



**Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan  
(Organizadoras)**

# **Avanços e Desafios da Nutrição 4**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan  
(Organizadoras)

## Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A946	Avanços e desafios de nutrição 4 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-343-9 DOI 10.22533/at.ed.439192405  1. Nutrição – Pesquisa – Brasil. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.  CDD 613.2
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O *e-book* *Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil 4*, traz um olhar multidisciplinar e integrado da nutrição com a Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta de 66 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados à nutrição e a tecnologia de alimentos. O leitor irá encontrar assuntos que abordam temas como as boas práticas de manipulação e condições higiênico-sanitária e qualidade de alimentos; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos; rotulagem de alimentos, determinação e caracterização de compostos bioativos; atividade antioxidante, antimicrobiana e antifúngica; desenvolvimento de novos produtos alimentícios; insetos comestíveis; corantes naturais; tratamento de resíduos, entre outros.

O *e-book* também apresenta artigos que abrangem análises de documentos como patentes, avaliação e orientação de boas práticas de manipulação de alimentos, hábitos de consumo de frutos, consumo de alimentos do tipo lanches rápidos, programa de aquisição de alimentos e programa de capacitação em boas práticas no âmbito escolar.

Levando-se em consideração a importância de discutir a nutrição aliada à Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos deste *e-book*, visam promover reflexões e aprofundar conhecimentos acerca dos temas apresentados. Por fim, *desejamos a todos uma excelente leitura!*

Natiéli Piovesan e Vanessa Bordin Viera

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

EFEITO DAS COBERTURAS COMESTÍVEIS E O TEMPO DE SECAGEM NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS 'ROYAL GALA' MINIMAMENTE PROCESSADAS

Rufino Fernando Flores Cantillano  
Jardel Araujo Ribeiro  
Mauricio Seifert  
Carla Ferreira Silveira  
Daiane Nogueira  
Leonardo Nora

**DOI 10.22533/at.ed.4391924051**

### **CAPÍTULO 2 ..... 17**

EFEITO DO PROCESSAMENTO EM ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS NAS PROPRIEDADES DOS ALIMENTOS: UMA BREVE REVISÃO

Christian Alley de Aragão Almeida  
Lucas Almeida Leite Costa Lima  
Patrícia Beltrão Lessa Constant  
Maria Terezinha Santos Leite Neta  
Narendra Narain

**DOI 10.22533/at.ed.4391924052**

### **CAPÍTULO 3 ..... 32**

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE COAGULANTES NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DO RIO NEGRO

Wenderson Gomes Dos Santos  
Ana Flávia Amâncio de Oliveira  
Carolina Lima dos Santos  
Jaqueline Araújo Cavalcante  
Jocélia Pinheiro Santos  
Larissa Fernanda Rodrigues  
Lucas Martins Girão  
Rachel de Melo Verçosa  
Talissa Luzia Vieira da Silva  
Victor Nogueira Galvão

**DOI 10.22533/at.ed.4391924053**

### **CAPÍTULO 4 ..... 38**

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS BOVINOS UTILIZANDO EXTRATOS DE ESPECIARIAS AROMÁTICAS COMO ADITIVO ALIMENTAR NATURAL

Silvana Maria Michelin Bertagnolli  
Aline de Oliveira Fogaça  
Luana da Silva Portella

**DOI 10.22533/at.ed.4391924054**

**CAPÍTULO 5 ..... 49**

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO TIPO HAMBÚRGUER DE PEITO DE PERU ACRESCIDO DE FARELO DE AVEIA

Patrícia Aparecida Testa  
Dayane Sandri Stellato  
Krishna Rodrigues de Rosa  
Márcia Helena Scabora  
Xisto Rodrigues de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.4391924055**

**CAPÍTULO 6 ..... 55**

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AGUARDENTE MISTA DE CALDO DE CANA E CAJÁ (*Spondias mombin* L)

Alexandre da Silva Lúcio  
Mércia Melo de Almeida Mota  
Ângela Maria Santiago  
Deyzi Santos Gouveia  
Rebeca de Lima Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.4391924056**

**CAPÍTULO 7 ..... 66**

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MANUAL DE BOAS PRÁTICAS EM COZINHAS DE ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE TRÊS PASSOS – RS

Glaciela Cristina Rodrigues da Silva Scherer  
Fernanda Hart Weber  
Josiane Pasini

**DOI 10.22533/at.ed.4391924057**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR ULTRASSOM DAS SEMENTES DE INGÁ (*Inga marginata* Willd)

Déborah Cristina Barcelos Flores  
Caroline Pagnossim Boeira  
Bruna Nichelle Lucas  
Jamila dos Santos Alves  
Natiéli Piovesan  
Vanessa Bordin Viera  
Marcela Bromberger Soquetta  
Jéssica Righi da Rosa  
Grazielle Castagna Cezimbra Weis  
Claudia Severo da Rosa

**DOI 10.22533/at.ed.4391924058**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

ESTABILIDADE DE ESPUMA DE OVOS DE SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO AO LONGO DA SUA VIDA DE PRATELEIRA

Bruna Poletti  
Maitê de Moraes Vieira  
Daniela Maia

**DOI 10.22533/at.ed.4391924059**

**CAPÍTULO 10 ..... 94**

FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA

Antonio Manoel Maradini Filho  
João Tomaz da Silva Borges  
Mônica Ribeiro Pirozi  
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana  
José Benício Paes Chaves  
Eber Antonio Alves Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.43919240510**

**CAPÍTULO 11 ..... 107**

IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ LOCALIZADA EM BARREIRAS - BA

Rafael Fernandes Almeida  
Miriam Stephanie Nunes de Souza  
Patrícia de Magalhães Prado  
Camila Filgueira de Souza  
Frederick Coutinho de Barros

**DOI 10.22533/at.ed.43919240511**

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM DE UMBU (*Spondias tuberosa*) EM CAMADA DE ESPUMA

Cesar Vinicius Toniciolli Riguetto  
Loraine Micheletti Evaristo  
Maiara Vieira Brandão  
Claudineia Aparecida Queli Geraldi  
Lara Covre  
Raquel Aparecida Loss

