

CLARICE SILVA E SOUZA

**NUTRIENTES, COMPOSTOS BIOATIVOS, CARACTERÍSTICAS  
BIOMÉTRICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE PITAIA E KINKAN COLETADOS EM  
VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S729n Souza, Clarice Silva e, 1989-  
2018 Nutrientes, compostos bioativos, características biométricas  
e físico-químicas de pitaia e kinkan coletados em Viçosa, MG /  
Clarice Silva e Souza. – Viçosa, MG, 2018.  
xiii, 107f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Frutas - Valor nutritivo. 2. Frutas - Análise. 3.  
*Hylocereus* sp. - Composição. 4. *Fortunella margarita* -  
Composição. 5. Vitaminas. 6. Minerais. 7. Agricultura familiar.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e  
Saúde. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. II. Título.

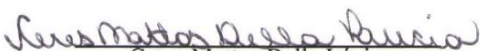
CDD 22. ed. 641.34

CLARICE SILVA E SOUZA

**NUTRIENTES, COMPOSTOS BIOATIVOS, CARACTERÍSTICAS  
BIOMÉTRICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE PITAIA E KINKAN COLETADOS EM  
VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro 2018.

  
Ceres Mattos Della Lúcia  
(Coorientadora)

  
Rosana Gonçalves Rodrigues das Dóres  
(Coorientadora)

  
Regina Célia Rodrigues de Miranda Milagres

  
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana  
(Orientadora)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar durante esse caminho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Nutrição e Saúde (DNS), pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Um enorme agradecimento a meus pais, Vania e Valter, pelo total apoio e suporte em todos os momentos da minha vida. A minha irmã Cibele, por sempre estar ao meu lado me ajudando e encorajando nas minhas decisões.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, meu profundo agradecimento pelos conhecimentos transmitidos, dedicação, compreensão e disponibilidade durante as orientações.

Às coorientadoras, Dr<sup>a</sup>. Rosana Gonçalves pela amizade de longos anos e pelo total apoio, Dr<sup>a</sup> Ceres Mattos pela partilha de conhecimentos e pela disponibilidade sempre demonstrada e Dr<sup>a</sup>. Daniela Oliveira pelas contribuições.

Agradeço de coração aos produtores que me forneceram os frutos, para a realização desse trabalho Sr. Francisco e Sr. Luciano.

Aos amigos do curso Débora, Nina, Silvia, Paula, Elisângela obrigada pelos momentos de descontração e conversas pelos corredores. Aos amigos do Café com Agroecologia, vocês são demais, obrigada pelo trabalho em equipe. E todos os amigos, que cativei durante esses dois anos em Viçosa, fazendo meus dias mais felizes.

Aos professores da Pós-Graduação em Agroecologia e à secretária Rosângela pelos serviços prestados.

A toda a equipe do Laboratório de Análise de Vitaminas, eterno agradecimento pelo espírito de equipe e total construção do meu aprendizado e principalmente pelos momentos de descontração, apoio e ajuda. Em especial, muito agradecida à Soraia, Lívy, Abigail, Jaqueline, Poliana e Pamella.

À Prof<sup>a</sup> Ana Vlória, coordenadora do Laboratório de Análise de Alimentos e ao técnico Ricardo pelo apoio, à Prof<sup>a</sup> Hércia Stampini, coordenadora do Laboratório de Nutrição Experimental e à mestranda Mariana Juste pelo apoio.

Imensa gratidão a todos os familiares, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para que o meu trabalho fosse mais completo.

## **BIOGRAFIA**

CLARICE SILVA E SOUZA, filha de Valter César de Souza e Vania Lúcia da Silva e Souza, nasceu em 09 de agosto de 1989 em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em agosto de 2009, ingressou no curso de Ciências Biológicas (Licenciatura) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). No ano de 2012, participou do Programa de Mobilidade Acadêmica Internacional, na Universidade do Porto, Portugal. Graduiu-se em Ciências Biológicas no ano de 2015.

Em fevereiro de 2016, iniciou o mestrado em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2018.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1. Agricultura familiar .....	6
2.2. Plantas alimentícias com potencial subutilizado.....	7
2.2.1. Definição e importância.....	7
2.2.2. Frutos subutilizados no Brasil .....	9
2.3. Segurança alimentar e nutricional e agricultura familiar .....	10
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivo Geral.....	15
3.2. Objetivos Específicos .....	15
4. METODOLOGIA GERAL.....	16
4.1. Seleção e justificativa de escolha dos frutos.....	16
4.2. Área de coleta dos frutos .....	16
4.3. Amostragem dos frutos .....	17
4.4. Local das análises .....	17
4.5. Preparo das amostras e obtenção das polpas para análises químicas.....	18
4.6. Análise da composição físico-química .....	18
4.6.1. Determinação do pH.....	18
4.6.2. Determinação dos sólidos solúveis.....	19
4.6.3. Determinação da acidez titulável.....	19
4.7. Análises de composição centesimal.....	20
4.7.1. Determinação da umidade .....	20
4.7.2. Determinação de lipídios .....	21
4.7.3. Determinação de cinzas totais .....	21
4.7.4. Determinação de proteínas .....	22
4.7.5. Determinação de fibra alimentar .....	23
4.7.6. Cálculo de carboidratos .....	25
4.7.7. Cálculo da densidade calórica .....	25
4.8. Determinação dos elementos químicos.....	25
4.8.1. Preparo das amostras para análises.....	25
4.9. Análise de vitaminas e compostos bioativos .....	26
4.9.1. Vitamina C.....	27
4.9.2. Vitamina E.....	27
4.9.3. Carotenoides .....	28
4.9.4. Flavonoides.....	29
4.9.5. Antocianinas .....	31
4.9.6. Compostos fenólicos totais.....	32
4.9.7. Determinação da capacidade antioxidante por DPPH.....	32
4.10. Cálculo do potencial de contribuição dos frutos para o suprimento das recomendações de nutrientes .....	33
4.11. Delineamento experimental e análise estatística dos dados.....	33

REFERÊNCIAS .....	33
6. RESULTADOS .....	36
6.1. ARTIGO 1: Comparação entre duas espécies de pitiaia ( <i>Hylocereus</i> sp.) quanto às características biométricas, físico-químicas, nutrientes e compostos bioativos .....	36
1. INTRODUÇÃO .....	38
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	39
2.1. Coleta dos frutos e amostragem .....	39
2.2. Determinação das características biométricas .....	39
2.3. Análise da composição físico-química .....	40
2.4. Análises da composição centesimal .....	40
2.5. Determinação de elementos químicos .....	40
2.6. Análise de vitamina E .....	41
2.7. Carotenoides .....	42
2.8. Flavonoides .....	43
2.9. Antocianinas .....	44
2.10. Determinação dos compostos fenólicos totais .....	45
2.11. Determinação da capacidade antioxidante .....	45
2.12. Potencial de contribuição da polpa dos frutos para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes .....	46
2.13. Delineamento experimental e análise estatística dos dados .....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
3.1. Características biométricas .....	46
3.2. Composição físico-química .....	48
3.3. Composição centesimal .....	50
3.4. Elementos químicos .....	52
3.5. Compostos bioativos na pitiaia .....	54
3.5.1. Análise qualitativa .....	54
3.5.2. Análise quantitativa .....	56
3.5.2.1. Vitamina E .....	56
3.5.2.2. Carotenoides .....	58
3.5.2.3. Flavonoides .....	59
3.5.2.4. Antocianinas .....	59
3.5.2.5. Compostos fenólicos totais .....	60
3.5.2.6. Capacidade antioxidante .....	61
3.6. Potencial de contribuição da polpa de pitiaia para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes .....	62
4. CONCLUSÕES .....	64
5. REFERÊNCIA .....	65
6.2. ARTIGO 2: Kinkan ( <i>Fortunella margarita</i> ): boa alternativa para a ingestão de nutrientes e compostos bioativos .....	74
1. INTRODUÇÃO .....	76
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	77
2.1. Coleta dos frutos e amostragem .....	77
2.2. Determinação das características biométricas .....	77
2.3. Análise da composição físico-química .....	78
2.4. Análises da composição centesimal .....	78
2.5. Determinação dos elementos químicos .....	78
2.6. Análise de vitamina C .....	79
2.7. Análise de vitamina E .....	80

2.8.	Carotenoides .....	81
2.9.	Flavonoides .....	82
2.10.	Antocianinas .....	83
2.11.	Determinação de compostos fenólicos totais .....	83
2.12.	Determinação da capacidade antioxidante .....	84
2.13.	Potencial de contribuição nutricional do kinkan para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes .....	84
2.14.	Delimitação experimental e análise estatística dos dados .....	85
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	85
3.1.	Características biométricas .....	85
3.2.	Composição físico-química .....	86
3.3.	Composição centesimal .....	87
3.4.	Elementos químicos .....	89
3.5.	Vitaminas e compostos bioativos .....	90
3.5.1.	Análise qualitativa .....	90
3.5.2.	Análise quantitativa .....	91
3.5.2.1.	Vitamina C .....	91
3.5.2.2.	Vitamina E .....	94
3.5.2.3.	Carotenoides .....	94
3.5.2.4.	Flavonoides .....	95
3.5.2.5.	Compostos fenólicos totais .....	96
3.5.2.6.	Capacidade antioxidante .....	96
3.6.	Potencial de contribuição do kinkan para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes .....	97
4.	CONCLUSÕES .....	98
5.	REFERÊNCIAS .....	99
6.	ANEXOS .....	107

## LISTA DE FIGURAS

### METODOLOGIA GERAL

- Figura 1. Área de colheita de pitaia (*Hylocereus* sp.) no Sítio Dom Bosco, Viçosa, MG. . 16
- Figura 2. Área de colheita do kinkan (*Fortunella margarita*), região de Silvestre, Viçosa.....17

### ARTIGO 1

- Figura 1. A: Fruto de pitaia *Hylocereus* sp. B: pitaia branca (*H. undatus*), C: pitaia rosa (*H. polyrhizus*). ..... 47
- Figura 2. Análise por CLAE de vitamina E em pitaia branca (A) e pitaia rosa (B); carotenoides em pitaia branca (C) e pitaia rosa (D); flavonoides em pitaia rosa (E) e antocianinas em pitaia rosa (F). ..... 55

### ARTIGO 2

- Figura 1. Imagens de frutos de kinkan coletados em Viçosa, MG. A: corte longitudinal e transversal; B: pesagem em balança semi analítica; C: processamento..... 85
- Figura 2. Análise por CLAE em kinkan (casca + polpa). Vitamina C (A); vitamina E (B); carotenoides (C); flavonoides luteolina (D) e flavonoides eriodictiol (E).....91

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1. Características biométricas de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.....	47
Tabela 2. Composição físico-química de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.....	49
Tabela 3. Composição centesimal de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.....	50
Tabela 4. Composição dos elementos químicos de duas espécies de pitaias coletadas em Viçosa, MG, 2017.....	52
Tabela 5. Ocorrência e concentração de compostos bioativos de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.....	57
Tabela 6. Potencial de contribuição de polpa de pitaia para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes para mulheres e homens na faixa etária de 19 a 59 anos, Viçosa, MG, 2017.....	63

### ARTIGO 2

Tabela 1. Composição centesimal do kinkan ( <i>F. margarita</i> ) (casca + polpa), coletado em Viçosa, MG, 2017.....	88
Tabela 2. Composição de elementos químicos presentes em kinkan ( <i>F. margarita</i> ) (casca + polpa) coletado em Viçosa, MG, 2017.....	89
Tabela 3. Ocorrência e concentração de vitaminas, carotenoides e compostos bioativos em kinkan ( <i>F. margarita</i> ) (casca + polpa), coletado em Viçosa, MG, 2017.....	93
Tabela 4. Potencial de contribuição de kinkan ( <i>F. margarita</i> ) (casca + polpa) para o suprimento das recomendações diárias nutrientes para mulheres e homens na faixa etária de 19 a 59 anos, Viçosa, MG, 2017.....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C: comprimento

D: diâmetro

DAD: detector de arranjo de diodos

EROS: espécies reativas de oxigênio

PC: peso da casca

PF: peso do fruto

PP: peso da polpa

V = volume

Fc= fator de correção

P = peso

PMácido = peso molecular do ácido

N= número de carboxilas

RI = resíduo insolúvel

RI<sub>B</sub> = resíduo insolúvel do branco

RS<sub>B</sub> = resíduo solúvel do branco

## RESUMO

SOUZA, Clarice Silva e, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Nutrientes, compostos bioativos, características biométricas e físico-químicas de pitaia e kinkan coletados em Viçosa, MG.** Orientadora: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Coorientadoras: Ceres Mattos Della Lucia, Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres e Daniela da Silva Oliveira.

A pitaia (*Hylocereus* sp.) e o kinkan (*Fortunella margarita*) são frutos exóticos, de fácil manejo cultivo e vêm despertando o interesse na comercialização devido ao seu alto valor agregado. Visando contribuir com o conhecimento desses frutos, o presente estudo teve como objetivo investigar as características biométricas, composição físico-química, nutrientes e compostos bioativos de duas espécies de pitaia (branca e rosa) e kinkan. A composição centesimal foi analisada segundo a AOAC (2012). Os elementos químicos foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides e antocianinas foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Compostos fenólicos totais foram analisados pelo método de Folin-Ciocalteu e a capacidade antioxidante pelo radical DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Os dados obtidos para pitaia foram submetidos à análise de variância e ao teste t de Student a 5% de probabilidade. Para análise dos dados do kinkan utilizou-se estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão). A pitaia branca e rosa diferiram quanto ao comprimento, pH e sólidos solúveis ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) na composição centesimal entre as duas espécies de pitaia. A umidade nos frutos de pitaia foi de 85%; os frutos tiveram baixa concentração de lipídios ( $0,41 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), proteínas ( $0,42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ); elevada concentração de carboidratos ( $12,16 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e baixo valor energético ( $52,80 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). A concentração de vitamina E total foi maior ( $p < 0,05$ ) em pitaia rosa ( $140,76 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Maior concentração ( $p < 0,05$ ) de  $\alpha$ -caroteno foi detectada na pitaia branca ( $110,21 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Apenas na pitaia rosa foi encontrado o flavonoide eriodictiol e antocianinas. Ambas as pitaias se mostraram fontes de carboidratos, fibras e Mg. A pitaia branca é boa fonte de Mn e a pitaia rosa excelente fonte de Mn para mulheres e homens adultos. A concentração de compostos fenólicos totais nas duas espécies foi similar ( $p > 0,05$ ). A pitaia rosa teve maior capacidade antioxidante (36,41%) ( $p < 0,05$ ) que a branca. Para o kinkan (casca + polpa) o

pH foi de 2,73, 16,41 Brix e baixo valor energético (61,06 kcal.100g<sup>-1</sup>). O fruto é fonte de proteína e boa fonte de fibra alimentar total e de vitamina A. A concentração de ácido ascórbico foi de 2326,23 µg.100g<sup>-1</sup>. Entre os componentes de vitamina E, o mais expressivo foi o  $\alpha$ -tocotrienol (569,00 µg.100g<sup>-1</sup>). O carotenoide mais expressivo no kinkan foi  $\alpha$ -caroteno (661,81 µg.100g<sup>-1</sup>). Dentre os flavonoides, a apigenina teve maior concentração no kinkan (38157,30 µg.100g<sup>-1</sup>). O teor de compostos fenólicos totais no kinkan foi de 98,55 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, além de boa capacidade antioxidante (62%). Assim, a pitiaia branca e rosa e o kinkan são frutos que podem auxiliar na complementação da ingestão de nutrientes e compostos bioativos, contribuindo para a soberania alimentar e nutricional das famílias agrícolas, além de possuírem alto valor agregado, podendo contribuir como fonte de renda.

## ABSTRACT

SOUZA, Clarice Silva e, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Nutrients, bioactive compounds, biometric and physicochemical characteristics of pitaia and kinkan collected in Viçosa, MG.** Adviser: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Co-advisers: Ceres Mattos Della Lucia, Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres and Daniela da Silva Oliveira.

The pitahaya (*Hylocereus* sp.) and the kinkan (*Fortunella margarita*) are exotic fruits, easy to handle cultivation and have aroused the interest in the commercialization due to its high added value. Aiming to contribute to the knowledge of these fruits, the present study aimed to investigate the biometric characteristics, physicochemical composition, nutrients and bioactive compounds of two species of pitahaya (white and pink) and kinkan. The centesimal composition was analyzed according to the AOAC (2012). The chemical elements were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Vitamin C, vitamin E, carotenoids, flavonoids and anthocyanins were analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Total phenolic compounds were analyzed by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity by DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical. The experimental design was completely randomized (DIC), with four replications. The data obtained for pitahaya were submitted to analysis of variance and Student's t test at 5% of probability. Kinkan data were analyzed using descriptive statistics (mean  $\pm$  standard deviation). White and pink pitahaya differ in length, pH and soluble solids ( $p < 0.05$ ). There was no difference ( $p > 0.05$ ) in the centesimal composition between the two species of pitahaya. The humidity in the pitahaya fruits was 85%; the fruits had low concentration of lipids ( $0.41 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), proteins ( $0.42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ); high carbohydrate ( $12.16 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) and low caloric energy ( $52.80 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The total vitamin E concentration was higher ( $p < 0.05$ ) in pink pitahaya ( $140.76 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Higher concentration ( $p < 0.05$ ) of  $\alpha$ -carotene was detected in the white pitahaya ( $110.21 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Only in the pink pitahaya was found the flavonoid eriodictiol and anthocyanins. Both pitahaya were sources of carbohydrates, fibers and Mg. The white pitahaya is good source of Mn and the pink pitahaya excellent source of Mn for women and adult men. The concentration of total phenolic compounds in the two species was similar ( $p > 0.05$ ). The pink pitahaya had a higher antioxidant capacity (36.41%) ( $p < 0.05$ ) than the white one. For the kinkan (peel + pulp) the pH was 2.73, 16.41 Brix and low energy ( $61.06 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The fruit is a source of protein and a good source of total dietary fiber and vitamin A. The

ascorbic acid concentration was 2326.23  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Among the components of vitamin E, the most expressive was  $\alpha$ -tocotrienol (569.00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The most expressive carotenoid in kinkan was  $\alpha$ -carotene (661.81  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Among the flavonoids, apigenin had a higher concentration in kinkan (38157,30  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The content of total phenolic compounds in kinkan was 98.55 mg GAE. $100\text{g}^{-1}$ , in addition to good antioxidant capacity (62%). Thus, white and pink pitahaya and kinkan are fruits that can help in complementing the intake of nutrients and bioactive compounds, contributing to the alimentary and nutritional sovereignty of agricultural families, besides possessing high added value, being able to contribute as a source of income.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, cresceu o interesse em estudar espécies pouco comercializadas e subutilizadas, entre elas as espécies exóticas, especialmente no que diz respeito à busca por alimentos incipientes em nossa cultura. Estas espécies alimentícias subutilizadas são cruciais à sobrevivência da população tradicional durante o período de escassez por serem adaptadas às mudanças ambientais, contribuindo na garantia à alimentação de forma permanente, proporcionando soberania alimentar, além de contribuírem com a renda familiar (GROSSKINSKY e GULLICK, 2001; TOLEDO et al., 2007).

Essas espécies vegetais subutilizadas e pouco comercializadas, definidas por Kinupp e Lorenzi, 2014 como plantas alimentícias não convencionais (PANC), são plantas nativas e exóticas, espontâneas e cultivadas, com potencial alimentício, mas negligenciadas. São plantas encontradas em diferentes regiões geográficas, muitas vezes denominadas de “pragas”, mas possuem importância econômica, ecológica, medicinal e nutricional (BRASIL, 2010).

A maioria desses alimentos está presente nas áreas rurais, em quintais sendo muitas vezes, vendidos nas cadeias curtas e redes agroalimentares, como nas feiras livres e agroecológicas. Gomes et al. (2007) relatam que a produção de espécies frutíferas encontrada nos quintais é utilizada, tanto no autoconsumo, quanto na produção de polpas, sucos e doces, podendo, assim, contribuir com a qualidade alimentar da população rural, além de contribuir com a segurança alimentar e nutricional dessas famílias.

A produção diversificada de alimentos, como os orgânicos e o cultivo de plantas não convencionais é uma alternativa de comercialização aos pequenos agricultores, contribuindo tanto na melhoria e condições de vida, quanto no desenvolvimento local e regional, devido à agregação de valores a estes produtos (HINTERHOLZ e RIBEIRO, 2011).

A pitiaia (*Hylocereus* sp.), da família da Cactaceae, é conhecida na América Latina como “fruta escamosa” e na Ásia como “fruta-do-dragão”, devido à aparência externa dos frutos. Existem quatro gêneros principais que são *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus* (Britton & Rose), sendo que, no gênero *Hylocereus*, existe a espécie *Hylocereus undatus* (polpa branca) e *Hylocereus polyrhizus* (polpa rosa) (MIZRAHI, et al., 1997).

No Brasil, a pitiaia é um fruto exótico, está na lista das PANC, sendo pouco expressiva nos hábitos alimentares dos brasileiros. No entanto, nos últimos anos vêm ganhando destaque devido às suas possíveis características nutricionais benéficas à saúde e

suas características sensoriais, tais como, sabor suave e refrescante, além de seu valor agregado para comercialização (LE BELLEC et al., 2006).

