITZGERALD, G; LYNCH, P. B.; ROSS, R. P. **Market potential for probiotics.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 73, n. 2, p. 476S-83S, 2001.

SYBESMA, W.; HUGENHOLTZ, J.; de VOS W.M.; SMID, E.J. **Safe use of genetically modified lactic acid bacteria in food. Bridging the gap between consumers, green groups and industry.** Electronical Journal of Biotechnology, v. 9, n. 4, p. 424-448, 2006.

TEIXEIRA, A.C.P.; MOURTHÉ, K.; ALEXANDRE, D.P.; SOUZA, M.R.; PENNA, C. F.A.M. **Qualidade do iogurte comercializado em Belo Horizonte.** Leite & Derivados, v. 1, n. 51, p. 32-39, 2000.

TOLEDO, N. M. V. **Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte.** 2013. 129f. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

VIEGAS, R.P.; SOUZA, M.R.; FIGUEIREDO, T.C.; RESENDE, M.F.S.; PENNA, C. F.A.M.; CERQUEIRA, M.M.O.P. **Qualidade de leites fermentados funcionais elaborados a partir de bactérias ácido-láticas isoladas de queijo de coalho.** Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 62, n.2, p.460-467, 2010.

ZAMBONIM, M. C. **Caracterização de leveduras promotoras de estufamento em iogurte com polpa de fruta.** 2014. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

**ABSTRACT:** It is assumed that the parameters related to food quality confer identity, reliability and are of great expression for the consumer public, representing items of certification in the consumption of a safe food. Yoghurt is a fermented milk derivative obtained from the action of microorganisms beneficial to health. In this context, a survey of brands available to consumers in commercial establishments in the Metropolitan Region of Recife was carried out to quantify the population of total lactic acid bacteria (LAB) in yogurts. Six brands of yogurts with three different lots were selected from September to December 2015, and two samples of each batch were randomly selected, within the product shelf life, for a total of thirty-six samples. The trials were conducted at the Federal University of Pernambuco using the methodology recommended by the American Public Health Association (APHA, 2001). The results did not correspond, in most cases, to the requirement of IN 46/2007 MAPA, where it recommends a minimum LAB count of  $10^7$  CFU / g for yogurts; Revealing that twenty eight samples, that is, approximately 78% of the samples were considered in disagreement with the current norm. When 11% were counted with less than 10 CFU/g, 8% of the samples had 107 CFU/g, within the minimum required and only 3% above the minimum recommended with 108 CFU/g. The study points to an unmanaging of the yoghurts marketed in the region, as well as a serious disagreement regarding the attributes of quality and identity of these.

**KEYWORDS:** quality control, dairy products, yogurt, functional foods.

**DIFERENCIAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS  
EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE  
BATATA DOCE DE POLPA LARANJA**

---

**Lucia Maria Jaeger de Carvalho  
Claudia de Lucas Baganha  
José Luiz Viana de Carvalho**

## DIFERENCIAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA<sup>1</sup>

### **Lucia Maria Jaeger de Carvalho**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia.  
Departamento de Produtos Naturais e Alimentos.

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

### **Claudia de Lucas Baganha**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia.  
Departamento de Produtos Naturais e Alimentos.

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

### **José Luiz Viana de Carvalho**

Embrapa Agroindústria de Alimentos - CTAA. Departamento de Cereais

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Vários tipos de batata doce de polpa laranja (*Ipomoea batatas* (L) Lam) são cultivadas no Brasil e no mundo possuindo diferentes formas e tamanhos e, principalmente, conteúdos de carotenoides pró-vitamina A diferenciados. O objetivo do presente estudo foi analisar e comparar os carotenoides totais bem como o beta-caroteno e seus isômeros 9 e 13 – *cis* (Z) do  $\beta$ -caroteno destas matérias-primas cruas sendo elas: a cultivar “cenoura” (orgânica) e a cultivar *Beauregard*, já lançada pela Embrapa. A batata doce *Beauregard* apresentou os conteúdos de  $\beta$ -caroteno mais elevados entre as amostras estudadas sendo uma boa fonte de pró-vitamina A, a ser cultivada e consumida, principalmente nas regiões de populações com baixo poder aquisitivo e onde a deficiência é mais elevada e comum em crianças.

**PALAVRAS-CHAVE:** batata doce de polpa laranja, batata doce orgânica, carotenoides,  $\beta$ -caroteno.

## 1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma hortaliça típica de países tropicais e subtropicais, sendo uma das mais consumidas no Brasil, principalmente por populações sujeitas à restrição alimentar e, nos dias de hoje, consumida no mundo inteiro (Woolfe, 1992; Bovell-Benjamin, 2007). A deficiência de vitamina A é considerada um grave problema de saúde pública e responsável por mais de 600.000 mortes nos países em desenvolvimento, principalmente em crianças e mulheres grávidas (WHO, 1995; West, 2002; United Nations Childrens Fund [UNICEF] 2004; Black et al., 2008). A *I.*

---

<sup>1</sup> Uma versão deste trabalho foi apresentada no CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25.; CIGR SESSION 6 INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIUM, 10., 2016.

*batatas* de polpa laranja ocupa a sexta colocação dentre as hortaliças mais plantadas no Brasil, sendo uma excelente fonte de energia e proteínas para as famílias de pequenos agricultores das regiões Nordeste e Sul. Não apresenta dificuldades em seu cultivo, além de ser muito resistente ao clima seco, ter grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo e ser uma das maiores produtoras de energia por unidade de área e tempo. Uma outra vantagem é que requer baixos investimentos financeiros, com retorno elevado. Tem grande importância na alimentação animal e na produção industrial de farinha, amido e doces.

Além da batata doce de polpa laranja, outras matérias-primas que não são consideradas como boas de  $\beta$ -caroteno e também de  $\alpha$ -caroteno, tendo sido biofortificadas por modificações genéticas ou por melhoramento vegetal (milho, mandioca, trigo e arroz) (Thakkar et al., 2007; Davis et al., 2008; Naqvi et al., 2009; Vallabhaneni et al., 2009; Yan et al., 2010).

A batata-doce *Beauregard* é uma cultivar americana, de polpa laranja intensa, desenvolvida pela *Louisiana Agricultural Experiment Station* em 1981. Sua identificação foi realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no âmbito do programa BioFORT: Biofortificação no Brasil - desenvolvendo produtos agrícolas mais nutritivos. Suas formas de consumo são as mesmas que as das demais cultivares de batata-doce, além de possuir técnicas de produção semelhantes. Seu plantio pode ser realizado em qualquer época do ano, desde que a temperatura mínima local no período seja igual ou superior a 15°C. Possui alto teor de  $\beta$ -caroteno (em média 115 mg/kg) se comparada aos teores médios da cenoura (*Daucus carota* L.) 68 mg/kg na moranga (*Cucurbita* spp.), 25 mg/kg no tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), 6,5 mg/kg e na batata-doce de polpa branca (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) 0,57 mg/kg (Campos et al., 2006; EMBRAPA, 2013).

No Brasil, a batata-doce apresenta baixa produtividade média pela ocorrência de pragas e doenças, pela inadequação da tecnologia de produção e pela baixa ausência de cultivares selecionadas. Porém, a melhoria da produtividade pode ser alcançada com facilidade através da utilização de mudas provenientes de plantas matrizes isentas de doenças, obtidas em laboratórios de cultura de tecidos em programas institucionais.

Na forma de farinha, a batata-doce *Beauregard* é uma possível substituta total ou parcial da farinha de trigo em receitas, facilitando sua introdução na merenda escolar e em cestas básicas o que pode minimizar carências nutricionais.

Seu alto teor de  $\beta$ -caroteno, em média é de 115 mg.Kg<sup>-1</sup> de raiz que confere coloração alaranjada intensa à sua polpa.

O  $\beta$ -caroteno é um dos carotenoides com atividade pró-vitamina A e, também, um antioxidante natural, sendo as maiores fontes de pró-vitamina A e seus derivados na dieta humana. O  $\beta$ -caroteno desempenha papel essencial na visão, fazendo parte da composição dos bastonetes retinianos e, sendo responsável pela acuidade visual em ambientes com pouca luminosidade.

Na formação dos núcleos cartilaginosos de crescimento ósseo, a vitamina A regula a atividade osteoblástica, participa da síntese de proteínas e da diferenciação celular. É fundamental para o desenvolvimento fetal. O objetivo do presente estudo foi de analisar e comparar os conteúdos de carotenoides totais bem como o  $\beta$ -caroteno e seus isômeros em amostras de batatas doces de polpa laranja biofortificada e orgânica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de batata doce *Beauregard* foram cultivadas no município de Itaguaí, Rio de Janeiro e a cultivar orgânica “cenoura”, foi adquirida em mercado local no Estado do Rio de Janeiro, Guapimirim. Todas provenientes das safras de 2016, por cultivo convencional. As extrações dos carotenoides das polpas das batatas doces foram realizadas no fruto *in natura* (cru) sendo realizada higienização prévia em água clorada a 100 ppm por 15 minutos. A seguir, procedeu-se ao descascamento manual, quarteirização, fatiadas e acondicionadas em recipientes de PVC com armazenado em freezer a  $-15^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises. Os carotenoides totais foram analisados por espectrofotometria, na faixa do espectro visível, com leitura a 450 nm, segundo metodologia de Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), otimizada por Pacheco (2009), em triplicata.

As amostras foram retiradas do freezer 30 minutos antes do início das análises e colocadas em recipiente com água à temperatura ambiente para que descongelassem. Após o descongelamento, as amostras foram protegidas da luz utilizando-se papel p alumínio por aproximadamente 10 minutos para que atingissem a temperatura ambiente. A seguir foram pesadas, inicialmente, em balança digital, *Bioprecisa*, modelo FA – 2104N, devidamente calibrada. Fixou-se o peso das amostras peso entre 0,1 e 0,6 g, pois se mostrou a massa mínima determinada para que as amostras se situassem na faixa de linearidade (0,2 – 0,8 nm) de absorbância do espectrofotômetro para análise de carotenoides. Com o auxílio de um bastão de vidro, a amostra foi transferida para almofariz. Foram adicionados 3 g de celite (454 – Tedia) e realizadas adições de 25 mL de acetona (grau CLAE - Tedia<sup>®</sup>) para a maceração com a utilização de pistilo, formando uma pasta, que foi transferida para funil com placa sinterizada (n<sup>o</sup> 4) acoplado a um kitasato de 250 mL e filtrada a vácuo. Este procedimento foi repetido por 3 vezes até que a amostra fosse esgotada (incolor).

O extrato obtido foi transferido para funil de separação de 500 mL, contendo 40 mL de éter de petróleo (grau CLAE - Tedia<sup>®</sup>). A remoção da acetona foi realizada com água deionizada, ultrapura (Ultrapurificador de água, da Gehaka, modelo Master P&D), adicionada lentamente para evitar a formação de emulsão. A fase inferior foi descartada e, este procedimento para remoção da acetona repetido quatro vezes, isto é, até que não mais houvesse

resíduo de acetona na fase aquosa. O extrato obtido foi transferido para balão volumétrico âmbar, de 50 mL, utilizando-se funil contendo, aproximadamente, 15 gramas de sulfato de sódio anidro e o volume completado com éter de petróleo. A seguir, foi realizada a leitura da amostra, em espectrofotômetro, na faixa do espectro visível no comprimento de onda de 450 nm, utilizando éter de petróleo como “branco”. Para o cálculo do teor de carotenoides totais foi utilizada a fórmula a seguir, onde:

$$\text{Teores de carotenoides } (\mu\text{g}) = \frac{A \times V \text{ (mL)} \times 10^4}{A_{1\%}^1 \times P \text{ (g)}}$$

A= Absorbância; V= Volume total do extrato; P = Peso da amostra

$A_{1\%}^1 = 2592$  (Coeficiente de Absorção do  $\beta$ -caroteno em éter de petróleo)

Após a leitura em espectrofotômetro, uma alíquota de 2 mL do extrato foi retirada com pipetador automático e transferida para frasco âmbar de 4 mL, devidamente identificado, seca sob fluxo de nitrogênio, adicionada de um cristal de BHT, congelada a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, enviada ao Laboratório de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro para realização da análise cromatográfica para a quantificação e identificação dos carotenoides presentes. As análises foram realizadas em triplicata. As amostras (extrato seco) foram, então, ressuspensas em 200  $\mu\text{L}$  de acetona, colocadas sob agitação em vortex *Genie 2* (Scientific Industries) e transferidas para frasco âmbar de 2 mL com redutor de volume, para a realização das análises por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). As análises por (CLAE) foram realizadas em cromatógrafo da marca Waters 2695 - Modelo Alliance, com detector Waters 996, rede de Diodo UV/Visível de 350 nm a 600 nm, operado pelo software Empower. A coluna utilizada para as análises foi a C30 YCM Carotenoid S-3 (4,6 mm x 250 mm) de fase reversa da Waters. A fase móvel foi composta de metanol (Tedia, grau CLAE) e éter metil *terc*-butílico (Tedia, grau CLAE), segundo metodologia de Rodriguez-Amaya e Kimura (2004) otimizada por Pacheco (2009). Foi utilizado como padrão um *mix* de carotenoides extraídos de fontes naturais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, podem ser observados os teores de carotenoides totais,  $\beta$ -caroteno, 9-*cis*- $\beta$ - caroteno e 13-*cis*- $\beta$ -caroteno das amostras de batata doce de polpa laranja.

Tabela 1. Carotenoides totais,  $\beta$ -caroteno e os isômeros 9 e 13-*cis* do  $\beta$ -caroteno das amostras de batata doce batata doce *Beauregard* e Cenoura, em  $\mu\text{g.g}^{-1}$

Amostra	Carotenoides Totais	$\beta$ -caroteno	9- <i>cis</i> - $\beta$ -caroteno	13- <i>cis</i> - $\beta$ -caroteno
Batata doce orgânica certificada Cenoura	96,07 <sup>a</sup>	81,68 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>
Cultivar <i>Beauregard</i>	111,94 <sup>b</sup>	104,17 <sup>b</sup>	1,49 <sup>b</sup>	3,38 <sup>b</sup>

Letras diferentes na mesma coluna significam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

A batata doce orgânica, cv. Cenoura, apresentou valores para carotenoides totais,  $\beta$ -caroteno e os isômeros 13 e 9 *cis* (Z) do  $\beta$ -caroteno de 96,07 e 81,68  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , tendo o teor de  $\beta$ -caroteno representado 85,02% dos carotenoides totais; 1,01 e, 0,29  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente, nos isômeros 9 e 13-*cis*.

Por outro lado, os conteúdos destes mesmos micronutrientes na cultivar *Beauregard* do cultivo em Itaguaí, Rio de Janeiro foram de 111,94; 104,17  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , tendo o  $\beta$ -caroteno representando 93,05% dos carotenoides totais; 3,38 e 1,49  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente. Observa-se que esta cultivar possui conteúdos mais elevados de isômeros 9 e 13-*cis*. Estes valores são pouco significativos quando comparados a amostras cozidas. A cultivar onde encontrou-se os teores mais elevados de carotenoides totais e de  $\beta$ -caroteno foi a cultivar *Beauregard* como pode ser observado na Tabela 1, o que era esperando, tendo em vista ser considerada fonte rica no micronutriente.

Quanto ao conteúdo de isômeros 9 e 13 -*cis* (Z) do  $\beta$ -caroteno, observou-se predominância na cultivar *Beauregard*, seguida da cultivar orgânica Cenoura. Valores menos elevados para  $\beta$ -caroteno foram reportados por Holmes (2000) 80  $\mu\text{g.g}^{-1}$  em estudos realizados com batata doce de polpa laranja realizados Peru, bem inferiores aos encontrados no presente estudo, porém considerados fonte.

Muitos pesquisadores avaliaram o conteúdo de  $\beta$ -caroteno em cultivares de batata doce de polpa laranja encontrando teores bastante variáveis: Hangenimana et al., 1999a – 79,84  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Takahata et al., 1993 – 187,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Lako et al, 2007 – 150,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Kidmose et al., 2007 – 108,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Teow et al., 2007 – 226,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Wu et al, 2008 – 84,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Failla et al., 2009 – 281,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$ .

Similarmente, Kidmose *et al.* (2006) compararam cultivares de batatas doces creme e de polpa laranja, proveniente do Quênia, encontrando variações de 108 a 0,01  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , observando que as batatas doces de polpa laranja retiveram o  $\beta$ -caroteno em 98,7 a 99,4% do total de carotenoides totais das amostras quando cozidas.

Por outro lado, Woolfe (1992) encontrou valores entre 33,60 a 196,00  $\mu\text{g.g}^{-1}$  em cultivares americanos de batata doce de polpa laranja, alguns destes,

bem superiores àqueles encontrados no presente estudo. Apesar da grande diferença entre as cultivares reportadas, Block (1994) considera a batata doce de polpa laranja um dos alimentos com maior contribuição de carotenoides na dieta, principalmente, aqueles pró-vitamínicos A.

Mitra (2012) avaliando 15 (quinze) cultivares exóticas e indígenas promissoras de batata doce de polpa laranja, na Índia, encontrou teores de  $\beta$ -caroteno que entre 28,80 e 97,40  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , valores estes também promissores. Os percentuais de retenção do  $\beta$ -caroteno em genótipos batata doce de polpa laranja cozidos variaram de 76, 90 a 87,76%. Retenções estas também consideradas bem promissoras tendo em vistas problemas de desnutrição e deficiência de vitamina A neste país.

Outros autores também avaliaram os teores de  $\beta$ -caroteno em cultivares de batata doce de polpa laranja bem como sua produtividade.

Vimala, Sreekanth, Binu e Gruneberg (2011) avaliaram o conteúdo de  $\beta$ -caroteno em 42 (quarenta e dois) híbridos de batata doce de polpa laranja bem como o conteúdo de matéria seca para avaliar o rendimento durante a estocagem utilizando como controle a variedade ``Sree Kanaka`` em diferentes situações (terras altas e terras baixas). Na primeira condição, o rendimento variou de 3,0 a 20 toneladas por hectare e, na segunda 3.0 – 30.0 toneladas, respectivamente. Três híbridos apresentaram rendimentos acima de 20 toneladas (terras altas), 7 híbridos acima de 20 – 25 toneladas (terras baixas) e 1 acima de 30 toneladas. O conteúdo de  $\beta$ -caroteno variou de 1 a 14,00  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (peso seco). Vinte e dois híbridos (a maioria) apresentou valores entre 10 e 15  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e, apenas dois apresentaram valores mais elevados 14,37 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . O teor de matéria seca variaram de 18,5 a 29,2% em ambas as situações de cultivo e foram negativamente associadas ao conteúdo de  $\beta$ -caroteno.

Por outro lado, Mokarrom Hossain et al. (2016) avaliaram três variedades de batata doce de polpa laranja em sistemas de produção de hortaliças, de famílias pouco favorecidas, em seis regiões agroecológicas de Bangladesh. A média de produção de batata doce de polpa laranja foi de 33,65 Kg, cultivada em 20  $\text{m}^2$  (2011-2012) e de 36,24 Kg (2012 – 2013). Os testes sensoriais realizados com as amostras cozidas revelaram boa aceitabilidade.

Nicaru (2016) avaliou o efeito do tratamento prévio (branqueamento e cozimento) e secagem na forma de *chips* em batata doce de polpa laranja, em estudo realizado na Tanzânia, com quatro variedades (*Jewel*, *Karoti dar*, *Kabode* e *Ejumula*) possuindo diferentes tonalidades da cor laranja. Houve redução no conteúdo de  $\beta$ -caroteno nas amostras desidratadas, sendo que o cozimento promoveu uma retenção mais elevada de  $\beta$ -caroteno comparado ao branqueamento. As amostras secas (desidratadas) apresentaram baixos teores de  $\beta$ -caroteno e na estocagem, quando comparadas àquelas branqueadas e cozidas. O branqueamento melhor preservou a batata doce de polpa laranja quanto à perda de nutrientes. As retenções de  $\beta$ -caroteno variaram de 62 a 92%.

Batatas doces de polpa laranja e creme foram extrusadas e pré-gelatinizadas para obtenção de farinha apresentando conteúdo de carotenoides totais nas amostras cruas (base úmida) de 437,00  $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  na cultivar laranja e de 10,12  $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  na cultivar creme. Nas amostras extrusadas observou-se perdas de 41 e 38%, respectivamente. A farinha de batata doce polpa laranja pode ser uma opção eficiente na elaboração de produtos alimentícios com conteúdo elevado de carotenoides e auxiliando a minimizar deficiências de pró-vitamina A (Fonseca et al., 2008).

Burri, 2011 avaliou o conteúdo de carotenoides, a bioacessibilidade, o cozimento e a estocagem da batata doce de polpa laranja para estimar a quantidade necessária de vitamina A para suprir 100% de indivíduos com o risco desta deficiência, concluindo que o fator mais importante para minimizar a deficiência de pró-vitamina A é a variedade ou cultivar e, também, que a quantidade de gordura ingerida também é um fator importante para sua absorção.

Vários outros autores reportaram os principais fatores que afetam o conteúdo de  $\beta$ -caroteno sendo eles: o estágio de maturação, a cultivar, as condições de cultivo, o manuseio colheita e pós-colheita bem como o processamento da batata doce de polpa laranja, o ar e temperatura do solo, irradiação, local, umidade do solo e fertilização (Kosambo et al., 1998, Ukom et al., 2009, Rodriguez-Amaya, 2000, Mbwaga et al., 2007).

Quatro variedades de batata doce de polpa laranja foram avaliados quanto à influência da adubação nitrogenada revelando que a mesma aumenta ambos os teores de  $\beta$ -caroteno e de proteína bruta, bem como sua biodisponibilidade e de minerais com exceção do fósforo (Ukom et al., 2009).

Baganha et al., 2016 encontraram teores de ferro e de zinco em amostras da cultivar *Beauregard* de batata doce de polpa laranja crua e desidratada a temperaturas de 40, 50 e 60  $^{\circ}\text{C}$ , observando diferenças significativas quando comparas à amostras branqueadas. As amostras desidratadas não revelaram diferenças entre as temperaturas estudadas enquanto que o conteúdo de zinco foi de 2,2  $\text{mg.kg}^{-1}$  na amostra crua e não detectado a amostra branqueada não foi detectada.

Adicionalmente, outros fatores a considerar e que afetam ou subestimam os teores de  $\beta$ -caroteno são os solventes utilizados para sua extração da batata doce de polpa laranja. Lien et al (2012) comprovaram que 91.1% de acetona e 19.6 min de extração realizando três extrações obtiveram conteúdo mais de  $\beta$ -caroteno (278.1  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) sendo o *all-trans*- $\beta$ -caroteno o mais abundante e teores bem reduzidos de dos isômeros 9 e 13-*cis*.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante do exposto, há que se considerar a batata doce de polpa laranja uma fonte promissora, com bom conteúdo de  $\beta$ -caroteno sendo um alimento a

ser inserido na dieta, principalmente, de populações menos favorecidas de países em desenvolvimento como o Brasil e regiões onde é difícil o acesso a alimentos ricos em  $\beta$ -caroteno, como fonte de baixo custo para consumo e minimização da desnutrição da deficiência de vitamina A. Há que se considerar que algumas regiões, apenas, possuem matérias-primas com baixos conteúdos de micronutriente e, muitas das vezes, a batata doce de polpa laranja como única fonte de  $\beta$ -caroteno. O desenvolvimento de cultivares promissoras já é uma realidade, porém ainda existe a necessidade de cultivo de cultivares melhoradas em todo o mundo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Rede de Biofortificação do Brasil - Embrapa Agroindústria de Alimentos e ao agricultor Domingo Cantaledo Benevides pela cessão das amostras para avaliação, à Fundação Carlos Chagas de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro/FAPERJ pelas bolsas concedidas e a Editora Atena pelo convite.

## REFERÊNCIAS

Baganha, C.L., Carvalho, L.M.J., Fernandez, A.A., Simas, E., Chern, M.S., Carvalho, J.L.V., Minguita, A. (2016). **Ferro e zinco em cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas* Lam) de polpa alaranjada, cv Beauregard biofortificada crua, branqueada e seca.** In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Alimentação: a árvore que sustenta a vida e X CIGR Section IV International Technical Symposium. Food: the tree that sustains life. 24 a 27 de outubro de 2016, Gramado, Rio Grande do Sul, Brail. E-Book.

Black, R.E., Allen, R.H., Bhutta, Z.A., Caulfield. L.E., de Onis. M., Ezzati. M., Mathers, C., Rivera. J. (2008). **Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences.** Lancet, 371:243–60.

Block, G. (1994). **Nutrient sources of provitamin A carotenoids in American diet.** American Journal of Epidemiology, 139, 290 – 293.

Bovell-Benjamin, A.C. (2007). **Sweet Potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition.** Advances in Food Nutrition Research, 52: 1-59.

Burri, B. J. (2011). **Evaluating sweet potato as an intervention food to prevent vitamin A deficiency.** Comprehensive Reviews in Food Science and

Technology, DOI: 10.1111/j.1541-4337.2010.00146.x

Campos, F. M., Pinheiro-Sant'Ana, H.M., Souza, P. M., Stringheta, P.C., Chaves, J. B. P. (2006). **Pró-vitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(1), 33-40.

Carvalho, P.R.C. (2002). **Medicina Ortomolecular: um guia completo sobre os nutrientes e suas propriedades terapêuticas.** (2. ed.). Rio de Janeiro: Nova Era.

Davis, C.R., Howe, J.A., Rocheford, T.R., Tanumihardjo, S. (2008). **The xanthophyll composition of biofortified maize (*Zea mays* Sp.) does not influence the bioefficacy of provitamin A carotenoids in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*).** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:6745–50.

Failla, M.L., Thakkar, S.K., Kim, J.Y. (2009). **In vitro bioaccessibility of beta-carotene in orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*, Lam.).** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:10922–27.

Gomes, F. S. (2007). **Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer.** *Revista de Nutrição*, 20(5), 537 – 548.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Batata Doce Beauregard: A Batata Vitaminada - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Disponível em: [http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/batata\\_doce\\_beauregard.html](http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/batata_doce_beauregard.html) Acesso em: 28 jun. 2016.

Fonseca, M. J. O., Soares, A. G., Freire Junior, M., Almeida, Dejair, L., Ascheri, J. L. R. (2008). **Effect of extrusion-cooking in total carotenoids content in cream and orange flesh sweet potato cultivars.** *Horticultura Brasileira*, 26(1):112-115.

Hagenimana, V., K'Osambo, L.M., Carey, E.E. 1999b. **Potential of sweet potato in reducing vitamin A deficiency in Africa.** In: Kears S, Graves C, editors. *International Potato Center. Impact on a changing world. Program report 1997–1998.* Lima, Peru: Intl. Potato Center. P. 287–94.

Kidmose, U., Christensen, L.P., Agili, S.M., Thilsted, S.H. (2007). **Effect of home preparations practices on the content of provitamin A carotenoids in colored sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) from Kenya.** *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 38, 237 – 243. *Journal of Composition and Analysis*, 19, 562 – 571.

K'osambo, L.M., Carey, E.E., Misra, A.K., Wilker, J., Hagemimana, V. (1998). **Influence of age, farming site and boiling on pro-vitamin A content in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) storage roots.** *Journal of Food Composition and Analysis*, 11: 305-321.

Lako, J., Trenerry, V.C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., Premier, R. (2007). **Phytochemical flavonols, carotenoids, and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods.** *Food Chemistry*, 101:1727–41.

Lien, C., Chan, C., Huang, C. L., Lai, Y.C., Liao, W. C. (2012). **Studies of carotene extraction from sweet potato variety CYY95-26, *Ipomoea batatas*, L.** *International Journal of Food Engineering*, 8, Issue 2. <https://doi.org/10.1515/1556-3758.2490>. Acesso em 30 de janeiro de 2017.

Mitra, S. (2012). **Nutritional status of orange-fleshed sweet potatoes in alleviating vitamin a malnutrition through a food-based approach.** *Journal of Nutrition and Food Science*, 2:160.

Mokarrom Hossain, I.M., Shaifullah, M. K. K., Basak & Mahfuzul Haque, A.B.M. (2016). **Impact on production and consumption of orange sweet potato varieties in homestead vegetable production system of poor farming households in Bangladesh.** *Journal of Root Crops*, 42(1):82-91.

Naqvi, S., Zhu, C., Farre, G., Ramessar, K., Bassie, L., Breitenbach, J., Perez Conesa, D., Ros, G., Sandmann, G., Capell, T., Christou, P. (2009). **Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways.** *Proc Natl Acad Sci USA* 106:7762–7.

Nicanuru, C. (2016). **Effect of pretreatments and drying on nutrient content of orange fleshed sweet potato tubers and cowpea leaves used in Maswa district, Tanzania.** Master of Science (Food Science and Technology). Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, 69 pp.

Pacheco, S. (2009). **Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaios de carotenoides por cromatografia líquida.** Tese apresentada ao Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para obtenção do título de Mestre em Ciência. Seropédica, 2009.

Pelissari, F.M., Rona, M.S.S. & Matioli, G. (2008). **O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças.** *Arquivos do Mudi*, 12(1), 5-11.

Rodriguez-Amaya (2000). **Some considerations in generating carotenoid**

**data for food composition tables.** Journal of Food Composition and Analysis, 13, 641-647.

Rodriguez-Amaya, D. B. & Kimura, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis.** Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 58p. HarvestPlus Technical Monograph, 2). 2004.

Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M., Godoy, H.T., Amaya-Farfan, J. (2008). **Updated brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition.** Journal of Food Composition and Analysis, 21: 445–463.

Shami, N. J. I. Esh, Moreira, E. A. M. (2004). **Licopeno como agente antioxidante.** Revista de Nutrição, 17(2), 227 – 236.

Thakkar, S.K., Maziya-Dixon, B., Dixon, A.G., Failla, M.L. (2007). Beta-carotene micellarization during in vitro digestion and uptake by Caco-2 cells is directly proportional to beta-carotene content in different genotypes of cassava. Journal of Nutrition, 137:2229–33.

Takahata, Y., Noda, T., Nagata, T. (1993). **HPLC determination of beta-carotene content of sweet-potato cultivars and its relationship with color values.** Japanese Journal of Breeding, 43:421–7.

Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., Yencho, G.C. (2007). **Antioxidant activities, phenolic and beta-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours.** Food Chemistry, 103:829–38.

Ukom, A.N., Ojmelukwe, P., Okpara, D.A. (2009). **Nutrient composition of selected sweet potato [ Ipomea batatas (L) Lam ] varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application.** Pakistan Journal of Nutrition 8(11): 1791 - 1795.

United Nations Childrens Fund (UNICEF) (2004). **Micronutrient Initiative. Vitamin and mineral deficiency, a global progress report** [Internet]. Ottawa, Canada: UNICEF. Disponível em: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/VMd-GPR-English1KWW-3242008-4681.pdf>. Acesso em 31 de janeiro de 2017.

Vallabhaneni, R., Gallagher, C.E., Licciardello, N., Cuttriss, A.J, Quinlan, R.F., Wurtzel, E.T.(2009). **Metabolite sorting of a germplasm collection reveals the hydroxylase3 locus as a new target for maize provitamin A biofortification.** Plant Physiology, 151:1635–45.

Vimala, B.; Sreekanth, A.; Binu, H.; Gruneberg, W. 2011. **Variability in 42 orange-fleshed sweet potato hybrids for tuber yield and carotene and dry matter content.** Gene Conserve, 10(41):190-200.

Yan, J., Kandianis, C.B., Harjes, C.E., Bai, L., Kim, E.H., Yang, X., Skinner, D.J., Fu, Z. Mitchell, S., Li, Q., Fernandez, M.G., Zaharieva, M., Babu, R., Fu, Y., Palacios, N., Li, J., Dellapenna, D., Brutnell, T., Buckler, E.S., Warburton, M.L., Rocheford, T. (2010). **Rare genetic variation at *Zea mays crtRB1* increases beta-carotene in maize grain.** Nature Genetics, 42:322–7.

WHO. 2009. **Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO global database on vitamin A deficiency.** Disponível em: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf). Acesso em 31 jan de 2017.

Woolfe, J. A. **Sweet potato, an untapped feed resource.** Cambridge, UK: University Press; 1992. p. 643.

**ABSTRACT:** Various types of yellow sweet potato (*ipomoea batatas* (L) Lam) are grown in Brazil and in the world having different shapes and sizes, and especially differentiated carotenoid contents of provitamin A. The aim of this study was to analyze and compare the total carotenoid and, beta-carotene as well as its isomers 9:13 - cis (*Z*) of  $\beta$ -carotene from these raw materials. Among them: the cultivar "carrot" (organic) and the cultivar *Beauregard* launched by EMBRAPA. Sweet potato *Beauregard* showed the highest  $\beta$ -carotene content among the studied samples being a good source of pro-vitamin A to be cultivated and consumed mainly in the areas of the low-income populations and the where this deficiency is common among childrens.