**DOI 10.22533/at.ed.43919240512**

**CAPÍTULO 13 ..... 126**

INSETOS COMESTÍVEIS: PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR

Igor Sulzbacher Schardong  
Joice Aline Freiberg  
Alexandre Arthur Gregoski Kazmirski  
Natielo Almeida Santana  
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

**DOI 10.22533/at.ed.43919240513**

**CAPÍTULO 14 ..... 134**

KEFIR INTEGRAL ADOÇADO COM ADIÇÃO DE GELEIA DE MORANGO E AVEIA EM FLOCOS

Natasha Sékula  
Andressa Aparecida Surek  
Andressa Ferreira da Silva  
Carla Patrícia Boeing de Medeiros  
Natalia Schmitz Ribeiro da Silva  
Herta Stutz  
Katielle Rosalva Voncik Córdova

**DOI 10.22533/at.ed.43919240514**

**CAPÍTULO 15 ..... 143**

MICROENCAPSULAÇÃO DE D-LIMONENO E APLICAÇÃO EM FILMES BIODEGRADÁVEIS DE QUITOSANA E GELATINA

Marcella Vitoria Galindo  
João Augusto Salviano de Medeiros  
Lyssa Setsuko Sakanaka  
Carlos Raimundo Ferreira Grosso  
Marianne Ayumi Shirai

**DOI 10.22533/at.ed.43919240515**

**CAPÍTULO 16 ..... 149**

OBTENÇÃO DE GELATINA E CMS DE TILÁPIA E SEU EFEITO COMBINADO NA QUALIDADE DE NUGGETS

Rayanne Priscilla França de Melo  
Sthelio Braga da Fonseca  
Rayssa do Espírito Santo Silva  
Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

**DOI 10.22533/at.ed.43919240516**

**CAPÍTULO 17 ..... 161**

OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM FARELO DE SOJA, FARELO DE TRIGO, MILHO E SORGO NO BRASIL NOS ANOS DE 2016 E 2017

Vivian Feddern  
Indianara Fabíola Weber  
Ana Júlia Neis  
Oneida Francisca de Vasconcelos Vieira  
José Clóvis Vieira  
Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.43919240517**

**CAPÍTULO 18 ..... 172**

PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF JELLIES PREPARED WITH PETALS OF ROSES

Felipe de Lima Franzen  
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira  
Ana Paula Gusso  
Janine Farias Menegaes  
Maritiele Naissinger da Silva  
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

**DOI 10.22533/at.ed.43919240518**

**CAPÍTULO 19 ..... 184**

PLANT-BASED ANTIMICROBIAL PACKAGING

Tuany Gabriela Hoffmann  
Daniel Peters Amaral  
Betina Louise Angioletti  
Matheus Rover Barbieri  
Sávio Leandro Bertoli  
Carolina Krebs de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.43919240519**

**CAPÍTULO 20 ..... 192**

POLPA E GELEIA DE FRUTOS DE UMBUZEIRO: ANÁLISES COMPARATIVAS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Cristina Xavier dos Santos Leite  
Márcia Soares Gonçalves  
Ingrid Alves Santos  
Márjorie Castro Pinto Porfirio  
Marília Viana Borges  
Marcondes Viana Silva

**DOI 10.22533/at.ed.43919240520**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE AVEIA PRODUZIDA EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Cintia Cassia Tonieto Gris  
Valéria Hartmann  
Luiz Carlos Gutkoski  
Matheus Tumelero Crestani

**DOI 10.22533/at.ed.43919240521**

**CAPÍTULO 22 ..... 204**

PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO FOTO-FENTON PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

Magda Maria Oliveira Inô  
Tatielly de Jesus Costa  
Vanessa Regina Kunz  
Frederick Coutinho de Barros

**DOI 10.22533/at.ed.43919240522**

**CAPÍTULO 23 ..... 213**

PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS: PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES SAUDÁVEIS A VULNERÁVEIS

Daniele Custódio Gonçalves das Neves  
Kátia Cilene Tabai

**DOI 10.22533/at.ed.43919240523**

**CAPÍTULO 24 ..... 223**

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS NO ÂMBITO ESCOLAR

Simone de Castro Giacomelli  
Ana Lúcia de Freitas Saccol  
Maritiele Naissinger da Silva  
Adriane Rosa Costódio  
Claudia Cristina Winter  
Luisa Helena Hecktheuer

**DOI 10.22533/at.ed.43919240524**

**CAPÍTULO 25 ..... 239**

PRODUÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL E DEFUMADA DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*)

Danieli Ludwig  
José Mario Angler Franco  
Camila Jeleski Carlini  
Mariana Costa Ferraz  
Gislaine Hermanns  
Melissa dos Santos Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.43919240525**

**CAPÍTULO 26 ..... 246**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS DE *Spirulina*

Cíntia Guarienti  
Leticia Eduarda Bender  
Telma Elita Bertolin  
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

**DOI 10.22533/at.ed.43919240526**

**CAPÍTULO 27 ..... 255**

PROMOÇÃO DA SAÚDE NA ESCOLA: DESCOBRINDO OS ALIMENTOS

Ana Paula Daniel  
Priscilla Cardoso Martins Nunes  
Jackson Rodrigo Flores da Silva  
Andréia Cirolini  
Leonardo Germano Krüger  
Vanessa Pires da Rosa

**DOI 10.22533/at.ed.43919240527**

**CAPÍTULO 28 ..... 262**

QUALIDADE DE ALBÚMEN DE OVOS DE POEDEIRAS COM IDADE DE POSTURA AVANÇADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

Bruna Poletti  
Maitê de Moraes Vieira  
Daniela Maia

**DOI 10.22533/at.ed.43919240528**

**CAPÍTULO 29 ..... 269**

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: BAGAÇO DE MALTE EXTRUSADO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Tatielly de Jesus Costa  
Magda Maria Oliveira Inô  
Vanessa Regina Kunz  
Frederick Coutinho de Barros

**DOI 10.22533/at.ed.43919240529**

**CAPÍTULO 30 ..... 279**

RESISTÊNCIA AO TRATO GASTROINTESTINAL DE MICROCAPSULAS PROBIÓTICAS OBTIDAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA ASSOCIADA À RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA

Thaiane Marques da Silva  
Vandré Sonza Pinto  
Carlos Raimundo Ferreira Grosso  
Cristiane de Bona da Silva  
Cristiano Ragagnin de Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.43919240530**

**CAPÍTULO 31 ..... 287**

SEGURANÇA ALIMENTAR E ESCOLHAS ALIMENTARES DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS PELO PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL-RS

Janaína Cristina da Silva  
Juliana Rombaldi Bernardi  
Francisco Stefani Amaro

**DOI 10.22533/at.ed.43919240531**

**CAPÍTULO 32 ..... 301**

TEOR E RENDIMENTO DE EXTRATOS DE FLORES MEDICINAIS E AROMÁTICAS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Felipe de Lima Franzen  
Henrique Fernando Lidório  
Janine Farias Menegaes  
Giane Magrini Pigatto  
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira  
Leadir Lucy Martins Fries

**DOI 10.22533/at.ed.43919240532**

**CAPÍTULO 33 ..... 315**

VAZÃO DE ÁGUA EM CHILLER INDUSTRIAL: ESTUDO DA INFLUÊNCIA NA TEMPERATURA DA CARÇA DE FRANGO

Krishna Rodrigues de Rosa  
Elaine de Arruda Oliveira Coringa  
Xisto Rodrigues de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.43919240533**

**SOBRE AS ORGANIZADORAS ..... 322**

## FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA

### **Antonio Manoel Maradini Filho**

Departamento de Engenharia de Alimentos –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto  
Universitário – CEP 29500-000 – Alegre – ES  
– Brasil, Telefone: (+55 28)3552-8639 – e-mail:  
(antoniomaradinifilho@yahoo.com)

### **João Tomaz da Silva Borges**

Departamento de Nutrição - Instituto Federal  
de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Av.  
1º de Junho, 1043 - CEP 39705-000 - São  
João Evangelista – MG – Brasil, Telefone: (+55  
33)3412-2938 – e-mail: (jtsborges@yahoo.com)

### **Mônica Ribeiro Pirozi**

Departamento de Tecnologia de Alimentos -  
Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs,  
Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa  
– MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1620 –  
e-mail: (mpirozi@ufv.br)

### **Helena Maria Pinheiro Sant'Ana**

Departamento de Nutrição e Saúde - Universidade  
Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, Campus  
Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa – MG  
– Brasil, Telefone: (+55 31)3899-3731 – e-mail:  
(helena.santana@ufv.br)

### **José Benício Paes Chaves**

Departamento de Tecnologia de Alimentos -  
Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs,  
Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa  
– MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1758 –  
e-mail: (jbchaves@ufv.br)

### **Eber Antonio Alves Medeiros**

Departamento de Tecnologia de Alimentos -  
Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs,

Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa  
– MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1796 –  
e-mail: (ebermedeiros@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Um dos principais problemas decorrentes do uso de vegetais como fonte de nutrientes na alimentação está na presença de alguns compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas. O termo ‘fator antinutricional’ (FAN) tem sido usado para descrever essa classe de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que, quando consumidos, reduzem seu valor nutritivo, interferindo em sua digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, e podem acarretar efeitos danosos à saúde se ingeridos em altas concentrações. Na semente de quinoa, os FAN identificados são saponinas, ácido fítico, taninos, nitratos, oxalatos e inibidores de tripsina. Essas substâncias encontram-se presentes em maior concentração nas camadas externas do grão. Contudo, estudos sobre os possíveis antinutrientes da quinoa ainda são escassos, e pouco se conhece a respeito de seus efeitos antinutricionais e, ou, tóxicos que possam comprometer a sua qualidade nutritiva, a fim de incorporá-la, de forma efetiva, na dieta humana. O objetivo deste trabalho foi quantificar os principais fatores antinutricionais presentes

nos grãos de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru, comparando-a com a variedade importada Real e propor algumas técnicas para sua inativação ou redução a níveis seguros à saúde, para que o consumo da quinoa possa ser definitivamente incorporado à nossa dieta. Os grãos de quinoa ‘BRS Piabiru’ apresentaram maior concentração de saponinas, ácido fítico e nitratos, não havendo diferença nos teores de taninos. Entretanto, os teores destes compostos, nas duas variedades estudadas, foram inferiores aos valores normalmente relatados em outros estudos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Chenopodium quinoa*; antinutrientes; segurança alimentar; valor nutritivo.

**ABSTRACT:** One of the main problems arising from the use of vegetables as a source of nutrients in the diet is in the presence of some compounds derived from the secondary metabolism of plants. The term ‘antinutritional factor’ (ANF) has been used to describe this class of compounds present in a wide variety of foods of plant origin, which, when consumed, reduce their nutritive value, interfering in their digestibility, absorption or nutrient utilization, and can have effects health hazards if swallowed in high concentrations. In the quinoa seed, the identified ANF are saponins, phytic acid, tannins, nitrates, oxalates and trypsin inhibitors. These substances are present in greater concentration in the external layers of the grain. However, studies on the possible antinutrients of quinoa are still scarce, and little is known about their antinutritional and / or toxic effects that may compromise their nutritional quality in order to effectively incorporate it into the human diet. The objective of this study was to quantify the main anti-nutritional factors present in quinoa grains of Brazilian variety BRS Piabiru, comparing it with the imported variety Real and propose some techniques for inactivation or reduction to safe levels to health, so that the consumption of quinoa can be definitely incorporated into our diet. The quinoa grains ‘BRS Piabiru’ showed higher concentration of saponins, phytic acid and nitrates, with no difference in tannin levels. However, the levels of these compounds in both varieties studied were lower than usually reported in other studies.

**KEYWORDS:** *Chenopodium quinoa*; antinutrients; food safety; nutritive value.

## 1 | INTRODUÇÃO

Embora a maioria dos grãos de cereais e leguminosas apresente quantidade consideravelmente elevada de proteínas, calorias, vitaminas e minerais, um dos principais problemas decorrentes de sua utilização como fonte de nutrientes na alimentação está na presença de alguns compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas que, quando consumidos, reduzem seu valor nutritivo, interferindo em sua digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, podendo acarretar efeitos danosos à saúde se ingeridos em altas concentrações (BENEVIDES et al., 2011; BORGES et al., 2010; KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; LOPES et al., 2009; SANTOS, 2006).