Estudos apontam que polpa e casca de diferentes espécies de pitaia têm vitamina C (Choo et al., 2011; Rocha et al., 2012; Cristofoli et al., 2014), compostos fenólicos, capacidade antioxidante (Wu et al., 2006; Abreu et al., 2012), fibras alimentares e elementos químicos como N, K, Fe, Mn e Zn (CORDEIRO et al., 2015).

O consumo da pitaia pode ser relacionado com a diminuição do colesterol (Esquivel et al., 2007; Nurliyana et al., 2010), assim como efeito antidiabético (Abd Hadi et al., 2012; Omidizadeh et al., 2014).

Além dos seus aspectos nutricionais, o interesse pela pitaia ganha espaço no cultivo por pequenos agricultores e comercialização em feiras livres e agroecológicas, uma vez que o cultivo desses frutos requer pouca exigência nutricional, menor dependência hídrica, o que é característico das espécies xerófitas, levando ao cultivo de baixo custo e manejo simples (JUNQUEIRA et al., 2002; JUNQUEIRA et al., 2010).

Não foram encontrados dados que tenham caracterizado de uma forma mais completa pitaias do gênero *Hylocereus*, incluindo suas características biométricas, físico-químicas, elementos químicos, vitaminas e compostos bioativos.

O kinkan, por sua vez, é o menor fruto cítrico existente, de origem asiática, especificamente na China e Índia, e pertence à família Rutaceae (DONADIO et al., 2005). Esse fruto chegou ao território brasileiro pelos imigrantes japoneses, espalhando-se principalmente no estado de São Paulo. Pertence ao gênero *Fortunella*, mas possui características de frutos cítricos (ROCHA e SOARES FILHO, 2009).

Na literatura o nome da espécie é conhecido pelos seus basônimos *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle; *Fortunella crassifoli* Swingle; *Citrus japonica* subfo. *margarita* (Lour.) Hiroë; *Citrus japonica* var. *margarita* (Lour.) Guillaumin; *Citrus japonica* var. *japônica* (Thumb) e *Citrus aurantium* subvar. *margarita* (Lour.) Engl. (GARDEN, 2017). Popularmente é conhecido como kunquat nagami, kumquat, kinkan, xinxim, laranjinha-japonesa e laranjinha-ouro.

O kinkan é consumido preferencialmente *in natura*, inteiro e com casca, possui sabor adocicado e polpa ácida, mas também é utilizado na fabricação de geleias, mousse, compotas, licores e cachaça (KOLLER, 2013), caldas, molhos e, ainda, serve como acompanhamento em saladas de frutas, em paisagismo e ornamentação (KAWAII et al., 1999; SCHIRRA et al., 2008; ROCHA e SOARES FILHO, 2009).

Estudos com a polpa do kinkan detectaram a presença de fenólicos e flavonoides descritos por possuírem atividade antimicrobiana (Wang et al., 2012), assim como presença de compostos benéficos como ácido linoleico, linalol e mirceno (Güney et al., 2015), capacidade antioxidante (Kondo et al., 2005; Chen et al., 2017) e atividade frente à inibição de células de câncer de próstata (JAYAPRAKASHA et al., 2012).

Wang et al. (2007); Schirra et al. (2008); Oliveira e Diniz et al. (2015); Chen et al. (2017) relataram a presença de ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides, óleos essenciais, compostos fenólicos, polifenol e flavonoides na polpa de kinkan em países como Taiwan, Itália e Brasil. Porém, são inexistentes na literatura trabalhos com uma caracterização mais completa do Citrus kinkan (*Fortunella margarita*), incluindo sua caracterização biométrica e físico-química, elementos químicos, nutrientes e compostos bioativos no fruto inteiro (casca + polpa).

Na perspectiva agroecológica, frutos exóticos ganham destaque na produção familiar, e espaço nas vendas em seções de hortifrutigranjeiros e em feiras livres e agroecológicas, contribuindo para a renda familiar. Esses frutos são pouco conhecidos na região de Viçosa, MG, e têm bom potencial para serem cultivados e comercializados por agricultores regionais. Além disso, podem fazer parte do autoconsumo, comercialização e contribuir para a fonte de renda dessas famílias. Portanto, tornam-se relevantes estudos que priorizem e contemplem informações sobre alimentos em ascensão na região, e que possam fazer parte do cultivo consorciado de frutos e hortaliças, garantindo sustentabilidade ecológica e a oferta diversificada de alimentos para autoconsumo e populações locais, fortalecendo a agricultura familiar.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Manual de hortaliças não convencionais**. Brasília. 2010.

CHEN, M. H.; YANG, K. M.; HUANG, T. C.; WU, M. L. Traditional small-size citrus from Taiwan: essential oils, bioactive compounds and antioxidant capacity. **Medicines**, v. 4, n. 2, p. 28, 2017.

CHOO, W. S.; YONG, W. K. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, v. 2, n. 3, p. 418-425, 2011.

OLIVEIRA, D. R.; DINIZ, A. B. Composição química da laranja kinkan e de frutas cítricas. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 835-844, 2015.

DONADIO, L.C.; MOURÃO-FILHO, F. A. A.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico na citricultura no Brasil. **Citros**, p. 2-18, 2005.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidante capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. **Z Naturforsch C**, v. 62, n. 9–10, p. 636–44, 2007.

GARDEN, Missouri Botanical. **Tropicos**. 2017. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 20 janeiro, 2017.

GOMES, F. C.; COUTINHO, E. F.; GOMES, G. C.; MACHADO, N. P.; NOREMBERG, M. N. Quintais orgânicos de frutas: contribuição para a segurança alimentar em áreas rurais, indígenas e urbanas. **Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

GROSSKINSKY, B.; GULLICK, C. Potential of indigenous food plants to support and strengthen livelihoods in southern Sudan. **The potential of indigenous wild foods**, eds. C. Kenyatta, and A. Henderson, v. 25, 2001.

HADI, N. A.; MOHAMAD, M.; ROHIN, M. A. K.; YUSOF, R. M. Effects of red pitaya fruit (*Hylocereus polyrhizus*) consumption on blood glucose level and lipid profile in type 2 diabetic subjects. **Borneo Science**, v. 31, 2016.

JAYAPRAKASHA, G. K.; MURTHY, K. C.; ETLINGER, M.; MANTUR, S. M.; PATIL, B. S. Radical scavenging capacities and inhibition of human prostate (LNCaP) cell proliferation by *Fortunella margarita*. **Food Chemistry**, v. 131, n. 1, p. 184-191, 2012.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANTOS, E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 18p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 62), 2002.

KAWAII, S.; TOMONO, Y.; KATASE, E.; OGAWA, K.; YANO M. Quantitation of flavonoid constituents in Citrus fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 9, p. 3565-3571. 1999.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014, 768 p.

KOLLER, O. L. **Citricultura catarinense**. Florianópolis: ed. Epagri. 2013.

LOU, S. N.; LAI, Y. C.; HUANG, J. D.; HO, C. T.; FERNG, L. H. A.; CHANG, Y. C. Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. **Food**

**chemistry**, v.171, p. 356-363, 2015.

MARIANTE, A. DA S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. **Informe Nacional Sobre a Situação dos Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura do Brasil**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2008.

OLIVEIRA, D. R.; DINIZ, A. B. Composição química da laranja kinkan e de frutas cítricas. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 835-844, 2015.

ROCHA, J. D. S.; SOARES FILHO, W. D. S. Desenvolvimento de variedades-copa híbridas de citros: plantas ornamentais. In Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL, 3., 2009, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. Cacti as crops. **Horticultural Reviews**, v. 18, p. 291-319, 1997.

NURLIYANA, R.; KAMARUDIN, K. R.; IDID, S.O.; IDID, S.Z.; MOHAMED REHAN, A.; KOYA, M.S. Antioxidant study of pulp and peel of dragon fruits: A comparative study. **International Food Research Journal**, v. 17, p. 367-375, 2010.

SCHIRRA, M.; PALMA, A.; D'AQUINO, S.; ANGIONI, A.; MINELLO, E. V.; MELIS, M. Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of Kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 2, p. 455-460, 2008.

TOLEDO, B. A.; GALLETTO, L.; COLANTONIO, S. Uso de plantas medicinales y alimenticias según características socioculturales en Villa Los Aromos (Córdoba, Argentina). **Kurtziana**, v. 33, n. 1, p. 79-88, 2007.

WANG, Y. C.; CHUANG, Y. C.; KU, Y. H. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1163-1171, 2007.

WANG, Y. W.; ZENG, W. C.; XU, P. Y.; LAN, Y. J.; ZHU, R. X.; ZHONG, K.; GAO, H. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 3, p. 3382-3393, 2012

WU, L. C.; HSU, H. W.; CHEN, Y. C.; CHIU, C. C.; LIN, Y. I.; HO, J. A. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**. v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Agricultura familiar

Anteriormente, a definição simplista de agricultura familiar estava remetida a fatores como a pobreza, a falta de tecnologia, espaço da negação e, principalmente, à desigualdade social. No Brasil, a partir dos anos dois mil, a agricultura familiar vem ganhando uma nova perspectiva, principalmente após o investimento governamental nesse setor e os avanços de pesquisa na área, que tornaram mais popular o termo (GEHLEN, 2004; NETO et al., 2010).

Entretanto, vale ressaltar que a agricultura familiar não é sinônimo de setor autônomo, nem de pequena produção, muito menos de atraso tecnológico, mas sim, como uma agricultura com novos princípios (PEREIRA e BAZOTTI, 2010). Tampouco, não se deve defini-la apenas pelo trabalho familiar, autoconsumo, mas sim, por um fenômeno complexo e multidimensional no qual existe relação entre o homem, o agricultor, e o ambiente, e estes com a unidade familiar e com a comunidade, de maneira coletiva e colaborativa (WANDERLEY, 2009; PLOEG, 2014).

Além da relação entre o homem e o campo, a agricultura familiar tem uma relação direta como a valorização sociocultural, resgate das culturas alimentares tradicionais, etnoconservação, troca de conhecimento, de vivência entre o passado, o presente e o futuro, local para a realização de práticas agrícolas flexíveis, inovadoras, dinâmicas e agroecológicas, local de preservação, manutenção da biodiversidade e autoafirmação da autonomia (PLOEG, 2014).

A autonomia a que chamamos de ‘Soberania Alimentar’ é o direito das nações e dos povos de controlarem seus próprios sistemas alimentares em conjunto com o mercado, o modo de produção, as culturas alimentares, o meio ambiente e outros fatores, de maneira crítica ao modelo neoliberal, dominante do modelo agrário atual (WITTMAN et al., 2010).

A agricultura familiar é o modelo de produção de alimentos que mais se aproxima dos princípios da agroecologia, construída com base na agricultura de subsistência, em pequena escala, sustentável, que preserva e maneja a diversidade de espécies e evita a erosão genética principalmente das espécies não comerciais (DO CARMO, 2008; FINATTO, 2008).

Desse modo, a agricultura familiar compõe a base dos atores primordiais para o cultivo diversificado, garantindo biodiversidade de espécie, assim como a diversidade e soberania alimentar, sendo um modelo de produção contrário ao modelo voltado para as *commodities*, com a diminuição da diversidade por área plantada, dando enfoque aos

plantios voltados para o agronegócio (PORTO GONÇALVES e ALENTEJANO, 2008).

No âmbito da agricultura familiar, estão presentes os quintais rurais, garantindo a diversificação de alimentos para consumo, a segurança alimentar e qualidade desses alimentos consumidos, a redução da dependência externa e proporcionando renda às famílias (NASCIMENTO, 2003). Além da preocupação com a qualidade do alimento a ser consumido, existe uma relação com o ambiente, o modelo de produção e as questões econômicas, sociais e ambientais (HINTERHOLZ e DE MATTOS RIBEIRO, 2011).

A diversificação de alimentos possibilita que os produtores obtenham cultivos compatíveis com o seu meio de vida rural, além da liberdade em escolher diferentes alternativas de renda variando o leque de possibilidades (PERONDI, 2007 e PERONDI, 2009), fazendo com que as famílias rurais sintam mais segurança e estabilidade financeira no campo (PERONDI, 2009).

Recentemente a estabilidade financeira no campo e o incentivo à agricultura familiar vêm sendo valorizada pelas políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Esses programas governamentais investem na produção própria dos pequenos agricultores, na diversificação rural, valorizam a produção e comercialização dos alimentos advindos da agricultura familiar, além de contribuírem com o desenvolvimento socioeconômico da comunidade, incentivando a produção e compra de alimentos locais e regionais e impulsionando o desenvolvimento local (SILVA et al., 2016).

## **2.2. Plantas alimentícias com potencial subutilizado**

### **2.2.1. Definição e importância**

Diferentes termos fazem referência às plantas com potencial subutilizados, ‘não convencionais’, ‘espécies subutilizadas’, ‘negligenciadas’, ‘órfãs’, ‘menores’, ‘promissoras’, ‘nichos’, ‘tradicionais’, “daninhas”, “pragas”, “ruderais”, “invasoras”. As plantas subutilizadas são definidas por Jaenicke e Höschle-Zeledon (2006) como espécies com potencial explorador para contribuir com a segurança nutricional, saúde (nutricional e medicinal), geração de renda e serviços ambientais. Nos últimos anos, no Brasil, essas plantas são mais conhecidas como PANC (KINUPP e LORENZI, 2014).

O termo PANC refere-se a qualquer parte vegetal de plantas espontâneas, silvestres ou exóticas, que não são produzidas em sistemas convencionais, com potencial alimentício e medicinal, porém, são espécies subutilizadas (KINUPP e LORENZI, 2014). Atrelado a

este termo, deve-se questionar em que contexto geográfico se referem as espécies retratadas como não convencionais (ASSIS et al., 2016), uma vez que essa classificação pode não ser a mesma dependendo da região. Assim, deve-se levar em consideração a geografia local, que a espécies não sejam encontradas usualmente no mercado local e a tradição das populações remanescentes.

Ao longo dos anos, essas plantas subutilizadas não despertaram o interesse comercial, não sendo inseridas na cultura das *commodities* como soja, milho, batata, tomate, cebola, repolho e alface (BRASIL, 2012). Nesse cenário das *commodities*, nota-se contínuo negligenciamento dessas espécies que são ameaçadas pela ciência e desenvolvimento, com o aumento das áreas para produção e culturas prioritárias. Esse cenário só será alterado a partir de iniciativas e projetos que incluam as espécies subutilizadas como prioritárias (JAENICKE e HÖSCHLE-ZELEDON, 2006).

Em consequência, o conhecimento e utilização dessas espécies ficam restritos à população tradicional, ou seja, todas as populações que possuem uma relação estreita entre sua identidade e o meio natural, dependendo dos seus recursos para sua relação sociocultural em atividades de baixo impacto ambiental (SANTILLI, 2002). Lévy-Strauss (1976) discorre que uma espécie só é útil ou interessante quando é conhecida primeiro. Logo, o autor contrapõe à ideia de que as espécies não são conhecidas até que sejam úteis.

A diversificação da produção, incluindo a utilização de plantas não convencionais, contribui para a soberania alimentar, segurança alimentar e nutricional das comunidades tradicionais e de pequenos agricultores (LADIO, 2005). Não se trata somente dos fatores nutricionais. O cultivo e permanência dessas plantas subutilizadas tende a contribuir para a manutenção da agrobiodiversidade, fornece a oferta diversificada de produtos e a manutenção fitogenética das espécies e, quando este produto é comerciável, contribui na geração de renda (WYDRA, 2012).

Os conjuntos de espécies e genótipos conferem resistência ao estresse abiótico e biótico, sendo possível a adaptação em agriculturas de baixa utilização de insumos, mudanças ambientais e ataque de patógenos, garantindo, assim, ao produtor, que essas espécies permaneçam no ambiente, caso ocorra algum distúrbio ambiental. As PANC são espécies mais rústicas, com genótipos mais resistentes a fatores relacionados ao estresse, e podem ser nutricionalmente mais ricas que as espécies domesticadas (KINUPP e BARROS, 2008; WYDRA, 2012).

### **2.2.2. Frutos subutilizados no Brasil**

Estudos apontam que os frutos, de maneira geral, fazem parte da dieta alimentar, seja *in natura*, ou sob a forma de sucos, doces e compotas, além de sua importância cultural, econômica, agrônômica e social (VIEIRA et al., 2006).

Os frutos não convencionais, subutilizados, exóticos ou tradicionais, vêm ganhando espaço nas pesquisas sobre etnobotânica, caracterização biológica, biofísica, nutricional e medicinal (BRASIL, 2002; CALDEIRA et al., 2004; VIEIRA et al., 2006; CARDOSO et al., 2013 a e 2013 b; PAULA FILHO, 2013).

A inserção destes frutos no cotidiano da população rural condiz com o interesse pela oferta e procura de alimentos diversificados, com características peculiares como o *flavor*, englobando sabor, odor, aroma e possíveis nutrientes benéficos à saúde. Este interesse repercute na agroindústria, em busca de alimentos diversificados em pigmentos, aroma, sabores, textura e componentes nutricionais (BRASIL, 2002).

Do ponto de vista agroecológico, destaca-se a pitáia e o kinkan, plantas com baixas exigências de manejo, alta produtividade, podendo ser cultivados em pequenos espaços, sendo que esses frutos, quando comercializados, contribuem na complementação da renda familiar.

A pitáia é uma Cactaceae com flores e frutos exuberantes e atrativos, podendo ser utilizada como cerca-viva e em consórcios com hortaliças e plantas medicinais. Seus frutos são consumidos *in natura* e atraem a atenção dos consumidores devido ao seu aspecto exótico e ao sabor agradável.

O Citrus kinkan, Rutaceae, é uma árvore frutífera de pequeno porte, utilizada em ornamentação. Seus frutos são consumidos *in natura* inteiros (casca + polpa) e são também utilizados para preparações de quitandas. Pela sua alta produtividade por planta, não necessita de grande área, para cultivo, tendo fototropismo positivo e baixa umidade. Dessa forma, em hortas pode ser plantado nas áreas de maior exposição a luz solar, de forma a oferecer sombreamento a outras hortaliças ou plantas medicinais.

Ressalta-se que ambas as espécies, além de serem utilizadas como ornamentais, são de alto valor agregado. A pitáia chega a custar R\$ 39,00 a R\$ 60,00 kg em mercados e nas feiras da cidade de Viçosa, MG, alcança o valor de R\$ 26,00 kg. Já para o kinkan, os preços oscilam entre R\$18,00 a lata (900 mL) em hortifrutigranjeiros, e nas feiras livres da cidade de Viçosa, MG, é vendido por R\$ 6,00 kg.

Pesquisas com os frutos não convencionais destacam a importância etnobotânica, os benefícios nutricionais, o incentivo ao seu consumo, a alternativa de comercialização e opções para a inserção na alimentação diversificada, despertando o interesse pelo cultivo de novas espécies.

### **2.3. Segurança alimentar e nutricional e agricultura familiar**

O conceito de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) envolve aspectos relacionados à produção, comercialização, aspectos nutricionais e práticas alimentares (CONSEA, 2004), desde que os alimentos sejam oferecidos em quantidade, qualidade e acesso regular a todas as classes sociais (BELIK, 2003).

A Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional - LOSAN (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006), conceitua SAN como o direito de todo o cidadão ao acesso à alimentos de qualidade produzidos por meio de boas práticas alimentares, promotores de saúde e que respeitem o ambiente, a diversidade cultural, econômica e social, e que sejam em quantidades suficientes sem comprometer outras necessidades essenciais (BRASIL, 2006).

O modelo de agricultura de *commodities*, em grande escala, cultivo em monocultura, e utilização de produtos químicos, contradiz o conceito de SAN. Por sua vez, a agricultura familiar prioriza o cultivo diversificado e a não utilização ou redução de produtos químicos, garantindo maior qualidade dos alimentos.

Nesse contexto, a agricultura familiar é um modelo agrícola em fase de transição, em busca da agricultura biológica ou orgânica promotoras de SAN. Contudo, ressalta-se que existem os dois lados da “moeda”. A face onde a agricultura familiar reproduz as práticas agrônomicas tradicionais, cultivo em monocultura e utilização de produtos químicos, e a face reversa onde a agricultura familiar, busca o reequilíbrio dos sistemas, com produção em pequena ou larga escala, que preza pelos princípios agroecológicos, prioriza a diminuição ou não utilização de produtos químicos, a inserção de insumos orgânicos e produção diversificada, sendo esta a que estamos nos referindo (COSTABEBE e MOYANO, 2000). Maluf (2007) ressalta que a agricultura familiar de base agroecológica é promotora de SAN, garantido a disponibilidade e variabilidade de espécies a serem produzidas, além de contribuir para a diversificação dos hábitos alimentares.

Diferentes espécies com potencial de utilização em diferentes fins não estão disponíveis no comércio, e sim, nos quintais rurais, de maneira espontânea ou cultivados

pela agricultura familiar. São produtos que têm importância histórica e cultural, são de baixo custo, fácil produção e acesso, logo, quando inseridos na alimentação contribuem na diversificação alimentar e alto valor nutricional dessas famílias e, quando estão disponíveis para comercialização e contribuem na renda familiar (BARBIERI et al., 2014; KÖHLER e BRACK, 2016).