**KEYWORDS:** yellow sweet potato, organic yellow sweet potato, carotenoides,  $\beta$ -caroteno.

### **POTENCIAL ANTIOXIDANTE E QUELANTE DE PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE FEIJÃO COMUM (*P. vulgaris*)**

---

**Ladyslène Christhyns de Paula  
Erika Valencia Mejía  
Bruna Rodrigues Moreira  
Karla de Aleluia Batista  
Katia Flávia Fernandes**

## POTENCIAL ANTIOXIDANTE E QUELANTE DE PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE FEIJÃO COMUM (*P. vulgaris*)

### **Ladyslène Christhyns de Paula**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Erika Valencia Mejía**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Bruna Rodrigues Moreira**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Karla de Aleluia Batista**

Instituto Federal de Ciência Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia Oeste  
Goiânia – Goiás

### **Katia Flávia Fernandes**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

**RESUMO:** Neste trabalho foram avaliadas as propriedades antioxidantes e quelante do metal  $Fe^{2+}$  de peptídeos de ocorrência natural, utilizando grãos de feijão recém colhidos (ETC) e endurecidos (HTC). Os resultados evidenciaram que o método 2 é mais eficaz na extração de peptídeos e polipeptídeos, devido as características químicas do solvente. Em relação a atividade antioxidante pelo método DPPH, foi observado diferença estatística entre a atividade do extrato bruto e as amostras submetidas ao fracionamento, ocorrendo ainda incremento da atividade antioxidante nas farinhas ETC. Em relação ao ensaio de FRAP, observa-se elevada atividade antioxidante para as amostras submetidas ao fracionamento, sendo até 5,4 vezes superior que a dos extratos brutos. Na atividade quelante de  $Fe^{2+}$ , a maior atividade foi obtida na fração < 10 kDa, comprovando que esta atividade é promovida por peptídeos e polipeptídeos com menos de 100 aminoácidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** compostos bioativos, peptídeos, antioxidante, quelante de metais.

## **1.INTRODUÇÃO**

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) destaca-se como uma das principais culturas do país, tendo ampla distribuição geográfica e colheita em três safras anuais. O feijão é a principal leguminosa da alimentação humana. Ele supre grande parte das necessidades proteicas diárias dos indivíduos, uma vez que 20% a 30% da massa seca das sementes é constituída por proteínas. Além disso, a composição de aminoácidos das proteínas de feijão permite que esta

leguminosa substitua as de origem animal a um preço mais acessível, fator especialmente importante para as frações menos favorecidas da população (RICHETTI et al., 2011).

O papel das proteínas como componentes fisiologicamente ativos na dieta é amplamente reconhecido. Além disso, as proteínas têm regiões dentro da molécula que ao serem liberados no processo de digestão, executam funções biológicas importantes para o organismo. Estes fragmentos são denominados peptídeos e podem ter um efeito nas funções ou condições do corpo humano, afetando positivamente a saúde (LEMES et al., 2016).

Existem dois tipos de peptídeos bioativos, os peptídeos nativos e os chamados peptídeos encriptados. Os peptídeos nativos são aqueles que estão naturalmente presentes na matéria-prima alimentícia, cumprindo funções metabólicas ou defesa para a planta. Os peptídeos encriptados correspondem àqueles que estão presentes na estrutura primária da proteína mas só desempenham sua atividade biológica após sua liberação da sequência protéica.

De todos os possíveis métodos para a obtenção de peptídeos bioativos, a hidrólise enzimática é o método mais comum de produção para as indústrias de alimentos e farmacêutica (BROADHURST et al., 2017; MARCOS et al., 2015; ROCHA et al., 2014). A hidrólise enzimática pode ocorrer tanto pela utilização de enzimas digestivas quanto pela utilização de enzimas provenientes de bactérias ou fungos e fragmentam os chamados peptídeos encriptados. No entanto, relatos na literatura indicam potencial atividade biológica de peptídeos nativos ainda pouco explorados, extraídos de fontes vegetais (AWIKA e DUODU, 2016; RIZZELO et al., 2016), o que representa uma perspectiva de obtenção de peptídeos e proteínas pequenas que apresentem o mesmo potencial de hidrolisadas, porém com uma redução nos custos do processo e também no tempo de processamento.

Os peptídeos bioativos, podem atuar nos sistemas cardiovascular (ações anti-hipertensiva, antioxidante, antitrombótica e hipocolesterolemiantes), nervoso (atividades opióides – agonista e antagonista), gastrointestinal (funções quelante de minerais, inibidor de apetite e antimicrobiana) e imunológico (ações antimicrobiana, imunomodulatória e citomodulatória) dependendo da sequência de aminoácidos presentes na estrutura da molécula (HARTMANN e MEISEL, 2007; KORHONEN e PIHLANTO, 2006).

Sabendo-se da importância dos peptídeos bioativos para a promoção da saúde humana, diversos estudos relatam a importância de peptídeos de feijão produzidos por hidrólise enzimática (**ARIZA-ORTEGA et al., 2014; BETANCUR-ANCONA et al., 2014; CÂMARA et al., 2013; CARRASCO-CASTILLA et al., 2012**). No entanto, ainda não há relatos na literatura sobre peptídeos de ocorrência natural em feijões comuns (*Phaseolus vulgaris*), sendo, portanto, uma abordagem que se faz necessária, por se tratar de uma leguminosa amplamente consumida no cenário mundial.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão

comum, seguido pela Índia, China e México, com produção estimada em 3.334,6 mil toneladas na safra 2015/2016, em uma área de 3 milhões de hectares (CONAB, 2016).

Sabe-se que os feijões cariocas são os mais consumidos pela população brasileira, daí a importância de a qualidade dos grãos armazenados ser semelhante à dos grãos de colheita recente, uma vez que esta é uma das características que afetam a aceitação das cultivares do feijão tipo carioca pela população (SIQUEIRA et al., 2014).

No entanto, durante o período de armazenamento, o feijão passa por modificações fisiológicas e bioquímicas que podem alterar sua qualidade, tanto para o uso como semente, como para o consumo como alimento. As alterações mais visíveis durante o armazenamento do feijão são escurecimento da casca e resistência ao amaciamento por cocção (LIMA, 2013).

Acredita-se que reações complexas sejam desencadeadas no interior dos grãos, durante períodos prolongados de armazenamento. Inúmeras alterações, envolvendo enzimas, membrana, parede celular e materiais de reserva, como amido e proteínas, dão início ao processo de endurecimento conhecido como *hard-to-cook* (HTC) ou “difícil de cozinhar” (NASAR-ABBAS et al., 2008; RIBEIRO et al., 2007), que pode afetar a digestibilidade dos grãos e sua hidrólise (BATISTA et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2014).

Este fenômeno é responsável por perdas anuais expressivas. Estima-se que, por ano, 100-500 mil toneladas de feijão deixam de ser utilizados na alimentação humana em função do endurecimento (LOPES et al., 2012).

A provável complexação de proteínas e carboidratos com outros constituintes da semente resulta em uma redução considerável do potencial de aproveitamento dos nutrientes presentes no grão, uma vez que essas biomoléculas não conseguem ser completamente hidrolisadas no processo de digestão, ocorrendo, conseqüentemente, uma redução da biodisponibilidade destes compostos (BATISTA; PRUDENCIO; FERNANDES, 2010).

Assim, o presente estudo, tem como objetivo determinar a atividade antioxidante e quelante de peptídeos de ocorrência natural em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) por meio de diferentes métodos de extração, utilizando grãos de feijão recém colhidos (ETC) e endurecidos (HTC).

## **2.METODOLOGIA**

### **Material Vegetal**

Para a realização deste trabalho foram utilizados grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), grupo comercial carioca, cultivar BRS Pontal, cultivados no Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, CNPAF-EMBRAPA. Os grãos controles (ETC) foram armazenados em freezer logo após a colheita, para preservação de suas propriedades físico-químicas e tecnológicas, enquanto

que os grãos HTC foram endurecidos segundo metodologia descrita por Ribeiro et al. (2009). Para promover o fenômeno HTC, os grãos foram armazenados por 4 meses em estufa BOD à temperatura de 40 °C e umidade relativa entre 70-75%.

## **Preparo das farinhas**

Os grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, cv BRS Pontal) recém colhidos (ETC) e endurecidos (HTC), foram triturados em moinho de facas, peneirados em tamiz de 35 *mesh* (0,425 mm), acondicionados em sacos de polietileno e armazenados sob refrigeração (4 °C) até o momento de sua utilização.

## **Métodos de extração**

As metodologias de extração foram conduzidas segundo descrito por Mahatmanto et al. (2014) e Oseguera-Toledo et al. (2011), com modificações.

### **Método 1: Diclorometano/Metanol**

Para a extração utilizando-se diclorometano (DCM) e metanol (MeOH) (1:1), 1g de farinha de feijão foi solubilizada em 5mL do solvente e colocados sob agitação, durante 1h à temperatura ambiente. O extrato produzido foi centrifugado a 4000 rpm durante 5 min e o sobrenadante coletado e colocado em concentrador a vácuo (Concentrador Plus 5305, Eppendorf®) para evaporação do solvente. A solução livre de solventes orgânicos foi congelada a -80°C e liofilizada (Liofilizador L101, LIOBRAS).

### **Método 2: Acetonitrila/Água/Ácido fórmico (25:24:1)**

Foi realizada extração com acetonitrila (ACN), água e ácido fórmico (AF) (25:24:1), utilizando-se 5 mL de solvente para cada 1g de farinha. A mistura foi agitada durante 1h à temperatura ambiente. Em seguida o extrato foi centrifugado a 4000 rpm, durante 5 minutos. O sobrenadante foi coletado e colocado em concentrador a vácuo (Concentrador Plus 5305, Eppendorf®) para completa evaporação da acetonitrila. O extrato resultante foi congelado (-80 °C) e liofilizado.

### **Método 3: Acetato de sódio**

A 1g de amostra foi adicionado a 5 mL do solvente acetato de sódio 20mM pH 5,0, e agitados, durante 1h a 4°C. O extrato foi centrifugado por 5 minutos a 4000 rpm a 4°C e o sobrenadante coletado e armazenado em freezer -80°C, para posterior liofilização.

#### Método 4: Bicarbonato de amônio

Para a extração, 5mL do solvente bicarbonato de amônio 5mM, pH 8,0, foram adicionados a 1g de amostra e agitados durante 1h à temperatura ambiente. O extrato foi centrifugado a 4000 rpm durante 5min e armazenado a -80°C. O material foi liofilizado antes da realização dos testes de atividade biológica.

#### Método 5: Extração alcalina (pH 8,0)

A 1g de amostra foi adicionada 5mL de água e o pH da solução ajustado para pH 8,0 com NaOH 0,2M. A solução foi agitada em agitador durante 1h à temperatura ambiente e em seguida centrifugada a 4000 rpm durante 5min. O sobrenadante foi coletado e armazenado em freezer -80°C, sendo liofilizado em seguida.

### Quantificação de proteínas

A determinação da quantidade de proteínas nas amostras foi realizada utilizando-se o kit Qubit<sup>®</sup> fluorometer. Para o ensaio adicionou-se entre 2-20µL de amostra juntamente com 180-198µL da solução de trabalho (1µL do reagente de cor, 199µL de tampão) em microtubos de 200µL, como recomendado pelo fabricante do kit. Os tubos foram incubados durante 15 min à temperatura ambiente e em seguida, lidos no aparelho. O resultado final da dosagem foi expresso em µg de proteína por mL de amostra.

### Eletroforese

O perfil eletroforético das frações proteicas extraídas foi avaliado de acordo com metodologia descrita por Laemmli (1970), usando gel de corrida preparado com poliacrilamida 15% (p/v) e gel concentrador de poliacrilamida 5% (p/v). As amostras foram solubilizadas em tampão de amostra (25mM de Tris-HCl, pH 6,8, 2% (p/v) de dodecil sulfato de sódio (SDS), 20% (v/v) de glicerol, 5% (p/v) de β-mercaptoetanol, 0,025% (p/v) de azul de bromofenol). As amostras foram fervidas por 5 min e aplicadas no gel imerso em uma cuba de eletroforese contendo tampão de corrida (250 mM de Tris-base, 1,92 M de glicina e 1% (p/v) de SDS). A eletroforese foi realizada mantendo-se amperagem fixa 40mA, e os géis foram corados com solução de Comassie Blue (R250) 0,1 % (p/v) por 30min e descorados em solução descolorante (40% v/v metanol, 10% ácido acético v/v, 50% v/v água destilada).

## Separação das frações por ultrafiltração

Os extratos foram fracionados por massa molecular utilizando-se uma unidade de ultrafiltração (Millipore Corporation, Billerica, MA) de acordo metodologia descrita por Oseguera-Toledo et al. (2015). As frações foram separadas pela passagem forçada por gás nitrogênio por meio de uma membrana Ultracel® de 10kDa, sendo a fração retida e eluída (fração < 10kDa) coletadas separadamente. As diferentes frações foram armazenadas em freezer -80°C para posterior liofilização e avaliação de suas atividades biológicas.

## Ensaio com o Radical Livre DPPH

A atividade antioxidante foi determinada por meio da redução do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) pelos antioxidantes presentes na amostra, método proposto por Brand-Williams et al., 1995, com modificações (ZHAO et al., 2014). Foi realizado uma curva de calibração feita com um antioxidante de referência, Trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico), a 2mM, em diferentes concentrações.

As determinações foram realizadas utilizando-se microplaca de poliestireno com 96 cavidades. Em cada cavidade foram adicionados 200 µL da solução de DPPH, 50 µL de metanol para o grupo controle, o mesmo volume para a solução-padrão de Trolox e para os extratos obtidos das amostras, adequadamente diluídos, quando necessário. As misturas foram deixadas a temperatura ambiente por 15 min e as leituras de absorbância foram realizadas a 515 nm, utilizando-se espectrofotômetro de microplaca Epoch (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA).

A atividade antioxidante foi determinada pela interpolação dos dados de absorbância com os valores obtidos em curva de calibração com linearidade entre 0-300 mM de Trolox. Os resultados foram expressos em TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), que é definido como a concentração do antioxidante (mg de proteína) que fornece a mesma percentagem de inibição do Trolox (mM) (RE e tal, 1999).

## Ensaio Método FRAP

A determinação da atividade antioxidante pelo método de FRAP (**Ferric Reducing Antioxidant Power**) foi realizada utilizando-se a metodologia descrita por Benzie e Strain (1996), com modificações.

Para o preparo do reagente FRAP, misturou-se 25 mL de tampão acetato de sódio 0,3 M (pH 3,6), 2,5 mL de uma solução 10 mM de TPTZ

(2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina) preparada com HCl 40 mM, e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM.

Alíquotas de 50 µL de amostra foram misturadas com 150 µL de água e 1,3 mL do reagente FRAP recém-preparado. Esta mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria à 37°C. Decorridos 30 minutos, foi realizada a leitura a 595 nm em espectrofotômetro de microplaca Epoch (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA) a temperatura ambiente. O reagente FRAP foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro.

Para a quantificação da atividade antioxidante foi construída curva de calibração utilizando-se Trolox como padrão, apresentando linearidade entre 0-1600 mM e os resultados foram expressos em TEAC (mM Trolox /mg proteína).

### **Atividade Quelante do Íon Ferro**

A atividade quelante do íon ferro foi determinada por meio da metodologia descrita por Carter (1971), com modificações. Um volume de 50 µL das amostras, em diferentes concentrações (10-100 µg de proteína) foram misturados com 60 µL de solução FeCl<sub>2</sub> (0.01%, w/v) e 180 µL de tampão acetato de sódio (100 mM, pH 4,9). A reação foi iniciada pela adição de 10µL de ferrozina (40 mM) e a incubação feita a temperatura ambiente por 30 min. Foi utilizado EDTA (agente quelante) como controle positivo e a absorbância da mistura foi determinada a 560 nm em espectrofotômetro de microplaca Epoch (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA).

Para expressar os resultados, foi construída curva de calibração utilizando-se diferentes concentrações de EDTA. Os resultados foram expressos em miliequivalentes de EDTA por g de amostra (mEq/g).

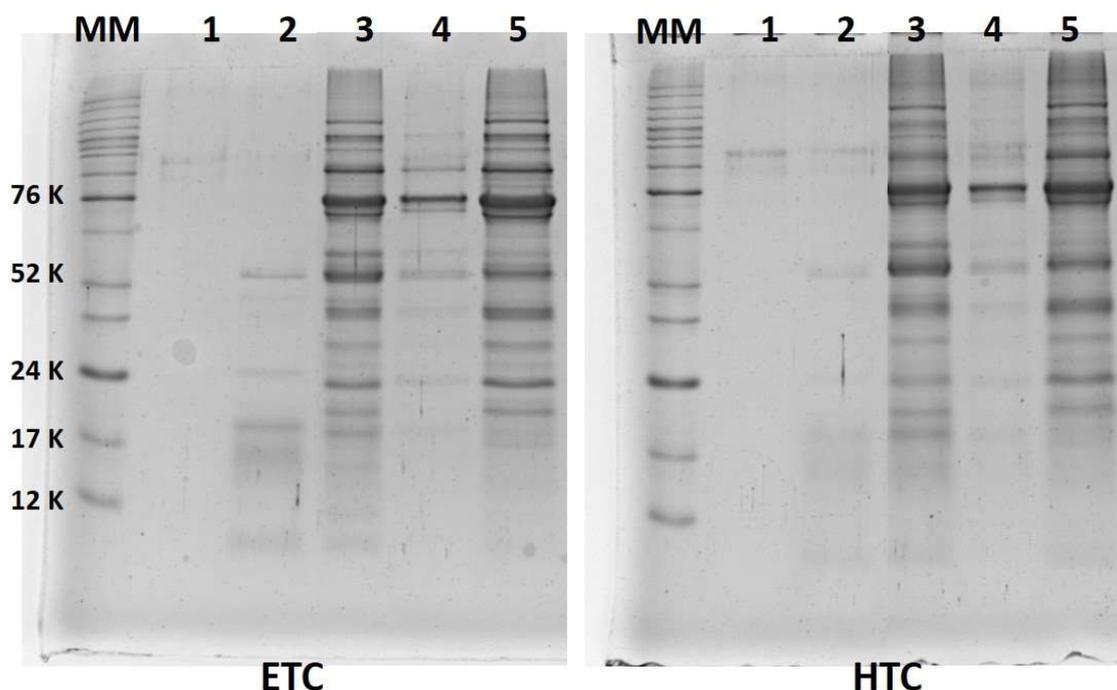
### **Análise Estatística**

O trabalho foi conduzido utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, sendo todas as análises realizadas em triplicata. Os resultados das análises foram avaliados estatisticamente, por meio da Análise de Variância (ANOVA), aplicando-se o teste de Tukey, ao nível de 5 % de significância. Todos os resultados foram apresentados como média e desvio padrão. Para a análise estatística dos dados, foi utilizado o programa Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., Tulsa, Ok, USA).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Métodos de Extração e Quantificação de Proteínas

Sabendo-se que os principais fatores que afetam a solubilidade das proteínas são o pH, a força iônica, a temperatura e a constante dielétrica do solvente (RENDINA, 1971), foram testados cinco métodos de extração diferentes apresentando variações nestes fatores. O perfil eletroforético das frações proteicas extraídas foi analisado utilizando-se condições desnaturantes (SDS-PAGE).



**Figura 1.** Perfil eletroforético do extratos proteicos de feijão comum ETC e HTC  
MM: marcador de massa molecular; 1: Diclorometano/Metanol; 2: Acetonitrila/Água/Ácido fórmico; 3: Acetato de Sódio; 4: Bicarbonato de Amônio; 5: Extração Alcalina

A eletroforese é um método em que proteínas são separadas segundo seu tamanho, sendo útil para a determinação da massa molecular relativa da proteína. No resultado obtido na eletroforese (Figura 1) percebeu-se que o método 2 é mais eficaz na extração de peptídeos. Por outro lado, os métodos 3 e 5 extraem tanto proteínas de alta como de baixa massa molecular. Nesses três métodos observou-se um número maior de bandas com massa molecular igual ou menor que 24 kDa, sendo estes métodos selecionados para a realização dos testes de atividade biológica.

Os feijões são uma importante fonte proteica, apresentando teor de proteínas entre 20 a 25% do peso seco do grão. A fração proteica de feijão é constituída principalmente por faseolinas (em torno de 50%) e lectinas (10-27%). Como pode ser observado na Tabela 1, a solubilidade das proteínas de feijão variou de acordo com o método de extração utilizado, provavelmente

devido às características intrínsecas de cada solvente.

Estes resultados evidenciam que o tipo de extrator é um fator importante que pode afetar não só a quantidade de proteínas extraídas, mas também a natureza das biomoléculas extraídas. Além disso, com exceção do método 2, foi observado uma menor solubilização das proteínas provenientes de feijões endurecidos.

Este resultado pode ser explicado pelo fato de que um dos efeitos mais pronunciados do endurecimento (HTC) se refere à redução da solubilidade proteica em função da formação de complexo entre essas macromoléculas e os demais componentes do grão.

**Tabela 1.** Conteúdo proteico nos diferentes métodos de extração (mg/g farinha).

Método de Extração	ETC (mg/g de farinha)	HTC (mg/g de farinha)
Método 2	25,6 ± 4,7 <sup>c</sup>	30,4 ± 3,8 <sup>c</sup>
Método 3	154,3 ± 12,6 <sup>b</sup>	106,5 ± 21,2 <sup>b</sup>
Método 5	352,7 ± 76,2 <sup>a</sup>	367,2 ± 22,9 <sup>a</sup>

Resultados expressos em média ± desvio padrão

Letras iguais em uma mesma coluna significam que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

De modo geral, o método de extração 2 (acetronitrila, água e ácido fórmico), por ser um solvente de polaridade média a alta, foi capaz de extrair proteínas, polipeptídeos e peptídeos apresentando diferentes graus de hidrofobicidade, com presença de resíduos carregados em sua superfície. Por outro lado, o método 5 é comumente referido como um método de extração para proteínas totais (CARRASCO-CASTILLA et al., 2012), já que neste método, a maioria das proteínas e peptídeos presentes no extrato se encontram em estado iônico diferente do ponto isoelétrico, e, portanto, solúveis no meio de extração. Considerando-se que o pH do solvente utilizado neste método foi 8,0 foram extraídas todas as proteínas e peptídeos cujo ponto isoelétrico estivesse abaixo deste pH.

## Atividade Antioxidante

Substâncias antioxidantes estão naturalmente presentes nos alimentos e são reconhecidas como componentes importantes para promoção e manutenção da saúde. Antioxidantes estão associados a uma ação protetora das células contra danos oxidativos interceptando radicais livres e reduzindo o estresse oxidativo, que ocasionam tanto envelhecimento quanto o desenvolvimento de doenças degenerativas, como doenças cardiovasculares e inflamatórias (LUNA-VITAL et al., 2015; MATSUDA e SHIMOMURA, 2013).

Diferentes ensaios *in vitro* e *in vivo* têm sido utilizados para se determinar a atividade antioxidante em extratos vegetais. A diversidade de ensaios para uma mesma atividade se justifica devido à complexidade química

dos extratos, constituídos por dezenas de compostos antioxidantes com diferentes grupos funcionais, polaridade e comportamento químico (OZTURK, 2012; VALDEZ-ORTIZ et al., 2012). Neste estudo, determinou-se a atividade antioxidante *in vitro* pelo sequestro do radical livre DPPH, que utiliza compostos cromogênicos que estimulam a transferência de elétrons e também pelo ensaio FRAP, caracterizado pela redução do ferro.

O ensaio de atividade antioxidante utilizando DPPH não apresenta seletividade por nenhum composto antioxidante específico, refletindo a capacidade antioxidante geral da amostra. Esse método é frequentemente utilizado no intuito de se fazer uma varredura do potencial antioxidante de diferentes proteínas e peptídeos de plantas (BORAWSKA et al. 2016). Os resultados da atividade sequestrante de DPPH estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH em diferentes extratos proteicos de feijão comum (mM TEAC/g de proteína).

Método de Extração	Amostra	ETC	HTC
Método 2	Extrato Bruto	17,8 <sup>ba</sup> ±0,2	15,2 <sup>bb</sup> ±0,9
	Fração > 10 kDa	0,0	0,0
	Fração < 10 kDa	22,2 <sup>ba</sup> ±0,1	19,1 <sup>ab</sup> ±0,2
Método 3	Extrato Bruto	12,4 <sup>bb</sup> ±0,6	16,5 <sup>ba</sup> ±0,2
	Fração > 10 kDa	1,73 <sup>ca</sup> ±0,0	1,85 <sup>ca</sup> ±0,0
	Fração < 10 kDa	22,4 <sup>ba</sup> ±1,1	22,6 <sup>ba</sup> ±0,8
Método 5	Extrato Bruto	11,7 <sup>ca</sup> ±0,1	11,8 <sup>ba</sup> ±0,1
	Fração > 10 kDa	18,4 <sup>ba</sup> ±0,1	16,6 <sup>ab</sup> ±0,1
	Fração < 10 kDa	20,9 <sup>ba</sup> ±1,0	17,9 <sup>ab</sup> ±0,1

Resultados expressos em média ± desvio padrão

Letras maiúsculas iguais em uma mesma linha ou letras minúsculas na mesma coluna significam que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, é possível notar que há diferença entre a atividade antioxidante do extrato bruto para as amostras fracionadas, exceto para o feijão HTC, obtido por extração alcalina, onde observa-se igualdade estatística entre as frações menor e maior que 10kDa. Entretanto, independentemente da presença ou não de efeito HTC, a fração peptídica (< 10kDa) apresentou maior atividade antioxidante.

Nota-se ainda, que ocorre uma redução na atividade antioxidante nas amostras HTC obtidas pela extração pelo método 2, quando comparada aquelas de feijão ETC, fato que pode ser explicado devido ao fenômeno de endurecimento que pode provocar alterações nas propriedades bioquímicas e tecnológicas do conteúdo proteico das amostras. Por outro lado, ao analisar o método 3, a atividade antioxidante não apresentou alterações entre os feijões ETC e HTC, para as frações menor e maior que 10 kDa, observando apenas aumento de atividade no extrato bruto dos feijões HTC (13%).

Em relação ao método 5, observa-se um incremento da atividade antioxidante nas farinhas ETC, ocasionado pelo processo de fracionamento. Os resultados obtidos nos processos de fracionamento foram significativos no âmbito de separar e concentrar os compostos antioxidantes presentes nos extratos e promover o aumento da capacidade antioxidante, conforme verificado na Tabela 2.

Tais resultados podem ser explicados pela considerável concentração de aminoácidos antioxidantes encontrados nestas frações, os quais possuem grande capacidade de doar elétrons ao radical DPPH e estabilizá-lo. (VÁSQUEZ-VILLANUEVA et al., 2016). Enquanto que as amostras que obtiveram menor ação antioxidante, provavelmente devem estar associadas à interação negativa de componentes extraídos ou pela presença de substâncias com menor poder redutor (SONG, et al., 2015).

Além disso, o aumento de atividade antioxidante pode ainda ser atribuído em parte, à síntese de sistemas de defesa incluindo proteínas quando as sementes de feijão estão em condições desfavoráveis, como o fenômeno HTC (VANDENBORRE, SMAGGHE e VAN DAMME, 2011), portanto estas proteínas de defesa, poderiam ter um papel importante no fornecimento de peptídeos e polipeptídeos antioxidantes.

Essas alterações de atividade antioxidante dependendo do extrator ou do tipo de feijão pode estar associada à presença de peptídeos e polipeptídeos de caráter hidrofóbico, uma vez que a literatura correlaciona o aumento da atividade do radical DPPH ou outras atividades de eliminação de radicais com o aumento da hidrofobicidade destas moléculas, pois os aminoácidos e proteínas hidrofóbicos atuam como antioxidantes aumentando a solubilidade dos peptídeos em ambientes não polares, facilitando assim uma melhor interação com radicais livres para terminarem as suas atividades (KIM et al., 2007; POWNALL et al., 2010).

Em relação ao ensaio de FRAP (Tabela 3), observa-se elevada atividade antioxidante para as frações peptídicas (< 10 kDa), sendo até 5,4 vezes superior que a dos extratos brutos.

É importante ressaltar que não foi observado atividade antioxidante no extrato bruto e nem para fração maior 10 kDa, para as proteínas extraídas pelos métodos 3 e 5. Esse fato pode ser explicado devido aos métodos de extração utilizarem solventes polares e altamente hidrofílicos, extraindo, portanto, proteínas totais da amostra e não proteínas de média polaridade, reduzindo a concentração de moléculas com propriedades antioxidantes (MAHATMANTO et al., 2014).

**Tabela 3:** Atividade antioxidante pela redução do ferro (FRAP) em diferentes extratos proteicos de feijão comum ( $\mu\text{mol TEAC/g}$  de proteína).

Método de Extração	Amostra	ETC	HTC
Método 2	Extrato Bruto	11,3 <sup>ba</sup> $\pm$ 0,5	6,2 <sup>bb</sup> $\pm$ 0,2
	Fração > 10 kDa	3,7 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,2	3,4 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,2
	Fração < 10 kDa	62,1 <sup>aA</sup> $\pm$ 1,3	48,1 <sup>aB</sup> $\pm$ 2,6
Método 3	Extrato Bruto	0,0	0,0
	Fração > 10 kDa	0,0	0,0
	Fração < 10 kDa	51,7 <sup>aA</sup> $\pm$ 1,1	57,4 <sup>aA</sup> $\pm$ 1,5
Método 5	Extrato Bruto	0,0	0,0
	Fração > 10 kDa	0,0	0,0
	Fração < 10 kDa	49,0 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,6	44,1 <sup>aB</sup> $\pm$ 1,3

Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Letras maiúsculas iguais em uma mesma linha ou letras minúsculas na mesma coluna significam que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey

Adicionalmente, o fracionamento por ultrafiltração proporcionou a obtenção de frações peptídicas com elevada capacidade antioxidante, quando comparadas ao extrato bruto. O aumento da concentração de peptídeos e polipeptídeos com resíduos de aminoácidos com cadeias laterais contendo grupos carboxílicos e aminas contribuiria para o aumento a capacidade antioxidante das amostras fracionadas (BAMDAD et al., 2015).

A literatura relata correlação entre atividade antioxidante de peptídeos e polipeptídeos com sua composição de aminoácidos e as suas sequências. De modo geral, a presença dos aminoácidos Leu, Lys, Met, Tyr, Ile, His e Trp, nas matrizes avaliadas provavelmente poderiam ter contribuído para o forte poder de redução observado principalmente nas frações peptídicas (< 10kDa) (NGOH et al., 2016; POWNALL et al., 2010).

Desse modo, os resultados encontrados nos testes de atividade antioxidante (DPPH e FRAP) evidenciam que as amostras apresentam elevada atividade antioxidante. Além disso, a expressiva atividade observada na fração menor que 10 kDa para ambos os feijões, nos dois métodos testados, nos permite inferir que essa atividade é proveniente de polipeptídeos e peptídeos presentes naturalmente nas amostras de feijão. A presença de peptídeos naturais com atividade biológica é um aspecto importante na promoção da saúde e inclusão do feijão nas dietas com vista à remoção de radicais livres e consequente redução de susceptibilidade a doenças relacionadas ao estresse oxidativo, contribuindo enormemente para a promoção da saúde humana.

### Atividade Quelante de Ferro

O ferro é um metal de transição envolvido em diversas funções do organismo humano, podendo atuar como cofator enzimático, na síntese de

DNA e proteínas, no transporte de oxigênio, produção de neurotransmissores e divisão celular. Diariamente cerca de 1-2 mg deste mineral são perdidos pelo organismo através da pele, intestino, sangue menstrual e trato urinário, sendo que a deficiência deste pode desencadear doenças como anemia falciforme e desordens neurodegenerativas (HAGEMEIER et al., 2015; PERIGNON et al., 2016). Além desta perda natural, é importante considerarmos também a baixa biodisponibilidade deste elemento, que varia de 5-18%, dependendo da dieta, o que significa que nem todo o teor de ferro encontrado nos alimentos pode ser absorvido pelo organismo, fato explicado principalmente pela baixa solubilidade deste mineral nos fluidos corporais (MIR-MARQUÉS, CERVERA e GUARDIA, 2016).