Vários tipos de fatores antinutricionais têm sido identificados nos diferentes vegetais. Na semente de quinoa, os fatores antinutricionais identificados são saponinas, ácido fítico, taninos, nitratos, oxalatos e inibidores de tripsina. Essas substâncias encontram-se presentes em maior concentração nas camadas externas do grão. Contudo, estudos sobre a presença desses compostos na quinoa ainda são escassos e pouco se conhece a respeito de seus efeitos na qualidade nutritiva, para que se possa incorporá-la de forma efetiva nas dietas humana e animal (BORGES et al., 2010; KOZIOL, 1992; LOPES et al., 2009).

O grão de quinoa possui revestimento natural denominado genericamente saponina, que tem gosto amargo e acre, sendo irritante para as mucosas. Apresenta propriedades tóxicas por ocasionar hemólises das células vermelhas do sangue. No entanto, embora seja extremamente tóxica para animais de sangue frio, sua toxicidade por via oral a mamíferos é baixa, e verificou-se que não exercem qualquer efeito negativo sobre a qualidade nutritiva da proteína (DINI et al., 2001; FARRO, 2008; JANCUROVÁ et al., 2009; KOZIOL, 1992; RUALES; NAIR, 1993a).

Embora algumas saponinas sejam consideradas tóxicas, por modificarem a permeabilidade das células da mucosa intestinal, podem ajudar na absorção de medicamentos específicos e diminuir o colesterol plasmático ou sérico. Na indústria farmacêutica são utilizadas como precursores para a síntese de esteroides, hormônios, contraceptivos, anti-inflamatórios, expectorantes e diuréticos (CASTEJON, 2011; DINI et al., 2001; SILVA, 2008).

Pelo seu gosto amargo característico, as saponinas normalmente são reduzidas, ou removidas da parte externa do grão de quinoa, com a finalidade de conferir melhor sabor e aceitação pelo consumidor, diminuindo-se também a sua toxicidade (BORGES et al., 2010; DINI et al., 2001; MUJICA et al., 2001; SPEHAR, 2007).

Os fitatos representam uma classe complexa de componentes naturais que ocorrem, principalmente, na casca da maioria dos cereais e leguminosas e afetam as suas propriedades funcionais e nutricionais. Podem formar complexos com proteínas, amidos e minerais no trato digestivo, reduzindo a biodisponibilidade desses nutrientes. Entretanto, podem agir como antioxidantes, reduzindo a peroxidação de membranas e a formação de radicais livres e atuar como anticarcinogênicos, fornecendo proteção contra o câncer de cólon e prevenção de enfermidades cardiovasculares (BENEVIDES et al., 2011; CARLI et al., 2006; JANCUROVÁ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2003; PAULA, 2007; RUALES; NAIR, 1993a).

Os taninos estão incluídos no grupo dos polifenóis, substâncias naturais mais numerosas e extensamente distribuídas no Reino Vegetal. São encontrados em muitas plantas usadas pelo homem na forma de ervas medicinais, na alimentação e na fabricação de bebidas. Nas plantas, os taninos podem ser encontrados em raízes, flores, frutos, folhas, cascas e na madeira (CASTEJON, 2011; MONTEIRO et al., 2005; QUEIROZ et al., 2002).

Os taninos formam complexos com as proteínas, tornando-as insolúveis e

inativando enzimas, além de se ligarem a outras macromoléculas como o amido, causando a redução no valor nutricional dos alimentos (SANTOS, 2006). São atribuídos aos taninos outros efeitos prejudiciais, como cor indesejável aos alimentos, devido a reações de escurecimento enzimático e diminuição da sua palatabilidade, devido à adstringência, além de outros efeitos antinutricionais, como danos à mucosa intestinal e interferência na absorção de ferro, glicose e vitamina B<sub>12</sub> (BENEVIDES et al., 2011; CASTEJON et al., 2011; SANTOS, 2006). No entanto, os taninos apresentam-se como importantes substratos em alguns setores da indústria, como na produção de cerveja e de resinas e no curtimento de pele animal para produção de couro (SANTOS, 2006).

Apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos alimentos, estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos, incluindo os taninos, apresentam atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, que podem inibir ou retardar a formação de radicais livres e as reações de oxidação nos tecidos e membranas. Estudos experimentais em animais e em cultura de células humanas têm mostrado o papel dos polifenóis na prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, diabetes e osteoporose (HIROSE et al., 2010; NSIMBA et al., 2008; SCALBERT et al., 2005).

Inibidores de proteases são proteínas amplamente distribuídas no Reino Vegetal, que tem a capacidade de inibir a atividade de enzimas proteolíticas como a tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidase, formando complexos muito estáveis. A presença dos inibidores de tripsina no trato intestinal reduz a ação das enzimas responsáveis pela digestão das proteínas, levando ao aumento na produção enzimática pelo pâncreas, com consequente hipertrofia deste órgão, além da redução na taxa de crescimento. Na nutrição humana, tais fatores antinutricionais têm pequena consequência, pois são termolábeis e geralmente destruídos nas condições normais de preparo doméstico ou industrial dos alimentos (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; LOPES et al., 2009; PAULA, 2007).

Os nitratos estão presentes no solo e na água, sendo distribuídos em alimentos de origem animal e vegetal. Algumas plantas acumulam nitrato nas raízes e na parte aérea quando a absorção excede as suas necessidades metabólicas. Entretanto, os órgãos reprodutivos, frutos e sementes são supridos com aminoácidos via floema, possuindo, dessa forma, baixos teores de nitrato (BENINNI et al., 2002; SANTOS, 2006). No ser humano, interfere no metabolismo da vitamina A e nas funções da glândula tireoide, podendo sofrer redução a nitrito no organismo e, após absorvidos, originam cianoses devido à formação de metamioglobina ou, ainda, reagem com aminas secundárias e terciárias, formando compostos N-nitrosos, potencialmente carcinogênicos (BENEVIDES et al., 2011; BENINNI et al., 2002; LOPES et al., 2009; PAULA et al., 2009; SANTOS, 2006).