A agricultura familiar possibilita a comercialização de produtos cultivados na região (MALUF, 1999), seja pelas vendas desses produtos em “feiras livres agroecológicas” ou “feiras da agricultura familiar”. Além disso, inclui a exposição e comercialização das PANC, aumentando a diversidade e oferta de alimentos, a difusão do conhecimento e saberes tradicionais por meio da troca de conhecimentos entre as famílias tradicionais, os feirantes, e a população consumidora, aumentando, assim, a comercialização de plantas subutilizadas.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, J. G. de A.; GALVÃO, R. F. M.; CASTRO, I.R. Plantas Alimentícias Não Convencionais na Bahia: uma rede em consolidação. **Revista Agriculturas** (Impresso), v. 13, p. 16, 2016.

BARBIERI, R.L.; GOMES, J. C. C.; ALERCIA, A.; PADULOSI, S. Agricultural biodiversity in southern Brazil: Integrating Efforts for Conservation and Use of Neglected and Underutilized Species. **Sustainability**, v. 6, p.741-757, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Alimentos regionais brasileiros. Brasília, DF, 2002, 140 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92p. Disponível em: <[http://www.abcsem.com.br/docs/manual\\_hortaliças\\_web.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortaliças_web.pdf)>. Acesso em: 02 agosto 2017.

BELIK, W. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e sociedade**, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2003.

CALDEIRA, S. D.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado do Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 1, p. 144-154, 2004.

CARDOSO, L. D. M.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2151–2154, 2011.

CARDOSO, L. D. M.; BEDETTI, S. D. F.; RIBEIRO, S. M. R.; ESTEVES, E. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. “Jatobá do Cerrado” (*Hymenaea stigonocarpa*): chemical

composition, carotenoids and vitamins in an exotic fruit from the Brazilian Savannah. **Fruits**, v. 68, n. 2, p. 95–107, 2013<sup>a</sup>.

CARDOSO, L. D. M.; OLIVERIA, D. S., BEDETTI, S. F., MARTINO, H. S. D., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: Chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v. 68, p.121–13, 2013<sup>b</sup>.

CONSEA - CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional: textos de referência da II Conferência de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília, julho 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/consea/static/documentos/Outros/LivroConsea\\_DocumentoReferencia.pdf](http://www.planalto.gov.br/consea/static/documentos/Outros/LivroConsea_DocumentoReferencia.pdf)>. Acesso em: 15 agosto 2017.

COSTABEBER, J. A.; MOYANO, E. Transição agroecológica e ação social coletiva. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 4, p. 50-60, 2000.

GEHLEN, I. Políticas públicas e desenvolvimento social rural. **São Paulo em Perspectiva**, v. 18, n. 2, p. 95-103, 2004.

HAMACEK, F. R.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Murici, fruit from the cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and physicochemical characteristics, and occurrence and concentration of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v. 69, n. 6, p. 459–472, 2014.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. DE. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846–857, 2008.

KINUPP, V. F. LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

KÖHLER, M.; BRACK, P. Frutas nativas no Rio Grande do Sul: cultivando e valorizando a diversidade. **Agriculturas**. v. 13, n.2, p.7-15, junho, 2016.

HINTERHOLZ, B.; DE MATTOS RIBEIRO, V. Feira agroecológica: uma alternativa para comercialização de produtos oriundos da agricultura familiar orgânica no município de Medianeira–PR: o caso da AAFEMED. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v. 6, n. 1, 2011.

JAENICKE, H.; HÖSCHLE-ZELEDON, I. **Strategic framework for underutilized plant species research and development**. Rome, Italy: ICUC, Colombo and Global Facilitation Unit for Underutilized Species. Bioersivity International, 2006.

LADIO, A. “Malezas exóticas comestíveis y medicinales utilizadas en poblaciones del noroeste patagónico: aspectos etnobotánicos y ecológicos.” Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas. **Sociedad latinoamericana de fitoquímica**, Santiago, Chile, v. 4, p. 75-80, 2005.

LÉVY-STRAUSS, C. Mythologica IV. **Der nackte Mensch**. Frankfurt/M, 1976.

MALUF, R. S. **Ações públicas locais de abastecimento alimentar**. São Paulo – SP, Pólis Papers: Pólis Assessoria, Formação e Estudos em Políticas Sociais, n. 5, 1999, 42p.

MALUF, R. S. J. **Segurança alimentar e nutricional**. Petrópolis: Vozes, 2007.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de hortaliças não convencionais**. Brasília: MAPA/ACS, 2010, 92 p.

NETO, N. C.; DENUZI, V. S. S.; RINALDI, R. N.; STADUTO, J. R. Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. **Revista Percursos**, v. 2, n. 2, p. 73-95, 2010.

PAULA FILHO, G. X. **Frutas alimentícias não convencionais da zona rural de Viçosa, Minas Gerais: Levantamento etnobotânico e valor nutricional**. (Dissertação de Mestrado) – Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

PORTO GONÇALVES, C. W.; ALENTEJANO, P. Geografia Agrária da Crise dos Alimentos no Brasil. Encontro Latino Americano, 2008. Disponível em: <[http://latinoamericanos.posgrado.unam.mx/EVENTOS/EVENTOS2008/geografia/geografiabloque2\\_3.pdf](http://latinoamericanos.posgrado.unam.mx/EVENTOS/EVENTOS2008/geografia/geografiabloque2_3.pdf)> Acesso em 03 de julho 2017.

PLOEG, J. D. VAN DER. Dez qualidades da agricultura familiar. Trad. Flávia Londres e Paulo Petersen. **Cadernos de Debate**, n. 1, p. 7-14, 2014.

PEREIRA, V. V. V. R.; BAZOTTI, A. Ruralidade, Agricultura Familiar e Desenvolvimento. IPARDES: Nota técnica no 16. Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://www.ipardes.pr.gov.br/biblioteca/docs/NT\\_16\\_ruralidade\\_agric\\_familiar\\_desenv.pdf](http://www.ipardes.pr.gov.br/biblioteca/docs/NT_16_ruralidade_agric_familiar_desenv.pdf)> Acesso em 20 de agosto 2017.

PERONDI, M. A. Diversificação dos meios de vida e mercantilização da agricultura familiar. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural). Porto Alegre: UFRGS. 2007. 239 p.

PERONDI, M. A. Repensando a Especialização Agrícola. **Agriculturas**. v.6, n. 3, 2009.

RIBEIRO, P. F. A.; STRINGHETA, P. C.; DE OLIVEIRA, E. B.; MENDONÇA, A. C.; SANT'ANA, H. M. P. Teor de vitamina C,  $\beta$ -caroteno e minerais em camu-camu cultivado em diferentes ambientes. **Ciência rural**, v. 46, n. 3, p. 567–572, 2016.

SILVA, S. A. D.; da COSTA, M. H. B. C.; GUIMARÃES, S. M. Políticas públicas voltadas para a agricultura familiar: aspectos conceituais. **Revista Acadêmica Conecta FASF**, v. 1, n. 1, 2016.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T.; SILVA, D. D.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

WANDERLEY, M. de N. B. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade. **Estudos sociedade e agricultura**, v. 1, 2013.

WITTMAN, DESMARAIS.; WIEBE (eds.). Food sovereignty. Reconnecting food, nature and community. Oakland CA: **Food First**. 2010.

WYDRA, K. The insurance function of agrobiodiversity and the importance of monitoring its conservation and use to cope with change. In: **On farm conservation of neglected and underutilized species: status, trends and novel approaches to cope with climate change: Proceedings of an International Conference**, Frankfurt, 14-16 June, 2011. p. 25, 2012.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

Investigar as características biométricas, composição físico-química, nutrientes e compostos bioativos de pitaias (*Hylocereus undatus* e *H. polyrhizus*) e kinkan (*Fortunella margarita*).

#### 3.2. Objetivos Específicos

- Determinar as características biométricas (comprimento, diâmetro, peso do fruto, peso da polpa e peso da casca) em pitaias branca (*Hylocereus undatus*), pitaias rosa (*Hylocereus polyrhizus*) e kinkan (*Fortunella margarita*) disponíveis na zona rural de Viçosa, MG.
- Determinar a pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, fibra alimentar (total, insolúvel e solúvel), umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos e densidade calórica dos frutos;
- Investigar a ocorrência de elementos químicos (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, Na, Cr, Cd, Al, Pb e Ni) nos frutos;
- Determinar a ocorrência e concentração de vitamina C (ácido ascórbico AA em kinkan), vitamina E ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  tocoferóis e tocotrienóis) e carotenoides ( $\alpha$ - caroteno,  $\beta$ - caroteno e luteína) em pitaias e kinkan;
- Determinar a concentração de flavonoides (3-desoxiantocianidinas, flavonas e flavanonas) nos frutos;
- Determinar a ocorrência e concentração de antocianinas (cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo) nos frutos;
- Analisar a concentração de compostos fenólicos totais nos frutos;
- Determinar a capacidade antioxidante dos frutos;
- Estimar o potencial de contribuição dos frutos para o atendimento às recomendações de nutrientes para adultos na faixa etária de 19 a 59 anos de idade.

## 4. METODOLOGIA GERAL

### 4.1. Seleção e justificativa de escolha dos frutos

Utilizou-se no presente estudo pitaia branca (*Hylocereus undatus*), pitaia rosa (*Hylocereus polyrhizus*) e kinkan (*Fortunella margarita*) coletados na zona rural de Viçosa, MG, Brasil.

A escolha dos frutos deveu-se à comercialização na cidade de Viçosa, MG, ao valor agregado e possibilidades de geração de renda aos agricultores da região, além de serem culturas de fácil produção, alta produtividade, fácil adaptabilidade, o que possibilita o consórcio com outros cultivos e que também podem ser utilizadas de forma ornamental.

As espécies selecionadas são incipientes no mercado local e nas feiras livres e agroecológicas, sendo seu estudo uma forma de despertar o interesse por parte dos produtores no investimento, benefícios na produção e comercialização desses frutos.

### 4.2. Área de coleta dos frutos

As pitaias foram coletadas no Sítio Dom Bosco, localizado na zona rural de Viçosa, MG. As coletas foram realizadas no mês de março de 2017, em plena safra do fruto, em área de cultivo em consórcio, em período matutino (Figura 1).

Os frutos de kinkan foram coletados de um único acesso na região de Silvestre, Viçosa, MG, no mês de julho, em plena safra do fruto, em período matutino e em área de cultivo em consórcio (Figura 2).



Figura 1. Área de colheita de pitaia (*Hylocereus* sp.) no Sítio Dom Bosco, Viçosa, MG.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.



Figura 2. Área de colheita do kinkan (*Fortunella margarita*), região de Silvestre, Viçosa, MG.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Os frutos foram coletados nos estádios de desenvolvimento adequado ao consumo (maduros), livre de injúrias e escolhidos pelo agricultor.

Após cada coleta, o material foi acondicionado em sacos plásticos vedados e devidamente identificados e colocados em caixa de isopor com blocos de gelos e transportado para o Laboratório de Análises de Vitaminas (LAV) do Departamento de Nutrição e Saúde (DNS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

#### **4.3. Amostragem dos frutos**

Em cada espécie de pitiaia foram selecionados 4 cactos, totalizando 4 repetições, sendo que em cada repetição foram coletados 10 frutos por cacto.

Os frutos de kinkan foram coletados em único acesso, com 2 unidades experimentais, sendo quatro repetições, com aproximadamente 1 kg cada.

#### **4.4. Local das análises**

A caracterização física, análise da composição físico-química, análise da composição centesimal, vitaminas C e E, carotenoides, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante foram realizados no Laboratório de Análises de Vitaminas do DNS-UFV.

A análise de fibras foi efetuada no Laboratório de Nutrição Experimental do DNS-UFV e a de macronutrientes no Laboratório de Análise de Alimentos, DNS-UFV.

A análise dos elementos químicos foi realizada no Laboratório de Solos Florestais e de Absorção Atômica do Departamento de Solos, DPS-UFV.

#### **4.5. Preparo das amostras e obtenção das polpas para análises químicas**

No LAV, realizou-se o procedimento de pós-colheita, no qual os frutos foram selecionados quanto ao aspecto, excluindo-se aquelas com qualquer injúria na epiderme ou danos mecânicos devido ao transporte. Após a seleção, os frutos foram higienizados em água corrente com remoção de sujidades e secos em papel absorvente.

Posteriormente, os frutos foram pesados, e realizada a determinação das características biométricas, com medidas de comprimento (cm), diâmetro (cm), peso do fruto (g), peso da polpa (g) e peso da casca (g). Em seguida, as polpas passaram pelo processo de homogeneização em multiprocessador doméstico (Phillips Wallita) e foram acondicionadas em sacos lisos de polietileno de 1 kg (16 cm x 32 cm), embalados em papel alumínio e identificados conforme seus tratamentos.

Em seguida, foram armazenadas em *freezer* ( $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ ) até o momento das análises, que ocorreram em até 36 horas (vitamina C e carotenoides) ou em até 72 horas (vitamina E) após a coleta dos frutos. As demais análises ocorreram no período de três meses após a coleta dos frutos.

No procedimento de liofilização, aproximadamente 100 g de cada unidade amostral, foram homogeneizados, armazenados em bandejas e acondicionados em *freezer* a  $-18^\circ\text{C}$  por 24 horas. Em seguida, as bandejas com as amostras foram liofilizadas (Liotop – LP510 – Liobras, Brasil), a  $-1^\circ\text{C}$  sob vácuo. Após, foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente lacrados e identificados até o momento das análises da composição físico-químicas, centesimal e elementos químicos.

#### **4.6. Análise da composição físico-química**

As análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável seguiram as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

##### **4.6.1. Determinação do pH**

O pH foi determinado em pHmetro (Ultra Basic, UB-10). Foram pesados 10 g das amostras dos frutos e adicionados 100 mL de água destilada, com posterior agitação por 30 minutos, em banho metabólico (Marconi, MA231, Brasil) a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Após repouso de 10

minutos, para decantação, seguido de leitura no pHmetro devidamente calibrado em pH 4 e 7.

#### 4.6.2. Determinação dos sólidos solúveis

Pesou-se 15 g de polpa dos frutos de cada amostra. Em seguida, a polpa foi triturada em triturador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) e submetida à centrifugação (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm) a 4000 rpm (1577 g), durante 15 minutos para a obtenção do sobrenadante. Para determinar a concentração de sólidos solúveis (Brix), duas gotas do sobrenadante foram transferidas para o refratômetro digital (tipo Soft), utilizando água destilada para calibrar o equipamento. O valor do Brix obtido no refratômetro digital foi corrigido conforme especificação da metodologia utilizada, de acordo com a temperatura.

$$\text{Brix} = \text{valor obtido} + \text{valor de correção}$$

Valor de correção a 23 °C = 0,24.

#### 4.6.3. Determinação da acidez titulável

A determinação da acidez titulável ocorreu por meio da volumetria de neutralização, utilizando solução padrão de (NaOH) 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, na presença de solução de 1% fenolftaleína em etanol, como indicador. Pesou-se 1 g de polpa de cada amostra de fruto e adicionou-se 25 mL de água destilada e duas gotas de fenolftaleína 1%. A acidez titulável foi titulada com solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 mol.L<sup>-1</sup> até a mudança de coloração. A acidez titulável foi determinada conforme abaixo:

$$\frac{V \times N \times Fc \times 100}{P} = \text{acidez em solução molar por cento v/m}$$

Onde:

V = volume em mL da solução de NaOH 0,1 ou 0,001 M gasto na titulação;

N = 0,1 N;

Fc = fator correção do NaOH 0,1 ou 0,01 M (0,9891);

P = peso em g de cada amostra usado na titulação.

Para o cálculo da acidez titulável expressa em ácido orgânico, utilizou-se como

comparação o ácido cítrico, conforme a equação:

$$\text{acidez em \% ácido cítrico} = \frac{V \times N \times Fc \times \text{PMácido}}{10 \times P \times n}$$

Onde:

V = volume em mL da solução de NaOH 0,1 ou 0,001 M gasto na titulação;

N = 0,1 N;

Fc = fator correção do NaOH 0,1 ou 0,01 M, (solução utilizada 0,9891);

PMácido = peso molecular do ácido (ácido cítrico = 192);

P = peso em g de cada amostra e

n = nº de carboxilas (ácido cítrico = 3 grupos carboxilas).

#### 4.7. Análises de composição centesimal

A análise de composição centesimal seguiu a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (2012).

##### 4.7.1. Determinação da umidade

A determinação de umidade foi feita por técnica de gravimetria em estufa (Nova Ética, Modelo 400, 6ND, São Paulo, Brasil) a 65 °C. Anteriormente às análises, as placas de *petri* foram dessecados em estufa em temperatura de 105 ± 1 °C durante duas horas. Em seguida, pesou-se 10 gramas das amostras dos frutos nas placas de *petri* devidamente identificadas e foram submetidas ao calor em estufa (Nova Ética, Modelo 400, 6ND, São Paulo, Brasil) em temperatura de 65 ± 1 °C, até a obtenção de massa constante, aproximadamente por 72 horas. A umidade foi determinada segundo a equação:

$$\% \text{ de umidade (m/m)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N = peso em gramas de umidade (perda de massa em g) e

P = peso em gramas de cada amostra.

#### 4.7.2. Determinação de lipídios

As análises foram realizadas em aparelho extrator Soxhlet e balões isentos de lipídios. Cartuchos em papel manteiga, tamanho de 12 x 25 cm e fundo revestido com algodão isento de lipídios foram secos em estufa (Quimis, Q320 M model, Brazil) a  $75 \pm 1$  °C, 24 horas, em seguida, resfriados em dessecador até atingir a temperatura ambiente. Para a análise, pesou-se separadamente 10 g de polpa dos frutos liofilizados, sendo adicionados nos cartuchos preparados, e pesados novamente (cartucho + amostra). Os cartuchos foram adaptados ao aparelho extrator e, logo após, adicionados de aproximadamente 120 mL do solvente éter etílico em cada balão. A extração dos lipídios ocorreu no período de 6 horas em temperatura de  $95 \pm 1$  °C. Após a destilação, o resíduo foi seco em estufa a  $105 \pm 1$  °C até a obtenção de massa constante.

$$\% \text{ de lipídios (m/m)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N = peso em gramas de lipídios e

P = peso em gramas de cada amostra.

#### 4.7.3. Determinação de cinzas totais

Inicialmente os cadinhos de porcelana foram calcinados em mufla a 600 °C, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica. Em seguida, adicionou aproximadamente 2 g de polpa liofilizada dos frutos, que foram levados à mufla, sendo realizada carbonização lenta das amostras para a exalação dos vapores, aumentando-se a temperatura em 50 °C a cada intervalo de 5 minutos até atingir 350 °C, permanecendo por 60 minutos. Em seguida, a temperatura foi elevada a 600 °C, e permaneceu por 6 horas até a obtenção de cinzas claras ou levemente acinzentadas. Em seguida, as cinzas foram resfriadas, por 30 minutos, em dessecador contendo sílica gel, até atingir temperatura ambiente e posterior pesagem em balança analítica (Gehaka, AG200) e cálculo.

$$\% \text{ resíduo (cínzas)} \left( \frac{m}{m} \right) = \frac{100 \times P}{A}$$

Onde:

P = peso em g de resíduo e

A = peso da em g das amostras.

#### 4.7.4. Determinação de proteínas

Utilizou-se equipamentos de digestão, destilação e titulação de *Kjeldahl*. Em papel-manteiga, foram pesados 40 mg da polpa liofilizada transferido ao tubo de digestão e adicionado de 1 g de mistura catalisadora constituída de 94% de sulfato de potássio, 5% de sulfato de cobre, 1% de selênio. Posteriormente, na capela de exaustão, foram adicionados 3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Depois de vedados, os tubos foram levados ao bloco digestor. A temperatura foi elevada até atingir 380 °C durante 90 minutos; após esse tempo, desligou-se o bloco digestor e as amostras foram refrigeradas em temperatura ambiente. Posteriormente, os tubos foram vedados e levados ao bloco digestor. Os sistemas de digestão e exaustão foram acionados aumentando a temperatura, a cada 10 minutos, de 50 °C em 50 °C até atingir a temperatura a 350 °C durante 60 minutos. Em seguida, elevou-se a temperatura a 380 °C por 90 minutos. Após este procedimento, desligou-se o bloco digestor até atingir a temperatura ambiente. Após a digestão, os tubos foram levados ao destilador de nitrogênio (Marconi, MA 036) e acrescentou-se aproximadamente 10 mL de NaOH 50% até a mistura obter coloração escura.

Em erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 10 mL de solução de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) e solução indicadora composta de 1% de verde de bromocresol e 1% de vermelho de metila em etanol e submetidos ao condensador do aparelho. A destilação foi efetuada até obtenção de 75 mL de solução de coloração roxa. A solução obtida durante a destilação foi titulada com solução HCl 0,05 mol.L<sup>-1</sup> até o ponto de viragem do indicador de fenolftaleína.

$$\%N = \frac{(\text{HCl amostra} - \text{HCl branco}) 100 \times 0,7 \times Fc}{P}$$

Onde:

N = nitrogênio.

HCl amostra = (quantidade de NaOH gasto na amostra em mL);

HCl branco = (quantidade de NaOH gasto no branco em mL);

Fc = fator de conversão (1,08) e

P = peso da amostra em (mg).

O teor de proteína bruta (% P) nos alimentos foi obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio (% N) pelo fator de conversão de nitrogênio para proteína (6,25).

$$\%P = \%N \times 6,25$$

#### **4.7.5. Determinação de fibra alimentar**

A fibra alimentar foi determinada pelo método gravimétrico não enzimático, utilizando a polpa dos frutos liofilizados.