Sendo assim, a suplementação da dieta com componentes que aumentam a capacidade de absorção de ferro pelo organismo corresponde a uma estratégia interessante do ponto de vista relacionado a saúde pública. Como citado anteriormente, peptídeos bioativos podem possuir capacidade de quelar metais e conseqüentemente aumentar sua biodisponibilidade, evitando que, ao passar pelo processo de digestão, os íons  $Fe^{2+}$  sejam oxidados a sua forma insolúvel  $Fe^{3+}$ , que retardam e diminuem a absorção deste mineral (ECKERT et al., 2016). Além disso, moléculas quelantes de íons metálicos também são consideradas importantes por apresentarem atividade antioxidante, uma vez que metais de transição como ferro e cobre podem causar danos oxidativos em diferentes níveis celulares (CANABADY-ROCHELLE et al., 2015). A atividade quelante de metais de peptídeos bioativos se deve a uma combinação de fatores que envolvem o tamanho do peptídeo, resíduos N e C terminais dos aminoácidos e quantidade total de grupos amino e carboxílicos no peptídeo (GUO et al., 2013). Os principais peptídeos associados a atividade quelante de ferro vem demonstrando presença dos aminoácidos His, Glu, Asp, Cys (HOZ et al., 2014; MAESTRI; MARMIROLI e MARMIROLI, 2016; TORRES-FUENTES; ALAIZ e VIOQUE, 2012). Os resultados da a atividade quelante de ferro dos extratos proteicos de feijão ETC e HTC estão apresentados na Tabela 4. Como pode ser observado não houve diferença estatística nos valores de atividade quelante entre os extratos brutos dos feijões HTC e ETC extraídos pelo método 3. Entretanto, para os métodos 2 e 5, o comportamento dos extratos brutos foi diferente dependendo do tipo de feijão. Para o extratos obtidos pelo método 2, o feijão HTC apresentou maior atividade quelante enquanto que para os extratos do método 3, a maior atividade quelante foi encontrada nos feijões ETC. Esses resultados estão relacionados com as características bioquímicas das proteínas extraídas em cada um desses métodos, sendo que essas diferenças na qualidade das proteínas solubilizadas está diretamente relacionada com as possíveis alterações ocasionadas durante o desenvolvimento do fenômeno HTC, com solubilização de determinado grupo de proteínas e insolubilização/complexação de outros.

**Tabela 4.** Atividade quelante de Fe<sup>2+</sup> em diferentes extratos proteicos de feijão comum (EC50).

Método de Extração	Amostra	ETC (µg de proteína)	HTC (µg de proteína)
Método 2	Extrato Bruto	72,6 <sup>ba</sup> ± 1,1	180,1 <sup>aA</sup> ± 33,6
	Fração > 10 kDa	55,8 <sup>aB</sup> ± 1,6	53,3 <sup>aB</sup> ± 0,1
	Fração < 10 kDa	6,5 <sup>aC</sup> ± 0,1	6,3 <sup>aC</sup> ± 0,1
Método 3	Extrato Bruto	100,1 <sup>aA</sup> ± 8,1	95,9 <sup>aB</sup> ± 3,8
	Fração > 10 kDa	59,3 <sup>bB</sup> ± 0,4	126,8 <sup>aA</sup> ± 1,2
	Fração < 10 kDa	5,8 <sup>aC</sup> ± 0,01	5,4 <sup>bC</sup> ± 0,02
Método 5	Extrato Bruto	112,3 <sup>aA</sup> ± 1,7	102,6 <sup>ba</sup> ± 5,7
	Fração > 10 kDa	79,3 <sup>bB</sup> ± 1,4	102,2 <sup>aA</sup> ± 4,9
	Fração < 10 kDa	6,2 <sup>aC</sup> ± 0,03	5,5 <sup>bB</sup> ± 0,01

Resultados expressos em média ± desvio padrão

Letras maiúsculas iguais em uma mesma linha ou letras minúsculas na mesma coluna significam que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey

Além disso, analisando-se os resultados de atividade quelante de ferro das frações obtidas por ultrafiltração, fica evidente que independentemente dos efeitos causados pelo fenômeno HTC, a fração peptídica (< 10 kDa) é a maior responsável pela atividade de quelação de ions Fe<sup>2+</sup>. Os valores apresentados nestas frações correspondem a resultados promissores pois demonstram que as alterações bioquímicas que ocorrem durante o processo de envelhecimento dos feijões não alteraram sua atividade biológica relacionada a capacidade de quelar Fe<sup>2+</sup>, podendo ocasionar em alguns casos inclusive o aumento da atividade.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitiram sugerir que as características do solvente influenciam enormemente na quantidade e qualidade das proteínas extraídas, de modo que a escolha do melhor método de extração dependerá do tipo de proteínas que se deseja solubilizar. Além disso, foi demonstrado que o fenômeno de endurecimento não interfere significativamente com a atividade biológica dos peptídeos nativos de feijão comum, apesar das diferenças na solubilidade proteica.

Além disso, o fato dos feijões endurecidos apresentarem atividade antioxidante e quelante de ferro igual ou superior aos feijões ETC é um

resultado extremamente importante, sobretudo do ponto de vista de agregação de valor a um alimento definido atualmente como resíduo ou subproduto sem nenhum valor agregado e frequentemente descartado ou usado apenas para alimentação animal.

Embora feijões endurecidos apresentem reduzida qualidade textural, o uso de tratamentos alternativos (tais como extrusão e autoclavagem) poderia permitir a re-inclusão destes grãos na alimentação humana não apenas como fonte de nutrientes, mas como um componente nutracêutico, contribuindo para o estado de saúde e bem-estar, reduzindo os riscos de desenvolvimento de doenças relacionadas ao estresse oxidativo.

## REFERÊNCIAS

ARIZA-ORTEGA, T. J.; ZENÓN-BRIONES, E. Y.; CASTREJÓN-FLORES, J. L.; YÁÑEZ FERNÁNDEZ, J.; GÓMEZ GÓMEZ, Y. M.; OLIVER-SALVADOR, M. C. Angiotensin I converting enzyme inhibitory, antimicrobial, and antioxidant effect of bioactive peptides obtained from different varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with in vivo antihypertensive activity in spontaneously hypertensive rats. **European Journal of Food Research and Technology**, v. 239, p. 785–794, 2014.

BATISTA, K. A., PRUDÊNCIO, S. H., FERNANDES, K. F. Changes in the functional properties and antinutritional factors of extruded hard-to-cook common beans. **Journal Food Science**, v.75, p. 286-290, 2010.

BAMDAD, F.; AHMED, S.; CHEN, L. Specifically designed peptide structures effectively suppressed oxidative reactions in chemical and cellular systems. **Journal Functional Foods**, v. 18, p. 35-46, 2015.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BETANCUR-ANCONA, D.; SOSA-ESPINOZA, T.; RUIZ-RUIZ, J.; SEGURA-CAMPOS, M.; CHELQUERRERO, L. Enzymatic hydrolysis of hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein concentrates and its effects on biological and functional properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 2–8, 2014.

BORAWSKA, J. DAREWICZ, M; VEGARUD, G. E.; MINKIEWICS, P. Antioxidant properties of carp (*Cyprinus carpio* L.) protein *ex vivo* and *in vitro* hydrolysates. **Food Chemistry**, v. 194, p. 770-779, 2016.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

CÂMARA, C. R. S.; URREA, C. A.; SCHLEGEL, V. Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a functional food: Implications on human health. **Agriculture**, v. 3, p. 90–111, 2013.

CANABADY-ROCHELLE, L. L. S.; HARSCOAT-SCHIAVO, C.; KESSLER, V.; AYMES, A.; FOURNIER, F.; GIRARDET, J. M. Determination of reducing power and metal chelating ability of antioxidant peptides: revisited methods. **Food Chemistry**, England, v. 183, p. 129-135, 2015.

CARRASCO-CASTILLA, J.; HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A.J.; JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C.; JACINTO-HERNÁNDEZ, C.; ALAIZ, M.; GIRÓN-CALLE, J.; VIOQUE, J.; DÁVILA-ORTIZ, G. Antioxidant and metal chelating activities of *Phaseolus vulgaris* L. var. Jamapa protein isolates, phaseolin and lectin hydrolysates. **Food Chemistry**, v. 131, p. 1157–1164, 2012.

CARTER, P. Spectrophotometric Determination of Serum Iron at the Submicrogram Level with a New Reagent (Ferrozine). **Analytical Biochemistry**, v. 40, p. 450- 458, 1971.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/2014- Terceiro Levantamento. 2013. Disponível em:

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_bol\\_etim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_bol_etim_graos_janeiro_2016.pdf)

Acesso em: 26/01/2017.

ECKERT, E.; LU, L.; UNSWORTH, L. D. CHEN, L.; XIE, J.; XU, R. Biophysical and in vitro absorption studies of iron chelating peptide from barley proteins. **Journal of Functional Foods**, v. 25, p. 291-301, 2016.

GUO, L.; HOU, H.; LI, B.; ZHANG, Z.; WANG, S.; ZHAO, X. Preparation, isolation and identification of iron-chelating peptides derived from Alaska pollock skin. **Process Biochemistry**, v. 48, p. 988-993, 2013.

HAGEMEIER, J.; TONG, O.; DWYER, M. G.; SCHWESER, F.; RAMANATHAN, M.; ZIVADINOV, R. Effects of diet on brain iron levels among healthy individuals: an MRI pilot study. **Neurobiology of Aging**, v. 36, p. 1678-1685, 2015.

HARTMANN R., MEISEL H. Food–derived peptides with biological activity: from research to food applications. **Current Opinion in Biotechnology**. v.18,

p.163–169, 2007.

HOZ, L. L.; PONEZI, A. N.; MILANI, R. F.; SILVA, V. S. N.; SOUZA, S.; BERTOLO-PACHECO, M. T. Iron-binding properties of sugar cane yeast peptides. **Food Chemistry**, v. 142, p. 166-169, 2014.

KIM, H. J.; BAE, I. Y.; AHN, C-W.; LEE, S.; LEE, H. G. Purification and identification of adipogenesis inhibitory peptide from black soybean protein hydrolysate. **Peptides**. v. 28, p. 2098- 2103, 2007.

KITTS, D.D.; WEILER, K. Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. **Current Pharmaceutical Design**, v. 9, p.1309–1323, 2003.

KORHONEN, H.; PIHLANTO, A. Bioactive peptides: Production and functionality. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 945–960, 2006.

LEMES, A.C.; SALA, L.; ORES, J.C.; BRAGA, A.R.C.; EGEEA, M.B.; FERNANDES, K.F. **A Review of the Latest Advances in Encrypted Bioactive Peptides from Protein-Rich Waste**. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 17, p. 950, 2016.

LIMA. R. A.Z. 2013. Armazenamento de feijão: uso da embalagem a vácuo na manutenção da qualidade. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 107p.

LOPES, L.C.M.; BATISTA, K.A.; FERNANDES, K.F.; SANTIAGO, R.A.C. Functional, biochemical and pasting properties of extruded bean (*Phaseolus vulgaris*) cotyledons. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 1859-1865, 2012.

LUNA-VITAL, D.A.; MEIJÍA, E.G.; MENDOZA, S.; LOARCA-PIÑA, G. Peptides present in the non-digestible fraction of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) inhibit the angiotensin-I converting enzyme by interacting with its catalytic cavity independent of their antioxidant capacity. **Food Function**, v. 6, p. 1470-1470, 2015.

MAESTRI, E.; MARMIROLI, M.; MARMIROLI, N. Bioactive peptides in plant-derived foodstuffs. **Journal of Proteomics**, v. 147, p. 140-155, 2016.

MAHATMANTO, T; POTH, A. G; MYLNE, J. S; CRAIK, D. J. A comparative study of extraction methods reveals preferred solvents for cystine knot peptide isolation from *Momordica cochinchinensis* seeds. **Fitoterapia**, v. 95, p. 22–33, 2014.

MARAHIEL, M.A.; STACHELHAUS, T.; MOOTZ, H.D. Modular peptide synthetases involved in nonribosomal peptide synthesis. **Chemical Reviews**. v. 97, p. 2651–2674. 1997

MARQUES, M. R.; FONTANARI, G. G.; PIMENTA, D. C.; SOARES-FREITAS, R. M.; ARÊAS, J. A. G. Proteolytic hydrolysis of cowpea proteins is able to release peptides with hypocholesterolemic activity. **Food Research International**, v. 77, p. 43-48, 2015.

MATSUDA, M.; SHIMOMURA, I. Increased oxidative stress in obesity: Implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer. **Obesity Research and Clinical Practice**, v. 7, p. 330-341, 2013.

MIR-MARQUÉS, A.; CERVERA, M. L.; GUARDIA, M. Mineral analysis of human diets by spectrometry methods. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 82, p. 457-467, 2016.

NGOH, YING-YUAN.; GAN, CHEE-YUEN. Enzyme-assisted extraction and identification of antioxidative and  $\alpha$ -amylase inhibitory peptides from Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Pinto). **Food Chemistry**. v. 190, p. 331–337, 2016.

OSEGUERA-TOLEDO, M. E.; MEJÍA, E. G.; AMAYA-LLANO, S. L. Hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins hydrolyzed by alcalase and bromelain produced bioactive peptide fractions that inhibit targets of type-2 diabetes and oxidative stress. **Food Research International**, v. 76, p. 839-851, 2015.

OZTÜRK, M. Anticholinesterase and antioxidant activities of Savoury (*Satureja thymbra* L.) with identified major terpenes of the essential oil. **Food Chemistry**. v. 134, p. 48–54, 2012.

PERIGNON, M.; BARRÉ, T.; GAZAN, R.; AMIOT, M. J.; DARMON, N. The bioavailability of iron, zinc, protein and vitamin A is highly variable in French individual diets: Impact on nutrient inadequacy assessment and relation with the animal-to-plant ratio of diets. **Food Chemistry**, v. X, p. xxx-xxx, 2017.

POWNALL, T.L., UDENIGWE, C.C. AND ALUKO, R.E. Amino acid composition and antioxidant properties of pea seed (*Pisum sativum* L.) enzymatic protein hydrolysate fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4712-4718, 2010.

RICHETTI, A.; MELO, C. L. P.; SOUSA, J. P. B. **Viabilidade econômica da cultura do feijão comum, safra 2012, em Mato Grosso do Sul**. Embrapa comunicado técnico, 173. Dourados, MS, 2011. 9 p.

RIZELLO, C. G.; TAGLIAZUCCHI, D.; BABINI, E.; RUTELLA, G. S.; SAA, D. L. T.; GIANOTTI, A. Bioactive peptides from vegetable food matrices: research trends and novel biotechnologies for synthesis and recovery. *Journal of Functional Foods*, v. 27, p. 549-569, 2016.

ROCHA, T. S.; HERNANDEZ, L. M. R.; CHANG, Y. K.; MEJÍA, E. G. Impact of germination and enzymatic hydrolysis of cowpea bean (*Vigna unguiculata*) on the generation of peptides capable of inhibiting dipeptidyl peptidase IV. *Food Research International*, v. 64, p. 799-809, 2014.

RUIZ-RUIZ, J. C.; CAMPOS, M. R. S.; ANCONA, D. A. B.; GUERRERO, L. A. C. Encapsulation of *Phaseolus lunatus* protein hydrolysate with angiotensin-converting enzyme inhibitory activity. *Biotechnonology*, v. 2013, p. 1-6, 2013.

SIQUEIRA, BEATRIZ S.; PEREIRA, WENDELL J.; BATISTA, KARLA A.; OOMAH, B. DAVE; FERNANDES, KÁTIA F.; BASSINELLO, PRISCILA ZACZUK. Influence of Storage on Darkening and Hardening of Slow- and Regular-Darkening Carioca Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. *Journal of Agricultural Studies*, v. 2, p. 87-104, 2014.

SONG, R.; WEI, R.B.; RUAN, G.Q.; LUO, H.Y. Isolation and identification of antioxidant peptides from peptic hydrolysates of half-fin anchovy (*Setipinna taty*). *LWT- Food Science Technology*. V. 60, p. 221-229, 2015.

SU, M. Y.; BROADHURST, M.; LIU, C. P.; GATHERCOLE, J.; CHENG, W. L.; QI, X Y.; CLERENS, S.; DYER, J. M.; DAY, L.; HAIGH, B. Comparative analysis of human milk and infant formula derived peptides following in vitro digestion. *Food Chemistry*, v. 221, p. 1895-1903, 2016.

VALDEZ-ORTIZ, A.; FUENTES-GUTIÉRREZ, C.I.; GERMÁN-BÁEZ, L.J.; GUTIÉRREZ-DORADO, R.; MEDINA-GODOY, S. Protein hydrolysates obtained from Azufrado (sulphur yellow) beans (*Phaseolus vulgaris*): Nutritional, ACE-inhibitory and antioxidative characterization. *LWT - Food Science and Technology*, v. 46, p. 91-96, 2012.

VANDENBORRE, G.; SMAGGHE, G.; VAN DAMME, E. J. M. Plant lectins as defense proteins against phytophagous insects. *Phytochemistry*, v. 72, p. 1538 -1550, 2011.

VÁSQUEZ-VILLANUEVA, R.; MARINA, M.L.M.; GARCIA, C. Identification by hydrophilic interaction and reversed-phase liquid chromatography-tandem mass spectrometry of peptides with antioxidant capacity in food residues. **Journal of Chromatography A**. v. 1428, p. 185-192, 2016.

ZHAO, Y.; DU, S.; WANG, H.; CAI, M. In vitro antioxidant activity of extracts from common legumes. **Food Chemistry**, v. 152, p. 462-466, 2014.

**ESTUDO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS  
EXTRAÍDOS DO FEIJÃO COMUM (*P. VULGARIS*)  
CULTIVAR PÉROLA**

---

**Juliana Vila Verde Ribeiro  
Karla de Aleluia Batista  
Ladyslène Christhyns De Paula  
Katia Flávia Fernandes**

## ESTUDO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS EXTRAÍDOS DO FEIJÃO COMUM (*P. VULGARIS*) CULTIVAR PÉROLA

### **Juliana Vila Verde Ribeiro**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Karla de Aleluia Batista**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Ladyslène Christhyns De Paula**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

### **Katia Flávia Fernandes**

Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Química de Polímeros  
Goiânia – Goiás

**RESUMO:** O feijão comum (*P. Vulgaris*) é um alimento mundialmente consumido, por ser rico em vitaminas, minerais, carboidratos e proteínas. Além disso, vários estudos apontam o feijão como um alimento nutracêutico, em função dos compostos bioativos presentes em sua composição, dentre eles os peptídeos bioativos obtidos por hidrólise das proteínas. Dentre as muitas atividades biológicas, estes peptídeos apresentam atividade antioxidante e quelante de metais. No entanto, pouco se sabe de peptídeos de ocorrência natural presentes em feijão comum (*P. Vulgaris*) cultivar Pérola. Neste trabalho, farinhas obtidas a partir dos feijões recém-colhidos (ETC), endurecidos (HTC) e endurecidos autoclavados (AUT) foram avaliadas como fonte de peptídeos bioativos. Foram produzidos extratos proteicos por diversos métodos, utilizando acetonitrila/ água/ ácido fórmico, acetato de sódio, bicarbonato de amônio e solução alcalina pH 8,0. Tais extratos foram utilizados para teste de presença de atividade antioxidante com DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e quelante de ferro e de cobre. Para confirmar que as atividades relacionavam-se a peptídeos, foi feito um fracionamento por ultrafiltração das proteínas obtidas no extrato 1. Os resultados apontaram o método 1 como o mais eficaz para extração de peptídeos com atividade biológica, sendo que o AUT apresentou altos teores de compostos bioativos. As bioatividades foram ainda maiores após ultrafiltração, mostrando que a fração contendo peptídeos de massa molecular menor que 10 kDa é a maior responsável pelas bioatividades observadas. Deste modo, é possível utilizar o feijão endurecido, um resíduo agroindustrial, como fonte de moléculas importantes para a saúde humana, confirmando o potencial nutracêutico do feijão comum.

**PALAVRAS-CHAVE:** feijão, peptídeos, autoclavagem e bioatividade.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é um alimento mundialmente consumido por ser uma fonte proteica de baixo custo, o que o torna acessível à população de baixa renda (Fuente et al, 2010). Além disso, o feijão ainda apresenta em sua composição compostos bioativos importantes para a saúde humana, como os polifenóis presentes predominantemente em sua casca e que atuam como poderosos antioxidantes. Outro destaque ao potencial do feijão para a saúde humana é a presença de amido resistente nos grãos, cuja lenta digestão impede o surgimento de picos glicêmicos, além de manter estes níveis estáveis por longos períodos, prolongando a sensação de saciedade. Graças a estas particularidades nutricionais do feijão, esta leguminosa tem sido classificada como alimento nutracêutico, já que estas moléculas são auxiliares no combate às doenças cardiovasculares e à obesidade (Luna-Vital et al, 2014).

Apesar dessas características, o feijão é uma cultura susceptível às variações sazonais que afetam a produtividade das safras e, conseqüentemente, os preços finais no mercado. Este problema se agrava pela dificuldade de se manter um estoque regulador, já que durante o armazenamento, o feijão sofre um processo natural de endurecimento, que leva à rejeição do grão pelo consumidor (Silva e Wander, 2013, Conab, 2016). Este processo é acelerado quando o feijão é armazenado em condições de temperatura superior a 35 °C e umidade relativa acima de 70%, condições frequentes em países tropicais como o Brasil (Segura-Campos et al, 2014; Njoroge et al, 2015). As perdas por endurecimento atingem aproximadamente 30 mil toneladas por ano, gerando um resíduo industrial que embora rejeitado pelo consumidor, ainda guarda alto valor nutritivo. Considerando o horizonte próximo em que a produção mundial de alimentos não suprirá as necessidades diárias da população, perdas como estas precisam ser revertidas. (Conab, 2016).

Além de um suprimento nutricional, a saúde humana requer um suprimento adequado de minerais. Dentre os problemas de saúde, a baixa absorção de minerais aparece entre as mais relevantes, uma vez que a carência de minerais causa disfunções fisiológicas que podem comprometer a homeostasia do corpo humano (Soetan et al, 2010). Para que a absorção dos minerais ocorra com maior eficiência, os compostos minerais precisam ser combinados com moléculas orgânicas de forma complexa, formando quelatos, que são compostos de minerais normalmente associados a proteínas, peptídeos, aminoácidos, enzimas, hormônios ou polissacarídeos (Food Ingredients, 2008).

Uma alternativa promissora de suplementação mineral para humanos é a utilização de complexos quelante-mineral-peptídeo. Nos últimos anos, estes complexos peptídeo-metálicos têm sido inseridos na alimentação por apresentarem maior biodisponibilidade do que os sais inorgânicos, levando a uma absorção mais eficiente do mineral. Além disso, estes quelatos peptídeo-

metálicos apresentam como vantagem uma maior estabilidade relativa nas condições do trato gastrointestinal, o que impede a formação de complexos insolúveis que não são biodisponíveis (Guo et al, 2014; Souza et al, 2007).

Outra vantagem da associação peptídeo-metálica está no fato de pesquisas recentes terem apontado o poder benéfico de peptídeos que apresentam atividade antioxidante. Estes peptídeos atuam na captura de radicais livres, na neutralização ou eliminação de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, além de impedirem a ligação de íons metálicos a outros compostos, impossibilitando a produção de espécies oxidantes reativas (Cerqueira et al, 2007; Prior, 2003). Neste sentido, quelatos peptídeo-metálicos assumem grande relevância na promoção da saúde humana (Guo et al, 2014).

A busca por peptídeos com a atividade antioxidante e quelante de metais tem aumentado nos últimos anos e dentre as fontes estudadas o feijão tem sido alvo de diversos trabalhos (Carrasco-Castilla et al, 2012 a), em função do seu alto conteúdo de proteínas (Luna-Vital et al, 2014). A maioria dos estudos mostra a formação de peptídeos após digestão das proteínas “in vitro”, simulando o que ocorre no trato gastrointestinal. No entanto, peptídeos bioativos podem estar naturalmente presentes nos grãos e não apenas encriptados na estrutura das proteínas (Lemes et al,2016). Mais importante ainda, os peptídeos bioativos podem estar naturalmente presentes em grãos endurecidos, o que faz deste resíduo agroindustrial uma fonte potencial de compostos de interesse à saúde humana. Embora alguns aspectos nutricionais de grãos endurecidos sejam inferiores aos de grãos recém-colhidos, estudos tem demonstrado que tratamentos térmicos simples poder reverter estas características dos grãos endurecidos, permitindo seu aproveitamento como ingrediente alimentar e fonte de compostos de interesse nutricional (Batista et al.,2010).

Deste modo, este estudo tem como objetivo analisar a presença de peptídeos de ocorrência natural em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), utilizando grãos recém-colhidos, endurecidos e feijões endurecidos autoclavados, em busca da presença de atividade quelante de ferro e cobre e de atividade antioxidante.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 PREPARO DA AMOSTRA**

#### **2.1.1 MATERIAL**

O material utilizado no presente estudo foi fornecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás. Os feijões fornecidos pertencem à espécie *Phaseolus vulgaris*, cultivar Pérola, do grupo comercial carioca. Os grãos controle, sem

endurecimento, foram armazenados sob refrigeração, a 5°C. Estes grãos foram denominados como “easy-to-cook” (ETC).

Para o endurecimento dos feijões foi utilizada a metodologia descrita por Ribeiro et al. (2009). Para tanto os grãos foram armazenados em estufa, por 120 dias à temperatura de 40°C e 75% de umidade relativa. Estes grãos foram denominados “hard-to-cook” (HTC).

A autoclavagem dos feijões foi feita acomodando os grãos HTC em frascos de vidro que foram tampados com papel alumínio perfurado para permitir a penetração do vapor d'água. A autoclavagem se deu por 15 min à temperatura 120 °C e pressão 121 kgf/ cm<sup>2</sup>.

### **2.1.2 OBTENÇÃO DA FARINHA DO FEIJÃO**

Os materiais utilizados neste estudo foram provenientes de farinha de feijão recém-colhido (ETC), do feijão endurecido (HTC), e do feijão endurecido autoclavado (AUT). As farinhas foram produzidas com feijões descascados manualmente, passados em moinho de facas e posteriormente tamizados (500 µm). As farinhas foram armazenadas em sacos plásticos com vedação e acondicionadas em uma geladeira, a 4°C.

## **2.2 EXTRAÇÕES DE PEPTÍDEOS**

Para fazer a extração de peptídeos utilizou-se a metodologia descrita por Mahatmato et al. (2014) para os métodos de extração 1, 2 e 3 e para o método 4 utilizou-se a metodologia descrita por Oseguera-Toledo et al. (2011), como descrito a seguir:

### **2.2.1 MÉTODO 1: EXTRAÇÃO POR ACETONITRILA/ ÁGUA/ ÁCIDO FÓRMICO**

Nesta extração, a cada 1 g de farinha foram adicionados 5 mL de uma solução contendo acetonitrila, água e o ácido fórmico na proporção 25: 24: 1. A amostra foi submetida à agitação, por 1 hora, à temperatura ambiente. Em seguida, a amostra foi centrifugada por 5 minutos a temperatura ambiente. O sobrenadante recolhido foi concentrado até o volume de 1,5 mL em concentrador Eppendorf Vacufuge Concentrator. O material obtido, denominado extrato 1 (E1), foi liofilizado e armazenado a temperatura ambiente.

### **2.2.2 MÉTODODO 2: EXTRAÇÃO POR ACETATO DE SÓDIO**

Neste método usou-se a proporção de 1 g de farinha para 5 mL de solução de acetato de sódio 20 mmol L<sup>-1</sup>, pH 5,0. Em seguida, a amostra foi incubada por 1 hora sob agitação orbital constante, 4 °C. Após a incubação, a amostra foi centrifugada e o sobrenadante recolhido. Ao sobrenadante foram adicionados 5 mL de acetona e foram incubados por 5 minutos sob agitação orbital constante, a 4 °C. A amostra foi centrifugada por 5 min, as proteínas precipitadas foram descartadas e o sobrenadante contendo peptídeos foi recolhido e concentrado até o volume de 1,5 mL em aparelho Eppendorf Vacufuge Concentrator. Após esta etapa, o extrato, denominado extrato 2 (E2), foi liofilizado e armazenado a temperatura ambiente.

### **2.2.3 MÉTODO 3: EXTRAÇÃO POR BICARBONATO DE AMÔNIA**

No terceiro método de extração utilizou-se a proporção de 1 g de farinha para 5 mL de solução de bicarbonato de amônia 5 mmol L<sup>-1</sup>, pH 8,0. A amostra foi submetida a agitação, à temperatura ambiente por 1 hora. Posteriormente, a amostra foi centrifugada por 5 minutos e o sobrenadante foi incubado a 100 °C por 5 minutos. Novamente, a amostra foi centrifugada por 5 minutos, o sobrenadante foi liofilizado e armazenado a temperatura ambiente. Este material foi denominado extrato 3 (E3).

### **2.2.4 MÉTODO 4: EXTRAÇÃO POR PRECIPITAÇÃO ALCALINA**

No último método de extração usou-se a proporção de 1 g de farinha para 5 mL de água destilada. O pH foi ajustado para pH 8,0 com uso de NaOH 100 mmol L<sup>-1</sup> e a amostra foi submetida a agitação orbital, por 1 hora a 35 °C. O material foi centrifugado por 10 minutos e o sobrenadante foi recolhido e armazenado. O precipitado foi submetido a um processo de re-extração nas mesmas condições citadas acima. Após a re-extração, os sobrenadantes foram reunidos, liofilizados e armazenados a temperatura ambiente. Este material foi denominado extrato 4 (E4).

## **2.3 QUANTIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS E PEPTÍDEOS**

Para dosar a quantidade de proteínas e peptídeos nos extratos foi utilizando o kit Qubit® Protein Assay e o equipamento Qubit® Fluorometer (Invitrogen). Neste método é utilizado um fluóforo e um fluorímetro que quantifica a intensidade de fluorescência presente em cada amostra, que é diretamente proporcional à concentração de proteína da amostra.

## 2.4 FRACIONAMENTO PROTÉICO

O E1 foi submetido a processo de ultrafiltração em membrana porosa (“cut-off” 10 kDa) (Amicon Bioseparations). O processo de ultrafiltração foi conduzido por pressão de gás nitrogênio, gerando uma pressão de 50 kgf/ cm<sup>2</sup> ao sistema. Foram utilizados 10 mL de extrato (item 2.2.1) e ao final da ultrafiltração foram obtidos 9 mL de filtrado da fração menor que 10 kDa (F<10).

## 2.5 ATIVIDADES BIOLÓGICAS

### 2.5.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE COM DPPH

A atividade antioxidante foi determinada de acordo com metodologia descrita por Nazeer et al. (2012) utilizando DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) como agente antioxidante. Para fazer o ensaio foram utilizados 200 µL de DPPH (0,15 mmol L<sup>-1</sup>), 50 µL de amostra contendo concentrações de 50 µg de proteína. O ensaio permaneceu em repouso por 15 minutos e logo após foi feita a leitura em um espectrofotômetro de microplacas (EPOCH) ao comprimento de onda de 520 nm. A determinação da atividade antioxidante foi expressa através da curva de calibração usando Trolox (R<sup>2</sup>=0.9917).

### 2.5.2 ATIVIDADE QUELANTE DE COBRE

Para a realização do ensaio da atividade quelante de cobre foi utilizada a metodologia descrita por Carrasco-Castilla et al. (2012 a) com adaptações. Neste ensaio foram utilizados 200 µL de tampão fosfato de sódio 50 mmol L<sup>-1</sup>, pH 6,0, contendo 10 µg de cobre e 50 µL da amostra contendo concentrações de 50 µg de proteína. O ensaio foi deixado em repouso por 10 min. Posteriormente foram colocados 5 µL de piracatecol Violeta 4 mM e a leitura foi feita em espectrofotômetro de microplacas (EPOCH) no comprimento de onda de 632 nm. O agente EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) foi utilizado como controle positivo e o controle negativo do ensaio foi feito na ausência de amostra. Para determinação da porcentagem de atividade quelante foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Atividade quelante\%} = (\text{Abs}_{\text{controle p}} - \text{Abs}_{\text{amostra}} / \text{Abs}_{\text{controle p}}) \times 100$$

### 2.5.3 ATIVIDADE QUELANTE DE FERRO

Para testar a atividade quelante de ferro foi utilizado a metodologia

descrita por Carrasco-Castilla et al. (2012 a) com adaptações. Neste teste foram utilizados 180 µL de tampão acetato de sódio 100 mmol L<sup>-1</sup>, pH 4,9; 60 µL de solução de cloreto de ferro tetrahidratado (contendo 1,12 mg de Fe<sup>2+</sup>) e 50 µL da amostra com concentrações de 50 µg de proteína. O ensaio foi deixado em repouso por 30 minutos e em seguida foram acrescentados 10 µL de ferrozina, 40 mM. Após 5 minutos de incubação à temperatura ambiente, foi feita a leitura em espectrofotômetro de microplacas (EPOCH) no comprimento de onda a 560 nm. O controle positivo do teste foi feito na presença de EDTA e o controle negativo foi feito na ausência de amostra. Para determinação da porcentagem de atividade quelante foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Atividade quelante \%} = (\text{Abs}_{\text{controle p}} - \text{Abs}_{\text{amostra}} / \text{Abs}_{\text{controle p}}) \times 100$$

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os testes foram conduzidos através de um delineamento inteiramente casualizado, considerando os feijões ETC, HTC e AUT utilizado. Os experimentos foram realizados em triplicata, com repetições, e os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste Tukey para a comparação entre as médias. O programa utilizado foi o Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., Tulsa, Ok, USA), com nível de significância de 95 %.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS E PEPTÍDEOS

Ao realizar as extrações das proteínas foi levado em conta o nível de solubilidade protéica, que é determinada não só pela variedade de resíduos de aminoácidos e a forma de dobragem da cadeia peptídica, mas também pelas propriedades do sistema solvente em que a proteína está contida. Neste caso, existem quatro fatores principais que afetam a solubilidade da proteína, que são: a força iônica, o pH, a temperatura e a constante dielétrica do solvente (Rendina, 1971). Partindo deste conhecimento, os métodos de extração testados apresentaram variações nestes fatores e, conseqüentemente, resultaram em variações nos teores de peptídeos extraídos, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Quantificação de proteínas e peptídeos dos diferentes métodos de extração(mg mL<sup>-1</sup>)

Métodos	ETC	HTC	AUT
1	1,6 <sup>b</sup> ±0,04	0,7 <sup>c</sup> ±0,07	1,4 <sup>a</sup> ±0,07
2	1,6 <sup>b</sup> ±0,04	1,1 <sup>c</sup> ±0,16	0,6 <sup>b</sup> ±0,14
3	1,4 <sup>b</sup> ±0,32	6,0 <sup>b</sup> ±0,21	1,2 <sup>ab</sup> ±0,21
4	8,1 <sup>a</sup> ±0,29	11,0 <sup>a</sup> ±0,28	1,4 <sup>a</sup> ±0,14

Resultados expressos como médias de três determinações ± desvio padrão. Na mesma coluna, dados seguidos por letras iguais não diferem significativamente (p >0,05).