Apesar da presença dos fatores antinutricionais no grão de quinoa, estas substâncias podem ser inativadas ou reduzidas a níveis seguros à saúde quando se utilizam técnicas adequadas de processamento industrial e, ou, doméstico no preparo

desse alimento (BORGES et al., 2010).

É essencial a realização de estudos dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, a fim de determinar quais são os compostos que interferem no seu valor nutritivo. Assim, há necessidade de estudos mais detalhados para determinação de seus principais fatores antinutricionais.

Objetivou-se com este trabalho determinar e quantificar os principais fatores antinutricionais presentes em grãos de quinoa propondo algumas técnicas adequadas para a inativação ou redução a níveis seguros à saúde, contribuindo para que o consumo da quinoa possa ser definitivamente incorporado à nossa dieta.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Pesquisa de Cereais, Amido, Farinha e Panificação Experimental e de Embalagens, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa. A quantificação de ácido fítico e dos inibidores de tripsina foi realizada no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL (Campinas, SP), e a quantificação de taninos e de nitratos foi realizada na Agrolab (Vila Velha, ES).

### 2.1 Matéria-prima

Foram utilizados grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) da variedade BRS Piabiru safra 2013, Lote BSB-004/13, fornecida pela EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF. As mesmas análises foram conduzidas com grãos de quinoa 'Real' safra 2013, Lote SP152303/0213, importada do Peru, adquirida da empresa Boaluz Comércio de Gêneros Alimentícios Ltda., São Paulo, SP.

### 2.2 Métodos

Os grãos de quinoa de cada variedade foram peneirados, limpos manualmente para separação de material indesejável, partículas menos densas e material mais fino proveniente da colheita e debulha e armazenados em sacos plásticos de polietileno, identificados e mantidos sob refrigeração ( $5 \pm 2$  °C) até o momento das análises, para evitar degradação de seus principais componentes durante o período do experimento.

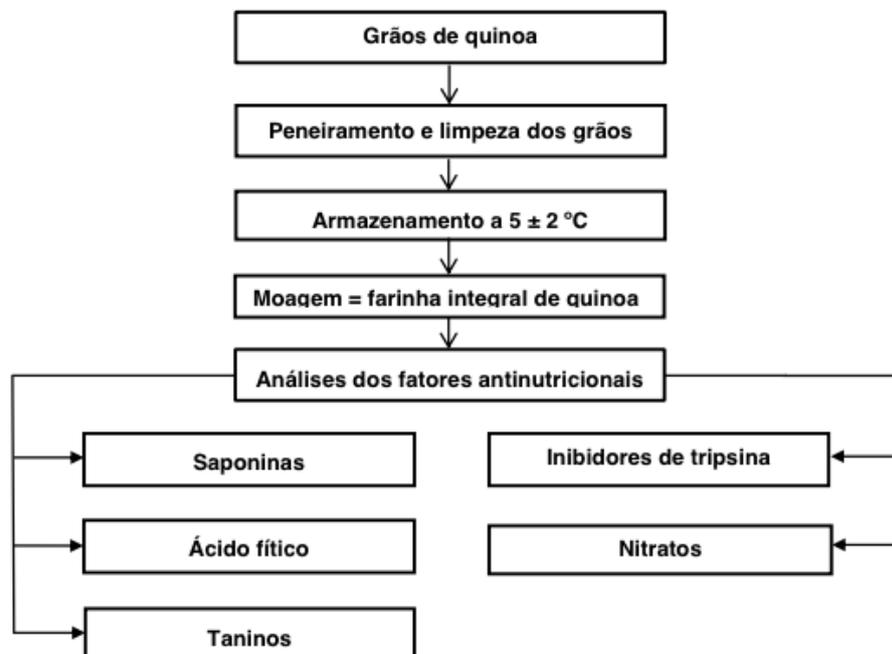


Figura 1 – Fluxograma das etapas de limpeza e das análises dos fatores antinutricionais dos grãos das duas variedades de quinoa.

A determinação de saponinas foi realizada por espectrofotometria baseada no procedimento estabelecido por Monje e Raffailac (2006) conforme descrito por Lozano et al. (2012) utilizando-se o reagente de Lieberman-Burchard. A extração foi realizada segundo procedimento descrito por Lozano et al. (2012), utilizando-se como solução extratora etanol:água (1:1) e relação de massa de grãos por volume de solvente de 1:9 (g mL<sup>-1</sup>), procedendo-se a maceração sob agitação por 24 horas à temperatura ambiente. A absorbância foi medida a 528 nm.

Os fitatos foram determinados pelo método colorimétrico baseado na reação entre o íon férrico e o ácido sulfossalicílico (reagente de Wade - RW) com formação de um complexo de cor rosa escuro que possui absorção máxima a 500 nm, de acordo com a metodologia MA-CQ 179 (ITAL, Campinas, SP), baseada no trabalho de Latta e Eskin (1980).

A determinação da concentração de taninos nas amostras de quinoa foi realizada utilizando-se o método 255/IV do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) que envolve a redução do reagente Folin-Dennis, em meio básico, pelo tanino presente na amostra, produzindo uma coloração azul intensa que é medida na região do visível a 760 nm. O resultado foi expresso em ácido tânico.

A atividade dos inibidores de tripsina foi analisada com base no método enzimático que utiliza o Benzoil D,L-arginina-p-nitroanilida (BAPA) como substrato, conforme metodologia MA-CQ093 (ITAL, Campinas, SP), baseada no método oficial da AOCS Ba 12-75 (2009). O método baseia-se na hidrólise da ligação éster e amida do BAPA, um derivado sintético de aminoácidos, pela tripsina livre dos inibidores, sendo o produto da hidrólise, p-nitroanilida, determinada espectrofotometricamente. A atividade dos

inibidores de tripsina é expressa em unidade de tripsina, sendo considerada como o número de unidades de tripsina inibidas por mg de amostra (UTI/mg). Uma unidade de tripsina é definida arbitrariamente como o aumento de 0,01 unidade de absorvância a 410 nm por 10 mL da mistura reativa, nas condições utilizadas pelo método (AOCS, 2009). A determinação da atividade de inibidores de tripsina foi feita em duplicata, para cada variedade de quinoa.