Os cadinhos foram deixados de molho por 12 horas em detergente neutro com concentração de 20% e posteriormente lavados com água destilada até a retirada de todo o sabão. Em seguida, os cadinhos foram secos em estufa e colocados em mufla a 525 °C por 5h para serem incinerados. Após esta etapa, os cadinhos foram lavados 5 vezes com 20 mL de HCl 0,5 N, em seguida com água destilada até sair todo o excesso. Posteriormente, os cadinhos foram secos em estufa a 105 °C por 12 h, resfriados e pesados.

Em seguida, pesou em cada cadinho 1 g de celite em seguida colocados em estufa a 105 °C por 12 horas, posteriormente foram pesados.

##### *4.7.5.1. Hidrólise enzimática*

Pesou 1 g da polpa do fruto liofilizado em béqueres de 600 mL, acrescidos de 50 mL de tampão fosfato pH 6,0 para ajustar o pH das amostras. Posteriormente foi adicionado 0,1 mL de alfa amilase termorresistente e colocado em banho maria em ebulição (97 °C) por 30 min, com agitação horizontal por 15 segundos a cada 5 minutos. Após este tempo, os béqueres foram resfriados, o pH ajustado para 7,5 e adicionado 0,2 mL de protease, incubando em seguida a 60 °C no banho maria por 30 minutos com agitação constante.

Após o resfriamento dos béqueres, ajustou o pH para 4,3 e foi adicionado 0,1 mL de amiloglicosidase, sendo colocados em banho maria a 60 °C por 30 minutos, com agitação constante para obtenção do hidrolisado.

##### *4.7.5.2. Fibra alimentar insolúvel e solúvel*

O conteúdo dos béqueres foi filtrado em cadinho previamente preparados. Após a filtração, o conteúdo dos cadinhos (fibra alimentar insolúvel) foi lavado com 30 mL de água destilada. Prosseguindo a filtração da fibra alimentar insolúvel, os cadinhos foram lavados com 40 mL de etanol 95% e com 40 mL de acetona e colocados em estufa a 105 °C por 12 horas para posterior pesagem.

O filtrado foi transferido a um béquer e adicionado 320 mL de etanol 98% aquecido a 60 °C e precipitação da fibra alimentar solúvel. Após a precipitação completa da fibra alimentar solúvel esta foi filtrada em cadinho e lavada com 60 mL de etanol 78%, 40 mL de etanol 95% e 40 mL de acetona. Posteriormente, os cadinhos foram colocados em estufa a

105 °C por 12 horas para posterior pesagem.

Posteriormente os dados foram submetidos aos cálculos para determinação da fibra alimentar insolúvel (FAI) das amostras segundo a AOAC (2012), como mostrado abaixo:

$$\text{FAI \%} = \frac{\text{RI} - \text{P} - \text{C} - \text{BI}}{m} \times 100$$

Onde:

RI = Média do resíduo insolúvel das amostras (mg);

P = Média de proteína do RI (mg);

C = Média de cinzas do RI (mg);

m = Média do peso das amostras (mg);

BI = RI<sub>B</sub> - P<sub>B</sub> - C<sub>B</sub>;

RI<sub>B</sub> = Média do resíduo insolúvel do branco (mg);

P<sub>B</sub> = Média de proteína do RI<sub>B</sub> (mg) e

C<sub>B</sub> = Média de cinzas do RI<sub>B</sub> (mg).

O cálculo utilizado para determinação da quantidade de fibra alimentar solúvel (FAS) da amostra é mostrado abaixo:

$$\text{FAS \%} = \frac{\text{RS} - \text{P} - \text{C} - \text{BS}}{m} \times 100$$

Onde:

RS = Média do resíduo solúvel da amostra (mg);

P = Média de proteína do RS (mg);

C = Média de cinzas do RS (mg);

m = Média do peso das amostras (mg);

BS = RS<sub>B</sub> - P<sub>B</sub> - C<sub>B</sub>;

RS<sub>B</sub> = Média do resíduo solúvel do branco (mg);

P<sub>B</sub> = Média de proteína do RS<sub>B</sub> (mg) e

C<sub>B</sub> = Média de cinzas do RS<sub>B</sub> (mg).

O cálculo para fibra alimentar total seguiu o cálculo abaixo:

$$\text{FAT \%} = \text{FAI} + \text{FAS}$$

Onde:

FAT = fibra alimentar total;

FAI = fibra alimentar insolúvel e

FAS = fibra alimentar solúvel.

#### 4.7.6. Cálculo de carboidratos

A concentração de carboidratos foi calculada por diferença por meio da fórmula:

$$100 - \text{de umidade} - \% \text{ de fração lipídica} - \% \text{ de fração proteica} - \% \text{ de fração de fibra alimentar} - \% \text{ de cinzas.}$$

#### 4.7.7. Cálculo da densidade calórica

A densidade calórica foi estimada considerando os fatores de conversão de 4 kcal.g<sup>-1</sup> para proteínas e carboidratos e 9 kcal.g<sup>-1</sup> para lipídios (FRARY e JOHNSON, 2005).

### 4.8. Determinação dos elementos químicos

As concentrações dos elementos químicos (fósforo - P, potássio - K, cálcio - Ca, magnésio - Mg, enxofre - S, cobre - Cu, ferro - Fe, zinco - Zn, manganês - Mn, sódio - Na, cromo - Cr, cádmio - Cd, alumínio - Al, chumbo - Pb e níquel - Ni) foram determinadas nas amostras dos frutos liofilizados.

#### 4.8.1. Preparo das amostras para análises

##### 4.8.1.1. Descontaminação das vidrarias

Todas as vidrarias foram descontaminadas com solução de HCl a 2% por período de cinco minutos, e enxaguando com água deionizada. Após a lavagem, as vidrarias foram levadas à estufa com circulação forçada de ar, a 50 ± 1 °C, até a secagem completa das mesmas.

##### 4.8.1.2. Digestão Nítrico-perclórica

O procedimento de digestão nítrico-perclórica seguiu a metodologia de Sarruge; Haag (1974). Em tubo de digestão foi pesado 0,5 g da amostra, moída, acrescido de 10 mL

de ácido nítrico e ácido perclórico (4:1), em capela de exaustão de gases, e o volume completado para 25 mL com água deionizada. Em seguida, o extrato foi transferido para frasco de vidro devidamente vedado até o momento da leitura para cada elemento químico.

#### 4.8.1.3. *Determinação dos elementos químicos*

Na análise de fósforo (P), utilizou-se 1 mL da solução anterior ao qual foram acrescentados 9 mL da solução composta de subcarbonato de bismuto com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado e adição de solução de ácido ascórbico. Após 20 minutos ocorreu a leitura em espectrofotômetro (BRAGA e DEFELIPO, 1974).

Na determinação de potássio (K), retirou-se 1 mL da solução de digestão nítrico-perclórica e em tubo de ensaio adicionou-se 24 mL de água deionizada, seguida de agitação e determinação por fotometria de chama.

O enxofre (S) foi determinado por turbidimetria segundo Alvarez et al (2001). Pipetaram-se 5 mL do extrato e acrescentaram-se 2,5 mL de solução tampão composta por solução de cloreto de magnésio hexahidratado, acetato de amônio, nitrato de potássio e 2,5 mL de solução de trabalho composta por cloreto de bário dissolvido em água deionizada. Após repouso de 20 minutos foi determinado a 725 nm em espectrofotômetro.

Os demais elementos químicos (Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, Na, Cr, Cd, Al, Ni e Pb), foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) conforme o comprimento de onda correspondente a cada elemento químico (Anexo 1).

As curvas analíticas dos elementos químicos foram realizadas utilizando concentrações crescentes e conhecidas da solução de padrão multi elementar (SPME), de acordo com a concentração esperada para cada elemento químico. Os resultados foram expressos em dag.kg<sup>-1</sup> (base seca) e transformados e expressos para mg.100g<sup>-1</sup> (base fresca).

#### **4.9. Análise de vitaminas e compostos bioativos**

Durante a extração e análises as amostras dos frutos foram mantidas sob proteção de luz, calor e oxigênio, utilizando vidrarias âmbar, papel alumínio e cortinas do tipo *blackout*, e sob proteção do oxigênio por meio da utilização de tampas e de ambiente com gás nitrogênio nas vidrarias.

#### **4.9.1. Vitamina C**

A extração de ácido ascórbico (AA) nas polpas dos frutos seguiu a metodologia proposta por Campos et al. (2009).

Na extração, foram pesados 5 g de polpa dos frutos de cada amostra e adicionados 15 mL de solução extratora (ácido metafosfórico a 3%, ácido acético a 8%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N e 1 mM EDTA). O extrato obtido foi centrifugado a 4000 rpm (1577 g), por 15 minutos (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm). A solução foi filtrada a vácuo em funil de Büchner e o volume completado com água ultrapura em balão volumétrico de 25 mL e acondicionado sob refrigeração ( $5 \pm 1$  °C) até o momento da análise.

As análises foram realizadas utilizando as condições cromatográficas desenvolvidas por Campos et al. (2009), em sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (Shimadzu, SCL 10AT VP), acoplado a detector de arranjo de diodos (DAD) (Shimadzu, SPD-M10A); coluna cromatográfica RP-18 (Phenomenex Synergy Hidro, 250 mm x 4 mm, 4 mm id), equipada com coluna de guarda (Phenomenex ODS, 4 mm x 3 mm); fase móvel composta por água ultrapura contendo NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1 mM, 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; eluição isocrática; fluxo da fase móvel de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>, e detecção a 245 nm; tempo de corrida de aproximadamente 10 minutos e volume de injeção de 50 µL.

A identificação do AA foi determinada pela comparação entre os tempos de retenção de padrão autêntico (Proquímios, Brasil) e para as amostras analisadas sob as mesmas condições. Além disso, o AA foi identificado pela comparação dos espectros de absorção do padrão e dos picos de interesse das amostras.

A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curva analítica injetando-se cinco injeções em duplicata, de uma solução padrão de concentração conhecida, variando o volume de injeção. A concentração de vitamina C foi expressa em µg.100g<sup>-1</sup>.

#### **4.9.2. Vitamina E**

A extração e análise dos componentes da vitamina E ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocoferóis e tocotrienóis) seguiram a metodologia de Pinheiro-Sant'Ana et al. (2011), com algumas modificações. Dez gramas dos frutos de cada amostra foram adicionados de 4 mL de água ultrapura aquecida ( $80 \pm 1$  °C); 10 mL de isopropanol; 1 mL de hexano contendo 0,05% de BHT, 5 g de sulfato de sódio anidro e 25 mL da mistura solvente de extração (hexano: acetato de etila, 85:15, v/v). Posteriormente, homogeneizou-se a suspensão utilizando o

microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic), durante 2 minutos. Logo após, filtrou-se a suspensão a vácuo em funil de Büchner utilizando papel de filtro, mantendo o resíduo no tubo de extração. O procedimento de extração foi repetido adicionando ao resíduo 5 mL de isopropanol e 30 mL da mistura solvente de extração, com posterior homogeneização e filtração a vácuo. Em seguida, o extrato foi concentrado em evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) a  $70 \pm 1$  °C (2 minutos), transferido para balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com mistura solvente de extração.

Após a extração, alíquotas de 5 mL do extrato foram secas em nitrogênio gasoso, redissolvidas em 2 mL de hexano grau HPLC e filtradas utilizando-se unidades filtrantes (0,45  $\mu\text{m}$ ) (Millipore, Brasil). As análises foram realizadas injetando-se 50  $\mu\text{L}$  dos extratos. As condições cromatográficas utilizadas foram: sistema CLAE (Shimadzu, SPD-M10A); detector de fluorescência (290 nm de excitação e 330 nm de emissão) (RF-10A XL); coluna cromatográfica Phenomenex Luna Si 100 (250 x 4,6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) acoplada a coluna de guarda Phenomenex Si 100 (4 x 3 mm); fase móvel – hexano: isopropanol: ácido acético glacial (98,9:0,6:0,5, v/v/v); fluxo da fase móvel de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. A análise dos tocoferóis e tocotrienóis ocorreram simultaneamente e o tempo de corrida de 22 minutos.

A identificação dos componentes da vitamina E ocorreram pela comparação do tempo de retenção dos padrões comerciais autênticos com os componentes de interesse nas amostras analisadas sob as mesmas condições. Realizou-se a quantificação por padronização externa, por meio da construção de curva analítica injetando-se seis concentrações crescentes de soluções dos padrões comerciais autênticos (Calbiochem, Canadá).

As concentrações de vitamina E foram expressas em  $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ , como componentes isolados e como vitamina E total (soma dos componentes da vitamina E encontrados nas amostras).

#### **4.9.3. Carotenoides**

A extração dos carotenoides ( $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e luteína) seguiu a metodologia de Rodriguez-Amaya et al. (1976), com modificações. Pesou-se 2,5 g de polpa dos frutos de cada amostra e adicionou-se 30 mL de acetona refrigerada, com posterior homogeneização em microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) por 5 minutos e posteriormente filtrados a vácuo em funil de Büchner com papel de filtro, mantendo-se o resíduo no tubo de extração. Realizou-se este procedimento duas vezes, vertendo todo o resíduo no funil de Büchner.

Posteriormente, realizou-se a partição dos carotenoides da acetona em éter de

petróleo, transferindo o filtrado, em duas frações, para um funil de separação contendo 50 mL de éter de petróleo resfriado. Após a transferência de cada fração foram feitas lavagens sucessivas com água destilada, sendo a fase aquosa desprezada. Posteriormente, o extrato em éter foi concentrado utilizando um evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) em temperatura de  $35 \pm 1$  °C, transferido para um balão volumétrico de 25 mL, e completado com éter de petróleo.

Para análise, 2 mL de extrato obtido anteriormente foram evaporados sob fluxo de gás nitrogênio e o resíduo seco redissolvido em 2,0 mL de acetona grau HPLC. Sequencialmente os extratos foram filtrados em unidade filtrantes com porosidade de 0,45 µL (Millipore, Brasil), e injetados para análise.

Os carotenoides foram analisados por CLAE utilizando as condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998) em sistema CLAE-DAD; coluna cromatográfica RP-18 (Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, 5 µm), acoplada a coluna de guarda (Phenomenex ODS, 4 mm x 3 mm). A fase móvel utilizada foi metanol: acetato de etila: acetonitrila (80:10:10); fluxo da fase móvel: 2,0 mL.min<sup>-1</sup>; injeção de 100 µL, tempo de corrida de aproximadamente 15 minutos. A análise dos carotenoides ocorreu simultaneamente, sendo os cromatogramas obtidos em comprimento de onda de 450 nm.

A identificação dos carotenoides ocorreu pela comparação entre os tempos de retenção e comparação dos espectros de absorção dos padrões e dos picos de interesse nas amostras.

A quantificação foi realizada pela padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se, cinco concentrações crescentes de soluções dos padrões. Os carotenoides foram expressos em µg.100g<sup>-1</sup>, como componentes isolados e como soma de carotenoides.

O valor de vitamina A foi calculada segundo as recomendações do *U. S. Institute of Medicine* (2011) em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (*RAE*) corresponde a 1 µg de retinol; 12 µg de β-caroteno; 24 µg de outros carotenoides pró-vitamínicos A.

#### **4.9.4. Flavonoides**

Na extração dos flavonoides (3-desoxiantocianidinas, flavonas e flavanonas), pesou-se 4 g de polpa do fruto de cada amostra e foram adicionados 20 mL de solução extratora 1% de HCl em metanol (v:v), seguida de uso de banho metabólico (Marconi, MA231,

Brasil) por 2 horas, a 180 rpm. Em seguida, a suspensão foi centrifugada por 5 minutos a 4000 rpm (1577 g). (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm), sendo o sobrenadante coletado e seu volume completado para 20 mL com metanol acidificado (DYKES et al., 2009). Posteriormente, adicionou-se o extrato em frasco âmbar armazenando-o em *freezer* ( $-18 \pm 1$  °C) até análise que ocorreu em até 2 horas. Na análise, os extratos foram filtrados em unidades filtrantes com porosidade de 0,45 µm (Millipore, Brasil) diretamente em *vials*.

Utilizou-se o método proposto por Yang et al. (2012) e modificado por Cardoso et al., (2013) para identificar e quantificar as 3-desoxiantocianidinas (luteolinidina, apigeninidina, 7-metoxi-apigeninidina e 5-metoxi-luteolinidina), flavonas (luteolina e apigenina) e flavanonas (naringenina e eriodictiol) nos frutos. As análises foram realizadas em um sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba quaternária para gradiente de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), autoinjeter com *loop* de 500 µL (Shimadzu, SIL-10AF, Japão) e sistema de degasamento da fase móvel com gás hélio (Shimadzu, DGU-2 A, Japão).

As condições cromatográficas utilizadas incluíram o sistema CLAE, coluna C-18 Kinetex (150 x 4,6 mm id, 5 µm) equipada com coluna de guarda C-18 (4 mm x 3 mm) (Phenomenex, Torrance, CA), temperatura da coluna a 35 °C, varredura do espectro de 200 a 700 nm com detecção a 480 nm para 3-desoxiantocianidinas, 360 nm para flavonas e 280 nm para flavanonas. A composição da fase móvel foi de 2% de ácido fórmico em água ultrapura (linha A) e 2% de ácido fórmico em acetonitrila (linha B).

O gradiente de eluição para B foi o seguinte: 0-3 min, 10% isocrático; 3-4 min, 10-12%; 4-5 min, 12% isocrático; 5-8 min, 12-18%; 8-10 min, 18% isocrático; 10-12 min, 18-19%; 12-14 min, 19% isocrático; 14-18 min, 19-21%; 18-22 min, 21-26%; 22-28 min, 26-28%; 28-32 min, 28-40%; 32-34 min, 40-60%; 34-36 min, 60% isocrático; 36-38 min, 60-10%; 38-45 min, 10% isocrático. Para aumentar a repetibilidade do tempo de retenção dos picos a fase móvel foi desgaseificada com gás hélio (50 kPa) durante as corridas. O seguinte gradiente de fluxo foi utilizado: 0-36 min, 1,0 mL.min<sup>-1</sup>; 36-38 min, 1,0-2,0 mL.min<sup>-1</sup>; 38-44 min, 1,0 mL.min<sup>-1</sup>; 44-45 min, 1,0-2,0 mL.min<sup>-1</sup>.

Injetaram-se 100 µL de cada amostra, sendo a análise dos flavonoides realizada de forma simultânea.

A identificação dos flavonoides ocorreu pela comparação entre os tempos de retenção obtidos pelos padrões para as amostras analisadas sob as mesmas condições, e pela

comparação dos espectros de absorção dos padrões e dos picos de interesse nas amostras, utilizando-se o DAD.

A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se cinco concentrações crescentes de soluções dos padrões. Os flavonoides foram expressos em  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de amostra, como componentes isolados e como soma de flavonoides.

#### **4.9.5. Antocianinas**

A extração e análise de antocianinas (cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo), seguiu a metodologia de Gallori et al. (2004) e Schauss et al. (2006).

2 g de polpa dos frutos de cada tratamento foram pesados em um erlenmeyer âmbar e adicionou-se 20 mL de solvente extrator de (HCl 1% em metanol) (v:v) e agitado por 2 horas em banho metabólico (Marconi, MA231, Brasil) em temperatura ambiente. Em seguida, armazenou-se a suspensão em frascos âmbar por 12 horas, em *freezer* ( $-18 \pm 1$  °C) até o momento da análise. Antes de iniciar o procedimento de análise, a amostra foi filtrada em unidades filtrantes HV Millex, polietileno de porosidade 0,45  $\mu\text{m}$  (Millipore, Brasil) diretamente em *vials*.

As análises foram realizadas em um sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba quaternária para gradiente de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), autoinjeter com *loop* de 500  $\mu\text{L}$  (Shimadzu, SIL-10AF, Japão) e sistema de degasamento da fase móvel com gás hélio (Shimadzu, DGU-2 A, Japão). A análise dos compostos ocorreu simultaneamente e o tempo de corrida foi de 45 minutos. As condições cromatográficas utilizadas foram: coluna de fase reversa (Phenomenex Gemini C-18 (250 mm x 4,6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ), equipada por uma coluna de guarda (Phenomenex ODS C-18; 4 mm x 3 mm), em temperatura ambiente, a fase móvel composta de 89% de água ultrapura, 9% de acetonitrila e 2% de ácido fórmico (linha A) e 100% acetonitrila (linha B). O gradiente de eluição para B foi de 0-20 min, 0% isocrático; 20-22 min, 25% isocrático; 22-27 min, 50% isocrático, 27-29 min, 0% isocrático; 29-45 min, isocrático. O fluxo da fase móvel foi de 1,0  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . Para aumentar a repetibilidade do tempo de retenção dos picos, a fase móvel foi desgaseificada com gás hélio (100 kPa) durante as corridas. Os cromatogramas foram obtidos em comprimento de onda de 520 nm.

A identificação das antocianinas ocorreu por meio da comparação do tempo de retenção e dos espectros de absorção dos picos dos padrões e das amostras, analisados sob

as mesmas condições. As antocianinas analisadas foram expressas em  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de amostra, como componentes isolados e como soma de antocianinas.