Analisando os resultados verifica-se que os métodos de extração 1, 2 e 3 produziram quantidades similares de proteínas e peptídeos extraídos para os grãos ETC, sendo o método 4 o mais eficiente, com valores extraídos aproximadamente 5 vezes maiores que os demais métodos (8,1 mg mL<sup>-1</sup>). O método 4 de extração baseia-se na solubilização das proteínas e peptídeos por alcalinização do extrato. Esta estratégia faz com que a maioria absoluta das proteínas e peptídeos presentes no extrato estejam em estado iônico diferente do ponto isoelétrico, e, portanto, solúveis no meio de extração. Como este método foi realizado em um meio em que o pH foi 8,0 foram extraídas todas as proteínas e peptídeos cujo ponto isoelétrico estava abaixo deste pH.

Nos grãos HTC observou-se também boa eficiência de extração de proteínas e peptídeos no método 3, que baseia-se numa combinação de alteração de pH e alteração de força iônica do meio ("salting-out"). Enquanto o método 4 resultou na extração de 11 mg mL<sup>-1</sup> de proteínas e peptídeos, o método 3 extraiu 6,0 mg mL<sup>-1</sup>. A diferença observada entre o resultado obtido na extração pelo método 3 e o obtido no método 2 se deve essencialmente à diferença do pH do meio extrator, já que no método 3 o pH é 8,0 e no método 2, o sal adicionado ao meio extrator resulta em pH 5,0.

Nos feijões AUT os maiores teores de proteínas e peptídeos extraídos foram obtidos nos métodos 1 e 4, sem diferença significativa. Observa-se também que o tratamento térmico deve ter interferido no rendimento da extração, que foi de modo geral mais baixa que nos demais grãos.

Por fim, o método de extração 1 baseou-se no uso de solvente orgânico combinado com um ácido. A solução extratora resultante altera simultaneamente a camada de solvatação e o ponto isoelétrico das proteínas e peptídeos. A acetoneitrila diminui a constante dielétrica da solução extratora, o que altera a polaridade do extrato, acarretando no aumento da solubilidade de proteínas e peptídeos com polaridade mais baixa (Rendina, 1971). Embora esse método não tenha apresentado maior teor de proteínas e peptídeos em relação ao método 4 para o feijão ETC e HTC, este método é eficaz para extração de proteínas e peptídeos com caráter anfipático, característica relatada para peptídeos com atividade quelante e antioxidante (Huang et al, 2005; Kessel e Ben-Tal, 2011).

## 3.2 ATIVIDADES BIOLÓGICAS

### 3.2.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE COM DPPH

Por definição, antioxidante é uma substância que se opõem às reações de oxidação ou inibe as ações de espécies reativas de oxigênio e peróxidos. Estes compostos podem ser encontradas em diferentes alimentos de origem vegetal ou animal e no mercado existem também vários antioxidantes sintéticos. No entanto, os antioxidantes sintéticos podem causar efeitos colaterais, de modo que a melhor alternativa é o uso de antioxidantes naturais capazes de neutralizar e diminuir as reações de oxidação em tecidos do organismo humano (Huang et al, 2005).

Existem diferentes métodos que são capazes de determinar a capacidade antioxidante, cada um deles tendo peculiaridades que indicam sua aplicação para dado tipo de amostra (Huang et al, 2005).

Neste estudo foi utilizado o método de DPPH, que é baseado na captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil por antioxidantes, que resulta no decréscimo da absorbância da amostra em 520 nm. A presença de atividade antioxidante medida por DPPH foi testada nos extratos obtidos nos diferentes métodos de extração, a fim de analisar qual método é mais eficaz para extrair proteínas e peptídeos com esta atividade. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Atividade antioxidante dos extratos obtidos por diferentes métodos de extração (TEAC g<sup>-1</sup> de proteína)

Métodos	ETC	HTC	AUT
1	3,0 <sup>a</sup> ±0,11	4,2 <sup>a</sup> ±0,09	4,0 <sup>a</sup> ±0,21
2	1,8 <sup>b</sup> ±0,10	1,7 <sup>b</sup> ±0,20	3,2 <sup>ab</sup> ±0,12
3	1,6 <sup>b</sup> ±0,85	1,2 <sup>b</sup> ±0,87	3,0 <sup>ab</sup> ±0,82
4	2,0 <sup>ab</sup> ±0,26	0,5 <sup>b</sup> ±0,80	2,3 <sup>b</sup> ±0,07

Resultados expressos como médias de três determinações ± desvio padrão. Na mesma coluna, dados seguidos por letras iguais não diferem significativamente (p >0,05).

Os resultados demonstram que para o feijão ETC o método 1 extraiu maior teor de proteínas e peptídeos com atividade antioxidante, enquanto no método 4 a quantidade extraída teve valor intermediário entre o método 1 e os demais.

Também nos feijões HTC e AUT o método 1 se destacou dos demais com maior atividade antioxidante extraída, embora no feijão AUT os métodos 2 e 3 tenham extraído teores intermediários sem diferença estatística do método 1. Interessante ressaltar que embora a extração de peptídeos e proteínas tenha sido mais baixa nos grãos AUT (tabela 1), a atividade antioxidante extraída destes grãos foi alta, independente do método utilizado.

Os resultados obtidos corroboram a teoria de que a atividade

antioxidante é influenciada pela estrutura, anfipaticidade e composição de aminoácidos das cadeias proteicas. Como foram utilizados diferentes métodos de extração, foram extraídas proteínas e peptídeos com estruturas diferentes, o que influenciou diretamente na atividade antioxidante. Luna-Vital et al. (2014) relatam que a presença de aminoácidos aromáticos como triptofano, tirosina e fenilalanina, e aminoácidos básicos como a histidina e arginina estão relacionados com o aumento da atividade antioxidante dos peptídeos formados após a hidrólise enzimática. Adicionalmente, Sarmadi e Ismail (2010) relataram que o posicionamento correto dos aminoácidos na sequência primária influencia diretamente na atividade antioxidante das proteínas e peptídeos. Eles relatam que a estrutura peptídica contendo Leu-Leu-Pro-His-His apresentou maior atividade antioxidante em virtude da presença do segmento His-His, uma vez que, ao retirar estes resíduos de aminoácidos da região carboxi-terminal da cadeia peptídica a atividade antioxidante foi reduzida.

### **3.2.2 ATIVIDADE QUELANTE**

Dentre os minerais essenciais para o organismo humano o ferro é desempenha papel importante para a atividade de algumas enzimas e como componente de grupos prostéticos de proteínas como os citocromos, hemoglobina e mioglobina, além de ser também componente das porfirinas (Lee e Song, 2009). Outro metal importante para o funcionamento do organismo humano é o cobre, que desempenha funções na prevenção de anemia, de doenças ósseas, de danos celulares, além de participar como grupo prostético de proteínas e enzimas (Megias et al, 2007, SÁ, 2013). Em face disso, uma das alternativas para melhorar a absorção destes metais é a produção de complexos peptídeo-metálicos, os quais apresentam aminoácidos com carga em pH fisiológico, favorecendo a reação de quelação (Torres-Fuentes et al, 2012).

A ligação dos peptídeos a um íon metálico se baseia na interação entre um grupo doador de elétrons situado na superfície da proteína e um íon metálico que apresente um ou mais sítios de coordenação acessíveis, de modo que o complexo formado deve ser biologicamente estável (Silva, 2013).

Partindo deste conhecimento, foram feitas análises das atividades quelante de cobre e ferro para os diferentes métodos de extrações utilizados neste estudo. Na tabela 3 são apresentados os valores de atividade quelante de cobre obtidos nos diferentes métodos de extração.

Tabela 3: Atividade Quelante de cobre dos extratos obtidos por diferentes métodos de extração

<b>Métodos</b>	<b>ETC</b> (%)	<b>HTC</b> (%)	<b>AUT</b> (%)
<b>1</b>	80 <sup>a</sup> ±0,02	63 <sup>b</sup> ±0,03	90 <sup>c</sup> ±0,01
<b>2</b>	67 <sup>b</sup> ±0,01	97 <sup>a</sup> ±0,01	97 <sup>a</sup> ±0,00
<b>3</b>	28 <sup>c</sup> ±0,02	34 <sup>c</sup> ±0,01	93 <sup>b</sup> ±0,02
<b>4</b>	28 <sup>c</sup> ±0,04	37 <sup>c</sup> ±0,02	74 <sup>d</sup> ±0,02

Resultados expressos como médias de três determinações ± desvio padrão. Na mesma coluna, dados seguidos por letras iguais não diferem significativamente (p >0,05).

Os resultados demonstram a presença de atividade quelante em todos os métodos de extração. Comparando os métodos de extração para o feijão ETC ficou evidente que o método 1 de extração foi mais eficiente do que os demais métodos, apresentando 80% de atividade quelante de cobre. Para o feijão HTC o método 2 foi mais eficaz, resultando em 97% de atividade biológica. Para o feijão AUT os métodos 1, 2 e 3 foram eficientes para a extração de atividade quelante de cobre, apresentando 90 %, 97% e 93 % respectivamente.

Os íons de cobre apresentam alta afinidade por alguns aminoácidos, como os ácidos glutâmico e aspártico, serina, histidina, cisteína, metionina e triptofano. Nesta interação, o cobre se liga a grupos ricos em oxigênio, como o grupo carboxila dos ácidos aspártico e glutâmico, e grupos ricos em nitrogênio, como o anel imidazol da histidina, formando assim um complexo metálico (Zhang et al., 2009). Deste modo, é provável que os métodos que apresentaram maiores atividades quelantes de cobre tenham extraído peptídeos que apresentam estes aminoácidos na sua composição.

Outros autores também relataram atividade quelante de cobre em seus ensaios com peptídeos. Carrasco- Castilla et al (2012, b) encontraram atividade quelante de cobre em feijão comum (*P. vulgaris*), variedade preto. Em seus ensaios estes autores obtiveram valores de 50,5% de atividade quelante em peptídeos obtidos por hidrólise enzimática, sendo 49,6% de atividade para peptídeos hidrolisados com massas moleculares maiores que 1 kDa e 79,2 % para peptídeos hidrolisados com massas moleculares menores que 1 kDa. Durak et al (2013) analisaram atividade quelante de cobre nas frações proteicas e em hidrolisados de feijão Adzuki. Esses autores relatam atividade quelante com valores de 36,6 mg mL<sup>-1</sup> na fração albumina; 5,1 mg mL<sup>-1</sup> na fração globulina, 0,8 mg mL<sup>-1</sup> na fração prolamina, 16,8 mg mL<sup>-1</sup> na fração glutelina e 9,1 mg mL<sup>-1</sup> na fração contendo peptídeos hidrolisados.

Ao realizar os testes de atividade quelante de ferro, foram encontrados os resultados que estão expressos na tabela 4.

Tabela 4: Atividade Quelante de Ferro dos extratos obtidos por diferentes métodos de extração

<b>Métodos</b>	<b>ETC</b> (%)	<b>HTC</b> (%)	<b>AUT</b> (%)
<b>1</b>	52 <sup>b</sup> ±0,01	75 <sup>a</sup> ±0,02	87 <sup>b</sup> ±0,01
<b>2</b>	53 <sup>b</sup> ±0,04	77 <sup>a</sup> ±0,03	83 <sup>c</sup> ±0,09
<b>3</b>	37 <sup>c</sup> ±0,02	70 <sup>b</sup> ±0,01	95 <sup>a</sup> ±0,01
<b>4</b>	62 <sup>a</sup> ±0,02	65 <sup>b</sup> ±0,01	78 <sup>d</sup> ±0,01

Resultados expressos como médias de três determinações ± desvio padrão. Na mesma coluna, dados seguidos por letras iguais não diferem significativamente ( $p > 0,05$ ).

Ao analisar a atividade quelante de ferro verificou-se que o extrato do método 4 foi o mais eficaz para o feijão ETC, com valor de 62%, seguido pelos métodos 1 e 2, com 52% e 53% respectivamente. Para o feijão HTC, os melhores métodos de extração da atividade quelante de ferro foram os métodos 1 e 2, seguido pelos métodos 3 e 4. Em relação ao feijão AUT, o melhor método de extração foi o método 3 com 95% de atividade quelante, seguido pelo método 1 com 87%.

Para a formação de um complexo ferro-peptídeo é necessário que haja estabilização dos elétrons de ligação e da carga do íon metálico, tornando assim a carga da molécula nula. Há casos em que íons metálicos podem se ligar ao oxigênio carboxílico por ligações covalentes coordenadas ou iônicas, mas é preferível que haja ligação com um grupo  $\alpha$ -amino por meio de ligações covalentes coordenadas (Ashmead, 2007). Outro aspecto que deve ser levado em conta ao formar o complexo quelante é a composição de aminoácidos presentes na sequência peptídica. Para que haja a formação do complexo é necessária a presença de aminoácidos específicos que possuem afinidade pelos íons de ferro, dentre eles a histidina, ácido glutâmico, aspártico, cisteína e triptofano (Silva, 2013; Ueda, 2003).

Com base nestes dados, pode-se sugerir que os diferentes valores de atividade quelante de ferro para os diferentes métodos de extração se deve à extração de peptídeos com variado número destes aminoácidos. É provável então que os métodos 1, 2 e 4 extraíram peptídeos e proteínas com sequências ricas em histidina, cisteína, triptofano, ácido aspártico e glutamato, visto que tais aminoácidos tem alta afinidade para os íons férricos. Ao comparar os tipos de feijão em relação à atividade quelante de ferro, ficou evidente que o feijão AUT apresentou maior porcentagem desta atividade em relação aos demais feijões.

Os autores Carrasco-Castilla et al (2012, b) testaram a presença de atividade quelante de ferro para peptídeos obtidos por hidrólise de proteína total extraída de feijão preto e submetidos a fracionamento. Neste estudo foram encontrados valores de 22,9% de atividade quelante de ferro para a fração hidrolisada total; para as frações com massa molecular maiores que 1 kDa obteve-se 16,04% e para as frações menores que 1 kDa 35,83%. Nos estudos de Durak et al (2013) com hidrolisados de feijão Adzuki forma obtidos 16,98 mg

mL<sup>-1</sup> de peptídeos com atividade quelante de ferro.

Ao comparar os resultados deste estudo com os demais autores, podemos destacar que os valores de atividade quelante de cobre e ferro presentes nos grãos endurecidos e autoclavados (AUT) foram superiores aos relatados na literatura. Neste sentido, considerando esta bioatividade, parece ser mais viável submeter as proteínas e peptídeos presentes em feijão a um processo térmico do que submete-las a um processo de hidrólise.

### 3.3 FRACIONAMENTO PROTEICO

Levando em consideração todos os testes realizados, o método de extração 1 foi escolhido para dar continuidade ao trabalho, uma vez que este método de modo geral, resultou em alto teor de compostos com atividade biológica. A fim de verificar se as atividades biológicas encontradas nos feijões testados estavam relacionadas com peptídeos, o E1 foi submetido a processo de fracionamento por ultrafiltração em membrana, que resultou em uma fração contendo peptídeos com massas moleculares menores que 10 kDa (F<10), excluindo-se assim a possível interferência de proteínas. A F<10 foi submetida aos testes de bioatividade e os resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: atividades biológicas da fração < 10 kDa.

	<b>Antioxidante DPPH (TEAC g<sup>-1</sup> de proteína)</b>	<b>Quelante de cobre (%)</b>	<b>Quelante de ferro (%)</b>
<b>ETC</b>	18,3 <sup>c</sup> ±0,07	51 <sup>b</sup> ±0,05	72 <sup>c</sup> ±0,03
<b>HTC</b>	24,2 <sup>b</sup> ±0,21	51 <sup>b</sup> ±0,05	90 <sup>b</sup> ±0,01
<b>AUT</b>	27,3 <sup>a</sup> ±0,10	82 <sup>a</sup> ±0,02	97 <sup>a</sup> ±0,03

Resultados expressos como médias de três determinações ± desvio padrão. Na mesma coluna, dados seguidos por letras iguais não diferem significativamente (p >0,05).

Como pode ser visto, a atividade antioxidante medida por DPPH aumentou aproximadamente 7 vezes em todos os feijões testados (ETC, HTC e AUT), comprovando a presença de atividade antioxidante na fração peptídica do extrato 1. Outra observação relevante é a de que os grãos autoclavados (AUT) apresentam maior teor de atividade antioxidante (27,3 Teac g<sup>-1</sup> de proteína) do que os demais feijões. Este resultado sugere que com o processo de autoclavagem tenha exposto peptídeos com aminoácidos com capacidade de sequestrar os radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH).

Os testes feitos para a atividade quelante de cobre e ferro também resultam maior capacidade de quelar íons metálicos advindo dos peptídeos, uma vez que eles demonstraram teores de quelação acima de 50%. Comparando os tipos de feijões, o feijão autoclavado se destacou para as atividades quelante de cobre e ferro, com valores de 82% e 97% de atividade quelante para estes íons metálicos, respectivamente.

Estes resultados comparados com dados da literatura demonstram

vantagem em utilizar peptídeos nativos em lugar de peptídeos obtidos por hidrólise, uma vez que o rendimento dos nativos são maiores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base neste estudo foi possível verificar a presença de peptídeos bioativos de ocorrência natural passíveis de serem extraídos do feijão comum (*P. vulgaris*). Considerando a eficiência na extração de proteínas e peptídeos, o método baseado na extração em meio alcalino (método 4) foi o mais eficaz, com valores superiores aos demais para os feijões ETC e HTC, e similar ao método 1, baseado no uso de solvente orgânico combinado com um ácido, para os grãos AUT. No entanto, considerando as atividades biológicas testadas, o método 1 mostrou-se mais eficiente, revelando a necessidade de alterar a polaridade do meio extrator para maximizar a extração dos compostos bioativos. Também ficou demonstrado que a fração contendo atividade antioxidante, quelante de ferro e de cobre estava relacionada a peptídeos de ocorrência natural, que podem ser extraídos e concentrados por métodos simples, como a ultrafiltração.

Por fim, a utilização de um resíduo agroindustrial, o feijão endurecido, como fonte de peptídeos bioativos, apresenta-se como uma alternativa atraente. Este resíduo pode ser processado e convertido em ingrediente em preparações alimentares para uso imediato ou que envolvam processamento térmico, uma vez que os compostos bioativos não sofrem redução de atividade quando submetidos a autoclavagem. A farinha de feijão endurecido constitui ainda material de partida para extração de peptídeos que poderão ser utilizados para diminuir a incidência de doenças relacionadas com a absorção de íons metálicos e com o estresse oxidativo.

#### REFERÊNCIAS

ASHMEAD, H. D. W. **Iron (III) Amino Acid Chelates With Reducing Agents.** Attached Thereto. Patente. US. US 2007/0270591 A1: 6 p. 2007.

BATISTA, K. A; PRUDÊNCIO, S. H ; FERNANDES, K. F. **Changes in the Functional Properties and Antinutritional Factors of Extruded Hard-to-Cook Common Beans (*Phaseolus vulgaris*, L.).** Journal of food scienc, v. 75, n. 3, 2010.

CARRASCO-CASTILLA, J.; HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A.J.; JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C.; JACINTO-HERNÁNDEZ, C.; ALAIZ, M.; GIRÓN-CALLE, J.; VIOQUE, J.; DÁVILA-ORTIZ, G. **Antioxidant and metal chelating activities of *Phaseolus vulgaris* L. var. Jamapa protein isolates, phaseolin and lectin**

**hydrolysates.** Food Chemistry, 131, p. 1157–1164, 2012 (a).

CARRASCO-CASTILLA, J; HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A.J.; JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C.; JACINTO-HERNÁNDEZ, C.; ALAIZ, M.; GIRÓN-CALLE, J.; VIOQUE, J.; DÁVILA-ORTIZ, G. **Antioxidant and metal chelating activities of peptide fractions from phaseolin and bean protein hydrolysates.** Food Chemistry, 135, p. 1789–1795, 2012. (b).

CERQUEIRA, F. M; MEDEIROS, M. H. G; AUGUSTO, O. **Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas.** Quim. Nova, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Monitoramento agrícola.** Safra 2015/16, v.3, n.11. Decimo primeiro levantamento- agosto, 2016.

DURAK, A; BARANIAK, B; ANNA JAKUBCZYK, A; WIECA, M. S. **Biologically active peptides obtained by enzymatic hydrolysis of Adzuki bean seeds.** Food Chemistry, v. 141, p. 2177–2183, 2013.

FOOD INGREDIENTS. **Dossiê: os minerais na alimentação.** Revista-Fi, n. 4, 2008.

FUENTE, M. D. L; BORRAJO, A; BERMÚDEZ, J; LORES, M; ALONSO, J; LÓPEZ, M; SANTALLA, M; DE RON, A. M; ZAPATA, C; ALVAREZ, G. **2-DE-based proteomic analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds.** Journal of Proteomics, v.74, p.262-267, 2011.

GUO, L; HARNEDY, P. A; LI, B; HOU, H; ZHANG, Z; ZHAO, X; FITZGERALD, R. J. **Food protein derived chelating peptides: Biofunctional ingredients for dietary mineral bioavailability enhancement.** Trends in Food Science & Technology, v. 37, p. 92-105, 2014.

HUANG, D; OU, B; PRIOR, R. L. **The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays.** J. Agric. Food Chem, v. 53, p.1841-1856, 2005.

LEE, S; SONG, K. B. **Purification of an iron-binding nona-peptide from hydrolysates of porcine blood plasma protein.** Process Biochemistry, v. 44, p.378–38, 2009.

LEMES, A. C; SALA, L; ORES, J. C, BRAGA, A. R. C; EGEEA, M. B, FERNANDES, K. F. **A Review of the Latest Advances in Encrypted Bioactive Peptides from Protein Rich Waste.** Int. J. Mol. Sci. v. 17, p. 950, 2016.

LUNA-VITAL, D.A.; MOJICA, L.; MEJÍA, E. G.; MENDOZA, S.; LOARCA-PIÑA, G. **Biological potential of protein hydrolysates and peptides from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A review**. Food Research International, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.024>. Acesso em 22/01/2017.

KESSEL, A.; BEM-TAL, N. **Introduction to proteins. Structure, function, and motion**. Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 2011.

MAHATMANTO, T.; POTH, A. G.; MYLNE, J. S.; CRAIK, D. J. **A comparative study of extraction methods reveals preferred solvents for cystine knot peptide isolation from *Momordica cochinchinensis* seeds**. Fitoterapia, v. 95, p. 22–33, 2014.

MEGÍAS, C.; PEDROCHE, J.; YUST, M. M.; GIROÑ N-CALLE, J.; ALAIZ, M.; MILLAÑ N, F.; VIOQUE, J. **Affinity Purification of Copper Chelating Peptides from Chickpea Protein Hydrolysates**. J. Agric. Food Chem, v. 55, p. 3949-3954, 2007.

NAZEER, R.A.; KUMAR, N.S. S.; JAI GANESH, R. **In vitro and in vivo studies on the antioxidant activity of fish peptide isolated from the croaker (*Otolithes ruber*) muscle protein hydrolysate**. Peptides, v. 35, p. 261–268, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. Lehninger – **Princípios de Bioquímica**. 3ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

NJOROGE, D. M.; KINYANJUI, P. K.; CHRISTIAENS, S.; SHPIGELMAN, A.; MAKOKHA, A. O.; SILA, D. N.; HENDRICKX, M. E. **Effect of storage conditions on pectic polysaccharides in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the hard-to-cook defect**. Food Research International, n. 76, p. 105–113, 2015.

OSEGUERA-TOLEDO, M. E.; MEJIA, E. G.; DIA, V. P.; AMAYA-LLANO, S. L. **Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) hydrolysates inhibit inflammation in LPS-induced macrophages through suppression of NF- $\kappa$ B pathways**. Food Chemistry v. 127, p. 1175–1185, 2011.

PRIOR, R. L. **Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage**. Am J Clin Nutr, v. 78, p. 570-578, 2003.

SÁ, H. J. O. **Agentes quelantes com utilização terapêutica**. Dissertação de mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências e de Saúde. Porto, 2013.

SARMADIA, B. H; ISMAILA, A. **Antioxidative peptides from food proteins: A review**. Peptides, v. 31, p.1949–1956, 2010.

SILVA, M. E. C. **Avaliação do potencial quelante de ferro de hidrolisados proteicos de soro de leite obtidos com diferentes enzimas**. Dissertação de mestrado em Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.

SEGURA-CAMPOS, M. R; GARCÍA-RODRÍGUEZ, K; RUIZ-RUIZ, J. C; CHEL-GUERRERO, L; BETANCUR-ANCONA, D. **In vitro bioactivity, nutritional and sensory properties of semolina pasta added with hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris L.*) protein hydrolysate**. Journal of functional foods, v. 8C , p. 1–8, 2014.

SILVA, O. F; WANDER, A. E. **Feijão-Comum no Brasil- Passado, Presente e Futuro**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2013.

SOUZA, A. R; MARTINS, L. P; FARIA, L. C; MARTINS, M. E. P; FERREIRA, R. N; SILVA, A. M. GIL, L. E. S; CONCEIÇÃO, E. C. **Studies on the Bioavailability of Zinc in Rats Supplemented with Two Different Zinc-Methionine Compounds**. Lat. Am. J. Pharm, v. 26,n.6, p. 825-30, 2007.

SOETAN, K. O; OLAIYA, C. O; OYEWOLE, O. E. **The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review**. African Journal of Food Science Vol. 4, n. 5, p. 200-222, 2010.

TORRES-FUENTES, C; ALAIZ, M; VIOQUE, J. **Iron-chelating activity of chickpea protein hydrolysate peptides**. Food Chemistry, v.134, p. 1585–1588, 2012.

UEDA, E.K.M; GOUT,P.W; MORGANTI, L. **Current and prospective applications of metal ion–protein binding**. Journal of Chromatography A, v. 988, p. 1–23, 2003.

ZHANG, J.; ZHANG, H.; WANG, L; XIAONA GUO, X; WANG, X; YAO, H. **Antioxidant activities of the rice endosperm protein hydrolysate: identification of the active peptide**. European Food Research and Technology, v. 229, n. 4, p. 709-719, 2009.

**ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DE  
BEBIDAS LÁCTEAS COM FRUTOS DO CERRADO**

---

**Fabiane Neves Silva  
Larissa Bessa Fernandes  
Grazielle Layanne Mendes Santos  
Raquel Borges Faria  
Carla Adriana Ferreira Durães  
Igor Viana Brandi**

## ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DE BEBIDAS LÁCTEAS COM FRUTOS DO CERRADO

### **Fabiane Neves Silva**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

### **Larissa Bessa Fernandes**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

### **Grazielle Layanne Mendes Santos**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

### **Raquel Borges Faria**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

### **Carla Adriana Ferreira Durães**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

### **Igor Viana Brandi**

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias  
Montes Claros – Minas Gerais

**RESUMO:** Os rótulos dos alimentos são importantes elementos identificadores, permitindo ao consumidor conhecer, por meio das informações nutricionais, a composição do produto que pretende adquirir. O presente trabalho teve como objetivo fazer um breve estudo da informação nutricional de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de frutos do Cerrado, produzidas no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, frente à informação nutricional de bebidas lácteas tradicionais disponíveis no mercado. Para que se pudesse comparar o teor nutricional das bebidas lácteas produzidas com as bebidas lácteas tradicionais, foram adquiridos, ao acaso, três tipos de bebidas lácteas tradicionais no comércio local de Montes Claros. Foi possível concluir que, apesar de apresentarem algumas diferenças na composição nutricional, é visto que as bebidas lácteas adicionadas de frutos do Cerrado apresentam maior potencial nutricional, fornecendo diversos nutrientes em proporções adequadas, podendo contribuir para a saúde, de modo geral, quando consumida em quantidades recomendadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrientes, informação nutricional, bebida láctea fermentada.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Instrução Normativa N° 16/05, bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura de leite e soro de leite, adicionado ou não de produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal e outros produtos lácteos, sendo que a base láctea (leite e soro de leite) deve corresponder a, pelo menos, 51% do total de ingredientes. Essa bebida pode ser fermentada mediante a ação de micro-organismos específicos e ainda adicionada de ingredientes opcionais, como frutas e polpas de frutas, por exemplo (Brasil, 2005). De modo geral, as bebidas lácteas fermentadas são bem comercializadas e possuem características sensoriais que se assemelham ao iogurte e bebidas lácteas não fermentadas (Santos et al. 2008).

Os frutos do Cerrado, tais como tamarindo, umbu, cajá, dentre outros, possuem elevados teores de açúcares, proteínas, sais minerais, ácidos graxos, vitaminas do complexo B e carotenoides, além de características sensoriais diferenciadas, podendo ser utilizados na fabricação de diversos produtos alimentícios, agregando maior valor nutricional (Agostini-Costa e Vieira, 2004).

Os rótulos dos alimentos são importantes elementos identificadores, permitindo ao consumidor conhecer, por meio das informações nutricionais, a composição do produto que pretende adquirir, objetivando a eficiência do mercado e o bem-estar do consumidor (Machado et al., 2006). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a importância da rotulagem nutricional dos alimentos para a promoção da alimentação saudável é destacada em grande parte dos estudos e pesquisas que envolvem a área da nutrição e sua relação com estratégias para a redução do risco de doenças crônicas (ANVISA, 2005).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo fazer um breve estudo da informação nutricional de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de frutos do Cerrado, produzidas no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, frente à informação nutricional de bebidas lácteas tradicionais disponíveis no mercado.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As bebidas lácteas fermentadas adicionadas de polpas de diferentes frutos do Cerrado foram produzidas no laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros - MG. Tais bebidas foram produzidas e analisadas físico-química e microbiologicamente pelo Grupo de Estudos em Biotecnologia e a elaboração da informação nutricional foi realizada por um nutricionista, tendo como base a formulação utilizada e a Resolução RDC n° 360/03, que trata da rotulagem nutricional obrigatória para alimentos embalados (Brasil, 2003), e a Resolução RDC n° 269/05, que trata da Ingestão Diária Recomendada de

proteína, vitaminas e minerais (Brasil, 2005). Para que se pudesse comparar o teor nutricional das bebidas lácteas produzidas com as bebidas lácteas tradicionais, foram adquiridos, ao acaso, três tipos de bebidas lácteas tradicionais no comércio local de Montes Claros.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta as informações nutricionais das bebidas lácteas em estudo. Observa-se que, de modo geral, as bebidas lácteas com frutos do Cerrado apresentam maior teor de nutrientes quando comparadas às bebidas lácteas tradicionais.

Tabela 1: Informação nutricional das bebidas lácteas em estudo (porção considerada: 200ml).

Nutriente	Bebidas lácteas com frutos do Cerrado			Bebidas lácteas tradicionais		
	Umbu	Cajá	Ciriguela	Morango	Coco	Maracujá
Valor energético	176 kcal	174 kcal	184 kcal	142 kcal	164 kcal	134 kcal
Carboidratos	35 g	34 g	36 g	31 g	31 g	29 g
Proteínas	4,0 g	4,0 g	4,2 g	4,1 g	4,9 g	4,1 g
G. Totais*	2,4 g	2,4 g	2,4 g	****	2,4 g	****
G. Saturadas**	1,6 g	1,6 g	1,6 g	****	1,6 g	****
G. Trans***	****	****	****	****	****	****
Fibra Alimentar	****	****	0,8 g	****	****	****
Sódio	159 mg	159 mg	158 mg	76 mg	80 mg	79 mg
Cálcio	198 mg	199 mg	203 mg	160 mg	181 mg	160 mg
Ferro	7 mg	7 mg	7 mg	-	-	-

\*Gorduras Totais, \*\*Gorduras Saturadas, \*\*\*Gorduras Trans, \*\*\*\*Zero ou não contém quantidades significativas.

Fonte: próprio autor.