A determinação de nitratos foi realizada utilizando o método 284/IV (BRASIL, 2005 citado por MANTOVANI et al., 2005). O nitrato é reduzido a nitrito em coluna de cádmio metálico em meio alcalino. A reação baseia-se na diazotação dos nitritos com ácido sulfanílico e copulação com cloridrato de alfa-naftilamina em meio ácido, formando o ácido alfa-naftilamino-p-azobenzeno-p-sulfônico de coloração rósea. O produto resultante é determinado espectrofotometricamente a 540 nm.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e teste F ( $p < 0,01$ ), utilizando o programa SAS.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram teor de saponinas superior ( $p < 0,01$ ) em relação aos grãos de quinoa da variedade Real, apesar de a quinoa produzida no Brasil ser considerada variedade de quinoa “doce”, ou seja, com baixo teor de saponinas. Os grãos da variedade Real adquiridos comercialmente normalmente são processados e polidos para remoção da maior parte das saponinas presentes, verificando-se notável diferença na superfície desses em relação aos grãos da variedade de quinoa brasileira (não processada) e mostrando a eficiente remoção dessa camada após o processamento da quinoa importada, reduzindo, assim, a quantidade de saponinas desses grãos.

Koziol (1992) encontrou teores de saponinas em grãos de quinoa variando de 0,07% (bs) na variedade Sajama até 1,12% (bs) na variedade INIAP-San Juan. Segundo esse autor, fatores como variedade, procedência e condições climáticas podem estar relacionados com as diferenças nos teores de saponinas, assim como os métodos de análise utilizados. Bhargava et al. (2006) citaram que o déficit hídrico no solo também pode afetar negativamente o teor de saponinas.

Compostos	Variedades			
	BRS Piabiru		Real	
	(bu)	(bs)	(bu)	(bs)
Saponinas (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,61 ± 0,03**	0,68 ± 0,03**	0,43 ± 0,04	0,48 ± 0,04
Ácido fítico (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,61 ± 0,06	0,68 ± 0,07	0,48 ± 0,04	0,54 ± 0,04
Taninos (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,14	0,15	0,14	0,16

Inibidores de tripsina (UTI mg <sup>-1</sup> )	ND		0,17 ± 0,00	
Nitratos (mg 100 g <sup>-1</sup> )	1,25	1,40	0,83	0,93

Tabela 1 – Concentração dos fatores antinutricionais nas farinhas integrais de quinoa das variedades BRS Piabiru e Real (média ± desvio-padrão)

UTI = unidades de tripsina inibidas.

ND = Não detectado.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Vários outros autores determinaram a concentração de saponinas nos grãos de quinoa. Chauhan et al. (1992) obtiveram teor de 2,05 g 100 g<sup>-1</sup> (bs), Ruales e Nair (1993a) de 0,9 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) e Ando et al. (2002) de 2,63 g 100 g<sup>-1</sup>, valores superiores aos observados neste trabalho.

A quantidade de saponina normalmente é reduzida ou removida da parte externa do grão de quinoa, com a finalidade de conferir melhor gosto e aceitação pelo consumidor, diminuindo sua toxicidade. Esse processo pode ser realizado por meio da seleção de variedades de quinoa denominadas “doce”, por métodos úmidos (lavagem vigorosa em água fria) ou secos (tratamento térmico, extrusão, torrefação ou abrasão mecânica) ou por combinação dos dois métodos (BORGES et al., 2010; DINI et al., 2001; MUJICA et al., 2001; SPEHAR, 2007).

Apesar de a remoção da casca ser positiva para melhorar o gosto do produto, a desvantagem desse método é a perda de nutrientes como vitaminas e minerais, sendo essas perdas significativas no caso de potássio, ferro, zinco e manganês (JANCUROVÁ et al., 2009; RUALES; NAIR, 1993b). Por essa razão, sugere-se a utilização do método úmido combinado com o polimento, o que garante a obtenção de derivados de quinoa com teores de saponina efetivamente reduzidos e minimiza as perdas nutricionais (BORGES et al., 2010).

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram 26% de ácido fítico a mais que os grãos da variedade Real, conforme mostrado na Tabela 1. Entretanto, os teores de ácido fítico obtidos neste trabalho foram inferiores ao teor de 1,34 g 100 g<sup>-1</sup> observado por Hager et al. (2012), porém superiores aos teores reportados por Chauhan et al. (1992) de 0,17 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) em grãos integrais de quinoa e 0,19 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) em grãos lavados. A concentração de ácido fítico em cinco diferentes variedades de quinoa estudadas por E. Tagliaferri (citado por KOZIOL, 1992) variou de 1,05 a 1,31 g 100 g<sup>-1</sup> (bs), e o teor médio de ácido fítico foi de 1,18 g 100 g<sup>-1</sup> em cinco variedades de quinoa estudadas por Valencia-Chamorro (citado por JANCUROVÁ et al., 2009).

Ruales e Nair (1993a), analisando a quantidade de ácido fítico em grãos de quinoa da variedade Latinreco-40057 do Equador, obtiveram teor de 1,04 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) nos grãos inteiros e 0,78 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) nos grãos polidos e lavados. Segundo esses autores, o processo de remoção de saponinas desses grãos por escovação e

lavagem reduziu aproximadamente 30% a quantidade de ácido fítico. Esse resultado pode explicar a diferença no teor de ácido fítico encontrada nas variedades de quinoa utilizadas neste estudo, visto que os grãos de quinoa 'Real' são normalmente polidos ou lavados para comercialização. Segundo Souza (2003 citado por PAULA, 2007), as variações nos teores de ácido fítico normalmente encontradas na literatura são devidas, além do genótipo, a variações nas condições ambientais e na dose aplicada de fertilizantes, ao armazenamento e aos métodos utilizados em sua determinação.