#### **4.9.6. Compostos fenólicos totais**

Foi pesado 1 g de polpa de cada amostra e adicionados de 10 mL de solução metanólica a 60%. Em seguida, levou-se a suspensão a agitação a 180 rpm (2 horas) seguido de centrifugação por 15 minutos a 3500 rpm (1207 g) (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm). Em sequência, o sobrenadante foi avolumado com solução metanólica 60%, em proveta de 10 mL, e transferido para um frasco âmbar e armazenado em *freezer* ( $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ ) até o momento da análise, que ocorreu em até 2 horas (BLOOR, 2001).

Os compostos fenólicos totais foram determinados utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). Pipetou-se 500  $\mu\text{L}$  do extrato adicionados a 500  $\mu\text{L}$  de solução de Folin-Ciocalteu a 20% e 500  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 7,5%. Em seguida, agitou-se a solução em vórtex por 10 segundos e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente e protegida da luz.

A leitura da absorvância em triplicata em espectrofotômetro (Thermo científica, Evolution 60S, EUA) a 765 nm. A quantificação foi feita por meio de curva analítica construída a partir da leitura da absorvância a 765 nm, de soluções com cinco diferentes concentrações de ácido gálico. Os resultados foram expressos em  $\text{mg EqAG}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra.

#### **4.9.7. Determinação da capacidade antioxidante por DPPH**

Determinou-se a capacidade antioxidante pelo método do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila) (BLOIS, 1958). Em tubo de ensaio, devidamente protegido da luz, foram adicionados 100  $\mu\text{L}$  do extrato do fruto preparado para análise de compostos fenólicos, acrescidos de 1,5 mL de solução metanólica de DPPH 0,1 mM e agitados em vórtex por 30 segundos. Após 30 minutos de repouso, ocorreu a leitura da absorvância em espectrofotômetro a 517 nm.

O controle foi realizado o mesmo procedimento acima, porém sem a presença do extrato. O branco foi utilizado a solução de metanol. A capacidade antioxidante foi calculada a partir da equação:

$$\text{CAT (\%)} = [(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}) \times 100] \div \text{Abs}$$

#### **4.10. Cálculo do potencial de contribuição dos frutos para o suprimento das recomendações de nutrientes**

O potencial de contribuição dos frutos para o atendimento das recomendações de nutrientes foi estimado com base nas *Dietary Reference Intake* (DRI), para mulheres e homens adultos com idade entre 19 e 59 anos (U. S. Institute of Medicine, 2011).

As porções de frutas foram calculadas de acordo com Philippi et al. (1999) no qual a porção do fruto equivale a 35 kcal.

De acordo com Philippi (2008), os alimentos podem ser considerados “fonte” de um nutriente, se a porção do alimento suprir de 5 a 10% da DRI, “boa fonte” se suprir de 10 a 20% e “excelente fonte” se suprir mais que 20% da DRI.

#### **4.11. Delineamento experimental e análise estatística dos dados**

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições para vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Para composição físico-química, composição centesimal e análise dos elementos químicos utilizou-se triplicatas.

Os resultados das variáveis para pitaia (branca e rosa) foram expressos utilizando teste de t de Student com ( $\alpha = 0,05$ ), utilizando o *software* IBM SPSS - Statistics, versão 22 (IBM, 2013).

Os resultados das análises das variáveis de kinkan foram expressos utilizando estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão).

### **REFERÊNCIAS**

ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO Jr. E. S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C. A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 131p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. Official methods of analysis of the AOAC international, 19th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2012.

BLOOR, S. J. Flavonoids and other polyphenols. *Methods in enzymology*. Elsevier. 2001.

BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, v. 181, n. 4617, p. 1199-1200, 1958.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica do fósforo em extrato

de solo e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, p.73-85, 1974.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008, 210 p.

CAMPOS, F. M.; RIBEIRO, S. M. R.; DELLA LUCIA, C. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. **Química Nova**, v. 32, p. 87-91, 2009.

CARDOSO, L. D. M.; REIS, B. D. L.; HAMACEK, F. R.; SANT'ANA, H. M. P. Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the Brazilian Savannah. **Fruits**, v. 68, n. 1, p. 3-14, 2013.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Flavonoid composition of red sorgum genotypes. **Food Chemistry**. v. 116, n.1, p. 313-317, 2009.

FRARY, C. D.; JOHNSON, R. K. Energia In.: MAHAN, L. K. E. E.-S., S. K. (Ed.). **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**, São Paulo: Rocca, p. 20-34, 2005.

GALLORI, S.; BILIA, A. R.; BERGONZI, M. C.; BARBOSA, W. L. R.; VINCIERI, F. F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí palm). **Chromatographia**, v. 59, n. 11-12, p. 739-743. 2004.

IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. Brasília, 4 ed. v. 1, 2005, 1018p.

MIZRAHI, Y., NERD, A.; NOBEL, P. S. Cacti as crops. **Horticultural Reviews**, v. 18, p. 291-319, 1997.

MOREIRA, M. F.; NÓBREGA, M. M. L.; SILVA, M. I. T. Comunicação escrita: contribuição para a elaboração de material educativo em saúde. **Revista Brasileira Enfermagem**. v. 56, n. 2, p.184-8, 2003.

NERD, A. GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus species* (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, n. 1, p. 39-45, 1999.

PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A. T. R.; RIBEIRO, L. C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. Adapted food pyramid: a guide for a right food choice. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 65-80, 1999.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Editora Manole, 2015.

PINHEIRO SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; DE AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.)

prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1, p. 145-151, 1998.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; GUINAZI, M.; DA SILVA OLIVEIRA, D.; DELLA LUCIA, C. M.; DE LAZZARI REIS, B.; BRANDÃO, S. C. C. Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, n. 47, p. 8496-8502, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods—the Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 3, p. 196-230, 1996.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química de plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1974, 56 p.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8598-8603, 2006.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

YANG, L.; ALLRED, K. F.; GEERA, B.; ALLRED, C. D.; AWIKA, J. M. Sorghum phenolics demonstrate estrogenic action and induce apoptosis in nonmalignant colonocytes. **Nutrition and Cancer**, v. 64, n. 3, p. 419-427, 2012.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. ARTIGO 1: Comparação entre duas espécies de pitaia (*Hylocereus* sp.) quanto às características biométricas, físico-químicas, nutrientes e compostos bioativos

#### RESUMO

A pitaia é um fruto atrativo, com alto valor agregado, fácil cultivo e mercado promissor. O objetivo do estudo foi comparar duas espécies de pitaia (branca: *Hylocereus undatus* e rosa: *H. polyrhizus*) quanto às características biométricas, composição físico-química, elementos químicos, nutrientes e compostos bioativos. A composição centesimal foi analisada segundo a AOAC (2012). Os elementos químicos foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Carotenoides, vitamina E, flavonoides e antocianinas foram realizadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Compostos fenólicos totais foram analisados pelo método Folin-Ciocalteu e a capacidade antioxidante pelo radical livre DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. A pitaia branca e rosa diferiram quanto ao comprimento, pH e sólidos solúveis ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para composição físico-química e composição centesimal entre as duas espécies de pitaia. Os frutos tiveram em média, 85% de umidade; baixa concentração de lipídios ( $0,42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e de proteínas ( $0,42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ );  $12,16 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de carboidratos e baixo valor energético ( $52,80 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). O elemento químico mais expressivo foi o K e a presença do Al, metal pesado, ficou dentro das recomendações legais. A concentração de vitamina E total foi maior em pitaia rosa ( $140,76 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) ( $p < 0,05$ ). O  $\alpha$ -caroteno foi mais expressivo ( $p < 0,05$ ) na pitaia branca ( $110,21 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). O flavonoide eriodictiol e antocianinas foram encontrados apenas na pitaia rosa. A concentração de compostos fenólicos totais nas duas espécies foi similar ( $p > 0,05$ ). A capacidade antioxidante foi maior em pitaia rosa (36,41%) ( $p < 0,05$ ). Ambas as pitaias se mostraram fontes de carboidratos, fibras e Mg. A pitaia rosa se destacou pela presença de vitamina E e antocianinas proporcionando maior capacidade antioxidante ao fruto. No entanto, devido ao fornecimento diversificado de alimentos, é interessante incluir as duas espécies, tanto para cultivo quanto para alimentação, como forma de contribuir para a garantia da soberania e segurança alimentar e nutricional e gerar renda para famílias agrícolas. **Palavras chave:** fruto exótico, vitaminas, flavonoides, antocianinas, antioxidante, agricultura familiar.

## ABSTRACT

### **Comparison between two species of pitahaya (*Hylocereus* sp.) on biometric, physicochemical, nutrient and bioactive characteristics**

Pitahaya is an attractive fruit, with high added value, easy cultivation and promising market. The objective of the study was to compare two species of pitahaya (white: *Hylocereus undatus* and rosa: *H. polyrhizus*) regarding biometric characteristics, physicochemical composition, chemical elements, nutrients and bioactive compounds. The centesimal composition was analyzed according to the AOAC (2012). The chemical elements were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Carotenoids, vitamin E, flavonoids and anthocyanins were performed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Total phenolic compounds were analyzed by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity by free radical DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). The experimental design was completely randomized (DIC), with four replications. White and pink pitahayas differed in length, pH and soluble solids ( $p < 0.05$ ). There was no difference ( $p > 0.05$ ) for physicochemical composition and centesimal composition between the two species of pitahayas. The fruits had on average, 85% of humidity; low concentration of lipids ( $0.42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) and protein ( $0.42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ );  $12.16 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  carbohydrate and low energy ( $52.80 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The most expressive chemical element was K and the presence of Al, heavy metal, was within the legal recommendations. The total vitamin E concentration was higher in pink pitahaya ( $140.76 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) ( $p < 0.05$ ). The  $\alpha$ -carotene was more expressive ( $p < 0.05$ ) in the white pitahaya ( $110.21 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). The flavonoid eriodictiol and anthocyanins were found only in the pink pitahaya. The concentration of total phenolic compounds in the two species was similar ( $p > 0.05$ ). The antioxidant capacity was higher in pink pitahaya (36.41%) ( $p < 0.05$ ). Both pitahayas were sources of carbohydrates, fibers and Mg. The pink pitahaya was highlighted by the presence of vitamin E and anthocyanins providing greater antioxidant capacity to the fruit. However, due to the diversified supply of food, it is interesting to include both species for both cultivation and food as a way to contribute to the guarantee of food and nutritional sovereignty and security and generate income for agricultural families.

**Keywords:** exotic fruit, vitamins, flavonoids, anthocyanins, antioxidant, family farming.

## 1. INTRODUÇÃO

A pitiaia (*Hylocereus* sp.), originária da América Latina, é conhecida como “fruta escamosa” ou “fruta do dragão” na Ásia, devido à aparência externa dos frutos. É espécie rústica, exótica, podendo ser epífita, rupícola ou terrestre, conforme a espécie, com flores brancas, noturnas e aromáticas polinizadas por insetos (DONADIO, 2009). O fruto possui formato globuloso, tamanho médio, coberto por brácteas (NERD; MIZRAHI, 1999). A pitiaia pertence à família Cactaceae, com quatro gêneros principais: *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus* (Britton & Rose) (MIZRAHI, et al., 1997). A casca da pitiaia pode ter coloração rosa ou amarela dependendo da espécie, possuem mesocarpo (polpa) mucilaginoso, de coloração branca ou rosa, com pequenas sementes distribuídas por toda a polpa, dando ao fruto aparência atrativa aos consumidores e à indústria (SANTANA et al., 2012; AMID et al., 2014; KAMAIRUDIN et al., 2014).

No Brasil, a pitiaia é considerada um fruto exótico, está na lista das plantas alimentícias não convencionais (PANC) e é pouco expressiva nos hábitos alimentares dos brasileiros. O interesse pela pitiaia ganha espaço no cultivo por pequenos agricultores e comercialização em feiras livres e agroecológicas por ser um cultivo com pouca exigência nutricional, menor dependência hídrica, característica das espécies xerófitas, levando a produção de baixo custo e manejo simples (JUNQUEIRA et al., 2002; JUNQUEIRA et al., 2010). Além disso, em condições climáticas adequadas para o plantio, apresenta boa produtividade e alto valor agregado, podendo ser uma boa fonte de renda adicional. A possível presença de vitaminas, elementos químicos, fitoquímicos e pigmentos benéficos à saúde são atrativos para aumentar o consumo desses frutos.

Estudos apontam que casca e polpa de diferentes espécies de pitiaia possui vitamina C (Choo et al., 2011; Rocha et al., 2012; Cristofoli et al., 2014), compostos fenólicos e capacidade antioxidante (Wu et al., 2006, Abreu et al., 2012), fibras alimentares e elementos químicos como N, K, Fe, Mn, Zn (CORDEIRO et al., 2015).

O consumo do fruto também está relacionado com a diminuição do colesterol (Esquivel et al., 2007; Nurliyana et al., 2010), assim como efeito antidiabético (Abd Hadi et al., 2012; Omidzadeh et al., 2014).

No entanto, são inexistentes pesquisas que tenham realizado uma caracterização comparativa e mais completa das espécies do gênero *Hylocereus*, a pitiaia de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e de polpa rosa (*Hylocereus polyrhizus*) em relação à

sua composição físico-química, elementos químicos, valor nutricional e composição de compostos bioativos.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar e comparar duas espécies de pitaia cultivadas na zona rural de Viçosa, MG, quanto às características biométricas, composição físico-química, elementos químicos, vitaminas e compostos bioativos. Com esse estudo, pretende-se contribuir para aprofundar os conhecimentos sobre esse fruto e aumentar o interesse pelo seu consumo, além de incentivar o cultivo por agricultores da região, ampliando a oferta dos frutos na zona rural e em feiras livres.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Coleta dos frutos e amostragem**

Os frutos de pitaia de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e pitaia de polpa rosa (*H. polyrhizus*) foram cedidos por um agricultor e coletados no período matutino, em plena safra do fruto, em área de cultivo em consórcio, no Sítio Dom Bosco, localizado na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, no mês de março de 2017.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, representada por quatro cactos, para cada espécie de pitaia. Para cada repetição, houve a coleta de 10 frutos por cacto, em estágio de maturação adequado para o consumo.

Após a coleta, o material foi transferido para sacos plásticos devidamente vedados, identificado e acondicionado em caixa de isopor com blocos de gelo e transportado para o laboratório. Em seguida, as amostras foram selecionadas quanto ao aspecto, excluindo-se aquelas com qualquer injúria na epiderme ou danos mecânicos devido ao transporte. Após a seleção, os frutos foram higienizados em água corrente para remoção de sujidades e secos em papel absorvente.

### **2.2. Determinação das características biométricas**

Cinco frutos de pitaia de cada espécie foram separados aleatoriamente para a realização das medidas de comprimento (cm), diâmetro (cm), peso do fruto (g), peso da polpa (g) e peso da casca (g) utilizando balança analítica (Gehaka, AG200) e paquímetro (Disma, 150 mm).

Em seguida, os frutos foram homogeneizados em multiprocessador doméstico (Phillips Wallita) e colocados em sacos de polietileno devidamente identificados e envoltos com papel alumínio e armazenados a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises, que

ocorreram em até 36 horas (carotenoides) e em até 72 horas (vitamina E) após a coleta dos frutos. As demais análises ocorreram no período de três meses após a coleta dos frutos.

### **2.3. Análise da composição físico-química.**

As análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

### **2.4. Análises da composição centesimal**

A umidade foi realizada nas amostras frescas, utilizando estufa convencional com circulação de ar (Nova Ética, Modelo 400, 6ND, São Paulo, Brasil) a 65 °C durante 72 horas. A análise da concentração de lipídios, cinzas e proteínas foram realizados em 3 repetições a partir das amostras liofilizados. As cinzas totais foram quantificadas usando mufla (Quimis, Q320 M model, Brazil) a 600 °C por 12 horas. A concentração de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl e os lipídios foram determinados por método Soxhlet (AOAC, 2012). A análise de fibras (totais, insolúvel e solúvel) seguiu a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (2012).

O cálculo de carboidratos nos frutos foi realizado conforme a equação [100 (% de umidade +% de lípidos + % de proteínas + % de fibra total + % de cinza)].

O cálculo do valor energético total (VET) foi calculado pela somatório da densidade calórica, considerando os fatores de conversão de 4 kcal.g<sup>-1</sup> de proteínas e carboidratos e 9 kcal.g<sup>-1</sup> para lipídios (FRARY; JOHNSON, 2005).

### **2.5. Determinação de elementos químicos**

A digestão nitroperclórica dos elementos químicos seguiu a metodologia de Sarruge e Haag (1974). A determinação do fósforo (P) ocorreu por calorimetria pelo método do ácido ascórbico (Braga e Defelipo, 1974); o potássio (K) por fotometria de chama; e o enxofre (S) por turbidimetria (ALVAREZ et al., 2001).

Os demais elementos químicos (Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, Na, Cr) e os metais pesados (Cd, Al, Ni e Pb) foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

As curvas analíticas dos elementos químicos foram realizadas utilizando concentrações crescentes e conhecidas da solução de padrão multi elementar (SPME), de

acordo com a concentração esperada. Os resultados foram expressos em  $\text{dag.kg}^{-1}$  (base seca) e transformados e expressos para  $\text{mg.100g}^{-1}$  (base fresca).

## 2.6. Análise de vitamina E

A extração e a análise dos oito componentes da vitamina E ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocoferóis e tocotrienóis) foram realizadas de acordo com Pinheiro-Sant'Ana et al. (2011).

10 gramas das amostras dos frutos foram adicionados de 4 mL de água ultrapura ( $80 \pm 1$  °C); 10 mL de isopropanol; 1 mL de hexano contendo 0,05% de BHT, 5 g de sulfato de sódio anidro e 25 mL da mistura solvente de extração (hexano: acetato de etila, 85:15, v/v). Posteriormente, homogeneizou-se a suspensão utilizando o microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic), durante 2 minutos. Logo após, filtrou-se a suspensão a vácuo em funil de Büchner utilizando papel de filtro, mantendo o resíduo no tubo de extração. Repetiu o procedimento de extração adicionando ao resíduo 5 mL de isopropanol e 30 mL da mistura solvente de extração, com posterior homogeneização e filtração a vácuo. Em seguida, o extrato foi concentrado em evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) a  $70 \pm 1$  °C (2 minutos), transferido e completado com mistura solvente de extração em balão volumétrico de 25 mL. Os extratos foram filtrados em unidade filtrante com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil).

As condições cromatográficas utilizadas foram em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Shimadzu, SPD-M10A); detector de fluorescência (290 nm de excitação e 330 nm de emissão) (RF-10A XL); coluna cromatográfica Phenomenex Luna Si 100 (250 x 4,6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) acoplada a coluna de guarda Phenomenex Si 100 (4 x 3 mm); fase móvel – hexano: isopropanol: ácido acético glacial (98,9:0,6:0,5, v/v/v); fluxo da fase móvel de  $1,0 \text{ mL.min}^{-1}$ . A análise dos tocoferóis e tocotrienóis ocorreram simultaneamente e o tempo de corrida de 22 minutos.

A identificação dos componentes de vitamina E foi feita comparando-se o tempo de retenção dos picos dos padrões de tocoferóis e tocotrienóis (Calbiochem, Canadá) com os componentes de interesse nas amostras, analisados sob as mesmas condições. Para quantificação, foi utilizada curva analítica construída pela injeção em duplicata de seis diferentes concentrações de soluções padrão.

As concentrações de vitamina E foram expressas em  $\mu\text{g.100g}^{-1}$ , como componentes isolados e como vitamina E total (soma dos componentes da vitamina E encontrados nas amostras).

## 2.7. Carotenoides

A extração dos carotenoides ( $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e luteína) seguiu a metodologia de Rodriguez-Amaya et al. (1976), com modificações. Pesou 2,5 g de frutos de cada amostra, adicionados a 15 mL de acetona resfriada e homogeneizado em microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) por 5 minutos, seguido de filtração a vácuo em funil de Büchner com papel de filtro.

Posteriormente, realizou-se a partição dos carotenoides da acetona em éter de petróleo, transferindo o filtrado, em duas frações, para um funil de separação contendo 50 mL de éter de petróleo refrigerado. Cada fração foi lavada três vezes com água destilada para remover toda a acetona. Sulfato de sódio anidro foi adicionado ao extrato para remover qualquer água residual. O extrato etéreo foi concentrado em evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) a  $35 \pm 1$  °C. Os pigmentos foram então redissolvidos em éter de petróleo em um balão volumétrico de 25 mL e armazenados em frascos de vidro âmbar a  $-18 \pm 1$  °C até o momento das análises, que ocorreu em um máximo de uma hora.

Para análise, alíquota de 2 mL de extrato obtido na etapa de extração foram evaporados sob fluxo de gás nitrogênio e o resíduo seco foi redissolvido em 2,0 mL de acetona grau HPLC. O extrato obtido foi filtrado em unidade filtrante com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil).

As análises de carotenoides foram realizadas de acordo com Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998), utilizando as seguintes condições cromatográficas com sistema CLAE-DAD; coluna cromatográfica RP-18 (Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, 5  $\mu$ m), acoplada a coluna de guarda (Phenomenex ODS, 4 mm x 3 mm). A fase móvel utilizada foi metanol: acetato de etila: acetonitrila (80:10:10); fluxo da fase móvel: 2,0 mL.min<sup>-1</sup>; com volume de injeção de 300  $\mu$ L de cada amostra e tempo de corrida de 15 minutos. A análise dos carotenoides ocorreu simultaneamente e os cromatogramas foram obtidos em comprimento de onda de 450 nm.