Para os valores de carboidratos, observa-se que as bebidas lácteas com frutos do Cerrado apresentam maior teor, o que pode ser considerado um aspecto positivo pois, de acordo com Pomin e Mourão (2006) os carboidratos são nutrientes que, dentre outras funções, são responsáveis pelo armazenamento de energia e por liberarem essa energia armazenada para as reações metabólicas do organismo.

Os teores de proteínas se apresentam semelhantes para os dois tipos de bebidas em estudo, o que pode ser justificado pelo fato de ambas apresentarem a mesma fonte protéica principal (leite). As proteínas são importantes por atuarem nos processos biológicos na forma de enzimas, hormônios, neurotransmissores e outros (Ganong, 1995 & Darnell et al. 1990).

Em relação ao teor de gorduras, apenas a bebida láctea de coco apresentou teores semelhantes às bebidas lácteas com frutos do Cerrado, o que não pode ser considerado como um aspecto negativo, uma vez que as gorduras, quando ingeridas em quantidades adequadas, são importantes fontes de energia e de ácidos graxos essenciais, além de atuarem como transporte de vitaminas lipossolúveis (Mahan et al., 2005). O problema maior está relacionado ao consumo de gorduras trans que, segundo Brasil (2007), pode resultar em prejuízos à saúde, podendo colaborar para o desenvolvimento de algumas doenças. Porém, não foram observadas quantidades significativas deste item nas bebidas lácteas estudadas.

A fibra alimentar esteve presente apenas na bebida láctea de ciriguela, o que pode ser justificado pelas características específicas deste fruto. As fibras dietéticas são importantes por estarem associadas a melhor saúde do cólon, redução na incidência de diabetes em adultos, da pressão arterial e nível de colesterol menores.

Para os micronutrientes (sódio, cálcio e ferro), as bebidas lácteas com frutos do Cerrado se mostraram mais ricas nutricionalmente. Segundo Brasil (2006), o sódio tem papel fundamental para a regulação dos fluidos intra e extracelulares, participando da manutenção da pressão sanguínea. Mahan et al., (2005) relatam que o cálcio, além de atuar na formação e manutenção dos ossos e dentes, participa do transporte de membranas das células, ativação ou liberação de enzimas, contração muscular e na transmissão de impulsos nervosos. O ferro, por sua vez, encontra-se na hemoglobina, cuja função é o transporte de oxigênio, e na mioglobina, que funciona como fixador do oxigênio proveniente da hemoglobina, possibilitando as reações de oxidação e liberação de energia (De Angelis, 1993).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através do presente estudo, pode-se concluir que, apesar de apresentarem algumas diferenças na composição nutricional, é visto que as bebidas lácteas adicionadas de frutos do Cerrado apresentam maior potencial nutricional, fornecendo diversos nutrientes em proporções adequadas, podendo contribuir para a saúde, de modo geral, quando consumida em quantidades recomendadas. Vale destacar ainda que o teor de ferro presente nas mesmas faz com que as bebidas sejam uma alternativa viável para complementação alimentar de crianças em idade escolar, uma vez que nesta fase da vida há uma demanda considerável de energia e nutrientes, além de elevada prevalência de baixo peso e anemia ferropriva. Entretanto, são necessários outros estudos, como a biodisponibilidade do cálcio e do ferro presentes na bebida, de modo que ambos possam ser absorvidos adequadamente pelo organismo.

## REFERÊNCIAS

Agostini-costa, T.S., Vieira R. F. (2004). **Frutas nativas do Cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos - 2º Versão -** Universidade de Brasília – Brasília : Ministério da Saúde, 44p.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2003). Resolução RDC nº360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23 dez.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). Resolução RDC nº269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2005). Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. **Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. Brasília:** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 ago. Seção 1, p.7.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. (2006). **Instrução Normativa no. 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos.** Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 18/06/2016.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. (2007). **Glossário temático: alimentação e nutrição.** Brasília: Ministério da Saúde.

Darnell, J.; Lodish, H.; Baltimore, D. (1990). Molecular CellBiology; **Scientific American Books;** New York.

De Angelis RC, Ctenas ML. (1993). **Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil.** Temas de Pediatria, Nestlé, 52p.

Ganong, W. F. (1995). **Review of Medical Physiology;** 17ª edição, Prentice-Hall Inc.; San Francisco.

Machado, S. S.; Santos, F. O.; Albinati, F. L.; Santos, L. P. R. (2006) **Comportamento dos consumidores com relação à leitura de rótulo de produtos alimentícios**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 97-103.

Mahan, L.K. Escott-Stump, S. (2005). Krause: **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. [Tradução Andréa Favano]. São Paulo : Roca. 1242p.

Pomin, Vitor Hugo; Mourão, P. A. S. (2006). Carboidratos. **Ciência Hoje**, v. 35, n. 233, p. 24-35.

Santos, C. T. et al. (2008). **Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga**. Alimentos e nutrição, v. 19, n.º 1, pp. 55-60, Disponível em <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/199/204> Acesso em 02/06/2016

**ABSTRACT:** Food labels are important identifying elements, allowing the consumers to know, through the nutritional information, the composition of the product they wish to purchase. This study aimed to make a brief study of the nutritional information on fermented milk drinks containing Cerrado fruits, produced at the Institute of Agricultural Sciences from Federal University of Minas Gerais, according to the nutritional information of traditional milk drinks available in the market. To compare the nutritional content of the produced milk beverages with the traditional milk drinks, three types of traditional dairy drinks were acquired at random in the local market of Montes Claros. It was concluded that, despite having some differences in nutritional composition, milk drinks containing Cerrado fruits have higher nutritional potential, providing many nutrients in appropriate proportions and contributing to health in general, when consumed in recommended amounts.

**KEYWORDS:** nutrients, nutritional information, fermented milk drink.

**REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE  
FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES  
NAS PROPRIEDADES DE PASTA**

---

**Josemere Both  
Joseane Bressiani  
Tatiana Oro  
Isadora Strapazon  
Gabriela Soster Santetti  
Luiz Carlos Gutkoski**

## REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA

### **Josemere Both**

Universidade de Passo Fundo, Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)  
Passo Fundo – Rio grande do Sul

### **Joseane Bressiani**

Universidade Federal de Pelotas, Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Pelotas – Rio Grande do Sul

### **Tatiana Oro**

Universidade de Passo Fundo, Programas de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

### **Isadora Strapazon**

Universidade de Passo Fundo, Cursos de Engenharia de Alimentos  
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

### **Gabriela Soster Santetti**

Universidade de Passo Fundo, Cursos de Engenharia de Alimentos  
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

### **Luiz Carlos Gutkoski**

Universidade de Passo Fundo, Programas de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** As propriedades de formação de pasta da farinha de trigo de grão inteiro são estudadas neste trabalho, envolvendo cinco amostras comerciais com diferentes tamanhos de granulometria. Foram realizadas análises de teor de amido danificado, diâmetro médio de partícula e as propriedades de pasta. Os resultados apresentados mostraram que a variação da superfície de contato das partículas é o maior interferente nas propriedades de pasta, bem como as interações que podem ocorrer entre os componentes da farinha com a diminuição do tamanho de partícula. As principais características observadas foram a formação géis com maior viscosidade, menor resistência e maior tendência a retrogradação por partículas menores. Em partículas maiores com menor superfície de contato, ocorreu a formação de géis com menor viscosidade, maior estabilidade e menor tendência a retrogradação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Trigo; tamanho de partícula; amido; viscosidade; fibras.

## 1. MATERIAL

As farinhas de trigo de grão inteiro representam importante matéria prima para a indústria de panificáveis. Este tipo de farinha é elaborada através da moagem do grão de trigo a seco sem que haja a separação das frações farinha, farelinho e farelo, ou seja, o grão é moído na totalidade, envolvendo todos os componentes (Jones et al., 2015), formando material com características tecnológicas diferentes daquelas das farinhas de trigo refinadas. A variação da energia de quebra e corte dos grãos, forma farinhas com diferentes tamanhos de partículas (Yu, et al., 2015), que, somadas aos efeitos da presenças das fibras, são responsáveis pelas características tecnológicas dos produtos.

A redução do tamanho de partícula pode amenizar as interferências físicas relacionadas ao tamanho das fibras durante a elaboração de massa e promover a formação de rede de glúten mais coesa, porém conferem maior superfície de contato, e promovendo as interações químicas entre os componentes da farinha (Noort, 2010). Estas interações foram observadas na produção de pães com farinhas de grão inteiro de trigo com diferentes tamanhos de partícula, descrito por Bressiani (2016), em que pães produzidos com farinha com diâmetro médio de partícula apresentaram volume específico maior do que aqueles produzidos com farinhas referidas como finas e como grossas.

Na produção de farinhas de grão inteiro de trigo com tamanho de partícula reduzido alguns componentes da farinha sofrem efeitos devido às tensões empregadas na moagem. O amido presente no endosperma do grão sofre danos em sua estrutura, originado quantidades de amido danificado que podem afetar negativamente o desempenho da farinha na elaboração de produtos (Hemdane et al., 2015).

A fração amido da farinha de trigo de grão inteiro é composta por este biopolímero granular, constituído por cadeias de amilose e amilopectina, responsável pelas propriedades de pasta durante o cozimento das farinhas. A amilose retrograda e produz géis menos viscosos, diferenciando-se da amilopectina por possuir uma cadeia linear formada por unidades de glicose unidas por ligações  $\alpha$ -(1-4). A amilopectina, além da cadeia linear, possui ligações  $\alpha$ -(1-6), que possibilitam ramificações na estrutura. Ela forma géis mais macios e fracos (Hizukuri, et al., 1981).

A formação de pastas ou géis ocorre quando o amido é hidratado e submetido a temperaturas acima de 50 °C, absorvendo água. As ligações de hidrogênio são interrompidas alterando a estrutura dos grânulos, que sofrem o processo conhecido como gelatinização (Leon et al., 2010). As características do amido influenciam na funcionalidade das farinhas de trigo, e em propriedades como textura, volume, consistência, umidade e vida de prateleira dos produtos.

A farinha de trigo de grão inteiro possui uma matriz complexa de

proteínas, fibras, lipídios e amido, que podem interagir durante a formação de pasta. Segundo Singh et al. (2011) as proteínas e os lipídeos podem interagir com os grânulos de amido inibindo a absorção de água, enquanto que as fibras competem diretamente pela moléculas de água do meio, deixando menos água disponível para o amido (Yildiz et al., 2013). A diminuição do tamanho de partícula pode alterar as propriedades de pasta devido às interações entre os componentes da farinha. Desta forma, objetivou-se estudar a influência do teor de amido danificado e do tamanho de partícula sobre as propriedades de pasta de farinhas de grão inteiro de trigo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para os testes, foram utilizadas farinhas de trigo de grão inteiro fornecidas pela empresa Sementes e Alimentos Paraná (Paraná, Brasil). As farinhas foram produzidas em cinco diferentes granulometrias, a partir de um lote comercial de trigo. As farinhas foram denominadas Farinha de Grão Inteiro Ultrafina (FGIUF), Farinha de Grão Inteiro Fina (FGIF), Farinha de Grão Inteiro Média (FGIM), Farinha de Grão Inteiro Grossa (FGIG) e Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa (FGIUG). ). O tamanho médio de partícula de cada farinha foi determinado pelo cálculo do diâmetro médio de Sauter utilizando peneiras com abertura de malha de 425  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 180  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 96  $\mu\text{m}$  e fundo.

A determinação do teor de amido danificado foi realizado, de acordo com o método nº 76-33.01 da *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2010) em equipamento SDmatic (Chopin, França).

As propriedades de pasta foram analisadas em equipamento analisador de rápido de viscosidade (ARV) (RVA-3D, Newport Scientific, Austrália), equipado com software Termocline for Windows, versão 3.1, de acordo com o método nº 76-21.01 da AACC (2010). Foram utilizados 3,5 g de farinha, corrigidos para 14% de umidade e adicionados de  $25 \pm 0,1$  mL de água destilada, sendo considerados os parâmetros: temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, quebra e tendência à retrogradação. Para a análise dos resultados foi utilizado análise de variância (Anova), em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 95% de intervalo de confiança.

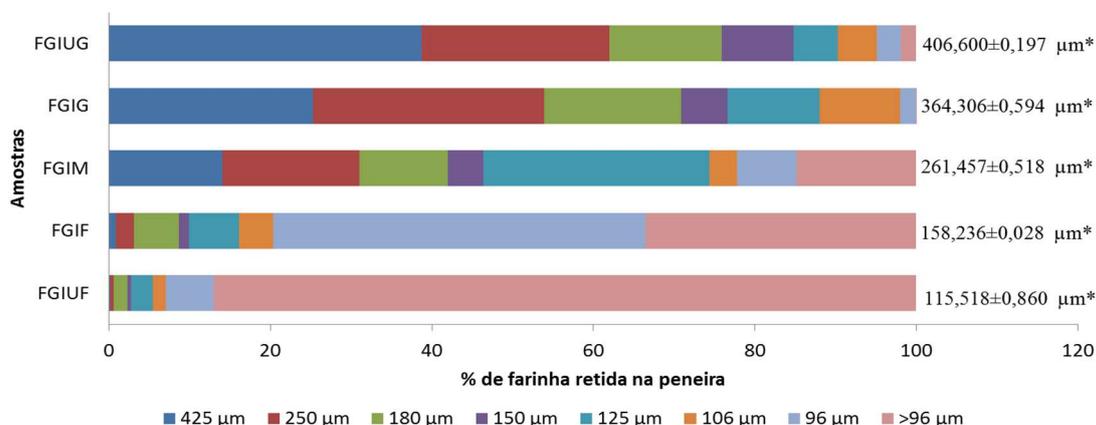
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição granulométrica das partículas na farinha de trigo confere diferentes características ao material, tornando-se um fator importante a ser determinado depois da moagem dos grãos de trigo.

A Figura 1 apresenta, está apresentado o perfil de distribuição

granulométrica o tamanho médio de partícula das farinhas de grão inteiro de trigo.

Figura 1 – Representação gráfica da distribuição granulométrica das amostras de farinhas de trigo de grão inteiro e tamanho de partícula



\*Resultados expressos, como média de três determinações ± desvio padrão. FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa. Fonte: Autor (2017).

As cinco amostras estudadas, apresentaram diferentes tamanhos de partículas, com variação de 266,22 µm da amostra FGIUF para a FGIUG. De acordo com a Figura de distribuição dos tamanhos de partícula, a FGIUF apresentou aproximadamente 87% das partículas menores que 96 µm, exibindo uma distribuição uniforme no tamanho de partícula. Já a FGIF, apresentou dois grupos mais concentrados, em que aproximadamente 46% ficaram retidos na peneira com abertura de 96 µm, e 33% permaneceram retidos no fundo com tamanho de partícula menor que 96 µm. As demais amostras apresentaram distribuição de tamanho de partícula mais uniforme entre as peneiras, resultando em tamanhos médios de partícula maiores.

Durante a moagem do grão para a produção de farinha, as etapas de quebra e redução podem causar danos mecânicos aos grânulos de amidos. O grau de dano varia com a intensidade do processo de moagem e da dureza do grão de trigo (LI; DHITAL; HASJIM, 2013).

Os teores de amido danificado para as amostras de farinha de trigo de grão inteiro estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de amido danificado das amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

<b>Amostras</b>	<b>Amido Danificado (%)</b>
FGIUF	6,100 <sup>a</sup> ± 0,15
FGIF	5,530 <sup>b</sup> ± 0,06
FGIM	3,407 <sup>c</sup> ± 0,04
FGIG	0,380 <sup>d</sup> ± 0,14
FGIUG	0,317 <sup>d</sup> ± 0,01

Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão. Valores médios seguidos de letras diferentes na mesma coluna se diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa. Fonte: Autor (2017).

O teor de amido danificado apresentou valores inversamente proporcionais aos tamanhos de partícula, com menor valor para FGIUG e maior valor para FGIUF, respectivamente, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. O maior valor para FGIUF é devido a maior exposição do grão a corte e impacto durante a redução do grão em farinha, expondo mais os grânulos de amido ao cisalhamento e diminuindo assim o tamanho da partícula. Conforme o tamanho de partícula aumenta, reduz o teor de amido danificado nas amostras, e conseqüentemente o tempo de impacto durante a moagem.

Para o uso em panificação, o teor de amido danificado deve permanecer abaixo de 8% para que não interfira de forma significativa nas propriedades de pasta do amido e na formação da massa (Aquarone et al., 2001). Quando os teores de amido danificado são elevados, podem ocorrer alterações na coloração, textura, volume e vida de prateleira dos produtos, causados por alterações nas propriedades de pasta do amido, devido a alterações na absorção água pelo grânulo (Delcour; Hosney, 2010). Conforme os resultados apresentados, os teores de amido danificado ficaram abaixo de 6,1%, de forma que não ocorreram alterações significativas ao grânulo de amido durante a moagem dos grãos de trigo.

Os valores para as propriedades de pasta da farinha de trigo de grão inteiro estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades de pasta das amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

Amostras	Visc. Máx (cP)	Quebra (cP)	Visc. Final. (cP)	Tend. retrogradação (cP)
FGIUF	761,00 <sup>a</sup> ±5,00	480,66 <sup>a</sup> ±3,05	1069,00 <sup>a</sup> ±2,64	829,66 <sup>a</sup> ±5,50
FGIF	748,33 <sup>b</sup> ±1,53	486,33 <sup>a</sup> ±7,76	945,33 <sup>c</sup> ±5,85	678,33 <sup>c</sup> ±9,45
FGIM	681,66 <sup>c</sup> ±3,05	387,00 <sup>b</sup> ±4,04	1049,66 <sup>b</sup> ±7,63	759,33 <sup>b</sup> ±4,61
FGIG	604,66 <sup>d</sup> ±6,11	227,66 <sup>c</sup> ±4,16	898,33 <sup>d</sup> ±3,05	605,66 <sup>d</sup> ±5,13
FGIUG	377,00 <sup>e</sup> ±2,64	198,33 <sup>d</sup> ±1,52	199,00 <sup>e</sup> ±1,00	191,33 <sup>e</sup> ±2,08

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Resultados expressos como média de três determinações  $\pm$  desvio padrão. FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa. cP: Centipoise. Fonte: Autor (2017).

A viscosidade máxima da farinha relaciona-se com a capacidade do amido em absorver água e se reflete na extensão da gelatinização do grânulo de amido (Min et al., 2010). Os valores obtidos para viscosidade máxima são significativamente diferentes entre si, sendo inversamente proporcionais ao tamanho de partícula da farinha de grão inteiro. Por apresentar uma diferença de 266  $\mu\text{m}$ , a FGIUF apresenta menor granulometria e maior superfície de contato para os componentes da farinha de grão inteiro quando comparado com a FGIUG, que possui menor superfície de contato e maior granulometria.

Maiores valores de viscosidade para FGIUF podem ter ocorrido por influência dos componentes da farinha no meio. A FGIUF apresenta maior superfície de contato, possibilitando maiores interações, principalmente das fibras. Como as fibras tem sua superfície de contato aumentada, a água tende a interagir com as fibras, diminuindo a disponibilidade de água no meio para ser absorvida pelo amido. Os lipídios também podem retardar a absorção de água, e de forma menos acentuada as proteínas.

Interações entre os componentes da farinha com o amido formaram géis menos resistentes e mais viscosos. Esta tendência é observada nas amostras, sendo que a viscosidade diminui conforme o tamanho de partícula aumenta, podendo ser apresentadas como FGIUF > FGIF > FGIM > FGIG > FGIUG. Observou-se um decréscimo mais acentuado na FGIUG, com a formação de um gel mais rígido e resistente, pois o amido sofrerá menos impedimento para absorver água e com isso formar grânulos mais intumescidos, confirmando a influência do tamanho de partícula na viscosidade máxima. Além destas interações, o teor de amido danificado pode ter corroborado para o aumento da viscosidade em tamanhos de partículas menores, pois os grânulos de amido que tem sua estrutura comprometida não conseguem absorver e reter a água no mesmo tempo que os grânulos intactos, tendo sua estrutura rompida, causando a lixiviação da amilose para o meio (Yu, et al., 2015).

Em processos de panificação, o conhecimento da capacidade de absorção de água e de formação de géis por amidos pode auxiliar a prever a

vida de prateleira e a firmeza do pão durante o armazenamento. Géis formados com complexos de amido e a presença de lipídeos tem tendência de aumentar a vida de prateleira dos produtos, devido à atuação e a interação do lipídeo com o amido, que formam uma camada protetora no grânulo e retardam a liberação de moléculas de água para o meio depois da cocção dos produtos, evitando o ressecamento do produto e alterações no perfil de textura ao longo do armazenamento (Collar et al., 2003).

A quebra é um fenômeno associado à estabilidade dos grânulos de amido ao aquecimento e ao fornecimento de energia mecânica (Leon et al., 2010). O tamanho de partícula apresentou significativa influência para a quebra e pode estar associado ao teor de amido danificado. Conforme diminui o tamanho de partícula o teor de amido danificado aumentou, deixando sua estrutura mais vulnerável e menos estável. Quando os grânulos de amido danificados absorvem água, acabam expondo os grupos hidroxilas de sua estrutura, rompendo facilmente as ligações de hidrogênio entre amilose e amilopectina, permitindo maior lixiviação da amilose para o meio, diminuindo a estabilidade do grânulo e a viscosidade de pasta (Yu, et al., 2015).

Os dois menores tamanhos de partícula, FGIUF e FGIF não apresentaram diferença significativa para quebra. Este fato pode ser relacionado com a homogeneidade das partículas, em que a maior parte das partículas destas duas amostras corresponde a tamanhos menores que 106 µm, tendo o teor de amido danificado, estabilidade e as condições do meio muito parecidas, resultando em valores aproximados de quebra. As amostras FGIM, FGIG e FGIUG, apresentaram valores de quebra diferentes entre si e entre as amostras FGIUF e FGIF.

Os parâmetros de viscosidade final e tendência a retrogradação apresentam a mesma tendência e diferenças significativas entre as amostras. Observa-se, mais uma vez que, com a diminuição do tamanho de partícula da farinha ocorre um aumento na viscosidade final e na tendência a retrogradação. As interações entre os componentes da farinha são determinantes para estes parâmetros. Maiores valores são encontrados para as amostras com menor tamanho de partícula, que podem sofrer maior interferência de proteínas, fibras e lipídios. Como os parâmetros de viscosidade final e tendência a retrogradação estão ligados à viscosidade máxima e a quebra pode-se dizer que as interações influenciaram. Os géis formados a partir de menores tamanhos de partículas apresentaram menor estabilidade dos grânulos de amido, e conseqüente, maior liberação de água para o meio, aumentando a viscosidade final para amostras com maior teor de amido danificado e menor tamanho de partícula.

A tendência a retrogradação pode deixar mais evidente a influência do tamanho de partícula e a estabilidade do grânulo de amido a altas temperaturas. As amostras que apresentaram maiores valores de tendência a retrogradarão apresentam amidos com menor estabilidade. Isso se reflete na capacidade que o amido tem de manter a água no grânulo depois de resfriado.

Tecnologicamente esta amostra terá menor estabilidade dos grânulos de amido depois da formação de gel, e conseqüentemente maior tendência a formar aglomerados cristalinos pela amilose na reorganização das estruturas durante o resfriamento, conferindo ao produto final textura mais firme e palatabilidade inferior.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes tamanhos de partículas em farinha de trigo de grão inteiro alteram acentuadamente as propriedades de pasta do amido, sendo que a FGIUF e FGIF formaram géis com maior viscosidade, menor resistência e maior tendência a retrogradação. Estas características podem conferir ao produto menor resistência do amido a cocção e diminuição da vida de prateleira. Já a FGIUG formou gel com viscosidade menor, maior estabilidade e menor tendência a retrogradação. Este último possui características melhores para elaboração de produtos cozidos, e apresentará aspectos sensoriais aceitáveis, como textura macia por mais tempo.

#### AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos e a empresa Sementes e Alimentos Paraná, pelo fornecimento das amostras para a realização do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of Analysis, 11<sup>a</sup>.ed., 2010. **AACC International**, St. Paul, MN, U.S.A.

Aquarone, E., Borzani, W., Netto, W. S., & de Almeida Lima, U. *Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos*. Edgard Blucher. 2001.

Bressiani, J. *Qualidade da farinha de trigo de grão inteiro em resposta a influência de diferentes tamanhos de partículas* (Dissertação de mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS. 2016.

COLLAR, C. Significance of viscosity profile of pasted and gelled formulated wheat doughs on bread staling. **European Food Research and Technology**, v. 216, n. 6, p. 505-513, 2003.

DELCOUR, J.; HOSENEY, R. Carl. *Principles of cereal science and technology*. AACC International, Inc. St. Paul, MN, 2010.

HIZUKURI, S., TAKEDA, Y., YASUDA, M., & SUZUKI, A. Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes. **Carbohydrate Research**, v. 94, n. 2, p. 205-213, 1981.

JONES, J. M., ADAMS, J., HARRIMAN, C., MILLER, C., & VAN DER KAMP, J. W. Nutritional impacts of different whole grain milling techniques: A review of milling practices and existing data. **Cereal Foods World**, v. 60, n. 3, p. 130-139, 2015.

NOORT, M. W., VAN HAASTER, D., HEMERY, Y., SCHOLS, H. A., & HAMER, R. J. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality—Evidence for fibre–protein interactions. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 1, p. 59-64, 2010.

LEON, E., PISTON, F., AOUNI, R., SHEWRY, P. R., ROSELL, C. M., MARTIN, A., & BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p. 344-349, 2010.

MIN, B., BAE, I. Y., LEE, H. G., YOO, S. H., & LEE, S. Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. **Bioresource technology**, v. 101, n. 14, p. 5414-5418, 2010.

SINGH, S.; SINGH, N.; MACRITCHIE, F. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic-and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 1, p. 19-24, 2011.

YILDIZ, Ö., YURT, B., BAŞTÜRK, A., TOKER, Ö. S., YILMAZ, M. T., KARAMAN, S., DAĞLIOĞLU, O. Pasting properties, texture profile and stress–relaxation behavior of wheat starch/dietary fiber systems. **Food research international**, v. 53, n. 1, p. 278-290, 2013.

YU, J., WANG, S., WANG, J., LI, C., XIN, Q., HUANG, W., & WANG, S. Effect of laboratory milling on properties of starches isolated from different flour millstreams of hard and soft wheat. **Food chemistry**, v. 172, p. 504-514, 2015.

**ABSTRACT:** The properties formation of pasta of whole grain flour are studied in this work, involving five commercial samples with different sizes of granulometry. Analysis damaged starch, average particle diameter and pasting properties were carried out. The results showed that the variation of the contact

surface of the particles is the largest interferer in the past properties and the interactions that can occur between the flour components with decreasing particle size. The main characteristics observed were formed gels with very low viscosity, lower resistance and higher retrogradation tendency for smaller particles. In larger particles with smaller contact surface, was the formation of gels with lower viscosity, greater stability and less tendency to retrogradation.

**KEYWORDS:** wheat; particle size; starch; viscosity; fiber.

### **APORTE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PELO CONSUMO DE FRUTAS DESIDRATADAS**

---

**Larissa Chivanski Lopes  
Armando Troina da Silva  
Kelly Cristina Massarolo  
Naralice Hartwing  
Larine Kupski  
Eliana Badiale Furlong**

## APORTE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PELO CONSUMO DE FRUTAS DESIDRATADAS

### **Larissa Chivanski Lopes**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

### **Armando Troina da Silva**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

### **Kelly Cristina Massarolo**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

### **Naralice Hartwing**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

### **Larine Kupski**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

### **Eliana Badiale Furlong**

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos  
Rio Grande – RS

**RESUMO:** O consumo de frutas desidratadas vem aumentando pela praticidade e busca de uma alimentação rica em nutrientes e compostos funcionais. No estudo foi avaliada a concentração de compostos fenólicos (CF) em diferentes frutas desidratadas e seu potencial antioxidante. As frutas, uva, maçã, ameixa, damasco e cristalizadas, foram submetidas à extração de compostos fenólicos livres (CFL) e determinação da atividade antioxidante pelo consumo do radical livre DPPH. As concentrações de CFL foram 17,6 mg/g (uva), 17,4 mg/g (maçã) e 17,4 mg/g (frutas cristalizadas). A maior capacidade para inativar radicais livres estimada pelo  $CI_{50}$  dos extratos foi verificada em ameixa (1,9 mg/g), seguida do damasco (2,0 mg/g).

**PALAVRAS-CHAVE:** frutas secas; compostos fenólicos livres; Folin-Ciocalteu; DPPH.

## 1. INTRODUÇÃO

A procura por alimentos saudáveis está incentivando a preferência do consumidor por opções com maior aporte de nutrientes e compostos funcionais levando a um progressivo aumento no mercado de frutas, que são fontes de micronutrientes, fibras e outros componentes reguladores (Figueiredo et al., 2008). Os produtos derivados das frutas *in natura* podem ser adquiridos, como

polpas, sucos e a própria fruta desidratada; o último definido através da RDC nº 272, “como o produto obtido pela perda parcial da água da fruta madura, inteira ou em pedaços, por processos tecnológicos adequados” (ANVISA, 2005). As frutas secas são de fácil conservação, por manterem as características do produto natural por períodos mais longos e pela diminuição das reações de degradação endógenas e exógenas, o que dificulta o desenvolvimento de micro-organismos. Além disso, são ótimas fontes de vitaminas e minerais, possuem teor calórico compatível com as necessidades diárias e podem ser consumidas isoladas ou como parte de formulações (SBRT, 2007).

Antioxidantes são substâncias capazes de inibir os processos oxidativos, inibindo a formação e propagação de radicais livres no organismo (Pieniz et al., 2009). Compostos que se destacam por sua atividade antioxidante são, por exemplo, os polifenóis, que possuem estrutura ideal para o sequestro de radicais livres (Barreiros et al., 2006; Varela et al., 2016). A secagem bem conduzida pode promover a concentração de compostos funcionais com sua capacidade antioxidante preservada. Vários métodos são utilizados para determinar a atividade antioxidante, no entanto o DPPH pelo seu fundamento e abrangência permite uma estimativa satisfatória da relação entre a concentração de compostos polifenólicos e seu poder de preservar danos oxidativos.

Neste contexto o presente trabalho propôs avaliar o conteúdo fenólico e o potencial antioxidante das seguintes frutas desidratadas oferecidas no mercado nacional: ameixa, damasco, frutas cristalizadas (*mix* de mamão e laranja), maçã e uva passa.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matérias primas**

Amostras de ameixa, damasco, frutas cristalizadas (mamão e laranja), maçã e uva passa, de 3 marcas disponíveis no comércio da região sul do Brasil foram coletadas aleatoriamente e transportadas para a Universidade Federal do Rio Grande. As amostras coletadas foram armazenadas durante 1 mês a temperatura ambiente em suas próprias embalagens, e antes das determinações as embalagens foram abertas e todas as de mesma fruta foram homogeneizadas para comporem a amostra analítica.

### **2.2 Determinação de compostos fenólicos livres**

Os CFL foram extraídos conforme método descrito por Silva (2016). As frutas foram moídas e homogeneizadas com metanol sob sonda ultrassônica 20 kHz/5 min. Os extratos metanólicos foram secos em rotaevaporador e

ressuspensos em água, logo após foram clarificados, centrifugados e filtrados para a obtenção dos extratos fenólicos. O conteúdo de CFL foi quantificado através do método espectrofotométrico utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, em comprimento de onda de 750 nm, estimando a concentração com uma curva padrão de ácido gálico (2 a 30 µg/mL) (Souza et al., 2009).

### 2.3 Determinação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante dos CF extraídos das frutas desidratadas foi verificada pelo método de captura do radical livre DPPH•, no qual o consumo do radical livre DPPH• pelos CF foi determinado a partir do decréscimo da unidade de absorvância da reação em espectrofotômetro UV-Vis em comprimento de onda de 515 nm. Volumes variáveis (0,1; 0,2 e 0,3 mL) dos extratos fenólicos foram adicionados ao DPPH, sendo os controles adicionados de água em volume similar. A mistura reativa permaneceu em temperatura ambiente, sem a incidência de luz e a mudança de cor violeta para amarela foi medida após 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 e 180 min de reação (Herrero et al., 2005). A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição específica (IE) (%inibição/µg<sub>fenóis</sub>) e foi calculada conforme Equação 2, através da razão entre o percentual de inibição de oxidação do radical (I) calculado pela Equação 1 e a concentração dos CF.

$$I = \frac{A_{DPPH} - A_{CF}}{A_{DPPH}} \times 100 \quad (1)$$

Em que  $A_{DPPH}$  é a absorvância da solução de DPPH (controle) e  $A_{CF}$  é a absorvância da solução de DPPH com os CF.

$$IE = \frac{I}{\text{Concentração dos fenóis}} \quad (2)$$

Os valores de  $CI_{50}$ , definido como a concentração de CF requerido para sequestrar 50% dos radicais DPPH•, foram calculados a partir da equação da reta. A equação da reta foi estimada pelas medidas das absorvâncias do complexo DPPH em presença de diferentes concentrações dos CF plotando no eixo das abscissas e as concentrações dos CF (µg/mL) no eixo das ordenadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Determinação dos fenóis livres

Os resultados da determinação dos CF nas frutas estão apresentados na tabela I.