O conteúdo de ácido fítico pode ser significativamente reduzido por processos de maceração em água, germinação, cozimento ou fermentação. A eficiência da degradação é maior nos processos que favorecem a ativação da fitase, como germinação e fermentação (BORGES et al., 2010; KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; OLIVEIRA et al., 2003; RUALES; NAIR, 1993a).

As duas variedades de quinoa estudadas apresentaram teores de taninos bem próximos: 0,15 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) na variedade BRS Piabiru e 0,16 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) na variedade Real.

Conforme Valencia-Chamorro (citado por JANCUROVÁ et al., 2009), os taninos estão presentes em pequenas quantidades nos grãos de quinoa, variando de 0,53 g 100 g<sup>-1</sup> em grãos integrais a 0,23 g 100 g<sup>-1</sup> após o descascamento e a lavagem com água. Goristein et al. (2008) relataram teores de taninos de 0,051 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) em grãos de quinoa provenientes do Peru, e Ruales e Nair (1993a) verificaram que taninos não estavam presentes em níveis detectáveis em grãos de quinoa integrais ou polidos e lavados. Entretanto, Chauhan et al. (1992) constataram que o teor de taninos nos grãos de quinoa da variedade americana D-407 Colorado de porte baixo variou de 0,53% (bs) no grão inteiro a 0,39% (bs) no grão descascado e lavado com água.

A concentração de polifenóis nos alimentos varia de acordo com a genética, fatores ambientais e tecnológicos, e alguns desses podem ser controlados para otimizar o seu teor nos alimentos. Seus efeitos na saúde dependem tanto da quantidade ingerida quanto da sua biodisponibilidade, que pode apresentar grandes variações (CARDOSO et al., 2009). De acordo com Santos (2006), teores de polifenóis acima de 1,0 g 100 g<sup>-1</sup> (bs) são considerados elevados e prejudiciais à digestibilidade de proteínas. Dessa forma, as quantidades de taninos encontradas nas duas variedades de grãos de quinoa estudadas podem ser consideradas não prejudiciais à saúde.

A variedade Real apresentou teor de 0,17 UTI mg<sup>-1</sup>, enquanto não foi detectado inibidor de tripsina na variedade BRS Piabiru, nas condições analíticas utilizadas. Baixos teores de inibidor de tripsina também foram reportados por vários autores (ANDO et al., 2002; RUALES; NAIR, 1993a; VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

Lopes et al. (2009) relataram teor de inibidor de tripsina de 2,11 UTI mg<sup>-1</sup> na farinha integral de quinoa 'BRS Piabiru', considerado inferior às quantidades presentes em outros alimentos vegetais comumente utilizados na alimentação humana no Brasil. Esse resultado coincidiu com valores citados por Jancurová et al. (2009), que reportaram quantidades desse fator antinutricional em amostras de quinoa na faixa de

1,36 a 5,04 UTI mg<sup>-1</sup>, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Segundo Ando et al. (2002), os teores de inibidores de tripsina foram mais elevados no embrião das sementes de quinoa (0,16 UTI mg<sup>-1</sup>) em relação ao grão inteiro (0,07 UTI mg<sup>-1</sup>). Chauhan et al. (1992) pesquisaram os fatores antinutricionais presentes em grãos de quinoa e obtiveram teores de 4,0 UTI mL<sup>-1</sup> de inibidores de tripsina no grão inteiro, 6,5 UTI mL<sup>-1</sup> na casca e apenas 0,75 UTI mL<sup>-1</sup> no farelo e no grão polido e lavado com água. Na farinha, não foi detectada a presença de inibidores de tripsina, mostrando que esses compostos estão presentes somente nas camadas mais externas dos grãos de quinoa.

A quinoa contém pequenas quantidades de inibidores de tripsina, muito inferiores às presentes em grãos comumente consumidos. Além disso, os tratamentos térmicos normalmente utilizados no preparo doméstico inativam essas proteínas e, portanto, não representam maiores preocupações.

Os grãos de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru apresentaram concentração de nitratos 50% superior à da variedade importada. O teor de nitrato encontrado por Lopes et al. (2009) na farinha integral de quinoa 'BRS Piabiru' (63,26 mg 100 g<sup>-1</sup>) foi muito superior aos valores observados neste trabalho, nas duas variedades de quinoa estudadas.

O menor teor de nitratos observado na variedade importada pode ser devido ao processo de limpeza desses grãos para remoção de saponinas, uma vez que o íon nitrato tende a se difundir na água, pois é bastante solúvel, além do genótipo, de variações nas condições ambientais, na dose aplicada de fertilizantes, bem como aos métodos de análises utilizados.

Segundo Benevides et al. (2011), a ingestão diária aceitável (IDA) recomendada pela World Health Organization (WHO) dos íons nitrato e nitrito é de 3,7 e 0,06 mg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo por dia, respectivamente. Portanto, para um adulto de 60 kg, a ingestão de nitrato não deve ultrapassar 222 mg dia<sup>-1</sup> e de nitrito 3,6 mg dia<sup>-1</sup>. Dessa forma, a farinha integral de quinoa não oferece risco à saúde do consumidor quanto à presença de nitratos.

#### 4 | CONCLUSÕES

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram baixa concentração de ácido fítico, taninos e nitratos, não sendo detectada a presença de inibidores de tripsina.

A variedade BRS Piabiru, considerada “doce”, apresentou saponinas em seus grãos, necessitando de sua remoção para lhes conferir melhor gosto e melhor aceitação pelo consumidor.

Os baixos teores desses compostos indicam que a farinha integral de quinoa da variedade brasileira pode ser consumida sem risco à saúde quanto a esses fatores antinutricionais.

A utilização de processamento industrial e o emprego de técnicas adequadas de manipulação e preparo doméstico dos grãos e derivados de quinoa podem favorecer a redução dos principais fatores antinutricionais presentes, além de melhorar sua aceitação sensorial.

Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para maior divulgação da quinoa como matéria-prima para a indústria de alimentos, para seu consumo doméstico e para novos estudos e pesquisas.

## 5 | AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão do apoio financeiro para a realização deste trabalho e à EMBRAPA (Planaltina – DF) pelo fornecimento da matéria-prima.