A identificação dos carotenoides foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e os espectros de absorção de padrões autênticos (Aldrich®) e picos de interesse nas amostras analisados sob as mesmas condições.

Utilizou as curvas analíticas construídas a partir da injeção de soluções padrões com cinco diferentes concentrações. Os carotenoides foram expressos em  $\mu$ g.100g<sup>-1</sup>, como componentes isolados e como soma de carotenoides.

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do *U. S. Institute of Medicine* (2011) em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) corresponde a 1 µg de retinol; 12 µg de β-caroteno; 24 µg de outros carotenoides pró-vitamínicos A.

## 2.8. Flavonoides

Para a extração dos 3-DXAs (luteolinidina, apigeninidina, 7-metoxi-apigeninidina e 5-metoxi-luteolinidina), flavonas (luteolina e apigenina) e flavanonas (naringenina e eriodictiol) pesou-se 4 g de polpa do fruto de cada amostra de pitaita aos quais foram adicionados 20 mL de solução extratora composta por 1% de HCl em metanol (v:v), e agitado em banho metabólico por 2 horas, a (180 rpm), seguido de centrifugação (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm) por 30 minutos a 4000 rpm (1577 g), o sobrenadante coletado e seu volume completado para 20 mL com metanol acidificado (DYKES et al., 2009).

Os extratos obtidos foram filtrados em unidades filtrantes com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil).

A identificação e quantificação dos flavonoides seguiram a metodologia proposta por Yang et al. (2012) e modificado por Cardoso et al. (2014). As análises foram realizadas em um sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), coluna C-18 Kinetex (150 x 4,6 mm id, 5 µm) equipada com coluna de guarda C-18 (4 mm x 3 mm) (Phenomenex, Torrance, CA), temperatura da coluna a 35 °C, varredura do espectro de 200 a 700 nm com detecção a 480 nm para 3-DXAs, 360 nm para flavonas e 280 nm para flavanonas. A fase móvel foi composta por 2% de ácido fórmico em água ultrapura (linha A) e 2% de ácido fórmico em acetonitrila (linha B), fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>, volume de injeção de 100 µL.

O gradiente de eluição para B foi o seguinte: 0-3 min, 10% isocrático; 3-4 min, 10-12%; 4-5 min, 12% isocrático; 5-8 min, 12-18%; 8-10 min, 18% isocrático; 10-12 min, 18-19%; 12-14 min, 19% isocrático; 14-18 min, 19-21%; 18-22 min, 21-26%; 22-28 min, 26-28%; 28-32 min, 28-40%; 32-34 min, 40-60%; 34-36 min, 60% isocrático; 36-38 min, 60-10%; 38-45 min, 10% isocrático. Para aumentar a repetibilidade do tempo de retenção dos picos a fase móvel foi desgaseificada com gás hélio (50 kPa) durante as corridas. O seguinte gradiente de fluxo foi utilizado: 0-36 min, 1,0 mL.min<sup>-1</sup>; 36-38 min, 1,0-2,0 mL.min<sup>-1</sup>; 38-44 min, 1,0 mL.min<sup>-1</sup>; 44-45 min, 1,0-2,0 mL.min<sup>-1</sup>.

A identificação dos flavonoides foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e os espectros de absorção de padrões autênticos e os picos de interesse nas amostras analisados sob as mesmas condições. A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se cinco concentrações crescentes de soluções dos padrões. Os flavonoides foram expressos em  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ .

## 2.9. Antocianinas

A extração e análise de antocianinas (cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo), seguiu a metodologia de Gallori et al. (2004) e Schauss, et. al. (2006).

Pesou-se 2 g de polpa de cada amostra dos frutos e adicionou-se 20 mL de solvente extrator de (1% de HCl em metanol) (v:v), e agitação por 2 horas em banho metabólico (Marconi, MA231, Brasil) em temperatura ambiente. Posteriormente, transferiu-se o sobrenadante para um frasco âmbar, armazenando-o em *freezer*  $-18 \pm 1$  °C.

As amostras foram filtradas em unidades filtrantes com porosidade de 0,45  $\mu\text{m}$  (HV Millex, Millipore, Brasil).

As análises foram realizadas em sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba quaternária para gradiente de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), autoinjeter com *loop* de 500  $\mu\text{L}$  (Shimadzu, SIL-10AF, Japão), e sistema de degasamento da fase móvel com gás hélio (Shimadzu, DGU-2 A, Japão). Utilizou-se uma coluna de fase reversa (Phenomenex Gemini C-18 (250 mm x 4,6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ), equipada com uma coluna guarda (Phenomenex ODS C-18; 4 mm x 3 mm), em temperatura ambiente. A fase móvel foi composta de 89% de água ultrapura, 9% de acetonitrila e 2% de ácido fórmico (linha A) e 100% acetonitrila (linha B). O gradiente de eluição para B foi de 0-20 min, 0% isocrático; 20-22 min, 25% isocrático; 22-27 min, 50% isocrático, 27-29 min, 0% isocrático; 29-45 min, isocrático. O fluxo da fase móvel foi de 1,0  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , sendo injetados 100  $\mu\text{L}$  das amostras. A análise das antocianinas ocorreu simultaneamente; os cromatogramas foram obtidos a 520 nm e o tempo de corrida foi de 45 minutos.

As antocianinas foram identificadas pela comparação do tempo de retenção e os espectros de absorção dos padrões e picos de interesse nas amostras, analisados sob as mesmas condições. A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se cinco concentrações crescentes de soluções

dos padrões. Os compostos foram expressos em  $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **2.10. Determinação dos compostos fenólicos totais**

Para extração pesou-se 1 g de polpa do fruto de cada amostra seguido de trituração em microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) por 2 minutos. Posteriormente foram adicionados de 20 mL de solução metanólica a 60%. Em seguida, levou-se a suspensão a agitação a 180 rpm (2 horas) e centrifuga (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm) por 15 minutos a 3500 rpm (1207 g). Em sequência, a solução foi completada em balão volumétrico de 20 mL com solução metanólica a 60% e armazenado em *freezer* ( $-18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (BLOOR, 2001).

Os compostos fenólicos totais foram determinados utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). Para a análise utilizou-se 500  $\mu\text{L}$  do extrato adicionados a 500  $\mu\text{L}$  de solução de Folin-Ciocalteu a 20% e 500  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 7,5%. Em seguida, agitou-se a solução em vórtex por 10 segundos e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente e protegida da luz.

A leitura da absorvância foi realizada em espectrofotômetro (Thermo científica, Evolution 60S, EUA) a 765 nm. A quantificação foi feita por meio de curva analítica construída a partir da leitura da absorvância a 765 nm, de soluções com seis concentrações, variando de 0,005–0,10  $\text{mg.mL}^{-1}$  de ácido gálico. Os resultados foram expressos  $\text{mg EqAG}.100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **2.11. Determinação da capacidade antioxidante**

Determinou-se a capacidade antioxidante pelo método de sequestro do radical DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila) (BLOIS, 1958). Em um tubo de ensaio, devidamente protegido da luz, foram adicionados 100  $\mu\text{L}$  do extrato do fruto preparado para análise de compostos fenólicos, acrescidos de 1,5 mL de solução metanólica de DPPH 0,1 mM e agitados em vórtex por 30 segundos. Após 30 minutos de repouso, ocorreu a leitura da absorvância em espectrofotômetro a 517 nm.

O controle foi realizado o mesmo procedimento acima, porém sem a presença do extrato. O branco foi utilizado a solução de metanol. A capacidade antioxidante foi calculada a partir da equação:  $\text{CAT} (\%) = [(\text{Abs. controle} - \text{Abs. amostra}) \times 100] \div \text{Abs. controle}$ .

## **2.12. Potencial de contribuição da polpa dos frutos para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes**

O potencial de contribuição nutricional da polpa dos frutos foi estimado com base nas *Dietary Reference Intake* (DRI), para mulheres e homens adultos com idade entre 19 e 59 anos (*U. S. Institute of Medicine*, 2011), com base na porção dos frutos equivalente a 35 kcal, calculada de acordo com Philippi et al. (1999).

De acordo com Philippi (2008), os alimentos podem ser considerados “fonte” de um nutriente, se a porção do alimento suprir de 5 a 10% da DRI, “boa fonte” se suprir de 10 a 20% e “excelente fonte” se suprir mais que 20% da DRI.

## **2.13. Delineamento experimental e análise estatística dos dados**

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições para vitamina E, carotenoides, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Para as análises dos dados obtidos para composição físico-química, composição centesimal e análise dos elementos químicos utilizou-se triplicatas.

Os dados foram submetidos a ANOVA e teste t de Student ( $\alpha = 0,05$ ), utilizando o *software* IBM SPSS - Statistics, versão 22 (IBM, 2013).

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1. Características biométricas**

As duas espécies de pitaita analisadas no presente estudo possuem coloração rosada com as brácteas verde-amarelas, indicativo de frutos maduros. Os frutos têm formato levemente elíptico, sendo que externamente as duas espécies de pitaita não se diferenciam. Entretanto, internamente a mucilagem (polpa) da espécie *Hylocereus undatus* é branca incrustada com sementes pequenas e escuras, e a espécie *H. polyrhizus* possui mucilagem rosa incrustada com sementes pequenas e escuras (Figura 1).

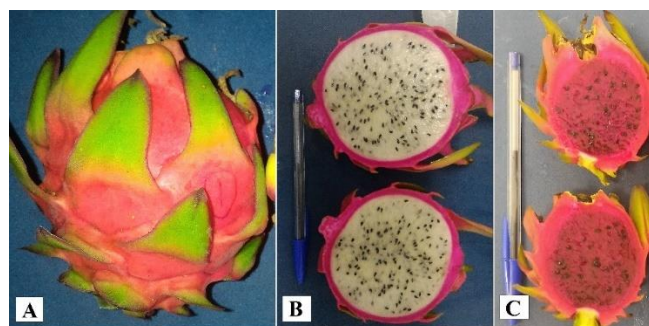


Figura 1. A: Fruto de pitaia *Hylocereus* sp. B: pitaia branca (*H. undatus*), C: pitaia rosa (*H. polyrhizus*).

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

O comprimento da pitaia branca foi maior em relação à pitaia rosa ( $p < 0,05$ ), sendo que para as demais características biométricas não houve diferença significativa entre a pitaia branca e rosa ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). Este resultado mostra que apesar das duas espécies terem diâmetros e pesos semelhantes a pitaia rosa do presente estudo, teve um maior comprimento indicando uma maior concentração de mucilagem.

Tabela 1. Características biométricas de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.

Fruto	Características biométricas				
	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Peso do Fruto (g)	Peso da polpa (g)	Peso da casca (g)
<b>Pitaia branca</b>	$8,00 \pm 0,33A$	$6,89 \pm 0,69A$	$227,02 \pm 48,88A$	$131,22 \pm 37,08A$	$95,38 \pm 1,96A$
<b>Pitaia rosa</b>	$7,24 \pm 0,22B$	$6,68 \pm 0,40A$	$196,79 \pm 29,02A$	$115,20 \pm 17,44A$	$81,63 \pm 1,63A$

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, para cada característica, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

No presente estudo, tanto o peso quanto o comprimento das duas espécies de pitaia foram menores que os valores mínimos e máximos relatados em estudo de revisão com pitaia *Hylocereus* spp. por Le Bellec (2006), sendo que a pitaia branca (*H. undatus*) teve variação para peso de 300 a 800 g e comprimento de 15 a 22 cm, e para a espécie de pitaia rosa (*H. polyrhizus*) os frutos tiveram variação para peso de 130 a 350 g e comprimento de 10 a 12 cm.

Estudos realizados por Sato et al. (2014); Cordeiro et al. (2015); De Souza et al. (2017) também relataram valores maiores para peso e comprimento em pitaia, em relação aos valores do presente estudo.

No estudo de Wichienchot et al. (2010), analisando o fruto da pitáia branca e rosa, de um mesmo acesso, foram encontrados valores de 305 g e 215 g para peso do fruto e de 13 cm e 12 cm de comprimento, respectivamente. No presente estudo, o peso e comprimento dos frutos das duas espécies de pitáia foram menores. Além dos fatores ambientais, de pré e pós-colheita, a diversidade genética intra e interespecífica são cruciais para determinar as características físicas, químicas e nutricionais dos frutos (JUNQUEIRA et al. 2010; LIMA et al 2013).

Os valores para comprimento, peso do fruto, peso da polpa e peso da casca do presente estudo foram inferiores aos relatados para pitáia branca por Lima et al. (2014) que encontraram variação para comprimento de 9,20 a 11,50 cm; peso do fruto de 405,50 a 636,20 g; peso da polpa de 221,80 a 580,10 g; peso da casca variando de 97,90 a 176,30 g.

Estas diferenças podem estar relacionadas com fatores ambientais, maturação do fruto e manejo. Segundo Mattiuz (2007), fatores como práticas culturais, temperatura, luminosidade, nutrientes, solo, entre outros fatores, influenciam na qualidade máxima dos frutos e hortaliças. No entanto, é difícil determinar isoladamente a contribuição de cada fator, pois normalmente eles interagem de maneira complexa e específica conforme cada cultivar.

As características biométricas são dependentes de diferentes fatores ambientais, de cultivo e genéticos que se correlacionam afetando na qualidade do produto final. Segundo Jerônimo et al. (2007), estas características estão relacionadas com os aspectos visuais e químicos dos frutos, exercendo influência direta na escolha do consumidor.

### **3.2. Composição físico-química**

Os valores para pH e sólidos solúveis foram maiores ( $p < 0,05$ ) na pitáia branca quando comparado com a pitáia rosa (Tabela 2). Uma vez que a pitáia branca possui um pH menos ácido e maior quantidade de sólidos solúveis, esse resultado pode ser um indicativo de fruto mais doce e menos ácido, quando comparado com a pitáia rosa do presente estudo. Uma vez que ambas as espécies estavam no mesmo estágio de maturação.

Isso significa menor acidez e maior doçura na pitáia branca, atributos que são mais apreciados pelo consumidor. De acordo com Conti et al. (2002), maior concentração de sólidos solúveis é indicativo de frutos mais adocicados, principalmente em se tratando de frutos comercializados *in natura*.

Tabela 2. Composição físico-química de duas espécies de pitáia coletadas em Viçosa, MG, 2017.

Fruto	Composição físico-química		
	pH	Sólidos Solúveis (Brix)	Acidez (mg. ácido cítrico. 100g <sup>-1</sup> )
<b>Pitáia branca</b>	4,37 ± 0,21 A	14,86 ± 0,97 A	0,41 ± 0,02 A
<b>Pitáia rosa</b>	3,78 ± 0,12 B	13,34 ± 0,55 B	0,40 ± 0,02 A

Valores expressos em base fresca, como média de 3 repetições ± desvio padrão (SD).

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, para cada componente, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

O valor encontrado para pH em pitáia branca foi próximo ao valor observado por Lima et al. (2013), com variação de pH entre 5,70 e 4,87 em pitáia branca. No presente estudo observou-se menor valor para pH e maior valor de acidez titulável em relação às mesmas espécies estudadas por Abreu et al. (2012), que encontraram valores para pH de 5,32 em pitáia branca e 4,88 em pitáia rosa e acidez titulável de 0,20 e 0,24 mg de ácido cítrico.100g<sup>-1</sup> de polpa, respectivamente.

A variação encontrada na literatura para os valores de pH e acidez titulável pode apresentar relação com aspectos de maturação dos frutos maduros. Segundo Instituto Adolfo Lutz (1985), esse fator está relacionado com os ácidos orgânicos (ácido cítrico, málico, tartárico, entre outros), presentes no alimento, sejam eles de forma natural ou adicionados. A concentração de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de maturação devido a dois fatores, a conversão em açúcares (sendo a frutose e glicose os açúcares mais presentes nos frutos) ou por meio da oxidação dos ácidos orgânicos durante o processo de respiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Fatores relacionados com a pré-colheita, a escolha da variedade, solo, nutrientes, manejo, tipo de cultura, luminosidade, temperatura, irrigação e fatores de pós-colheita desde a melhor época de colheita, transporte e armazenamento também irão influenciar tanto na aparência externa do fruto quanto em suas características químicas e sensoriais (LÉCHAUDEL; JOAS, 2007; MATTIUZ, 2007; SENHOR et al., 2009).

O valor encontrado para sólidos solúveis no presente estudo foi próximo ao valor relatado por Lima et al. (2013), que observaram variação de 13,90 a 14,60 Brix em pitáia branca. O valor do presente estudo foi maior que o valor relatado por Chik et al. (2011) 8,7 °Brix em pitáia branca e 8,2 Brix em pitáia rosa.

Nossos resultados para sólidos solúveis diferem dos valores encontrados em outros estudos. Dos Santos et al. (2016) encontraram entre 14 e 12 Brix em pitáia branca.

Fernandes et al. (2017) relataram 12,63 Brix também em pitaia branca, menor do que o encontrado no presente estudo. No entanto, Cordeiro et al. (2015) encontraram em pitaia rosa 13,14 Brix, valor próximo ao encontrado para a mesma espécie no presente estudo.

Quanto aos valores encontrados sólidos solúveis no presente estudo para as duas espécies de pitaia, nossos resultados diferiram daqueles de Abreu et al. (2012), que estudando as mesmas espécies, não encontraram diferenças significativas entre elas, ao contrário do resultado encontrado em nosso estudo.

A variação de sólidos solúveis pode estar relacionada com diferentes tipos de adubação, conforme relata Duarte et al. (2017) e também tem relação com o estágio de maturação do fruto. À medida que ocorre o amadurecimento dos frutos há diminuição da acidez total e aumento da concentração de sólidos solúveis. Segundo Chitarra e Chitarra, (1990) o aumento de sólidos solúveis em frutos climatérios está relacionado com a conversão polissacarídeos da parede celular em açúcares solúveis. Frutos verdes, para complementar o amadurecimento, precisam quebrar o amido em glicose e frutose (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

### 3.3. Composição centesimal

A umidade e a concentração de lipídios, cinzas, proteínas e carboidratos foram equivalentes ( $p > 0,05$ ) entre as duas espécies de pitaia (Tabela 3).

Tabela 3. Composição centesimal de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.

Fruto	Composição centesimal (g.100g <sup>-1</sup> )			
	Umidade	Lipídios <sup>1</sup>	Cinzas totais <sup>1</sup>	Proteínas <sup>1</sup>
<b>Pitaia branca</b>	85,16 ± 0,60A	0,39 ± 0,08A	0,30 ± 0,00A	0,43 ± 0,05A
<b>Pitaia rosa</b>	84,37 ± 0,90A	0,44 ± 0,05A	0,27 ± 0,10A	0,41 ± 0,18A
	Carboidratos <sup>1</sup>	Fibra total <sup>2</sup>	Fibra insolúvel <sup>2</sup>	Fibra solúvel <sup>2</sup>
<b>Pitaia branca</b>	11,51 ± 0,08A	2,19 ± 0,15	1,81 ± 0,12	0,38 ± 0,02
<b>Pitaia rosa</b>	12,18 ± 0,24A	2,31 ± 0,49	2,02 ± 0,31	0,29 ± 0,18

<sup>1</sup>Valores expressos em base fresca, como média de triplicatas ± desvio padrão (SD).

<sup>2</sup>Valores expressos em base fresca, como média de duplicatas ± desvio padrão (SD).

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, para cada componente, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

Observou-se que a umidade das pitaias foi alta, ficando em torno de 85% (Tabela 3). Devido à alta umidade, a pitaia é considerada um fruto com alta perecibilidade. A alta taxa de umidade está relacionada com a deterioração e reações enzimáticas,

consequentemente, com a estabilidade dos frutos, armazenamento, embalagem e processamento (CHAVES et al., 2004).

Outros estudos com pitáia (Le Bellec et al., 2006; Jeronimo, 2017) também encontraram valores de umidade próximo de 86%. O valor de umidade no presente estudo ficou próximo ao encontrado por Abreu et al. (2012) em pitáia branca (86,08%) e pitáia rosa (85,52%), não havendo diferença significativa entre elas.

A concentração de cinzas na polpa das pitáias do presente estudo está próxima à encontrada por Oliveira et al. (2010) na polpa de pitáia branca. Nossos resultados estão de acordo com Abreu et al. (2012), que encontraram em pitáia branca 1,55% de cinzas totais na casca e 0,39% polpa e em pitáia rosa 1,04% de cinzas totais na casca e 0,36% polpa, sendo que para ambas as espécies a concentração de cinzas foi maior na casca do fruto.

Os valores encontrados em nosso estudo para lipídios foram reduzidos, o que reflete a característica dos frutos, com algumas exceções, e foram similares àqueles relatados por Dos Santos et al. (2016) para polpa de pitáia branca (0,30%). Sato et al. (2014) encontraram menores valores de lipídios (0,18%) na polpa de pitáia vermelha (*H. ostaricensis*).

A concentração de proteína em mucilagem de pitáia branca e rosa foi baixa, sendo também uma característica dos frutos, de maneira geral. Abreu et al. (2012) relataram concentrações superiores de proteína em pitáia branca (0,78% na casca e 0,87% na polpa) e em pitáia rosa (0,66% em casca e 1,06% na polpa).