Tabela I. Compostos fenólicos livres em frutas desidratadas.

Frutas desidratadas	Compostos fenólicos (mg/g)
Ameixa	6,3 (12) <sup>b</sup>
Frutas cristalizadas	17,4 (4,6) <sup>a</sup>
Damasco	7,6 (0,3) <sup>b</sup>
Maçã	17,5 (4,4) <sup>a</sup>
Uva preta	17,6 (7,3) <sup>a</sup>

Letras sobrescritas diferentes indicam que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Os valores estão expressos como média e coeficiente de variação.

As frutas cristalizadas, maçã e uva apresentaram maiores concentrações de CFL. Cabe salientar que as frutas cristalizadas são constituídas por mamão, que possui 0,55 mg/g de CFL, e laranja, que possui teor maior de CF 5,61 mg/g (Abd El-aal et al., 2010). Na maçã, estudos apresentados por Soares et al. (2008) indicam que mesmo em forma de bagaço a maçã apresenta alto teor de CF (5,23 mg/g). A determinação na uva passa foi na fruta como consumida e, portanto, cascas e sementes foram homogeneizadas e fizeram parte da amostra analítica. Negro et al. (2003) determinaram CF na semente (8,6 mg/g), seguido no bagaço (4,2 mg/g) e casca (3,3 mg/g), o que resultou em teores similares ao deste trabalho. A ameixa e o damasco, por sua vez, apresentaram os menores conteúdos de CFL, porém na ameixa os teores foram maiores que os encontrados nos estudos realizados por Gil et al. (2002) (16,31 a 33,23 mg/g). Em estudo posterior realizado por Bernardes et al. (2011), foi verificado que grande parte dos CF na ameixa encontram-se na casca (8,26 mg/g) e em menores quantidades na polpa da fruta (2,47 mg/g). Estudos realizados por Akin et al. (2008) indicam que o damasco é uma boa fonte de CF (diferentes amostras entre 42,34 e 81,81 mg/g), indicando que os resultados encontrados no nosso estudo estão na faixa mencionada pelos autores.

#### 3.2 Determinação da capacidade antioxidante

O potencial antioxidante dos extratos das diferentes frutas desidratadas foi obtido calculando-se a concentração final de extrato necessária para inibir o radical DPPH em 50% (CI<sub>50</sub>) (Tabela II) e o percentual de inibição específica do radical (Tabela III).

Tabela II. Determinação da capacidade de sequestrar radicais livres dos extratos

Frutas desidratadas	Cl <sub>50</sub> (mg/g)
Ameixa	1,9 <sup>e</sup>
Cristalizada	8,1 <sup>a</sup>
Damasco	2,0 <sup>d</sup>
Maçã	4,0 <sup>c</sup>
Uva	6,7 <sup>b</sup>

Letras sobrescritas diferentes indicam que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Os valores estão expressos como média.

Os melhores resultados para Cl<sub>50</sub> são os menores valores, pois indicam que são necessárias menores concentrações de fenóis para inibir o radical DPPH em 50%. Neste caso, os CF da ameixa apresentam os menores valores de Cl<sub>50</sub> (1,9 mg/g), seguido do damasco (2,0 mg/g). Os maiores valores de Cl<sub>50</sub> (8,1 mg/g) foram encontrados nas frutas cristalizadas.

Tabela III. Percentual de inibição específica (% inibição/ $\mu$ gfenóis) do radical livre DPPH no período de 0 a 180 min.

Frutas desidratadas	Tempo (min)								
	0	15	30	45	60	90	120	150	180
Ameixa	2,2 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
Cristalizada	0,7 <sup>e</sup>	0,8 <sup>e</sup>	0,8 <sup>e</sup>	0,9 <sup>e</sup>	1,5 <sup>e</sup>	1,1 <sup>e</sup>	1,2 <sup>e</sup>	1,2 <sup>e</sup>	1,3 <sup>e</sup>
Damasco	1,7 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	3,8 <sup>b</sup>	3,1 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>
Maçã	1,6 <sup>c</sup>	1,9 <sup>c</sup>	1,9 <sup>c</sup>	2,2 <sup>c</sup>	2,9 <sup>c</sup>	2,5 <sup>c</sup>	2,7 <sup>c</sup>	2,8 <sup>c</sup>	2,9 <sup>c</sup>
Uva	1,1 <sup>d</sup>	1,2 <sup>d</sup>	1,2 <sup>d</sup>	1,3 <sup>d</sup>	1,8 <sup>d</sup>	1,5 <sup>d</sup>	1,6 <sup>d</sup>	1,7 <sup>d</sup>	1,8 <sup>d</sup>

Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Os valores estão expressos como média.

A ameixa apresentou maior atividade antioxidante, demonstrando que a esta pode variar em função dos grupos de CF presentes na fruta, pois foram encontradas baixas quantidades de CF nessa fruta, em estudos realizados por Bernardes et al. (2011) e Dulf et al. (2016) também foi encontrada alta atividade antioxidante (92,8%). No damasco, apesar de identificados baixos valores de CF, observou-se que a fruta possui boa atividade antioxidante e comparando aos demais estudos realizados por Scalzo et al. (2005) e Vinha et al. (2012) indicaram que a presença de CF no damasco não é um determinante significativo para a atividade antioxidante do mesmo.

De acordo com Benardes et al. (2011) a capacidade antioxidante da laranja é inferior a outras frutas (52 a 60%) e em estudos realizados por Oliveira et al. (2011) foi verificado que o mamão possui atividade antioxidante baixa (23,5%). Essa relação pode explicar o fato das frutas cristalizadas terem a menor capacidade de sequestrar radicais livres, apesar da fruta cristalizada apresentar alto teor de CF.

Também em nosso trabalho ficou demonstrado que a capacidade antioxidante de frutas e seu conteúdo CF pode apresentar correlação positiva ou negativa e que esse fator depende tanto do teor de CF quanto da estrutura

deles (Melo et al., 2008). Cabe salientar que estão sendo determinados os perfis de CF para melhor subsidiar a informação sobre a atividade antioxidante destas frutas.

#### 4. CONCLUSÃO

As frutas secas avaliadas apresentaram conteúdos fenólicos variáveis, sendo que a ameixa e o damasco apresentaram as melhores atividades antioxidantes. Os estudos preliminares demonstraram que as frutas secas são boas fontes de antioxidantes naturais e o seu consumo pode contribuir para prevenir danos oxidativos.

#### REFERÊNCIAS

ANVISA - Brasil, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União, 2005.

ABD EL-AAL, H.A., HALAWEISH, F. T. **Food preservative activity of phenolic compounds in orange peel extracts (Citrus sinensis L.)**. Lucrări Științifice, v. 53, p. 233-240, 2010.

AKIN, E. B., KARABULUT, I., TOPCU, A. **Some compositional properties of main Malatya apricot (Prunus armeniaca L.) varieties**. Food Chemistry, v. 107, n. 2, p. 939-948, 2008.

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, v. 29, n. 1, p. 113, 2006.

BERNARDES, N. R., TALMA, S. V., SAMPAIO, S. H., NUNES, C. R., DE ALMEIRA, J. A. R., DE OLIVEIRA, D. B. **Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ**. Biológicas & Saúde, v. 1, n. 1, 2011.

DULF, F. V., VODNAR, D. C., SOCACIU, C. **Effects of solid-state fermentation with two filamentous fungi on the total phenolic contents, flavonoids, antioxidant activities and lipid fractions of plum fruit (Prunus domestica L.) by-products**. Food chemistry, v. 209, p. 27-36, 2016.

FIGUEIREDO, I. C. R.; JAIME, P. C.; MONTEIRO, C. A. **Factors associated with fruit and vegetable intake among adults of the city of São Paulo, Southeastern Brazil**. Revista de Saúde Pública, v. 42, n. 5, p. 777-785, 2008.

GIL, M. I., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., HESS-PIERCE, B., KADER, A. A. **Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, n. 17, p. 4976-4982, 2002.

HERRERO, M., MARTÍN-ÁLVAREZ, P., SEÑORÁNS, F.J., CIFUENTES, A., IBÁÑEZ, E. **Optimization of accelerated solvent extraction of antioxidants from Spirulina platensis microalga.** Food Chemistry, v. 93, n. 3, p.417–423, 2005.

MELO, E. A., MACIEL, M. I. S., LIMA, V. L. A. G., NASCIMENTO, R. J. **Capacidade antioxidante de frutas.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

NEGRO, C., TOMMASI, L., MICELI, A. **Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts.** Bioresource Technology, v. 87, n. 1, p. 41-44, 2003.

OLIVEIRA, D. S., AQUINO, P. P., RIBEIRO, S. M. R., PROENÇA, R. P. C., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. **Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais-doi: 10.4025/actascihealthsci.v33i1.8052.** Acta Scientiarum. Health Sciences, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

PIENIZ, S., COLPO, E., DE OLIVEIRA, V. R., ESTEFANEL, V., AANDREAZZA, R. **Avaliação in vitro do potencial antioxidante de frutas e hortaliças.** Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 2, p. 552-559, 2009.

SCALZO, J., POLITI, A., PELLEGRINI, N., MEZZETTI, B., BATTINO, M. **Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit.** Nutrition, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SBRT - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. **Processamento de frutas desidratadas.** Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – CDT/UnB, 2007.

SILVA, B. **Soja: Compostos funcionais e contaminantes antifúngicos** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

SOARES, M., WELTER, L., GONZAGA, L., LIMA, L., MANCINI-FILHO, J., FETT, R. **Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala.** Ciência e Tecnologia de

Alimentos, v. 28, n. 3, p. 727-732, 2008.

SOUZA, M.M., RECARTE, M.R., ROCHA, M., CIPOLATTI, E.P., FURLONG, E.B. **Estudo das condições de extração de compostos fenólicos de cebola (*Allium cepa* L.)**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, 68(2): 192-200, 2009.

VARELA, M. C., ARSLAN, I., REGINATO, M. A.M., CENZANO, A.M., LUNA, M. V. **Phenolic compounds as indicators of drought resistance in shrubs from Patagonian shrublands (Argentina)**. Plant Physiology and Biochemistry, v. 104, p. 81-91, 2016.

VINHA, A. F., SOARES, M., COSTA, A. S. G., ALVES, R. C. **Lycopersicon esculentum, Diospyros kaki e Prunus armeniaca: riqueza em compostos bioativos e potencial antioxidante de produtos de origem nacional**. 11EQA-Qualidade dos alimentos: novos desafios, 2012.

**ABSTRACT:** The consumption of dehydrated fruits has been increasing by the practicality and search for a nutrient rich in nutrients and functional compounds. In the study the concentration of phenolic compounds in different dehydrated fruits and their antioxidant potential were evaluated. The fruits, grape, apple, plum, apricot and crystallized, were submitted to the extraction of free phenolic compounds and determination of the antioxidant activity by the free radical DPPH. The concentrations of free phenolic compounds were 17.6 mg/g (grape), 17.4 mg/g (apple) and 17.4 mg/g (crystallized fruits). The highest capacity to inactivate free radicals estimated by IC<sub>50</sub> of the extracts was verified in plum (1.9 mg/g), followed by apricot (2.0 mg/g).

**KEYWORDS:** dehydrated fruits; free phenolic compounds; Folin-Ciocalteu; DPPH.

## **Capítulo XVII**

### **COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE COPRODUTOS DO CUPUAÇU**

---

**Marcondes Viana da Silva  
Erlânia do Carmo Freitas  
Renata Ferreira Santana  
Adriana da Silva Miranda  
Alessandra Braga Ribeiro  
Jonathan Jardim Oliveira**

## COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE COPRODUTOS DO CUPUAÇU

### **Marcondes Viana da Silva**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Itapetinga, Bahia

### **Erlânia do Carmo Freitas**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Vitória da Conquista, Bahia

### **Renata Ferreira Santana**

Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC  
Vitória da Conquista, Bahia

### **Adriana da Silva Miranda**

Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC  
Vitória da Conquista, Bahia

### **Alessandra Braga Ribeiro**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Terezina, Piauí

### **Jonathan Jardim Oliveira**

Nutricionista da Unidade Médico Cirúrgica - UNIMEC  
Vitória da Conquista, Bahia

**RESUMO:** O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), é um fruto típico da região norte do Brasil, possui sabor bastante peculiar, sendo sua polpa muito utilizada na produção de alimentos. Durante o processamento de frutas, gera-se grande quantidade de resíduos, como cascas, sementes e talos que estão frequentemente associados com a contaminação do solo e proliferação de vetores. Estudos mostram que coprodutos da indústria frutícola podem ser importante fonte de nutrientes, destacando, os teores de proteínas, lipídios, fibras e minerais. Objetivou-se com o presente estudo obter farinhas a partir do coproduto do cupuaçu (FCC) oriundo da indústria processadora de polpas de frutas congeladas da cidade de Vitória da Conquista, BA e determinar a composição centesimal e mineral. Para determinação dos teores de proteínas, carboidratos, lipídios, cinzas, umidade, minerais (K, Na, Mg e Ca) e fibra alimentar, utilizaram-se metodologias analíticas oficiais. Por meio das análises físico-químicas, pode-se enfatizar a alta quantidade de fibra alimentar total ( $52,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \pm 0,05$ ) e lipídios ( $22,96 \text{ g} \cdot 100^{-1}$ ), potássio ( $500,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) evidenciando o grande potencial de aproveitamento nos diversos segmentos da indústria de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Theobroma grandiflorum*; agroindústria, sustentabilidade; farinhas.

## 1. INTRODUÇÃO

A história recente da fruticultura brasileira se traduz em benefícios ao país, com geração de empregos, maior contribuição ao desenvolvimento, mais alimentos e riqueza. O Brasil detém grande número de espécies nativas da flora mundial, devido à imensa diversidade de clima e solo, encontram-se no território brasileiro importantes centros de diversidade genética, tanto de plantas nativas como de cultivadas, com destaque para as espécies frutíferas (LEONEL, LEONEL e SAMPAIO, 2014; SENA et al. 2015; ANUÁRIO, 2016).

A produção brasileira de frutas em 2014 (último ano com dados oficiais disponíveis) somou 33.2 milhões de toneladas, o que representa 20,2% a menos do que em 2013. Contudo, mesmo diante das dificuldades econômicas que o país vem enfrentando e a diminuição dos recursos hídricos, o país ainda segue como o terceiro maior produtor de fruta no mundo, superado apenas pela China e Índia (ANUÁRIO, 2016). Um fator importante que faz o país continuar nessa posição de liderança mundial é o oferecimento de espécies tropicais, subtropicais e de clima temperado.

Neste contexto também é crescente a comercialização de produtos derivados de frutas, tais como polpas congeladas, sorvetes, compotas, doces, geleias, entre outros. Diante da expressiva produção de produtos frutícolas, cresce proporcionalmente a quantidade de resíduos orgânicos, os quais são desprezados sem aproveitamento. Estes resíduos, quando não devidamente tratados, podem resultar na contaminação ambiental, notadamente dos recursos hídricos e do solo, além de constituir em substrato para proliferação de vetores transmissores de doenças. Entretanto, o que se verifica é que existe pouca preocupação dos setores frutícolas em relação ao destino dos resíduos gerados (SOUSA, VIEIRA, LIMA, 2011; SILVA e SILVA 2013; MACAGNAN et al. 2014).

Entretanto, são limitados os estudos que relativos a caracterização química do coproduto do cupuaçu como um ingrediente com potencial para o enriquecimento de formulações alimentícias. Nosso estudo é um dos pioneiros, o que possibilita uma alternativa econômica para as agroindústrias, além de gerar sustentabilidade para o meio ambiente.

Considerando que o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) um fruto típico brasileiro é notório o quanto esse fruto é desperdiçado após seu processo de industrialização. Diante desse contexto, objetivou-se com o presente estudo obter farinhas a partir do coproduto do cupuaçu (FCC) oriundo da indústria processadora de polpas de frutas congeladas da cidade de Vitória da Conquista, BA e determinar a composição centesimal e mineral.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção da matéria prima**

Os coprodutos do cupuaçu foram doados gentilmente por uma empresa processadora de polpas de frutas congeladas localizada na cidade de Vitória da Conquista, BA.

A empresa adquire as frutas em várias cidades do Brasil, sendo o cupuaçu proveniente da cidade de Ilhéus, BA. Normalmente as frutas são higienizadas e seguido da remoção das cascas, talos e sementes visíveis, para posteriormente produzir as polpas de frutas através do processo de trituração e peneiramento. Os material residual das frutas após a extração da polpa ficam retidos nas peneiras, são rotineiramente desprezados por esta empresa. O material residual do cupuaçu foi transferido imediatamente para sacos de polipropileno e congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , esse procedimento foi realizado três datas nos meses de janeiro e fevereiro de 2013, constituída assim, três lotes. Os lotes foram congelados sem padronização de tamanho e peso.

### **2.2 Processamento do coproduto do cupuaçu para obtenção de farinhas e acondicionamento**

Os lotes dos coprodutos congelados foram conduzidos para o Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga, BA, para a realização das análises. Os lotes do cupuaçu identificados como CP<sub>1</sub>; CP<sub>2</sub>; CP<sub>3</sub>. As amostras forma desidratados em estufa com circulação de ar forçada (Solab Científica, SL 102, Brasil) a temperature de  $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por  $\pm 36$  h. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho de facas de tipo Willye (Marconi, Brasil). Para classificação granulométrica, utilizou-se peneira com malha de 80 mesh, com agitação manual para promover a separação e a classificação das farinhas. O produto obtido foi designado de farinha do coproduto de cupuaçu (FCC).

### **2.3 Composição centesimal**

O teor de umidade das farinhas foi determinado pelo método gravimétrico em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  de acordo com a AOAC (2010). Para determinação de proteínas, utilizou-se o método de Kjeldahl, proposto pela AOAC (2010), com fator de 5,75 para conversão do nitrogênio total em proteínas (Brasil, 2003) por se tratar de proteínas de origem vegetal. Os lípidios totais foram determinados pelo método Soxhlet recomendado pela AOAC (2010). Determinou-se o teor de carboidratos totais por diferença, conforme

recomendado por (BRASIL, 2003) conforme ANVISA, RDC nº 360/2003. As análises de cinzas foram realizadas de acordo como método AOAC (2010), utilizando-se a incineração das amostras em forno tipo mufla a 550°C. As análises de minerais foram realizadas seguindo o método proposto pela AOAC (2010). As análises elementares de sódio e potássio foram determinados por fotometria de chamas (Micronal b-262). Para os elementos cálcio e magnésio foram quantificados em espectrômetro de absorção atômica (Varian modelo AA 1275).

Os teores de fibra alimentar solúvel (FAS) e fibra alimentar insolúvel (FAI) das amostras foram determinados de acordo com o método enzimático-gravimétrico nº 985.29 da AOAC (1990), descrito por Prosky et al. (1988), utilizando kit enzimático Sigma, (Sigma-Aldrich, United States). O teor de fibra alimentar total (FAT) obteve-se pela soma das frações insolúvel e solúvel, como preconiza o método.

### **3. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Na condução do experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão (DP). Todas as análises foram realizadas em triplicata. A análise de variância (ANOVA) e as comparações múltiplas do Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) foram realizadas com a utilização do programa Assistência Estatísticas (ASSISTAT) versão 7.7 beta, 2013.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A composição centesimal média das FCC está apresentada na Tabela 1. Observa-se que esse coproduto destaca-se pelo seu alto teor de fibra alimentar total e considerável teor de lipídeos.

#### **4.1 Umidade**

Observa-se que os teores de umidade das FCC variam entre 10,70 a 14,79 g.100g<sup>-1</sup>, estando estes valores de acordo com (BRASIL, 2005) conforme a resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, que apresenta padrões de umidade em produtos alimentícios como farinhas, amido de cereais e farelos que devem ser regulados pelas Boas Práticas de Fabricação, e preconiza que estes produtos não podem exceder a 15,00% de umidade g.100 g<sup>-1</sup>.

Deste modo, as FCC apresentam umidade dentre os padrões comparativos preconizados pela legislação, o que não favorece o crescimento

de microorganismos indesejáveis (FENNEMA, DAMODARAN e PARKIN, 2010).

**Tabela 1** – Composição centesimal das FCC.

Componentes	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>
	(g.100 <sup>-1</sup> )		
Umidade	10,70±0,24 <sup>b</sup>	11,07±0,24 <sup>b</sup>	14,79±0,58 <sup>a</sup>
Proteínas totais	3,20±0,12 <sup>b</sup>	3,83±0,26 <sup>a</sup>	3,69±0,09 <sup>a</sup>
Lipídios	22,96±0,31 <sup>a</sup>	13,78±0,72 <sup>b</sup>	14,28±0,23 <sup>b</sup>
Carboidratos Totais	8,60±0,34 <sup>c</sup>	16,81±0,54 <sup>a</sup>	12,35±0,29 <sup>b</sup>
Cinzas	2,28±0,39 <sup>a</sup>	2,33±0,19 <sup>a</sup>	2,71±0,18 <sup>a</sup>
FAS	9,65±0,15 <sup>*</sup>	-	-
FAI	42,50±0,2 <sup>*</sup>	-	-
FAT	52,15±0,05 <sup>*</sup>	-	-

(CP) Lotes de Cupuaçu; Fibras Alimentar solúvel (FAS), Fibra alimentar insolúvel (FAI), Fibra alimentar Total (FAT). Média de 3 repetições de cada lote seguidos de  $\pm$  Desvio padrão. Média seguida pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível 5% de probabilidade. \*Análise realizada apenas no lote CP<sub>1</sub>.

## 4.2 Proteínas totais

Os teores de proteínas totais variaram entre 3,20 a 3,83 g.100 g<sup>-1</sup>. Valores superiores (20,12 a 26,17 g.100 g<sup>-1</sup>) foram observados por (CARVALHO, GARCÍA e FARFÁN, 2008) quando avaliam os teores de proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração.

Embora, observe-se variações nos teores de proteínas nas partes vegetais comparadas, o coproduto analisado é geralmente descartado. Uma alternativa viável poderiam ser a sua utilização para aumentar os teores de proteína de algumas preparações alimentícias.

## 4.3 Lipídeos

Os teores de lipídios encontrados nas FCC variaram entre 13,78 e 22,96 g.100 g<sup>-1</sup>. Os resultados de lipídios observados neste estudo foram superiores aos valores encontrados por CANUTO et al. (2010), os quais estudaram a polpa do cupuaçu congelada (0,3 g.100 g<sup>-1</sup> de lipídios). Observa-se ainda nesse estudo, uma ampla variação nesse componente, fato que pode ter sido influenciado pelas diferentes épocas de colheita do fruto que comprovadamente pode interferir na composição centesimal do produto SANABRIA e SANGRONIS (2007). Cabe inferir que as amostras analisadas

neste trabalho podem também ter sido oriundas de frutos com diferentes estágios de maturação, bem como ter sido realizada a adição de diferentes volumes de água no processo de extração da polpa, fatores que podem influenciar na composição centesimal do produto. Outro fator que pode ter influenciado refere-se a presença de algumas sementes remanescentes do processamento da polpa do cupuaçu, o que pode ser justificado a diferença dos teores de lipídeos entre a polpa e a FCC. Nota-se, ainda, que houve diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) apenas no lote CP<sub>1</sub> entre os resultados de lipídios dos diferentes lotes de cupuaçu, o que reforça que o produto é produzido com frutos de diferentes produtores.

#### 4.4 Carboidratos totais

Observou-se que os teores variaram entre 8,60 e 16,81 g.100 g<sup>-1</sup>. As oscilações observadas nesses resultados, podem estar relacionado à variação na quantidade de água utilizada no processo de extração, ao estágio de maturação dos frutos utilizados na produção da polpa congelada TONON, BRABET e HUBINGER (2009) e/ou à época de colheita dos frutos, alterando assim a sua composição centesimal. Entretanto, os valores observados oscilam para mais e para menos em relação ao valor indicado pela Tabela TACO (2012), sendo (10,4 g.100 g<sup>-1</sup>) para os frutos de cupuaçu in natura. Entretanto, Santos et al. (2010) encontraram na polpa do cupuaçu valores inferiores de açúcares totais que variaram entre 4,90 a 7,45 g.100<sup>-1</sup>, teores relativamente próximos ao valor estabelecido pela legislação brasileira que estabelece um valor mínimo de 6,00 g. 100 g<sup>-1</sup> de açúcares totais polpa de cupuaçu (BRASIL, 2003). Deve-se observar que os teores de carboidratos nesse estudo são expressos em base seca. Nota-se, ainda, que houve diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre os lotes analisados.

#### 4.5 Fibra alimentar

Para os teores de fibras nas FCC foram encontrados altos teores de fibras sendo elas: fibras totais de (52,15 g.100<sup>-1</sup>), solúveis (9,65 g.100<sup>-1</sup>) e insolúveis (42,50 g.100<sup>-1</sup>). Valores inferiores são observados no cupuaçu cru (3,1 g por 100 gramas de parte comestível) cupuaçu, polpa, congelada (1,6 g por 100 gramas de parte comestível) de acordo a Tabela TACO (2012).

Observa-se que o coproduto do cupuaçu desidratado possui valores elevados de fibra alimentar quando comparado com o cupuaçu cru (3,1 g por 100 gramas de parte comestível) cupuaçu, polpa, congelada (1,6 g por 100 gramas de parte comestível) de acordo a Tabela TACO (2012).

Abud e Narain (2009) também encontraram altas quantidades de fibras totais nos resíduos de goiaba, acerola, umbu e maracujá sendo

respectivamente 42,68; 14,26; 13,52; 47,00g.100<sup>-1</sup>. Portanto, pode-se considerar que os coprodutos de frutas possuem altas quantidades de fibras. Para um produto ser considerado rico em fibras alimentares, deve conter um mínimo de 5 g fibras por porção do produto (BRASIL, 2012), podendo a FCC ser enquadrado nessa categoria.

#### 4.6 Cinzas e minerais

Os resultados da composição de minerais da FCC estão apresentados na Tabela 2. Por tratar-se de um estudo pioneiro houve a necessidade de comparar os resultados com diferentes partes do fruto do cupuaçu bem como com cascas de outras frutas.

**Tabela 2-** Teores de minerais determinados a partir das FCC

Lotes	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio
	(mg.100g <sup>-1</sup> )			
CP <sub>1</sub>	500,00±0,00 <sup>a</sup>	34,60±22,00 <sup>a</sup>	215,20±0,80 <sup>a</sup>	25,30±0,55 <sup>a</sup>
CP <sub>2</sub>	500,00±0,00 <sup>a</sup>	26,00±0,00 <sup>a</sup>	252,30±1,83 <sup>a</sup>	28,10±0,83 <sup>a</sup>
CP <sub>3</sub>	500,00±0,00 <sup>a</sup>	42,66±3,08 <sup>a</sup>	209,20±0,13 <sup>a</sup>	25,90±0,23 <sup>a</sup>

CP- Cupuaçu. Média de 03 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão. Média seguida pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Dentre os elementos minerais analisados, o que apresentou maiores concentrações foi o potássio, seguido do sódio, cálcio e magnésio.

Baseando-se nos resultados obtidos, calcularam-se as contribuições percentuais das amostras de FCC analisadas em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR) para cada nutriente levando-se em conta requerimentos nutricionais de um adulto conforme a RDC n° 269/2005 (BRASIL, 2005 e IOM/FNB/NAS 2006).

Os teores de cinzas nas FCC variaram entre 2,28% e 2,71%. Observa-se que esses valores são superiores aos apresentados pela Tabela TACO (2012) 1,2% de matéria mineral para o fruto natural. Também resultados inferiores foram observados por FREIRE et al. (2009), quando analisaram a polpa do cupuaçu congelada (0,74% de cinzas). Vale destacar a presença de algumas sementes residuais nos coprodutos de cupuaçu tenham superestimado nos teores de minerais.

Os teores de sódio encontrados nas amostras variaram entre 26 e 42,66 mg.100g<sup>-1</sup>, valores considerados baixos, assim, as FCC podem ser consideradas como fontes pobres deste mineral, contribuindo com apenas cerca de 3% da IDR de sódio. Enquanto, Gondim et al. (2005) encontraram valores de sódio superiores em cascas da tangerina (77,76 mg.100 g<sup>-1</sup>). O sódio é o mineral mais abundante no líquido extracelular, está diretamente

relacionado com ao controle da pressão osmótica sanguínea, transmissão de impulsos nervosos, relaxamento e contração muscular, absorção de glicose, entre inúmeras funções (COZZOLINO, 2016).

Os teores de potássio encontrados manteve-se constantes ( $500,00 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) em todos os lotes analisados. Gondim et al. (2005) observaram valores superiores de potássio ( $598,36 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) nos resíduos das cascas de tangerina. Os resultados de potássio encontrados no presente estudo são superiores aos apresentados nas frutas in natura ( $331 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) conforme indicado pela Tabela TACO (2012) e  $291 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , na polpa congelada. Assim sendo, as FCC podem ser consideradas como fontes pobres de potássio, uma vez que contribui com apenas 11% da IDR desse mineral.

Para os teores de cálcio observou-se variação entre (209,2 a  $215,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). As FCC podem ser consideradas como boa fonte de cálcio, pois fornecem em torno de 22% da DRI. Felipe et al. (2006) estudaram as cascas de manga e de maracujá e encontraram valores entre 39,8 e  $58,65 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Por outro lado, Gondim et al. (2005) analisaram os resíduos de frutas tropicais e encontraram valores muito superiores de cálcio em cascas tangerina ( $478,98 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Pode-se inferir que as amostras analisadas neste trabalho podem também ter sido oriundas de frutos com diferentes estágios de maturação, bem como ter sido realizada a adição de diferentes volumes de água no processo de extração da polpa, fatores que podem influenciar na composição mineral do produto.

Os teores de magnésio das FCC variaram entre (25,3 e  $28,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Assim sendo, as FCC podem ser consideradas como fonte complementar de magnésio, uma vez que fornecem 10,8% das necessidades diárias desse mineral de acordo com (BRASIL, 2005) expressa pela RDC n° 269/2005. Enquanto que, Gondim et al. (2005) analisaram os resíduos de frutas tropicais e encontraram valores muito superiores de magnésio em cascas tangerina ( $159,59 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

## 5. CONCLUSÃO

Pelas análises realizadas pode-se concluir que as FCC analisadas possuem elevados teores de fibra alimentar, lipídios e minerais, aumentando a potencialidade dos coprodutos das indústrias processadoras de frutas e derivados, nesse caso a indústria processadora de cupuaçu. Assim, esse coproduto até então ainda não estudado, poderiam ser utilizado para contribuir na melhoria do estado nutricional da população, possibilitar a redução de problemas causados pela desnutrição no Brasil, além de minimizar o desperdício e os impactos causados pelo seu descarte não apropriado. Ademais, abre-se um amplo campo de investigação e sustentabilidade no âmbito da indústria frutícola.

## REFERÊNCIAS

ABUD, A. D. S.; NARAIN, N. Incorporação da 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, 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 88 p. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2016. 88p. Disponível em: <[http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo\\_edicao/4/2016/04/20160414\\_0d40a2e2a/pdf/5149\\_2016fruticultura.pdf](http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2016/04/20160414_0d40a2e2a/pdf/5149_2016fruticultura.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2017.

AOAC- Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. Washington; 1990. p. 1098-1099.

AOAC- Association of Official Analytical Chemistr. **Official Methods of Analysis**. 18th Edition, Revision 3, 2010.

BRASIL, RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjJwMw%2C%2C>>. Acesso em: 25. jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Visalegis: Legislação em Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais**. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjJxNQ%2C%2C>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da saúde. Anvisa: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional**. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360\\_23\\_12\\_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc)>. Acesso em: 25 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de novembro de 2012.

CARVALHO, A.V.; GARCÍA, N. H. P.; FARFÁN, J. A. Proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. p. 986-993, 2008.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jabotical, v. 32, n. 4, p. 1196, 1205, 2010.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 5. ed. Barueri: Manole, 2016.

FELIPE, E. D. F.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; HERNANDEZ, F. F. H. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 79-83, 2006.

FREIRE, M. D. A.; PETRUS, R.; FREIRE, C. D. A.; OLIVEIRA, C. D.; FELIPE, A.; GATTI, J. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 9-16, 2009.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; **Química de Alimentos**. 4.ed. São Paulo: Artmed. 2010.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (IOM/FNB/NAS). Dietary reference intakes. Washington, DC: National Academy Press; 2006. Disponível em: [https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic\\_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf](https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf). Acesso em: 25 de jan. 2017.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jabotical, v. 36, n. 2, p. 433-439, 2014.

MACAGNAN, F. T.; MOURA, F. A.; SANTOS, L. R.; BIZZANI, M.; SILVA, L. P. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, 32, n. 2, p. 201-210, 2014.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jabotical, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; de BARROS, M. P., MANO, C. M.; GOULART, M. O. F. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, Washington, 115, n. 2, p. 469-475, 2009.