## REFERÊNCIAS

ANDO, H.; CHEN, Y.; TANG, H.; SHIMIZU, M.; WATANABE, K.; MITSUNAGA, T. Food components in fractions of quinoa seed. **Food Science and Technology Research**, v. 8, n. 1, p. 80-84, 2002.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMIST’S SOCIETY. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist’s Society. AOCS Official Method Ba 12-75. 6<sup>th</sup> ed. reapproved 2009. Urbano, Illinois: AOCS, 2009.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 62-79, 2011.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183-186, Jun. 2002.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. *Chenopodium quinoa* – An indian perspective. **Industrial Crops and Products**, v. 23, n. 1, p. 73-87, Jan. 2006.

BORGES, J. T. S.; BONOMO, R. C.; PAULA, C. D.; OLIVEIRA, L. C.; CESÁRIO, M. C. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Temas Agrários**, v. 15, n. 1, p. 9-23, Enero/Junio, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE – ANVISA. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.

CARDOSO, R. M.; BARRÉRE, A. P. N.; TROVÃO, F. C. S. Os fitoquímicos e seus benefícios na saúde. **Einstein**: educação continuada em saúde. São Paulo, v. 7, n. 2 (PT 2), p. 106-109, 2009. Disponível em: <<http://www.einstein.br/einstein-saude/pagina-einstein/documents/os-fitoquimicos-e-seus-beneficios.pdf>>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

CARLI, L.; ROSSO, N. D.; SCHNITZLER, E.; CARNEIRO, P. I. B. Estudo da estabilidade do complexo ácido fítico e o íon Ni(II). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 19-26, Jan./Mar. 2006.

CASTEJON, F. V. **Taninos e saponinas**. 2011. 26 f. Seminário Aplicado (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CHAUHAN, G. S.; ESKIN, N. A. M.; TKACHUK, R. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 1, p. 85-88, 1992.

DINI, I.; SCHETTINO, O.; SIMIOLI, T.; DINI, A. Studies on the constituents of *Chenopodium quinoa* seeds: isolation and characterization of new triterpene saponins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 741-746, Febr. 2001.

FARRO, P. C. A. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grão de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) da variedade “Real”**. 2008. 303 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

GORINSTEIN, S.; LOJEK, A.; CÍZ, M.; PAWELZIK, E.; DELGADO-LICON, E.; MEDINA, O. J.; MORENO, M.; SALAS, I. A.; GOSHEV, I. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 4, p. 629-637, Apr. 2008.

HAGER, A.-S.; WOLTER, A.; JACOB, F.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 239-247, Sep. 2012.

HIROSE, Y.; FUJITA, T.; ISHII, T.; UENO, N. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1300-1306, Apr. 2010.

JANCUROVÁ, M.; MINAROVÍČOVÁ, L.; DANDÁR, A. Quinoa: a review. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 27, n. 2, p. 71-79, 2009.

KHATTAB, R. Y.; ARNTFIELD, S. D. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments 2. Antinutritional factors. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1113-1118, Jul. 2009.

KOZIOL, M. J. Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Journal of Food Composition and analysis**, v. 5, n. 1, p. 35-68, 1992.

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

LOPES, C. O.; DESSIMONI, G. V.; DA SILVA, M. C.; VIEIRA, G.; PINTO, N. A. V. D. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 20, n. 4, p. 669-675, Out./Dez. 2009.

LOZANO, M.; TICONA, E.; CARRASCO, C.; FLORES, Y.; ALMANZA, G. R. Cuantificación de saponinas em resíduos de Quinoa Real *Chenopodium quinoa* Willd. **Revista Boliviana de Química**, v. 29, n. 2, p. 131-138, 2012.

MANTOVANI, J. R.; DA CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 53-59, Jan. 2005.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MUJICA, A.; JACOBSEN, S. E.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J. O. **Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro**. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

NAVES, L. P.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; CORRÊA, A. D.; OLIVEIRA, D. H.; OLIVEIRA, E. C.; DUARTE, W. F.; CUNHA, M. R. R. Comparison of methodologies to quantify phytate phosphorus in diets containing phytate and excreta from broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 1003-1012, Jul. 2014.

NSIMBA, R. Y.; KIKUZAKI, H.; KONISHI, Y. **Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds.** **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 760-766, Jan. 2008.

OLIVEIRA, A. C.; REIS, S. M. P. M.; CARVALHO, E. M.; PIMENTA, F. M. V.; RIOS, K. R.; PAIVA, K. C.; SOUSA, L. M.; ALMEIDA, M.; ARRUDA, S. F. Adições crescentes de ácido fítico à dieta não interferiram na digestibilidade da caseína e no ganho de peso em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 211-217, Abr./Jun. 2003.

PAULA, S. A. de. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja.** 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

PAULA, D. C.; FRUTUOZO, J. R.; SANTOS, T. D.; PINHEIRO, A. L. B. Investigação do teor de nitrito em linguças do tipo toscana, comercializadas na região de Franca-SP. **Revista Uniara**, v. 12, n. 2, p. 101-118, Dez. 2009.

QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAIS, S. A. D.; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 485-492, 2002.

RODRIGUES, W. A.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G.; BERTECHINI, A. G.; TOSELL, G. A. Métodos para determinar taninos em sorgo, avaliando-se o desempenho de aves e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 22, n. 4, p. 540-550, Out./Dez. 1998.

RUALES, J.; NAIR, B. M. Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 137-143, 1993a.

RUALES, J.; NAIR, B. M. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 131-136, 1993b.

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

SCALBERT, A.; MANACH, C.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 4, p. 287-306, 2005.

SILVA, M. A. **Estudo térmico e cinético de precursores naturais de hormônios.** 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SPEHAR, C. R. (Ed. Técnico). **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 103 p.

VEGA-GÁLVEZ, A. V.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; URIBE, E.; PUENTE, L.; MARTÍNEZ, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

**VANESSA BORDIN VIERA** bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFAP. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

**NATIÉLI PIOVESAN** Docente no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), graduada em Química Industrial e Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional. Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atua principalmente com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes naturais, desenvolvimento de novos produtos e análise sensorial.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-343-9