O valor energético total (VET) encontrado no presente estudo foi de 51,27 kcal para pitáia branca e 54,32 kcal para pitáia rosa, próximos do valor encontrado no estudo de Jeronimo, (2017) (53,68 kcal.100g<sup>-1</sup>) e maior que o valor encontrado por Le Bellec (2003) em pitáia branca 37,9 kcal.100g<sup>-1</sup>. Devido ao baixo VET, o consumo da pitáia não representa preocupação para pessoas que necessitam fazer controle de peso.

A concentração de fibras insolúveis foi a fração com maior destaque (1,81 g.100g<sup>-1</sup> e 2,02 g.100g<sup>-1</sup>) para pitáia branca e rosa, respectivamente). O valor para fibras totais em pitáia branca e pitáia rosa foram superiores aos encontrados na Tabela de Composição Nutricional do USDA (2017) (1,81 g.100g<sup>-1</sup> para polpa do fruto *Hylocereus* spp). Valores similares foram relatados por Abreu et al. (2012) na polpa de pitáia branca (2,14 g.100g<sup>-1</sup>). Contudo, esses autores encontraram maior concentração de fibras totais em pitáia rosa (3,26 g.100g<sup>-1</sup>).

Estudo recente com pitáia branca (Jeronimo, 2017) relatou 1,15 g.100g<sup>-1</sup> de fibra na

polpa do fruto, metade do valor encontrado no presente estudo. Ruzainah et al. (2009) encontraram 0,7 a 0,9 g.100g<sup>-1</sup> de fibra na polpa de pitaia rosa (*H. polyhizus*), concentrações bem menores que as encontradas em nosso estudo.

Ressalta-se que os valores encontrados para cinzas, proteínas e lipídios apresentam uma relação direta com os teores de cinzas, proteínas e lipídios presentes nas sementes, uma vez que a mucilagem é um polissacarídeo (cadeia carbono e hidrogênio), não influenciado nas concentrações dos mesmos.

### 3.4. Elementos químicos

Dentre os elementos químicos analisados, o mais abundante na polpa das duas espécies de pitaia foi o potássio (em média 256,46 mg.100g<sup>-1</sup>) e o menos abundante foi o cromo (em média 0,02 mg.100g<sup>-1</sup>). A concentração de potássio e magnésio foram superiores (p<0,05) na pitaia branca, enquanto que a concentração de enxofre foi superior (p<0,05) na pitaia rosa (Tabela 4). Vale ressaltar que no processo de higienização, os frutos de pitaia foram lavados com água corrente, podendo ter influenciado no resultado final para os elementos químicos.

Tabela 4. Composição dos elementos químicos de duas espécies de pitaias coletadas em Viçosa, MG, 2017.

Elementos químicos	Pitaia branca (mg.100g <sup>-1</sup> )	Pitaia rosa (mg.100g <sup>-1</sup> )
P	27,35 ± 0,86 A	27,40 ± 0,32 A
K	283,59 ± 3,88 A	229,34 ± 1,95 B
Ca	9,79 ± 0,51 A	8,70 ± 0,32 A
Mg	28,54 ± 0,60 A	26,31 ± 0,24 B
S	13,10 ± 0,76 B	14,74 ± 0,39 A
Cu	0,06 ± 0,01 A	0,07 ± 0,00 A
Fe	0,45 ± 0,03 A	0,48 ± 0,01 A
Zn	0,33 ± 0,02 A	0,33 ± 0,00 A
Mn	0,48 ± 0,17 A	1,20 ± 0,02 A
Na	0,79 ± 0,17 A	1,19 ± 0,36 A
Cr	0,02 ± 0,01 A	0,00 ± 0,01 A
Cd	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Al	0,49 ± 0,02 B	0,79 ± 0,10 A
Ni	0,02 ± 0,01 A	0,01 ± 0,00 A
Pb	0,06 ± 0,01 A	0,05 ± 0,00 A

Dados expressos em base fresca, como média de triplicatas ± desvio padrão.

\*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada componente, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de t de Student.

Os três elementos químicos mais abundantes em pitaia branca foram o potássio ( $283,59 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), magnésio ( $28,54 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e fósforo ( $27,35 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), diferente dos resultados de Jeronimo (2017) que constatou os elementos químicos mais abundantes em pitaia branca foram potássio ( $3,09 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), manganês ( $2,23 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), cromo ( $1,25 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e o de menor concentração, o fósforo ( $0,003 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Essa diferença para a concentração dos elementos químicos nos frutos pode estar relacionado com a áreas de coleta dos frutos, solo e manejos culturais.

Stintzing et al. (2003), analisando suco de pitaia branca e rosa também encontraram o potássio como o mais abundante para ambas as espécies, corroborando com os dados do estudo. Guzmán-Maldonado et al. (2010) estudaram o cacto, figo-da-índia (*Opuntia matudae*), mesma família da pitaia, e entre os elementos químicos analisados, o potássio se destacou como o mais abundante, como observado no presente estudo.

A presença do alumínio foi maior em polpa de pitaia rosa quando comparada com a pitaia branca ( $p < 0,05$ ). O cádmio não foi encontrado nos frutos, indicando que não há contaminação com este elemento, o que é um achado importante. O níquel e o chumbo foram encontrados em quantidades reduzidas nas duas espécies de pitaia, não havendo diferença entre as espécies ( $p > 0,05$ ). Não foram encontrados na literatura estudos com análise para os elementos Cd, Al, Ni e Pb em pitaia.

Estudos no Brasil analisando elementos químicos em outros frutos. Cardoso et al. (2015) analisaram manga (*Mangifera indica* L.) ( $113,07 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), persimmon (*Dioposyris kaki* L.), acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) e strawberry (*Fragaria vesca* L.) e relataram a presença de potássio sendo opredominante seguido do fósforo, além da presença alumínio, níquel e cádmio. Pereira et al. (2014) analisaram diferentes elementos químicos em araticum do mato (*Rollini sylvatica*), goiaba vermelha e amarela (*Psidium cattleianum*), fruta de palmeira (*Butia capitata*), uivaia (*Eugenia pyriformis*) e mandacaru (*Cerus hildmannianus*) e também relataram o potássio sendo predominante nos frutos, seguido do magnésio, observando também a presença de níquel, chumbo, cádmio e alumínio em concentrações elevadas.

De acordo com a Resolução RDC N° 42 de 29 de agosto de 2013 (BRASIL, 2013), a concentração máxima permitida para chumbo é de  $10 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  e para cádmio é de  $0,05 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$  em frutos frescos. Assim, a quantidade de chumbo encontrada nas duas espécies de pitaia (em média  $0,55 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$ ) encontra-se dentro dos limites recomendados por essa Resolução.

Segundo a *U. S. Institute of Medicine* (2011), o nível máximo de ingestão diária para níquel em mulheres e homens adultos é de 1,00 mg.dia<sup>-1</sup>. Assim, a quantidade de níquel presente na polpa de pitáia em nosso estudo encontra-se dentro dos limites recomendados.

De acordo com a FAO (1989), a ingestão aceitável para o alumínio é de 7 mg por semana por kg<sup>-1</sup> do peso corporal. Segundo a referência, um homem adulto com 75 kg de peso corporal poderia ingerir semanalmente no máximo 45 mg de alumínio. Por outro lado, a ingestão de uma porção de pitáia rosa (64 g = 35 kcal, conforme Philippi, 1999), atingiria 0,51 mg de alumínio (7 porções = 3,57 mg por semana), encontrando-se dentro dos limites recomendados.

Ressalta-se que, de forma geral, a ingestão de Cd, Al, Ni e Pb (metais pesados) são tóxicos ao organismo, sendo cumulativos a longo prazo, levando a efeitos adversos na saúde humana, principalmente em órgãos como rins, fígado, pâncreas e pulmões, além de possuírem efeito de intoxicação prolongada ou crônica e alterações neurológicas diversas (ROCHA, 2009). Esses agentes tóxicos podem estar relacionados com a contaminação ambiental e aos resíduos industriais ou relacionado com a classificação de solo, segundo Fadigas et al. (2006), existe um limite natural tolerável para a presença de metais pesados de acordo com a classificação dos solos brasileiros.

O alumínio, por sua vez, é um composto neurotóxico e cumulativo a longo prazo, sendo cofator de doenças neurodegenerativas, como o Alzheimer (FERREIRA et al., 2008). A presença de alumínio na polpa das pitaias pesquisadas pode estar relacionada com o tipo de solo da região, fatores ambientais ou manejo dessa cultura, não podendo ser feita nenhuma afirmação sem maiores estudos.

### **3.5. Compostos bioativos na pitáia**

#### **3.5.1. Análise qualitativa**

A análise qualitativa indicou a presença dos seguintes componentes na pitáia:  $\alpha$ -tocoferol (RT = 6,3 min);  $\alpha$  tocotrienol (RT = 7,6 min);  $\beta$ -tocoferol (RT = 10,6 min);  $\gamma$  tocoferol (RT = 11,7 min);  $\gamma$ -tocotrienol (RT = 13,2 min);  $\alpha$ -caroteno (tempo de retenção - RT = 8,3 min);  $\beta$ -caroteno (RT = 9,5 min); eriodictiol (RT = 28,8 min); cianidina 3-glicosídeo (RT = 10,3 min) e cianidina 3-rutinosídeo (RT = 11,4 min). A separação dos componentes foi adequada, o que garantiu uma quantificação confiável (Figura 2).

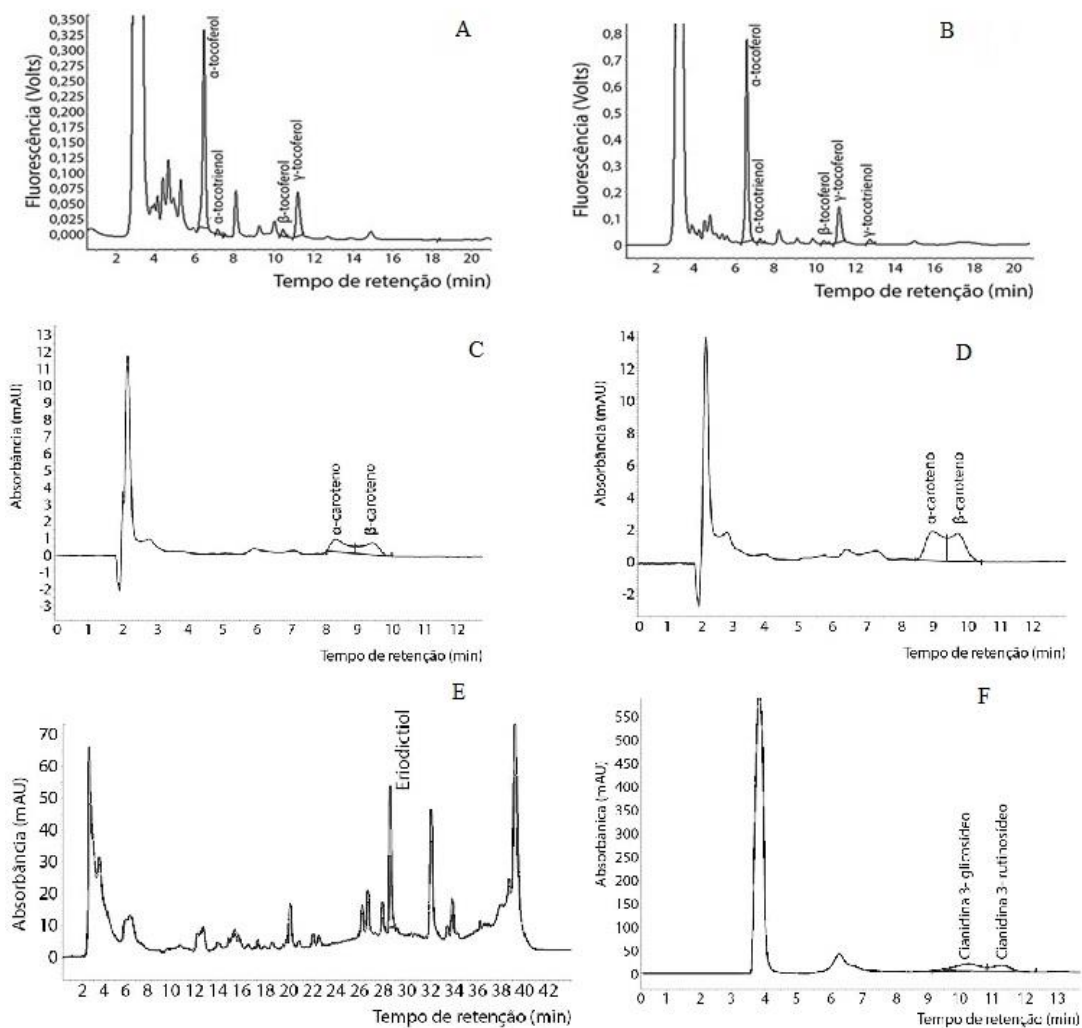


Figura 2. Análise por CLAE de vitamina E em pitaia branca (A) e pitaia rosa (B); carotenoides em pitaia branca (C) e pitaia rosa (D); flavonoides em pitaia rosa (E) e antocianinas em pitaia rosa (F).

### 3.5.2. Análise quantitativa

#### 3.5.2.1. Vitamina E

O  $\alpha$ -tocoferol foi o componente de vitamina E mais expressivo nas duas espécies de pitaia, seguido do  $\gamma$ -tocoferol (Tabela 5). A concentração de  $\alpha$ -tocoferol,  $\alpha$ -tocotrienol e  $\gamma$ -tocoferol foi estatisticamente superior ( $p < 0,05$ ) na pitaia rosa, ao passo que a concentração de  $\beta$ -tocoferol foi superior na pitaia branca ( $p < 0,05$ ). O  $\gamma$ -tocotrienol foi encontrado somente na pitaia rosa.

Não foram encontrados trabalhos que analisaram a concentração de vitamina E, em pitaia, impossibilitando a comparação. Porém, autores que estudaram a espécie *Opuntia* sp., fruto da mesma família da pitaia, Cactaceae, também encontraram valores baixos para vitamina E.

Um estudo analisou a composição química de figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller), da família da Cactaceae, por CLAE-GC/ MS e foram identificados 26 compostos químicos totais, sendo o total de vitamina E representado por 4,51% (LUO et al., 2010).

Outro estudo analisou a concentração de vitamina E (soma de  $\alpha$  e  $\gamma$  tocoferol), por CLAE, em figo-da-índia, da família Cactaceae, e encontrou 544  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de vitamina E (CORRAL-AGUAYO et al., 2008). No presente estudo a soma de  $\alpha$  e  $\gamma$  tocoferol em pitaia branca (84,26  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e pitaia rosa (118,78  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) foi menor.

Tesoriere et al. (2005), estudando figo-da-índia, de três cultivares diferentes da região da Itália, determinaram a concentração de  $\alpha$ -tocoferol,  $\gamma$ -tocoferol e  $\delta$ -tocoferol, sendo o valor total de vitamina E encontrado de 111,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , resultado considerado baixo, segundo os autores. No presente estudo, a concentração de vitamina E total foi maior em pitaia rosa (140,76  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e menor em relação a pitaia branca (100,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ).

Tabela 5. Ocorrência e concentração de compostos bioativos de duas espécies de pitaia coletadas em Viçosa, MG, 2017.

Componentes	Pitaia branca	Pitaia rosa
<b>Vitamina E</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
$\alpha$ -tocoferol	70,46 $\pm$ 4,01 B	85,71 $\pm$ 1,46 A
$\alpha$ -tocotrienol	11,53 $\pm$ 0,55 B	16,03 $\pm$ 1,58 A
$\beta$ -tocoferol	4,21 $\pm$ 0,51 A	1,12 $\pm$ 0,08 B
$\beta$ -tocotrienol	nd	nd
$\gamma$ -tocoferol	13,80 $\pm$ 0,71 B	33,07 $\pm$ 3,06 A
$\gamma$ -tocotrienol	nd	4,83 $\pm$ 0,52
$\delta$ -tocoferol	nd	nd
$\delta$ -tocotrienol	nd	nd
Vitamina E total	100,00	140,76
<b>Carotenoides</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
$\alpha$ -caroteno	110,21 $\pm$ 5,51 A	92,51 $\pm$ 8,46 B
$\beta$ -caroteno	19,92 $\pm$ 0,58 A	15,73 $\pm$ 0,39 B
Luteína	nd	nd
Soma de carotenoides	130,13	108,24
Valor de vitamina A (RAE.100g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	11,02	10,32
<b>3-deoxiantocianidinas</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
Luteolinidina	nd	nd
Apigenina	nd	nd
5-metoxi-luteolinidina	nd	nd
7 metoxi-apigeninidina	nd	nd
<b>Flavonas</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
Apigenina	nd	nd
Luteolina	nd	nd
<b>Flavanonas</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
Eriodictiol	178,75 $\pm$ 8,48	nd
Naringenina	nd	nd
Soma de flavanonas	178,75	nd
<b>Antocianinas</b> ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
Cianidina 3-glicosídeo	nd	3604,57 $\pm$ 77,00
Cianidina 3-rutinosídeo	nd	2350,04 $\pm$ 27,45
Soma de antocianinas	nd	5954,61
<b>Fenólicos totais</b> (mg GAE.100g <sup>-1</sup> )	52,11 $\pm$ 4,57 A	52,83 $\pm$ 7,05 A
<b>Capacidade antioxidante</b> (%)	27,11 $\pm$ 1,94 B	36,41 $\pm$ 1,28 A

Dados expressos em base fresca como média de 4 repetições  $\pm$  desvio padrão.

\*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada componente, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

<sup>1</sup>Equivalente de Atividade de Retinol (RAE)

nd: não detectado.

Vale ressaltar, que de forma geral, os frutos não são considerados fontes de vitamina E. Barcia et al. (2010) avaliaram as concentrações de tocoferóis de seleções de pitanga (*Eugenia uniflora* L.), butiá (*Butiá capitata*), amora-preta (*Rubus* spp), mirtilo

(*Vaccium ashei* Reade), nêpera (*Eribrotia japônica*), jabolão (*Eugenia jambolana*), araçá-roxo (*Psidium rufum*), physalis (*Physalis peruviana*), pêra (*Pyrus communis*) e pêssegos (*Prunus persica*) e encontraram concentrações baixas de vitamina E distintas entre os frutos analisados. Charoensiri et al. (2009) analisaram a concentração de vitamina E em diferentes frutos e também encontraram baixas concentrações. Paula Filho et al. (2015) encontraram valores para vitamina E de 334,66  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e 12,35  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para melão croá (*Sicana sphaerica*) e maracujina (*Sicana odorífa*), respectivamente. Cardoso et al. (2013) verificaram apenas a presença de  $\alpha$ -tocoferol (163,11  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e  $\alpha$ -tocotrienol (332,94  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) em araticum (*Annona crassiflora* Mart.).

#### 3.5.2.2. Carotenoides

A concentração de  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -caroteno foram estatisticamente superiores ( $p < 0,05$ ) na pitáia branca (Tabela 5).

Poucos estudos analisaram carotenoides por CLAE em pitáia. A maioria dos estudos determinaram os carotenoides totais por espectrofotometria (VIZZOTTO et al. 2014; ELLONG et al. 2015).

Ellong et al. (2015) não encontraram carotenoides em pitáia branca. Segundo os autores, pode ter ocorrido o processo de foto-oxidação, ocasionando a degradação dos carotenoides, o que também foi relatado por outros autores (CARIS e AMIOT, 1999 apoud ELLONG et al., 2015).

Vizzotto et al. (2014) analisando pitáia (espécie não identificada) por espectrofotometria encontraram 950,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de carotenoides totais na casca e 660,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  na polpa. Em nosso estudo, analisando carotenoides por CLAE, encontramos valores menores para soma de carotenoides em pitáia branca e rosa.

Cano et al. (2017) analisaram carotenoides na polpa e casca de figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller), cacto, da mesma família da pitáia, e encontraram, conforme o tipo de cultivar analisado, uma variação para luteína (201,45 a 203,90  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ );  $\alpha$ -caroteno (5,82 a 10,34  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e  $\beta$ -caroteno (86,25 a 226,05  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). No presente estudo com polpa de pitáia não foi detectado luteína, sendo que as concentrações de  $\alpha$ -caroteno foram maiores que as relatadas em figo-da-índia.

Outro estudo (Jaramillo-Flores et al., 2003) com figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) relatou 36% de  $\beta$ -caroteno, 46% a luteína e 18% a criptoxantina, não tendo sido identificado o  $\alpha$ -caroteno. No presente estudo com pitaias branca e rosa, para ambas

as espécies, o  $\alpha$ -caroteno correspondeu a 85% o  $\beta$ -caroteno a 15% e a luteína não foi detectada.

Segundo Uenojo et al. (2007), a quantidade e o tipo de carotenoide estão relacionados com a espécie vegetal e fase de amadurecimento, variando sua composição conforme a maturação destes frutos.

Os carotenoides exercem funções benéficas como antioxidantes, protegem contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, além de possíveis efeitos benéficos na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, redução do estresse oxidativo e atividade de provitamina A (CERQUEIRA et al., 2008; CATANIA et al., 2009).

Apesar da baixa concentração encontrada, a ingestão de pitaia seria uma alternativa para complementar a dieta em carotenoides, proporcionando uma melhor ingestão desses compostos bioativos.

#### 3.5.2.3. Flavonoides

Entre os flavonoides investigados nas espécies de pitaia somente o eriodictiol foi identificado na pitaia branca, com concentração média de  $178,75 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$  (Tabela 5).