PROSKY, L.; ASP, N. G.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods products: interlaboratory study. **Journal Association of Analysis Chemistry**, Washington, V. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988. REVER

SANABRIA N.; SANGRONIS E. Caracterización del acai o manaca (Euterpe olerácea Mart.): Un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 57, n. 1. p .1- 6. 2007.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p.1636-1642, 2010.

SENA, D.; ALMEIDA, M.; SOUSA, P.; MAGALHÃES, C. Microminerais em farinhas de resíduos do processamento de frutas tropicais. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 3431-3435, 2015.

SIDDHURAJU, P. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated Tamarindus indica seed coat. **LWT-Food Science and Technology**, Washington, v. 40, n. 6, p. 982-990, 2007. REVER

SILVA, E. B.; DA SILVA, E. S. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7 n. 5, p. 121-131, 2013.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. Unicamp, Campinas, 2011. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada). Acesso em: 25 jan. 2017.

TONON, R.V.; BRABET C, HUBINGER, M.D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 444-450, 2009.

**ABSTRACT:** The cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), is a typical fruit of the northern region of Brazil, has a very peculiar flavor, and its pulp is widely used in food production. During fruit processing, large amounts of residues are generated, such as barks, seeds and stems, which are often associated with soil contamination and vector proliferation. Studies show that byproducts of the fruit industry can be important source of nutrients, highlighting the levels of proteins, lipids, fibers and minerals. The aim of this study was to obtain flours from the cupuaçu byproducts (FCC) from the frozen fruit pulp processing industry in the city of Vitoria da Conquista, Bahia, Brazil, and to determine the centesimal and mineral composition. To determine the levels of proteins, carbohydrates, lipids, ashes, moisture, minerals (K, Na, Mg and Ca) and dietary fiber, official analytical methodologies were used. The high amount of total dietary fiber ( $52.15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \pm 0.05$ ) and lipids ( $22.96 \text{ g} \cdot 100^{-1}$ ), potassium ( $500.00 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) evidencing the great potential of use in the various segments of the food industry.

**Keywords:** *Theobroma grandiflorum*; agroindustry, sustainability; flour.

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA  
COM ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL E  
FERMENTO NATURAL LIOFILIZADO**

---

**Raquel Facco Stefanello  
Amanda Aimée Rosito Machado  
Cristiano Ragagnin Menezes  
Leadir Lucy Martins Fries**

## AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA COM ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL E FERMENTO NATURAL LIOFILIZADO

### **Raquel Facco Stefanello**

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA).  
Santa Maria, RS.

### **Amanda Aimée Rosito Machado**

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Nutrição.  
Palmeira das Missões, RS.

### **Cristiano Ragagnin Menezes**

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA).  
Santa Maria, RS.

### **Leadir Lucy Martins Fries**

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA).  
Santa Maria, RS.

**RESUMO:** O uso de fermento natural em pães é um processo antigo porém muito utilizado atualmente, tendo em vista a demanda por produtos com as características específicas deste tipo de fermentação. No entanto, a aplicação de fermento natural liofilizado em pães ainda não está bem difundido. Logo, Neste estudo foram avaliados três pães de forma tipo *sourdough* com adição de farinha integral elaborados a partir de fermentos naturais liofilizados usando como substrato farinha de trigo e diferentes concentrações do crioprotetor trealose. As características sensoriais dos pães foram avaliadas considerando o teste de ordenação de intensidade de sabor e odor, de aceitabilidade e de intenção de compra. Dentre os pães preparados com os diferentes fermentos naturais liofilizados, não houve diferença estatística entre as concentrações de trealose, assim pode-se concluir que esse açúcar com atividade crioprotetora não interferiu na avaliação sensorial. Os resultados da avaliação sensorial indicaram que o uso de fermento natural liofilizado na preparação dos pães tipo *sourdough* foi favorável e com boa aceitabilidade e que a trealose utilizada não interferiu na avaliação sensorial. Portanto, este trabalho contribui para complementar as pesquisas sensoriais relacionadas com esse tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** avaliação sensorial, trealose, *sourdough*, aceitabilidade, fermento natural

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de fermento natural na produção de pães tipo *sourdough* é uma das técnicas biotecnológicas de preparo de alimentos mais antiga e que vem sendo redescoberta por seus efeitos positivos nas características sensoriais, estruturais, nutricionais e vida de prateleira dos produtos de panificação (GOBETTI et al., 2014). No entanto, a processamento de pães utilizando fermentação natural é laboriosa, dispendendo grande consumo de tempo para propagação das leveduras e das bactérias ácido lácticas, a fim de alcançar a produção de CO<sub>2</sub> suficiente para a fermentação de massa. Desta forma, com a demanda crescente por produtos convenientes, surgiram técnicas de estabilização do fermento natural que permitem obter pães com qualidade constante, aliada às vantagens do sabor, aroma e prolongamento da vida útil sem uso de conservador (BRANDT, 2007).

A qualidade dos pães está muitas vezes relacionada com a característica da crosta (espessura e cor) e a estrutura do miolo (sabor, textura e o tamanho das células) (EL-DASH, 1978; GUTKOSKI et al., 2002). Já para Meziani et al (2012), a qualidade dos produtos, que apresentam uma vida útil curta, estão relacionadas com a perda de frescor, que influencia negativamente a qualidade do produto e aceitação do consumidor, expresso por uma série de alterações químicas e físicas ocasionadas pelo envelhecimento (MEZIANI et al., 2012) devido à perda de umidade e retrogradação do amido.

Embora a qualidade de um produto alimentício seja estabelecida por um conjunto de parâmetros, a qualidade sensorial se sobressai por exercer maior influência sobre a escolha do produto pelo consumidor (DUTCOSKY, 2011). Os pães tipo *sourdough* possuem como principal característica o sabor intenso, embora o aroma tenha uma influência relevante na avaliação sensorial, não só através dos aromas da crosta do pão gerados durante a etapa de assamento pela formação dos compostos da reação de Maillard, mas também gerados no miolo dependendo do tipo de fermento natural, sendo que a utilização de fermento seco em pães pode apresentar um caráter mais maltado e amanteigado, enquanto que em pães produzidos com fermento fresco resultam em pães com um sabor mais ácido (BRANDT, 2007).

No Brasil a aplicação de fermento natural liofilizado em pães ainda não está bem difundido e com este trabalho, pretende-se contribuir para complementar as pesquisas sensoriais relacionadas com esse tema. Neste contexto, tendo em vista a importância da análise sensorial e das pesquisas em prol da utilização de fermento natural em pães, este trabalho tem por objetivo avaliar sensorialmente, com base nos testes de ordenação, de aceitabilidade e de intenção de compra, os pães de forma tipo *sourdough* contendo farinha de trigo integral e elaborados com fermento natural liofilizado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Matéria prima

Farinha de trigo refinada (Moinho Ipiranga, Santa Maria, RS) apresentando um teor de umidade de 12,37% ( $\pm 0,10$ ), cinzas (0,46%  $\pm 0,01$ ), proteínas (10,52%  $\pm 0,16$ ), fibra bruta (1,16%  $\pm 0,06$ ), extrato etéreo (0,89%  $\pm 0,05$ ) e carboidratos (74,59%  $\pm 0,25$ ) foi utilizada no preparo do fermento natural e do pão. Já a farinha de trigo integral (Cisbra, Panambi, RS) apresentou 9,63% ( $\pm 0,10$ ), 1,54% ( $\pm 0,01$ ), 11,89% ( $\pm 0,09$ ), 2,68% ( $\pm 0,20$ ), 1,59% ( $\pm 0,03$ ) e 72,66% ( $\pm 0,28$ ) para os mesmos parâmetros, respectivamente. Com relação às características reológicas, a farinha de trigo refinada apresentou uma absorção de água de 59,5 % (atingindo a consistência na linha de 500 Unidades Brabender), estabilidade de 8,7 min, energia de deformação (W) de  $251 \times 10^{-4}$  Joules e número de queda de 280 s. Enquanto a farinha de trigo integral mostrou uma energia de deformação (W) de  $199 \times 10^{-4}$  Joules e número de queda de 267 s.

### 2.2 Obtenção do fermento natural liofilizado

De acordo com Stefanello (2014), foram produzidos fermentos naturais de forma espontânea a partir da mistura de farinha de trigo e água. Posteriormente, concentrações distintas de trealose foram adicionadas às amostras de fermento natural com o objetivo de aumentar a viabilidade celular dos micro-organismos após a liofilização. Os fermentos naturais receberam 10% e 15% de trealose, sendo designados como FNL 10 e FNL 15 respectivamente. Um tratamento controle (FNL 0) foi conduzido paralelamente sem adição de trealose.

### 2.3 Preparo dos pães de forma contendo farinha de trigo integral e fermento natural liofilizado

A obtenção dos pães de forma foi realizada no Panifício Mallet (Santa Maria, RS) utilizando o método de duas fases (RIZZELLO et al., 2016) incluindo: 1) a ativação dos fermentos naturais liofilizados (fermentação durante 15 horas a 30 °C, passo I), e 2) a mistura com os demais ingredientes (2,0 h a 30 °C, passo II), mais tarde. Os pães foram constituídos de 30% de *sourdough* (*esponja*<sup>1</sup>) proveniente dos fermentos naturais liofilizados e de 12,5% de esponja proveniente de fermento biológico comercial (Fleischmann®) (*esponja*<sup>2</sup>). A formulação detalhada dos pães encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Formulação dos pães de forma envolvendo a adição de 30% de esponja elaborada a partir dos fermentos naturais liofilizados e de 12,5% de esponja elaborada com fermento biológico comercial.

Ingredientes	<i>Esponja</i> <sup>1</sup> (g) ( <i>sourdough</i> )			<i>Esponja</i> <sup>2</sup>
	FNL0	FNL10	FNL15	
Farinha de trigo refinada	860	860	860	860
Fermento natural liofilizado	60	60	60	-
Fermento biológico comercial	-	-	-	25
Açúcar	20	20	20	20
Água	645	645	645	645
Massa dos pães	FNL0	FNL10	FNL15	
Farinha de trigo refinada	1094	1094	1094	
Farinha de trigo integral	468	468	468	
Água	437	437	437	
Sal	31	31	31	
Açúcar (sacarose)	94	94	94	
Gordura de palma	46	46	46	
<i>Esponja</i> <sup>1</sup> (30%)	1106	1106	1106	
<i>Esponja</i> <sup>2</sup> (12,5%)	474	474	474	

FNL0: pão de forma com fermento natural liofilizado sem trealose; FNL10: pão de forma com fermento natural liofilizado com 10% de trealose; FNL15: pão de forma com fermento natural liofilizado com 15% de trealose.

## 2.4 Análises microbiológicas

De acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos para pães (BRASIL, 2001), os diferentes tratamentos foram submetidos às análises de Coliformes a 45 °C pelo método oficial nº 966.24 da AOAC (2000), Estafilococos coagulase positiva segundo o método nº 975.55 da AOAC (2000), *Bacillus cereus* conforme metodologia descrita em BRASIL (2003), *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C e *Salmonella* sp. de acordo com o método nº 967.26 da AOAC (2000). Todas as análises foram realizadas em duplicata, 1 hora e meia após o resfriamento dos pães.

## 2.5 Avaliação sensorial

Os testes sensoriais foram realizados em sala com cabines individuais, nas dependências do laboratório de análise sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria com 97 provadores não treinados, sendo eles alunos, funcionários e professores da mesma instituição. Os pães elaborados foram submetidos aos testes discriminativo de ordenação, afetivo de aceitabilidade e de intenção de compra um dia após fabricação.

No teste de ordenação quanto à intensidade, as amostras foram constituídas de três fatias de cada tratamento (FNL 0, FNL 10 e FNL 15),

codificadas com números de três dígitos e apresentadas simultaneamente e em ordem balanceada e aleatória aos provadores. Os provadores foram orientados a avaliar e ordenar as amostras em ordem crescente de intensidade quanto ao odor e sabor, sendo a ordem 01 para a amostra de menor intensidade e a ordem 03 para a amostra de maior intensidade, considerando os atributos avaliados (FERREIRA et al., 2000).

O teste afetivo de aceitação foi aplicado para avaliar a aceitabilidade dos pães elaborados com fermento natural liofilizado através da reação afetiva dos provadores expondo suas preferências, gostos e opiniões (IAL, 2008).

Nesse teste, as amostras codificadas aleatoriamente foram apresentadas de forma monádica e casualizada aos provadores. Os atributos avaliados foram: cor da crosta, cor do miolo, aparência da crosta, aparência do miolo, aroma, sabor e textura, utilizando uma escala hedônica de 7 pontos sendo os extremos de valor 1 atribuído ao termo hedônico “desgostei muitíssimo” e de valor 7 atribuído ao termo “gostei muitíssimo” (STONE & SIDEL, 2004). Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto foi adotada a expressão:  $IA (\%) = A \times 100 / B$ , na qual, A= nota média obtida para o produto, e B= nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerado  $\geq 70\%$  (DUTCOSKY, 2011).

Também foi aplicado o teste de intenção de compra, onde os provadores por meio da escala expressaram sua vontade em consumir, adquirir ou comprar um produto que lhe é oferecido (IAL, 2008). Foi utilizada escala estruturada de 5 pontos contendo termos definidos situados entre “certamente compraria” (5) e “certamente não compraria” (1), e um ponto intermediário com o termo “talvez compraria/talvez não compraria” (3). Os resultados do teste de intenção de compra foram expressos em porcentagem, de acordo com a frequência das respostas (IAL, 2008).

## **2.6 Comitê de ética e pesquisa**

Esta pesquisa foi aprovada em seus aspectos éticos e metodológicos no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria - RS, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa/Ministério da Saúde, em 18/07/2013 através do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 16936413.6.0000.5346.

## **2.7 Análise Estatística**

Os resultados do teste de ordenação quanto à intensidade foram avaliados estatisticamente pelo teste de Friedman, através da diferença entre as somas de pares de amostras, comparada ao valor estabelecido na tabela de Newell e Mac Farlane que define o valor da diferença crítica entre os totais de

ordenação ao nível de 5%, para verificar se existe diferença entre as amostras (FERREIRA et al., 2000).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Análises microbiológicas

A contagem de Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Bacillus cereus*, *Clostridium* sulfitorreductor a 46 °C e *Salmonella* sp dos pães de forma produzidos com fermento natural liofilizado se encontra na Tabela 2. A partir dos dados observados na Tabela 2 pode-se afirmar que os pães produzidos com fermento natural liofilizado, em diferentes concentrações de trealose, apresentaram características microbiológicas adequadas, conforme a legislação brasileira para pães (BRASIL, 2001).

**Tabela 2.** Contagem de Coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Bacillus cereus*, *Clostridium* sulfitorreductor a 46°C e *Salmonella* sp realizadas em pães produzidos com fermento natural liofilizado (FNL) com diferentes concentrações de trealose e fermento comercial (FC), logo após a fabricação.

Análises	FNL0	FNL10	FNL15	Padrões microbiológicos
Coliformes a 45°C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	10 NMP/g (máx)
<i>Staphylococcus</i> Coagulase Positiva (UFC/g)	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	5x10 <sup>2</sup> UFC/g (máx)
<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 25g
<i>Clostridium Sulf. Redutor</i> (UFC/g)	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	5x10 <sup>2</sup> UFC/g (máx)
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	< 1,0x10 <sup>2*</sup>	< 1,0x10 <sup>2*</sup>	< 1,0x10 <sup>2*</sup>	5x10 <sup>2</sup> UFC/g (máx)

\*significa: valor estimado. FNL 0: fermento natural liofilizado sem trealose; FNL 10: fermento natural liofilizado com 10% de trealose; FNL 15: fermento natural liofilizado com 15% de trealose. NMP: número mais provável. UFC: unidades formadoras de colônias.

#### 3.2. Análise sensorial

##### 3.2.1 Teste de Ordenação

Os resultados para a soma das ordens dos atributos sensoriais avaliados no teste de ordenação da preferência, dos pães obtidos por fermentação natural elaborados com 0% (FNL 0), 10% (FNL 10), e 15% (FNL 15) de trealose são apresentados na Tabela 3. O teste de ordenação não demonstrou diferença significativa ( $p > 0,01$ ) entre as amostras de pães fabricadas com fermento natural liofilizado, de acordo com a intensidade para os atributos de odor e sabor.

**Tabela 3.** Soma das ordens dos atributos sensoriais avaliados no teste de ordenação da preferência, dos pães obtidos por fermentação natural elaborados com 0% (FNL 0), 10% (FNL 10), e 15% (FNL 15) de trealose.

Atributos Sensoriais**	FNL0	FNL10	FNL15
Sabor	197 <sup>a</sup>	183 <sup>a</sup>	202 <sup>a</sup>
Odor	189 <sup>a</sup>	193 <sup>a</sup>	200 <sup>a</sup>

\*\*Maior somatório corresponde à maior preferência.

O módulo das diferenças entre os pares de somatório total do teste de ordenação de intensidade do atributo sabor e odor em pães elaborados com fermento natural liofilizado, com diferentes concentrações de trealose, estão representados na Tabela 4 e 5, respectivamente. Dessa maneira é possível dizer que a adição de trealose não causou nenhum impacto na intensidade de odor ou sabor, pois não houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

**Tabela 4.** Módulo das diferenças entre os pares de somatório total do teste de ordenação de intensidade do atributo sabor em pães elaborados com fermento natural liofilizado com diferentes concentrações de trealose (FNL 0; FNL 10; FNL 15).

Amostra	FNL0	FNL10	FNL15
Somatório total <sup>a</sup>	197 <sup>a</sup>	183 <sup>a</sup>	202 <sup>a</sup>
Diferença x FNL 0	.	14	5
Diferença x FNL 10	14	.	19
Diferença x FNL 15	5	19	.
Valor crítico tabelado =	41		

\*significativo no nível de 1%, se a diferença entre as somas das ordens de duas amostras diferirem por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (Tabela de Newel-MacFarlane). <sup>a</sup> maior somatório corresponde a maior intensidade.

**Tabela 5.** Módulo das diferenças entre os pares de somatório total do teste de ordenação de intensidade do atributo odor em pães elaborados com fermento natural liofilizado com diferentes concentrações de trealose (FNL 0; FNL 10; FNL 15).

Amostra	FNL0	FNL10	FNL15
Somatório total <sup>a</sup>	189 <sup>a</sup>	193 <sup>a</sup>	200 <sup>a</sup>
Diferença x FNL 0	.	4	11
Diferença x FNL 10	4	.	7
Diferença x FNL 15	11	7	.
Valor crítico tabelado =	41		

\*significativo no nível de 1%, se a diferença entre as somas das ordens de duas amostras diferirem por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (Tabela de Newel-MacFarlane). <sup>a</sup> maior somatório corresponde a maior intensidade.

### 3.2.2 Teste de Aceitabilidade

Uma vez que não houve nenhuma diferença significativa entre as amostras do teste de ordenação entre os pães elaborados com fermento natural liofilizado o FNL 0 (sem a adição de trealose) foi escolhido para o teste

de aceitabilidade e intenção de compra por representar o tratamento de menor custo.

Os resultados das médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais avaliados nos pães elaborados com fermento natural liofilizado e a diferença mínima significativa são apresentados na Tabela 6. Foram observadas maiores notas para o atributo sensorial referente à aparência do miolo (6,25) pelos provadores.

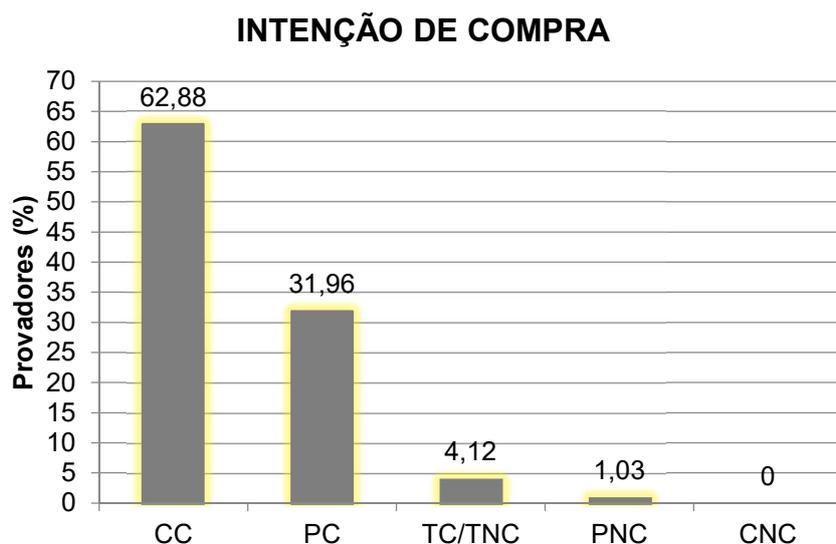
O índice de aceitabilidade em relação ao produto FNL 0, de uma maneira geral, foi de 86,49%. O produto obteve notas médias entre 5,70 e 6,25 para os atributos avaliados, estando assim entre os termos “Gostei” e “Gostei muitíssimo”.

**Tabela 6.** Médias das notas de cada atributo avaliado pelo teste de Aceitabilidade no pão produzido a partir do fermento natural liofilizado sem trealose (FNL 0) e o índice de aceitabilidade (IA).

Atributos avaliados	Média das notas	IA (%)
Cor da crosta	6,20	88,51
Cor do miolo	6,16	88,07
Aparência da crosta	6,08	86,89
Aparência do miolo	6,25	89,25
Aroma	5,70	81,44
Sabor	5,93	84,68
Textura	6,06	86,60

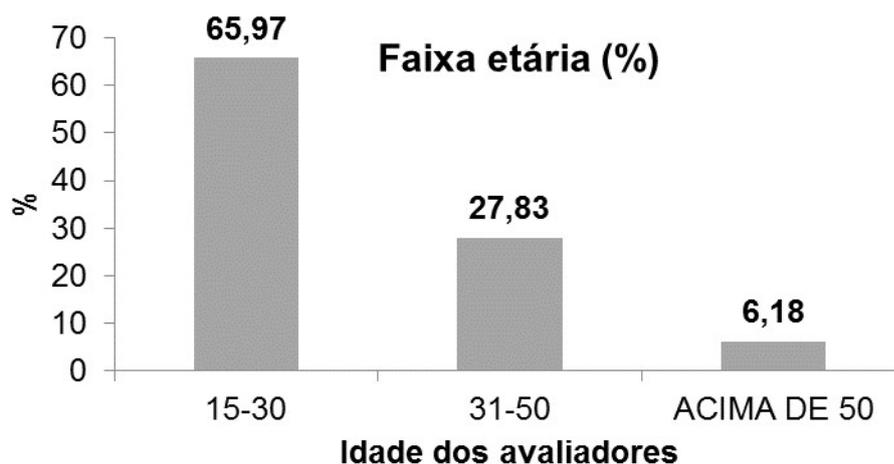
### 3.2.3 Intenção de compra

Na Figura 1 está representada a intenção de compra dos pães de forma elaborados com fermento natural liofilizado pelos provadores. Com base na opinião dos provadores, foi perguntado o que eles fariam se a amostra de pão de forma elaborado com fermento natural liofilizado estivesse à venda e o resultado mostrou que 62,88% dos provadores certamente comprariam o produto avaliado enquanto que 31,96% possivelmente compraria, 4,12% responderam que talvez compraria ou que talvez não compraria e apenas 1,03% responderam que possivelmente não comprariam. A Figura 2 representa a distribuição dos provadores que participaram da análise sensorial.



CC: certamente compraria; PC: provavelmente compraria; TC/TNC: talvez compraria/talvez não compraria; PNC: provavelmente não compraria; CNC: certamente não compraria.

**Figura 1.** Resultado do teste de Intenção de compra realizado com o pão de forma elaborado com fermento natural liofilizado.



**Figura 2.** Distribuição dos avaliadores que participaram da análise sensorial dos pães fabricados a partir de fermento comercial e fermento natural liofilizado com 0, 10 e 15% de trealose divididos por faixa etária (15-30; 31-50; >50) e por sexo (F ou M).

Rizzello et al. (2010), trabalhando com *L. plantarum* e *L. rossiae*, e, “sourdough” a base de gérmen de trigo e com 24 h de fermentação obteve nota média 6,8 para o atributo sabor em escala de 9 pontos. Edema (2011), com “sourdough” a base de farinha de milho, tempo de fermentação de 24 h e utilizando uma mistura de *L. plantarum*, *L. brevis* e *L. mesenteroides* obteve na avaliação sensorial do atributo sabor nota 4,8 (em uma escala de 5 pontos). Em outro trabalho (PLESSAS et al., 2008), também foi observado notas entre 7,7-8,9 para o atributo sabor utilizando a escala de 9 pontos.

Em se tratando da análise sensorial de pães obtidos por fermentação natural, muitas vantagens da utilização de fermento natural foram confirmadas (MORONI et al., 2009). A casca apresenta uma coloração mais acentuada devido ao maior teor de aminoácidos e açúcares redutores. O efeito da substituição da farinha de trigo por fermento natural oriundo de farinha de nozes foi investigado nas propriedades sensoriais de pão e não houve nenhuma diferença significativa com relação à cor (crosta e miolo) nos produtos avaliados (CHINMA et al., 2016).

O pH mais ácido e a longa fermentação, aumentam o tempo e a atividade enzimática da massa, liberando mais aminoácidos e glicose/maltose das cadeias (MORONI et al., 2009). Quanto ao sabor, a aceitabilidade atribuída é em função do sabor levemente ácido e dos inúmeros metabólitos liberados pela flora do fermento natural. Isto pode ser devido ao efeito de tamponamento causada pela maior acidez do pão (CHINMA et al., 2016).

Com relação ao teste de ordenação realizado com os diferentes tipos de fermento natural liofilizado pode se observar certa proximidade na avaliação dos provadores frente aos atributos sensoriais de odor e sabor provavelmente pela importante contribuição da sinergia entre aroma (sistema olfativo) e gosto (sistema gustativo) na formação (percepção) do sabor dos alimentos (BARHAM, 2010). Estudos têm demonstrado a questão das interações entre olfato e textura quando o estímulo olfatório está presente na forma retronasal, sendo mais significativo quando percebido simultaneamente com a deglutição. De acordo com estes estudos, os componentes odoríferos gerados após a deglutição são os principais responsáveis pelo transporte dos voláteis para as células receptoras (LABBE et al., 2008; BUETTNER, 2002).

A adição de farinhas de leguminosas a um *sourdough* elaborado a partir de farinha de trigo causou um aumento da pontuação em vários atributos como cor, sabor ácido e salgado (RIZZELLO et al., 2014). Este atributo sensorial assume importância na produção de pães com base nas orientações previstas no Regulamento da OMS com vista à redução de sal nos alimentos (WHO, 2007). Propriedades sensoriais como elasticidade e *secura* não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os *sourdoughs* elaborados com e sem a adição de farinhas de leguminosas e elaborados apenas com fermento biológico comercial (RIZZELLO et al., 2014). As médias da avaliação sensorial para o atributo doçura foi maior para os pães elaborados com a adição do *sourdough* elaborado apenas com fermento biológico comercial ( $6,89 \pm 0,20$ ) do que para os pães elaborados com a mistura de farinha de leguminosas ( $6,00 \pm 0,30$ ) e sem a mistura ( $6,05 \pm 0,20$ ) (RIZZELLO et al., 2014).

#### 4. CONCLUSÕES

Os pães produzidos com fermento natural liofilizado, em diferentes concentrações de trealose, apresentaram características microbiológicas

adequadas, conforme a legislação brasileira. A adição de trealose não interferiu na intensidade de odor ou sabor nas amostras de pães elaborados com diferentes fermentos naturais liofilizados. Por se tratar de um composto de alto custo é possível concluir que a trealose é dispensável tecnologicamente por não afetar os parâmetros avaliados. A partir dos resultados de aceitabilidade o atributo sensorial aroma foi o que obteve as menores médias ao passo que a aparência do miolo obteve as maiores notas. Apesar de alguns atributos sensoriais terem sido mais apreciados, todos apresentaram um índice de aceitabilidade superior a 80%. Com base no teste de Intenção de Compra, 62,88% dos provadores responderam que certamente comprariam os pães elaborados com fermento natural liofilizado sem adição de trealose. Isso demonstra que se este produto for comercializado certamente não terá rejeição por parte dos consumidores. A utilização de fermento natural liofilizado em pães demonstrou ser uma alternativa aos processos tradicionais uma vez que tem alta aceitação e padronização nos processos industriais por se tratar de um fermento natural desidratado.

## **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por bolsa concedida; à empresa Panifício Mallet, pelo apoio tecnológico; à Cisbra e à empresa Adelino Antoniazzi pelo fornecimento das farinhas de trigo; à Prozyn pela doação da trealose; e à Universidade Federal de Santa Maria com seus colaboradores e estudantes, pela participação nessa pesquisa.

## **Referências**

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. (17th ed.). Horwitz, W: Gaithersburg, MD, 2000.

BARHAM, P.; SKIBSTED, L. H.; BREDIE, W. L. P.; FRØST, M. B.; MØLLER, P.; RISBO, J.; SNITKJÆR, P.; MORTENSEN, L. M. Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline. **Chemical Reviews**, v. 4, n. 110, p. 2313-2365, 2010.

BRANDT, M.J. Sourdough products for convenient use in baking. **Food Microbiology**, v.24, p. 161–164, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução normativa nº. 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de**

**Produtos de Origem Animal e Água.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>. Acesso em: 19 nov. 2012

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=144>. Acesso em: 22 nov. 2013.

BUETTNER, A.; BEER, A.; HANNING, C.; SETTLES, M. Observation of the swallowing process by application of videofluoroscopy and real-time magnetic resonance imaging - consequences of retronasal aroma stimulation. **Chemical Senses**, v. 26, p. 1211-1219, 2002.

CHINMA, C. E.; ANUONYE, J.C.; OCHEME, O.B.; ABDULLAHI, S.; ONI, S.; YAKUBU, C.M.; AZEEZ, S.O. Effect of acha and bambara nut *sourdough* flour addition on the quality of bread. **LWT - Food Science and Technology**, v.70, p.223–228, 2016.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** 3.ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426p.

EDEMA, M.O. A Modified *Sourdough* Procedure for Non-Wheat Bread from Maize Meal. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 7, p.1264-1272, 2011.

EL-DASH, A.A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.55, n.4, p.436-446, 1978.

FERREIRA, V.L.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M. **Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.

GOBBETTI, M.; RIZZELLO, C.G.; DI CAGNO, R.; DE ANGELIS, M. How the *sourdough* may affect the functional features of leavened baked goods. **Food Microbiology**, v. 37, p.30-40, 2014.

GUTKOSKI, L.C.; JACOBSEN, R.N. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão de forma. **Ciência Rural**, v.32, p.873-879, 2002.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo, 2008, 1020 p.

LABBE, D.; GILBERT, F.; MARTIN, N. Impact of olfaction on taste, trigeminal, and texture perceptions. **Chemical Perception**, v. 1, p. 217-226, 2008.

LOTONG, V.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D.H. Determination of the sensory attributes of wheat *sourdough* bread. **Journal of Sensory Studies**, v. 15, p. 309–326, 2000.

MEHINAGIC, E.; ROYERA, E.G.; BERTRAND, D.; SYMONEAUX, R.; LAURENS, F.; JOURJON, F. Relationship between sensory analysis, penetrometry and visible NR spectroscopy of apples belonging to different cultivars. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 5, p. 473-484, 2003.

MEZIANI, S.; NADAUD, I.; GAILLARD-MARTINIE, B.; CHAMBON, C.; BENALI, M.; BRANLARD, G. Proteomic analysis of the mature kernel aleurone layer in common and durum wheat. *Journal of Cereal Science*, v. 55, p. 323–30, 2012.

MORONI, A.V.; DAL BELLO, F.; ARENDT, E.K. *Sourdough* in gluten-free breadmaking: an ancient technology to solve a novel issue? **Food Microbiology**, v. 26, p. 676-684, 2009.

PLESSAS, S.; FISHER, A.; KOURETA, K.; PSARIANOS, C.; NIGAM, P.; KOUTINAS, A. Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *L. helveticus* for *sourdough* bread making. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 985–990, 2008.

RINALDI, M.; PACIULLI, M.; CALIGIANI, A.; SGARBI, E.; CIRLINI, M.; ASTA, C.D.; CHIAVARO, E. Durum and soft wheat flours in *sourdough* and straight-dough bread-making. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 10, p. 6254–6265, 2015.

RIZZELLO, C.G.; LORUSSO, A.; MONTEMURRO, M.; GOBBETTI, M. Use of *sourdough* made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. **Food Microbiology**, v. 56, p.1-13, 2016.

RIZZELLO, C. G.; CALASSO, M.; CAMPANELLA, D.; DE ANGELIS, M.; GOBBETTI, M. Use of *sourdough* fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. **International Journal of Food Microbiology**, v. 180, p. 78–87, 2014.

RIZZELLO, C. G.; NIONELLI, L.; CODA, R.; De ANGELIS, M.; GOBBETTI, M. Effect of *sourdough* fermentation on stabilization, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1079-1089, 2010.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Elsevier Academic Press, 2004, 377p.

WHO. World Health Organization, 2007. In: **Reducing Salt Intake in Populations**: Report of a WHO Forum and Technical Meeting. 5-7 October 2006. Paris, France.

**ABSTRACT:** The use of natural yeast in bread is an old process, but it is currently widely used, considering the demand for products with the specific characteristics of this type of fermentation. However, the application of freeze-dried natural yeast in breads is not yet widespread. Therefore, in this study three loaves of sourdough type form with addition of whole flour elaborated from lyophilized natural ferments using as wheat flour substrate and different concentrations of cryoprotectant trehalose were evaluated. The sensorial characteristics of the breads were evaluated considering the test of order of intensity of taste and odor, acceptability and intention to buy. Among the breads prepared with the different lyophilized natural yeasts, there was no statistical difference between the trehalose concentrations, so it can be concluded that this sugar with cryoprotectant activity did not interfere in the sensorial evaluation. The results of the sensorial evaluation indicated that the use of lyophilized natural yeast in the preparation of sourdough breads was favorable and with good acceptability and that the trehalose used did not interfere in the sensorial evaluation. Therefore, this work contributes to complement the sensorial research related to this theme.

**KEY WORDS:** sensorial evaluation, trehalose, sourdough, acceptability, natural yeast

## **Sobre os organizadores**

**ANTONIO CARLOS FRASSON** Doutor em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba. Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ponta Grossa. Está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) no Câmpus Ponta Grossa. É líder do grupo de pesquisa Educação Inclusiva: contextos de formação e práticas pedagógicas para o Ensino de Ciência e Tecnologia. Avaliador institucional e de cursos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP.

**DAMARIS BERARDI GODOY LEITE** Nutricionista. Licenciada em Ciências Biológicas. Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela UTFPR, professora de Nutrição das Faculdades Ponta Grossa e do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - Cescage. Possui experiência em Estágio Supervisionado e projetos de extensão na linha de Nutrição Social.

## Sobre os autores

**ADRIANA DA SILVA MIRANDA** Nutricionista – UFV (2001). Docente, Faculdade de Ciências e Tecnologia - FTC (desde 2010) e Docente - Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR (desde 2012). Mestrado Profissional - Meio Ambiente e Sustentabilidade (2009) – UNEC. Especialização - Nutrição e Saúde: Materno Infantil (2004) – UFV, MBA Gestão Executivo de Negócios (2010) – UNEC, Nutrição Clínica com ênfase em Terapia Nutricional - SOET (2012) e Nutrição Clínica Funcional e Fitoterápicos - FAINOR (2017). Coordenação de Pós-graduação Nutrição Clínica Funcional e Fitoterápicos - FAINOR (2014 - 2016), Nutrição Esportiva com Ênfase em Fisiologia do Exercício - FAINOR (desde 2014), Terapia Nutricional no Ambiente Hospitalar, Ambulatorial e Domiciliar - FAINOR (desde 2015), Fitoterapia Clínica (2016), Atenção Dermatológica com Ênfase de Estética e Cosmetologia - FAINOR (desde 2015).

**ALESSANDRA BRAGA RIBEIRO** Professora Adjunta-Curso de Farmácia, Pesquisadora do Programa de Desenvolvimento Científico Regional-DCR. Universidade Federal do Piauí – UFPI

**AMANDA AIMÉE ROSITO MACHADO** É acadêmica do curso de Nutrição, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Palmeira das Missões, RS. Possui experiência em análises laboratoriais na área de derivados lácteos (com ênfase em análises físico-químicas e microbiológicas), através de participação em projetos de pesquisa e extensão. Além disso, foi realizado estágio não obrigatório em análises de compostos voláteis (uvas e vinhos) e em análises bromatológicas.

**ARMANDO TROINA DA SILVA** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**BIANCA PIO ÁVILA** Doutoranda do curso de Pós Graduação Ciência e Tecnologia de Alimentos com ênfase em grãos na Universidade Federal de Pelotas. Possui mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (2009). Tem experiência na área de Agronomia, Pesquisa e Extensão, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Biotecnologia. Possui habilitação como auditora técnica de unidade armazenadoras do Ministério da Agricultura e Pecuária e classificadora de produtos vegetais (arroz, feijão e soja).

**BRUNA RODRIGUES MOREIRA** Graduada em Biotecnologia pela Universidade Federal de Goiás (2017), com formação complementar na University of Georgia (2015). Participou de projetos de pesquisa sobre aplicabilidade biotecnológica de feijões, desenvolvimento de biomateriais para aplicação na área farmacêutica e de alimentos, e ainda bioprospecção de moléculas proteicas inseticidas de *Bacillus thuringiensis*. Atualmente, desenvolve pesquisa na área de prospecção de compostos bioativos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e feijão caupi (*Vigna unguiculata*) no Laboratório de Química de Polímeros da Universidade Federal de Goiás. Possui experiência nas áreas de Bioquímica, Química de Polímeros, Imobilização de enzimas, Microbiologia e Síntese de novos materiais.

**CASSIARA CAMELO DE SOUZA** Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB e farmacêutica pela Universidade Estadual da Paraíba-UEPB. É professora adjunta do Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência em análises química, sensorial, de compostos bioativos, atividade antioxidante e compostos voláteis em alimentos.

**CHRISTIANO VIEIRA PIRES** Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (2000), mestrado (2002) e doutorado (2005) pela mesma. Foi Professor de Bioquímica da Universidade Presidente Antônio Carlos (2002-2005), da Faculdade de Saúde Ibituruna (2005-2006) e da Associação Educativa do Brasil (2005-2006). Foi coordenador do Curso de Engenharia de Alimentos das Faculdades Unidas do Norte de Minas (2005-2006) e Professor adjunto da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (2006-2009). Foi Coordenador do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei (2010-2012) e Sub-Chefe do DEALI-UFSJ (2013-2015), onde atualmente é professor associado II e ministra aula das disciplinas Análise de Alimentos e Nutrição e Qualidade Nutricional de Alimentos e orienta alunos IC e coordena projetos de pesquisa.

**CLAUDIA DE LUCAS BAGANHA** Graduação em Farmácia (UFRJ). Mestranda em Ciência e Tecnologia Farmacêutica (UFRJ). Atualmente é Farmacêutica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, atuando no Departamento de Produtos Naturais e Alimentos.

**CRISTIANO RAGAGNIN DE MENEZES** Graduado em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Federal de Santa Maria (2003), Doutorado em Ciência de Alimentos pela FEA/UNICAMP (2007) e Pós-Doutorado em Biotecnologia e Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo ITAL-SP (2009). Publicou mais de 180 trabalhos em periódicos e anais de eventos e um capítulo de livro. Atualmente é o Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da UFSM (Biênio 2015-2017).

**CRISTINA JANSEN** Possui graduação em Química de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (2011) e mestrado em Nutrição e Alimentos pela linha de pesquisa Análise e Controle de Qualidade em Alimentos pela mesma instituição (2015). Atualmente é doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na área de Ciência e Tecnologia de Frutos e Hortaliças no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

**DANIEL MARIO TAPIA TAPIA** Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e engenheiro agrônomo pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. É professor assistente do Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência em instalações industriais de produção de alimentos, com ênfase em alimentos, resistência térmica, implantação de sistema HACCP, SSOP, POP, qualidade de água, controle de qualidade e processamento de alimentos, bioprocessos e microbiologia industrial.

**ELIANA BADIALE FURLONG** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**ELIEZER AVILA GANDRA** Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela FURG (2001), mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (2003) e doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (2006) ambos pela UFPel. Atualmente é Professor Associado do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos e docente permanente do Programa de Pós Graduação em Nutrição e Alimentos e do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos ambos da UFPel. Foi coordenador do curso de Bacharelado em Química de Alimentos (UFPEL) e do curso de Tecnologia em Alimentos (UEM). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Microbiologia de Alimentos, Biotecnologia e Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

**ERIKA VALENCIA MEJÍA** Graduada em Microbiologia pela Universidad de Antioquia (2007). Trabalhou como pesquisadora no *Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales* da Universidad de Antioquia na cidade de Medellín – Colômbia. Em 2015, concluiu o Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Bioquímica e Genética, pela Universidade Federal de Goiás, onde desenvolveu pesquisa relacionada a imobilização enzimática.

Atualmente, cursa Doutorado neste mesmo Programa de Pós-Graduação, onde desenvolve pesquisa na área de prospecção de compostos bioativos em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Possui experiência nas áreas de Parasitologia, Biologia Molecular e Bioquímica.

**ERLÂNIA DO CARMO FREITAS** Nutricionista, mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB. Especialista em Nutrição Clínica Funcional pela Soet (2015). Especialista em Saúde Pública com ênfase em PSF. Pós graduanda em Nutrição em Nefrologia EAD. Pós graduanda em Terapia Nutricional no ambiente hospitalar, ambulatorial e domiciliar.

**FÁBIO PEREIRA DE SOUZA** Departamento de Engenharia de Alimentos. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Salinas - MG

**GABRIELA SOSTER SANTETTI** Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade de Passo Fundo - RS 2016/2. Possui experiência na área de produção e caracterização de biossurfactantes via fermentação submersa utilizando microrganismos e na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos com atuação em pesquisas de qualidade de grãos e farinhas, com ênfase em farinha integral, farinha de grão inteiro de trigo e farinha reconstituída por partes externas do grão, com aplicação no desenvolvimento de novos produtos e na qualidade tecnológica de produtos alimentícios.

**GRACILIANE NOBRE DA CRUZ XIMENES** Graduada em QUÍMICA INDUSTRIAL pela UFPE (1986), Especialista em INTER-RELAÇÕES SOLO-PLANTA-MICROORGANISMO pela UFRPE (1989) e Mestre em Agronomia - Ciências do Solo, com ênfase em Microbiologia e Fertilidade do solo, pela UFRPE (1994). Em 1998, atuou na implantação do Sistema de Gestão da Qualidade no LEAAL-Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (ABNT NBR ISO/IEC 17025); Assumiu a Gerência técnica do Setor de Físico química (2001) e em 2003 a Gestão do Sistema da Qualidade. Em 2008, exerceu a responsabilidade técnica como signatária autorizada pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água do LEAAL. Em junho de 2015, reintegra o Departamento de Engenharia Química do CTG da UFPE, constituindo equipe técnica formadora do Curso de Engenharia de Alimentos na especialidade de Tecnologia de Leite e Produtos Lácteos.

**GUILHERME AUGUSTO VIANA ANDRADE** Especialista em Fitoterapia Aplicada à Nutrição Clínica e Saúde Pública e em Nutrição Esportiva, é Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência em pesquisas sobre a atividade antioxidante e antimicrobiana de frutos regionais, além do desenvolvimento de produtos alimentícios. É nutricionista na cidade de Barreiras, Bahia.

**HANNA ELISIA ARAÚJO DE BARROS** Graduanda do décimo semestre do curso Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Trabalha com a linha de pesquisa na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Físico-Química, Bioquímica e Fatores Antinutricionais dos Alimentos e das Matérias-Primas Alimentares.

**IOLANDA ALMEIDA SANTOS** Nutricionista. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**ISADORA STRAPAZON** Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos pela universidade Federal de Santa Catarina - SC. Possui experiência em pesquisas de qualidade de grãos e farinhas. Atualmente é integrante da Empresa Júnior “CALTECH Consultoria em Alimentos”.

**JAMILLE NUNES PEREIRA** Nutricionista. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**JANDER LUIS FERNANDES MONKS** Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande, Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas. De 2001 até 2012, foi professor da Universidade Católica de Pelotas nos cursos de Farmácia, Biologia, Ecologia e Química Ambiental; Atualmente (a partir de 2012) é professor (dedicação exclusiva) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense de Pelotas (IFSul), ministrando aulas nos Cursos Técnico em Química, Engenharia Química e Mestrado Tecnológico em Engenharia Ambiental.

**JENYFFER MEDEIROS CAMPOS** Doutora em Nutrição, Mestre em Nutrição pela Universidade Federal de Pernambuco (2005), Especialista em Alimentação Coletiva e nutricionista graduada pela Universidade Federal de Pernambuco (2002). Professora Adjunto I do Departamento de Engenharia Química, Curso Engenharia de Alimentos, UFPE. Possui experiência profissional em nutrição na área de Alimentação Coletiva, pesquisa na área de biossurfactantes e linha de pesquisa na área de ciência e tecnologia de produtos de origem animal.

**JÉSSICA SOUZA RIBEIRO** Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, possui MBA Executivo em Gestão de Negócios em Alimentação, é especialista em Gestão da Segurança de Alimentos e Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia-UFBA. É nutricionista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia-IFBA, professora assistente da Faculdade de Tecnologia e Ciências-FTC, na cidade de Jequié-BA, e atua na Câmara Temática de Segurança Alimentar e Nutricional do Território de Identidade Médio Rio das

Contas. Atua em pesquisas com frutos regionais, termoestabilidade de carotenoides e betacaroteno, em atividades de extensão em Comunidades Quilombolas, escolas e com agricultores familiares.

**JONATHAN JARDIM OLIVEIRA** Especialista em Nutrição Clínica Funcional e Fitoterapia - SOET (2013) e Graduação em Nutrição – FTC (2010) e em Administração com habilitação em Marketing - FTC (2007). Atualmente é coordenador do Serviço de Nutrição e Dietética do Hospital UNIMEC - Unidade Médica Cirúrgica Ltda., atuando principalmente nos seguintes temas: avaliação nutricional, inquéritos alimentares, nutrição clínica, gestão de UAN.

**JOSÉ LUIZ VIANA DE CARVALHO** Engenheiro Agrônomo, UFRRJ. 1981; MSc em Ciência e Tecnologia de Cereais, UFRRJ. 1985. Pesquisador da Embrapa, 1990 até a presente. Auditor Líder para BPL, ISO 17025, ISO 9001, ISO 14001, SA 8000 e NBR 16001. As linhas de pesquisa e trabalhos publicados referem-se a Segurança Alimentar de OGM, Biofortificação de Alimentos e Rotulagem Nutricional de Alimentos. Membro da Rede FeijaoSEG na Embrapa, sendo responsável pela avaliação da Segurança Alimentar do Feijão GM Resistente ao Vírus do Mosaico Dourado. Co-líder da rede de Biofortificação de Alimentos no Brasil, que integra cerca de 150 pessoas em diferentes áreas geográficas do país, e fazem parte os projetos, HarvestPlus, AgroSalud e BioFORT. A rede de biofortificação trabalha no aumento dos micronutrientes (ferro, zinco e pró- vitamina A) para o combate das principais deficiências que hoje afetam as populações carentes dos países em desenvolvimento. Sua carreira em Qualidade, tem como objetivo a área de ensaios laboratoriais em alimentos.

**JOSEANE BRESSIANI** Possui graduação em Química nas habilitações Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO (2006). Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade de Passo Fundo UPF (2016). Atualmente é Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Pelotas UFPel. Tem experiência profissional na área de Química, com ênfase em Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: trigo, farinha, cevada e malte.

**JOSEMERE BOTH** Possui graduação em Química pela Universidade de Passo Fundo (2013) com formação acadêmica voltada para área de Educação Química. Atualmente é mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) na universidade de Passo Fundo – RS. Possui experiência em análises de microscopia e sensorial de alimentos, com atuação mais específica em análises de qualidade de grãos e farinhas de trigo, bem como na panificação.

**JULIANA ROCHA FRANCISCO** Nutricionista. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**JULIANA VILA VERDE RIBEIRO** Mestranda pelo programa de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, com área de concentração em bioquímica. No mestrado, está desenvolvendo um pesquisa intitulada como estudo de peptídeos bioativos extraído do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Em 2014 graduou em Ciências Biológicas - Licenciatura pela Universidade Estadual de Goiás. Durante a graduação realizou monitoria na disciplina de histologia para o curso de ciências Biológicas da Universidade Estadual de Goiás, e participou de vários eventos e cursos na área de biologia. Ainda na graduação Participou de um projeto de iniciação científica pela Universidade Federal de Goiás, na área de parasitologia, usando o agente etiológico *Shistosoma* sp. e desenvolveu uma pesquisa no Laboratório de Química de Proteínas (UFG), na área de bioquímica, intitulado: Estudo da  $\beta$ - Glicosidase em solo Nativo do Cerrado Goiano.

**JULIANE DÖERING GASPARIN CARVALHO** Professora Adjunta IV do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Possui graduação em Farmácia - Habilitação Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, mestrado e doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Foi bolsista de Desenvolvimento Científico Regional, na Embrapa Agroindústria Tropicacal, Fortaleza, CE. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Produtos de Origem Animal, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade microbiológica, físico-química e desenvolvimento de produtos lácteos. Atualmente, exerce a função de Chefe do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (gestão 2013/2015 e 2015/2017).

**KAREN RODRIGUES OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO** Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de São Joao Del Rei. Participou do Programa de Extensão “Tutoria em química” (2013-2015). Ministrou o IC “Desenvolvimento de Modelos para Preenchimento de Séries Históricas de Evapotranspiração” na área da física no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de São João Del Rei (2014). Participou do programa de Extensão “Ciência e Tecnologia de Alimentos: uma proposta para o ensino de Química” (2016). Atualmente é bolsista de IC no Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei onde participa de pesquisas e projetos.

**KARINA FERRREIRA FERNANDES** Cursa bacharelado em Química de Alimentos na Universidade Federal de Pelotas, foi bolsista CNPq 2015/2016 no

laboratório de Cromatografia do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas e atualmente é bolsista FAPERGS no mesmo laboratório. Tem experiência em análise físico-química de alimentos.

**KARLA DE ALELUIA BATISTA** Bacharel em Farmácia, pela Universidade Estadual de Goiás, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, tendo desenvolvido parte de seus trabalhos na Universidade Estadual de Londrina. Possui doutorado em Biologia pela UFG, desenvolvendo trabalho relacionado às aplicações biotecnológicas de feijão extrusado. Realizou pós-doutorado na área de microbiologia industrial e de fermentação no Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH (UFZ) em cooperação com o Deutsche BiomasseForschungsZentrum (DBFZ), Leipzig – Alemanha. Atualmente é professor efetivo do IFG-Goiânia Oeste e desenvolve projeto de pós-doutorado na UFG, trabalhando com a prospecção de peptídeos bioativos.

**KARLA DE ALELUIA BATISTA** Bacharel em Farmácia, qualificação obtida na Universidade Estadual de Goiás em 2007. Em 2010 completou o mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, tendo desenvolvido parte de seus trabalhos na Universidade Estadual de Londrina. Iniciou seu doutorado em 2011, no Programa de Pós-Graduação em Biologia da UFG, desenvolvendo trabalho relacionado às aplicações biotecnológicas de feijão extrusado. Trabalhou como pesquisador convidado no Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH (UFZ) em cooperação com o Deutsche BiomasseForschungsZentrum (DBFZ), Leipzig - Alemanha, desenvolvendo projeto de pós-doutorado na área de microbiologia industrial e de fermentação. Atualmente desenvolve projeto de pós-doutorado na Universidade Federal de Goiás, trabalhando com a prospecção de peptídeos bioativos de plantas.

**KATIA FLÁVIA FERNANDES** Professora Titular da Universidade Federal de Goiás (2016), é graduada em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (1987), mestre em Bioquímica (Bioquímica de Plantas) pela mesma Universidade em 1991. Fez doutorado em Química (Q. Analítica) na UNICAMP (2000). Pós doutorado na UEL (Tecnologia de Alimentos), com projeto de Desenvolvimento de Embalagens Bioativas (2008). Pós doutorado na Universidade de Murcia (Espanha) com o projeto de Biorreatores com Enzimas Imobilizadas para Degradação de Quitina (2009). Coordena o Laboratório de Química de Polímeros na UFG. Experiência na área de Bioquímica, atuando principalmente nos temas: imobilização de enzimas e proteínas; resíduos agroindustriais; bioreatores. Na área de Biotecnologia tem experiência na síntese de novos materiais como filmes, blendas e compósitos de polissacarídeos e polímeros orgânicos, especialmente a polianilina.

**KELLY CRISTINA MASSAROLO** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**KELLY DE FREITAS MARO** Estudante de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João del Rei. Foi monitora das disciplinas Cálculo Diferencial e Integral (I e II) e Microbiologia de Alimentos. Atualmente é Bolsista de Programa de Extensão e participa de pesquisas no Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei.

**LADYSLENE CRISTHYS DE PAULA** Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Mato Grosso (2012). Em 2015, concluiu o Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, na área de concentração de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Atualmente está cursando Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração Bioquímica e Genética, onde desenvolve pesquisa na área de prospecção de compostos bioativos. Tem experiência na área de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos e Bioquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: físico-química e bioquímica de alimentos, prospecção de moléculas bioativas, ensaios antioxidantes in vitro e ex-vivo, processos de secagem, pós-colheita de frutos e hortaliças, frutos do Cerrado e desenvolvimento de novos produtos.

**LARINE KUPSKI** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**LARISSA BELLO DONATO** Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência em pesquisas sobre a atividade antioxidante e antimicrobiana de frutos regionais, além do desenvolvimento de produtos alimentícios. É nutricionista clínica do Hospital do Oeste, na cidade de Barreiras, Bahia.

**LARISSA CHIVANSKI LOPES** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua

no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**LEADIR LUCY MARTINS FRIES** Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (1985). Possui mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (1989) e doutorado em Plant Physiology Pathology - Michigan State University (1995). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Microbiologia de Alimentos e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, atuando principalmente com qualidade dos alimentos, BPF e APPCC, "starters" e microencapsulação.

**LÍVIA GABRIELLE MACIEL SALES** Aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui formação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará. Quando estudante de graduação foi bolsista de Iniciação Acadêmica pela Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE), bolsista de iniciação a docência da Coordenadoria de Formação e Aprendizagem (COFAC) – Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) e bolsista de monitoria da disciplina ministrada com o nome de Tecnologia de Carnes e Produtos Cárneos por um ano. Seu primeiro estágio foi no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos. Estagiou Também no Laboratório de Cereais do mesmo Departamento e nos supermercados: Super Lagoa e São Luiz no setor de Controle de Qualidade e processamento de Alimentos.

**LUANDA RÊGO DE LIMA** Zootecnista formada pela Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA/RN, onde durante a graduação participou do grupo de estudos LABEA – Laboratório de Ambiente e Bem-Estar Animal, no qual desenvolveu sua monografia e trabalhos relacionados à área em questão. Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará – UFC/CE e membro do grupo de estudos NEAMBE – Núcleo de Estudos em Ambiente e Bem-Estar Animal. Atualmente Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará – UFC/CE, cuja subárea é Engenharia de Sistemas Agrícolas com ênfase em Ambiente e Bem-estar Animal.

**LUCIA MARIA JAEGER DE CARVALHO** Bióloga e Química, FAHUPE; Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Doutora em Ciências, Faculdade de Agronomia, UFRRJ. Pesquisadora da Embrapa até 1989. Ex-Professora do Instituto de Nutrição Josué de Castro e, atualmente Professora Associada da Faculdade de Farmácia (FF) da UFRJ. Professora credenciada e orientadora de mestrado e doutorado nos Programas de Pós-Graduação em Ciências

Farmacêuticas e de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Farmacêutica – Mestrado Profissionalizante. Professora permanente até 2014 e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro. Responsável pelas disciplinas de Processamento Industrial II, no curso de graduação da FF e, Tecnologia de Alimentos e Componentes Bioativos para o Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da FF da UFRJ. Responsável pelo Estágio Curricular Supervisionado – Especialidades – Alimentos, Membro da Rede de Biofortificação de Alimentos na área de retenção em mandioca brava e mansa, bioacessibilidade e biodisponibilidade de carotenoides e ferro e zinco em abóbora e feijão-caupi. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq e Bolsista Jovem Cientista do Nosso Estado até 2016. Diretora de Relações Públicas da SBCTA Nacional – biênio 2017-2018.

**LUIZ CARLOS GUTKOSKI** Professor Titular III da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (Famv), Universidade de Passo Fundo (UPF), desde 1990. Engenheiro Agrônomo pela UFPel, entre 03/83 a 12/86; mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/UFPel, Doutor em Engenharia de Alimentos- FEA/UNICAMP, entre 03/93 a 02/97 e Pós-Doutor pela Universidade de Valladolid, Espanha, entre 08/2016 a 02/2017. Atuou como responsável em unidade de secagem e armazenamento de arroz, de janeiro de 1986 a maio de 1986; em extensão rural, entre janeiro de 1988 e março de 1990. Como professor ministra disciplinas na graduação e pós-graduação, Programas de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFPel, em Bioexperimentação e Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade de Passo Fundo. Responsável pelos Laboratórios de Cereais e de Panificação do Cepa -UPF, bolsista produtividade do CNPq. Atuação na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, trabalhos com grãos cereais, pós-colheita, armazenamento, controle de qualidade, processos tecnológicos, moagem, panificação.

**MARCIA AROCHA GULARTE** Possui graduação em Ciências Domésticas e Licenciatura em Economia Familiar pela Universidade Federal de Pelotas (1992), especialização em Ciência dos Alimentos pela UFPel (1995), mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998), doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (com estágio sanduíche na Universidad de Valladolid, Espanha) pela Universidade Federal de Pelotas (2005) e pós-doutorado em Agroquímica e Tecnologia de Alimentos pelo IATA - Valencia, Espanha (2011). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Pelotas. É professora nos Programas de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos (UFPel), Gestão e Desenvolvimento Regional (UNIOESTE) e Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFPEL.

**MÁRCIA ELENA ZANUTO** Doutora em Ciência dos Alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo-USP e pós-doutora pela Departamento de Clínica Médica da FMRP-USP. É bióloga, professora adjunta do Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência na área de Alimentos e Nutrição, com ênfase em Nutrição Experimental e Bioquímica da Nutrição, atuando principalmente com vitaminas e antioxidantes, biodisponibilidade, triptofano, alcoolismo e estresse oxidativo.

**MÁRCIA MONTEIRO DOS SANTOS** Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2010). Atualmente Técnica em Química no Curso de Engenharia de Alimentos - Departamento de Engenharia Química, da Universidade Federal de Pernambuco. Experiência em análises Físico-químicas em alimentos.

**MARCONDES VIANA DA SILVA** Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa-UFV, é farmacêutico pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB. É professor pleno de cursos de graduação e orientador credenciado dos programas de pós graduação em Engenharia e Ciência dos Alimentos e Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB. Coordena o Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos-NECAL/UESB. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Química e Bioquímica de alimentos, atuando nas áreas de fitoquímicos bioativos, antioxidantes, estabilidade lipídica e caracterização química e bioquímica de resíduos da agroindústria de alimentos.

**MARIA HELENA SANTOS OLIVEIRA** Graduada em NUTRIÇÃO pela Universidade Federal da Bahia (1999), possui Pós Graduação Especialista em Saúde da Família, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nutrição Clínica Funcional e Fitoterapia e em Gestão e Gastronomia em Unidades de Alimentação e Nutrição. Mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2014). Docente da Faculdade de Tecnologia e Ciências Vitória da Conquista – Bahia. Nutricionista da Atenção Básica - Secretaria Municipal de Saúde de Itapetinga, Bahia.

**MARIA JAIANA GOMES FERREIRA** Possui graduação em Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia CENTEC-FATEC-Cariri (2005), especialização em Vigilância Sanitária de Alimentos pela Universidade Estadual do Ceará-UECE (2010), especialização em Nutrição e Controle de Qualidade de Alimentos pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada-INTA (2011) e Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFC (2017). Tem experiência na área de indústria atuando no controle de qualidade de refrigerantes. Atuou como Tecnóloga de Alimentos em Unidade de Alimentação

e Nutrição. Atualmente é Tecnóloga de Alimentos da secretaria de saúde do município Juazeiro do Norte lotada no Hospital Maternidade São Lucas.

**MARIA LÚCIA COSTA** Nutricionista. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**MATHEUS LEMOS SILVA** Discente Nutrição. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**MOACIR CARDOSO ELIAS** Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (1972), Licenciado em Química pela Universidade Federal de Pelotas (1975). Especialista em Metodologia do Ensino Superior pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1975). Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1978). Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (1998). Responsável Técnico pelo Selo de Qualidade ABIAP da Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado, Diretor da Associação Brasileira de Pós-Colheita, Coordenador do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos.

**NARALICE HARTWING** Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e docente da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Atua no Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos da mesma Unidade e faz parte do grupo de pesquisa registrado no Diretório do CNPq denominado: “Estratégias para manejo do risco de micotoxinas na cadeia produtiva de Alimentos”.

**NÁTHILA QÉSSIA DOS SANTOS LÔBO** Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tem experiência em pesquisas para a realização de análises bromatológicas e detecção de atividade antioxidante e antimicrobiana de espécies vegetais. Atua no Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF) na cidade de Brumado, Bahia.

**NEIDE KAZUE SAKUGAWA SHINOHARA** Graduação em Farmácia-bioquímica e Tecnologia em Gastronomia. Especialização em Bioética e Mestrado em Nutrição pela Universidade Federal de Pernambuco; Doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é professora Associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco no Curso de Bacharelado em Gastronomia. Tem experiência na área de Ciência dos Alimentos e Políticas Culturais; atuando principalmente nos seguintes temas: gastronomia asiática, microbiologia dos alimentos, clínica e ambiental; cultura alimentar.

**NEILA MELLO DOS SANTOS CORTEZ** Formada em Medicina Veterinária no ano de 2004. Mestre e Doutora na área de Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Atuei como Professora no Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Barra Mansa (2011); Professora e coordenadora no corpo técnico da Escola Técnica em Alimentos e Cooperativismo NATA - Colégio estadual Comendador Valentim dos Santos Diniz (2010-2013); Professora Técnica em Processamento de Pescado na FAETEC (2013). Atualmente trabalho como Professora Adjunta no Curso de Engenharia de Alimentos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, Professora Visitante na Pós-graduação do Curso de Nutrição da UFPE e Professor Tutor no Curso Técnico em Alimentos do NEAD- CODAI/UFRPE.

**RAQUEL FACCO STEFANELLO** Graduada em Química Industrial pela UFSM (2006). Especialização concluída em Gestão da Segurança dos Alimentos pelo SENAC-EAD (2009) e em Panificação e Confeitaria pela UOV (2011). Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (Concluído em 2014 -UFSM). Doutoranda no programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (UFSM).

**RENATA FERREIRA SANTANA** Graduada em Nutrição pelo Instituto Superior de Ciências da Saúde (2008), possui Pós Graduação em Nutrição Humana e Saúde pela Universidade Federal de Lavras (2010) e Mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2013). Docente da Faculdade de Tecnologia e Ciências Vitória da Conquista BA desde 2013.

**RENI ROCKENBACH** Graduação em Nutrição pela Universidade Federal de Pelotas. Docente da Universidade da Região da Campanha – Urcamp - Bagé/RS. Especialista em Administração dos Serviços de Saúde e Gestão de Negócios em Alimentação. Mestre em Saúde Pública. Doutoranda do Curso de Pós-Graduação Ciência e Tecnologia de Alimentos com ênfase em grãos da Universidade Federal de Pelotas.

**RUI CARLOS ZAMBIAZI** Possui graduação em Licenciatura Em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (1982), graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (1982), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1987) e doutorado em Food and Nutritional Science - University of Manitoba- Canadá (1997). Atualmente é professor Titular da Universidade Federal de Pelotas e Diretor do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em análises físico químicas e análises cromatográficas em alimentos. Atua nas

linhas de pesquisas de identificação, quantificação e avaliação da estabilidade de fitoquímicos.

**SUZANE RICKES LUZ** Possui graduação em Bacharel em Química de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (2014), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (2016) e atualmente é doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

**TAILISE BEATRIZ ROLL ZIMMER** Possui graduação em Tecnologia de Alimentos (2015) formada pela Universidade Federal de Pelotas. Atuou como bolsista de Iniciação Científica PROBIC/ FAPERGS (2014-2015). Atualmente é mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

**TATIANA ORO** Farmacêutica-Bioquímica, com ênfase em Tecnologia dos Alimentos, formada pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre e Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atuou como professora em cursos de Graduação e Pós-Graduação na Universidade de Passo Fundo, onde atualmente realiza Estágio Pós-Doutoral na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Possui experiência em Tecnologia de Óleos e Gorduras, Ciência e Tecnologia de Cereais e no Estudo de Compostos Antioxidantes em Alimentos.

**TAYNÁ GOMES DANTAS SILVA** Nutricionista. Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC - Vitória da Conquista – Bahia.

**VINÍCIUS LOPES LESSA** Técnico em Alimentos Pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (2012). Graduando em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de São João Del Rei. Integrante do Programa Social de Desenvolvimento Local da UFSJ nos períodos de 15/02/2016 à 17/06/2016 e 10/08/2015 à 03/12/2015. Atualmente Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei.

**WILLIAM PERES** Possui graduação em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Católica de Pelotas (1988) e doutorado em Ciências Biológicas - Universidade de León / Espanha (1999). Professor adjunto do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas. Avaliador Institucional e de Cursos de Graduação do INEP-SINAES. Atualmente é Conselheiro Federal do Conselho Federal de Farmácia e Presidente da Comissão de Ensino do CFF.