Na literatura existem trabalhos relacionando pitaia e outras classes de flavonoides como o de Adnan et al. (2011) que analisaram, por CLAE, sementes de pitaia rosa e constataram a presença dos flavonoides catequina, epicatequina, quercetina, miricetina e kaempferol. Outro estudo analisando polpa do fruto figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller), da família Cactaceae analisou os flavonoides rutina, quercetina, kaempferol e isorhamnetin-3-rutinoside por CLAE, mas não encontraram valores promissores (TESORIERE et al., 2005).

Lima et al. (2013) determinaram a concentração de flavonoides totais por espectrofotometria em cinco espécies de pitaia. As concentrações de flavonoides totais encontrados para a pitaia branca (*H. undatus*) foram  $2120 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$  para a pitaia comercial e  $2160 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$  para a coleção Emb. Cerrados.

#### 3.5.2.4. Antocianinas

A presença de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo não foi detectada na pitaia branca. Já na pitaia rosa, a maior concentração encontrada foi de cianidina 3-glicosídeo ( $3604,57 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 5).

Wu et al. (2006) analisaram antocianinas por espectrofotometria e não detectaram

esses pigmentos na polpa de pitáia rosa, diferente do encontrado no presente estudo.

Nos últimos anos a casca da pitáia *Hylocereus* sp. vem despertando interesse. Vargas et al. (2013) analisaram a concentração de antocianinas em casca de pitáia branca como potencial corante natural e detectaram por CLAE concentração de 45150  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de casca seca.

Os frutos de coloração vermelha ao roxo indicam altas concentrações de antocianinas. Essa et al. (2002) relataram antocianinas totais, analisadas por espectrofotometria em sucos de *Opuntia* sp. sem semente (2140  $\mu\text{g}\cdot 100^{-1}\text{mL}$  do suco). Em nosso estudo as antocianinas totais somaram 5954,61  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  na polpa de pitáia rosa madura.

As antocianinas têm sido encontradas em outros frutos, estando presente em frutos secos como o blueberry (73960  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), bilberry (64120  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), cranberry (140  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e mulberry (1550  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (XIÃO et al., 2017). Novello et al. (2015) estudaram as antocianinas em açáí (*Euterpe edulis* Mart.) e encontraram 37,80% de cianidina 3-glicosídeo e 53% de cianidina 3-rutinosídeo, relatando seu efeito antiterogênico em ratos.

As antocianinas são compostos fenólicos característicos nos vegetais e responsáveis pelas cores de frutos, folhas, flores e raízes, variando do vermelho, violeta ao azul. São pigmentos solúveis em água, com capacidade antioxidante, prevenindo o envelhecimento, além de terem atividades anti-inflamatórias, antidiabéticas e anticâncer (XIÃO et al., 2017).

A cianidina 3-glicosídeo, é amplamente distribuída no reino vegetal (AMORINI et al., 2001), também conhecida como kuromanina, possuindo notável capacidade antioxidante. Estudos indicam que ela pode atenuar a resistência à insulina associada à obesidade e esteatose hepática (GUO et al., 2012).

Considerando os benefícios das antocianinas para a saúde humana, e que esses compostos estão presentes exclusivamente nos vegetais de coloração vermelho à púrpura, é interessante a ingestão desses vegetais. De acordo com o presente estudo a pitáia rosa é um fruto que pode contribuir para a ingestão de antocianinas, especificamente de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo.

#### 3.5.2.5. Compostos fenólicos totais

Não houve diferença na concentração de compostos fenólicos totais ( $p>0,05$ ) entre as duas espécies de pitáia. Valores similares ao nosso estudo foram encontrados por WU et

al. (2006), em pitaia rosa (42,2 mg GAE.100g<sup>-1</sup> para polpa e 39,7 mg GAE.100g<sup>-1</sup> para casca).

Nurliyana et al. (2010) encontraram valores menores que o presente estudo, para polpa de pitaia branca e pitaia rosa (3,75 e 19,72 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, respectivamente). Kim et al. (2011) analisaram casca e polpa e encontraram valores menores que o presente estudo na polpa de pitaia branca (3,52 mg GAE.100g<sup>-1</sup>) e pitaia rosa (4,91 mg GAE.100g<sup>-1</sup>). Choo e Yong (2011) determinaram compostos fenólicos totais na polpa de pitaia branca (*H. undatus*) e pitaia rosa (*H. polyrhizus*) e encontraram 28,65 e 24,22 mg GAE.100g<sup>-1</sup> respectivamente, sendo essas concentrações menores que as encontradas no presente estudo.

#### 3.5.2.6. Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante da pitaia branca foi menor que a da pitaia rosa (p<0,05) (Tabela 5). Assim, infere-se que a polpa de pitaia rosa possui maior capacidade de captar os radicais livres, em relação a pitaia branca. Em contrapartida, Choo e Yong (2011) determinaram o poder antioxidante de pitaia branca (*H. undatus*) e pitaia rosa (*H. polyrhizus*) utilizando o método DPPH e não encontraram diferença significativa.

Os resultados para capacidade antioxidante na polpa de pitaia foram maiores que o estudo de Kim et al. (2011), que analisaram polpa e casca de pitaia branca e rosa e encontraram 68,10% (casca) e 23,80% (polpa) de pitaia branca e 56,80% (casca) e 33,20% (polpa) de pitaia rosa.

O valor encontrado para capacidade antioxidante tanto na pitaia branca quanto na rosa pode ter uma relação com a trituração da semente. Já a diferença da capacidade antioxidante entre a pitaia branca e pitaia rosa pode estar relacionada com maior concentração de compostos fenólicos totais na pitaia rosa. A presença de betalaínas em pitaia rosa, pode também contribuir para a maior capacidade antioxidante em comparação com a pitaia branca. Porém estudos vem demonstrando que a casca de pitaia (*Hylocereus* sp.) tem maior capacidade antioxidante se comparada com a polpa (KIM et al., 2011).

A capacidade antioxidante está relacionada com os compostos fenólicos presentes, os quais possuem ação em sequestrar os radicais livres resultantes do metabolismo celular (ANDRADE et al., 2007). A não eliminação dos radicais livres, em nosso organismo ocasiona lesão celular, como a peroxidação lipídica, dano inflamatório, envelhecimento, lesão no ácido desoxirribonucleico (DNA) e morte celular (OLSZEWER, 2008).

### **3.6. Potencial de contribuição da polpa de pitaia para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes**

A recomendação para ingestão de calorias por meio dos frutos é de uma porção que forneça 35 kcal, de acordo com Philippi et al. (1999). O valor calórico encontrado para pitaia branca e pitaia rosa foi de 51,27 e 54,32 kcal.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Assim, uma porção que ofereça 35 kcal corresponde a 68 g de pitaia branca e 64 g de pitaia rosa (aproximadamente meio fruto).

De acordo com Philippi (2008), os alimentos podem ser classificados como "fontes" de algum nutriente quando suprem de 5 a 10% das *Dietary Reference Intake* (DRI), como "boas fontes" quando suprem de 10 a 20% da DRI e como "excelentes fontes", quando atendem mais de 20% da DRI.

As duas espécies de pitaia podem ser consideradas fontes de carboidratos para mulheres e homens adultos (Tabela 6). Os carboidratos estão envolvidos com as funções energéticas e estruturais, além de serem sinalizadores e receptores celulares de diferentes vias metabólicas, porém, o excesso de carboidratos está relacionado com doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes e outras doenças metabólicas (SARTORELLI e CARDOSO, 2006; POMIN e MOURÃO, 2006)

De acordo com a Resolução RDC Nº 54 de 12 de novembro de 2012 (Brasil, 2012) o valor mínimo para ser considerado fonte de fibra é de 3,00 g.100g<sup>-1</sup> ou no mínimo 2,5 g por porção do alimento. De acordo com essa Resolução, a pitaia branca e rosa não se mostraram fontes de fibras. Porém, de acordo com o IOM (2011) e com Philippi (2008), a pitaia pode ser considerada fonte de fibras para mulheres entre 19 e 59 anos.

A ingestão de fibras (solúvel e insolúvel) pode atuar na prevenção da obesidade, por aumentar a saciedade, reduzir a sensação de fome e a ingestão energética. O consumo de frutos e hortaliças ricos em fibras estão relacionados com a redução dos níveis de pressão arterial, redução de risco de câncer, e está associado com a prevenção e no tratamento da constipação intestinal (CATALANI et al., 2003; BERNAUD et al., 2013).

Tabela 6. Potencial de contribuição de polpa de pitaia para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes para mulheres e homens na faixa etária de 19 a 59 anos, Viçosa, MG, 2017.

Componentes	Pitaia branca (porção de 68 g) <sup>a</sup>	% de contribuição <sup>b</sup>		Pitaia rosa (porção de 64 g) <sup>a</sup>	% de contribuição	
		Mulheres	Homens		Mulheres	Homens
<b>Lipídios</b>	0,26g	0,86	0,86	0,28 g	0,93	0,93
<b>Proteínas</b>	0,29 g	0,63	0,51	0,26 g	0,57	0,47
<b>Carboidratos</b>	7,82 g	6,01	6,01	7,85 g	6,03	6,03
<b>Fibras totais</b>	1,49 g	5,96	3,92	1,49 g	5,96	3,92
<b>Fósforo</b>	18,59 mg	2,65	2,65	17,53	2,50	2,50
<b>Potássio</b>	0,19 g	4,09	4,09	0,15 g	3,14	3,14
<b>Cálcio</b>	6,65 mg	0,66	0,66	5,57 mg	0,56	0,56
<b>Magnésio</b>	19,40 mg	6,06	4,62	16,83 mg	5,26	4,00
<b>Ferro</b>	0,30 mg	1,70	3,82	0,30 mg	1,66	3,84
<b>Enxofre</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Cobre</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Manganês</b>	0,33 mg	18,33	14,34	0,77 mg	42,66	33,48
<b>Cromo</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Sódio</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Zinco</b>	0,22 mg	2,75	2,00	0,22 mg	2,75	2,00
<b>Vitamina E <sup>c</sup></b>	0,04 mg	0,31	0,31	0,36 mg	0,36	0,36
<b>Vitamina A <sup>d</sup></b>	7,49 µg	1,07	0,83	6,65 µg	0,95	0,73

<sup>a</sup> Porção baseada no cálculo para a ingestão de 35 kcal, conforme Philippi (1999).

<sup>b</sup> % de contribuição calculado com base nas *Recommended Dietary Allowance* em adultos com idade entre 19 e 59 anos (*U. S. Institute of Medicine*, 2011) para uma ingestão de 35 kcal conforme Philippi (1999).

<sup>c</sup> ( $\alpha$ -tocoferol).

<sup>d</sup> Equivalente de Atividade de Retinol (RAE)

nd: não detectado.

Polpa de pitáia branca e rosa são excelente fonte de manganês, enquanto que uma porção de pitáia branca pode ser considerada uma boa fonte desse nutriente. O manganês possui função antioxidante, participa de diferentes vias metabólicas (carboidratos, aminoácidos e colesterol) como ativadores de enzimas, além da sua participação na formação óssea (FIORINI, 2008).

As duas espécies de pitáia podem ser consideradas fontes de magnésio para mulheres adultas. Esse elemento químico pode atuar em diferentes vias metabólicas, como na estabilidade da membrana neuromuscular e cardiovascular e regulador fisiológico da função hormonal, imunológica e participa da síntese e secreção de insulina, sendo que baixos níveis de Mg estão relacionados com doenças crônicas não transmissíveis (VOLPE et al., 2013).

A contribuição da polpa de pitáia branca e rosa para os demais elementos químicos, vitamina E e vitamina A foi pouco expressiva, não alcançando a recomendação mínima de 5% por porção para ser considerada fonte desses nutrientes. Apesar disso, a ingestão da polpa desses frutos pode contribuir com a ingestão de nutrientes benéficos a saúde humana.

#### **4. CONCLUSÕES**

A polpa de pitáia branca e rosa se mostrou fonte de carboidratos e fibras totais, tiveram reduzida concentração de lipídios e proteínas e baixo valor calórico. São frutos com alta perecibilidade devido ao alto valor de umidade encontrado.

Diferentes elementos químicos benéficos a saúde humana, foram encontrados nas duas espécies de pitáia, sendo que a pitáia rosa se mostrou excelente fonte de manganês, enquanto que a pitáia branca pode ser considerada boa fonte desse nutriente. As duas espécies de pitáia podem ser consideradas fontes de magnésio. As concentrações dos elementos químicos classificados como metais pesados estão dentro dos limites recomendados pela legislação.

A concentração de vitamina E foi maior em pitáia rosa, enquanto que concentração de carotenoides foi mais expressiva em pitáia branca. A concentração de fenólicos totais em pitáia branca e rosa foi similar. A pitáia rosa mostrou maior capacidade antioxidante, além da presença de antocianinas. A pitáia rosa se destacou por ter maior concentração de vitamina E, presença de antocianinas e maior atividade antioxidante em relação a pitáia branca. Porém, o consumo das duas espécies de pitáia é importante devido a presença de nutrientes e compostos bioativos em sua composição, sendo relevante o

incentivo ao seu consumo e cultivo como forma de contribuir para a diversidade alimentar e garantir a soberania e segurança alimentar e nutricional das famílias agrícolas, além de garantir a comercialização desses frutos como boa fonte de renda adicional às famílias agrícolas.

## 5. REFERÊNCIA

ABD HADI, N.; MOHAMAD, M.; ROHIN, M. A. K.; MOHD YUSOF, R. Effects of red pitaya fruit (*Hylocereus Polyrhizus*) consumption on blood glucose level and lipid profile in type 2 diabetic subjects. **Borneo Science Journal**. v. 31. p.113-129, 2013.

ABREU, W. C. D.; LOPES, C. D. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M. D.; BARCELO, M. D. F. P. Physicochemical characteristics and total antioxidant activity of red and white pitaya. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 71, n. 4, p. 656-661, 2012.

ADNAN, L.; OSMAN, A.; ABDUL HAMID, A. Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 6, p. 1171-1181, 2011.

ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO Jr.; E. S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C. A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 131p.

AMORINI, A. M.; FAZZINA, G.; LAZZARINO, G.; TAVAZZI, B.; DI PIERRO, D.; SANTUCCI, R.; GALVANO, G. Activity and mechanism of the antioxidant properties of cyanidin-3-O- $\beta$ -glucopyranoside. **Free Radical Research**, v. 35, n. 6, p. 953-966, 2001.

ANDRADE, C. A. D.; COSTA, C. K.; BORA, K.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; KERBER, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-mimosoideae. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 17, p. 231-235, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18.ed. Rev. 4. Washington, D.C. Journal Association off Analytical Chemists, v.2, 2005, 1170p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Official methods of analysis of the AOAC international, 19th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2012.

BALOIS-MORALES, R.; PEÑA-VALDIVIA, C. B.; ARROYO-PEÑA, V. B. Symptoms and sensitivity to chilling injury of pitahaya (*Hylocereus undatus* (HAW.) Britton & Rose) fruits during postharvest. **Agrociência**, v. 47, n. 8, 2013.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Dietary fiber: adequate intake and effects on metabolism health. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013.

- BLOOR, S. J. Flavonoids and other polyphenols. *Methods in enzymology*. Elsevier. 2001.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica do fósforo em extrato de solo e plantas. *Revista Ceres*, v. 21, p.73-85, 1974.
- BRASIL. Portaria n.27 SVS/MS, de 13 de janeiro de 1998. A Secretaria de Vigilância Sanitária do MS aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional complementar. *Diário Oficial da União*, 1998 16 jan (11-E):1; Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN com vista assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências**. Diário Oficial União, Brasília, DF, set. 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável** / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008, 210 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 54 12 de novembro de 2012. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Decreto nº 42, 30 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre **Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013.
- BRUNINI, M. A.; STRAZEIO CARDOSO, S. A. U. L. O. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.
- CABRAL, T. A.; DE MORAIS C. L.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Chemical composition, vitamins and minerals of a new cultivar of lychee (*Litchi chinensis* cv. Tailandes) grown in Brazil. *Fruits*, v. 69, n. 6, p. 425-434, 2014.
- CAMPOS, F. M.; RIBEIRO, S. M. R.; DELLA LUCIA, C. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. *Química Nova*, v. 32, n.1, p. 87-91, 2009.
- CANO, M. P.; GÓMEZ-MAQUEO, A.; GARCÍA-CAYUELA, T.; WELTI-CHANES, J. Characterization of carotenoid profile of Spanish Sanguinos and Verdal prickly pear (*Opuntia ficus-indica*, spp.) tissues. *Food Chemistry*, v. 237, p. 612-622, 2017.
- CARDOSO, L. D. M.; REIS, B. D. L.; HAMACEK, F. R.; SANT'ANA, H. M. P. Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the Brazilian Savannah. *Fruits*, v. 68, n. 1, p. 3-14, 2013.
- CARDOSO, L. M.; OLIVEIRA, D. S.; BEDETTI, S. F.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. *Fruits*, v. 68, n. 2, p. 121-134, 2013.

CARDOSO, P. C.; CÂNDIDO, F. G.; CARDOSO, L. M.; COSTA, N. M.; MARTINO, H. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Comparison of mineral and trace element contents between organically and conventionally grown fruit. **Fruits**, v. 70, n. 1, p. 29-36, 2015.

CARIS, C.; AMIOT, M. J. Polyphénols et caroténoïdes, des substances du métabolisme secondaire des végétaux propriétés antioxydantes: Aspects technologiques et intérêts pour une nutrition préventive. **Bulletin du Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles**, v. 29, p. 2-6, 1999.

CATALANI, L. A.; KANG, E. M. S.; DIAS, M. C. G.; MACULEVICIUS, J. Fibras alimentares. **Revista Brasileira Nutrição Clínica**, v. 18, n. 4, p. 178-82, 2003.

CATANIA, A. S.; BARROS, C. R. D.; FERREIRA, S. R. G. Vitaminas e minerais com propriedades antioxidantes e risco cardiometabólico: controvérsias e perspectivas:[revisão]. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 550-559, 2009.

CERQUEIRA, F. M.; DE MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441, 2007.

CHAROENSIRI, R.; KONGKACHUICHAI, R.; SUKNICOM, S.; SUNGPUAG, P. beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected thai fruits. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 202-207, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL; FAEPE, 1990, 320p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005, 785p.

CHOO, W. S.; YONG, W. K. Antioxidant properties of two species of Hylocereus fruits. **Advances in Applied Science Research**, v. 2, n. 3, p. 418-425, 2011.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira** v. 20, n. 1, p.10-17, 2002.

CORDEIRO, M. H. M.; DA SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; DA MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p. 20-26, 2015.

CONTI J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

CORRAL-AGUAYO, R. D.; YAHIA, E. M.; CARRILLO-LOPEZ, A.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 22, p. 10498-10504, 2008.

CRISTOFOLI, N.; LIMA, C.; MOTA, A.; PEIXOTO, N.; da SS LIMA, J.; SILVA, F., de FIGUEIREDO, R. W. Pitáia (*H. costaricensis*): um fruto com características atrativas para a indústria de processamento. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 2974-2979, 2015.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000300001>

DOS SANTOS, M. R. P. V.; CASTRO, J. C.; MARDIGAN, L. P.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E. Caracterização físico-química e enzimática de frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, p. 2081-2095, 2016.

DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. D. R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. D. Quality of pitaya (*Hylocereus undatus*) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Flavonoid composition of red sorguham genotypes. **Food Chemistry**. v. 116, n.1, p. 313-317, 2009.

ELLONG, E. N.; BILLARD, C.; ADENET, S.; ROCHEFORT, K. Polyphenols, carotenoids, vitamin C content in tropical fruits and vegetables and impact of processing methods. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, n. 03, p. 299, 2015.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 62, n. 9-10, p. 636-644, 2007.

ESSA, H. A.; SALAMA, M. F. Effect of macerate enzymes on the yield, quality, volatile compounds and rheological property of prickly pear juice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 46, n. 4, p. 245-250, 2002.

FAO-WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. 33rd Report. Geneva: **World Health Organization** – WHO, v. 47, p. 26-27, 1989.

FADIGAS, F. D. S.; AMARAL SOBRINHO, N. D.; MAZUR, N.; ANJOS, L. D.; FREIXO, A. A. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 699-705, 2006.

FERNANDES, L. M. D. S.; VIEITES, R. L.; LIMA, G. P. P.; DE LIMA BRAGA, C.; DO AMARAL, J. L. Caracterização do fruto de pitaia orgânica. **Biodiversidade**, n. 1, p. 16, 2017.

FERREIRA, P. C.; PIAI, K. D. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SEGURA-MUÑOZ, S. Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 16, n. 1, 2008.

FIORINI, L. S. Dossiê: Os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**. n.4, p. 48-66. 2008.

FRARY, C. D.; JOHNSON, R. K. Energia In.: MAHAN, L. K. E. E.-S., S. K. (Ed.). **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Rocca, p. 20-34, 2005.

GALLORI, S.; BILIA, A. R.; BERGONZI, M. C.; BARBOSA, W. L. R.; VINCIERI, F. F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí palm). **Chromatographia**, v. 59, n. 11-12, p. 739-743. 2004.

GUO, H.; XIA, M.; ZOU, T.; LING, W.; ZHONG, R.; ZHANG, W. Cyanidin 3-glucoside attenuates obesity-associated insulin resistance and hepatic steatosis in high-fat diet-fed and db/db mice via the transcription factor FoxO1. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 23, n. 4, p. 349-360, 2012.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; MORALES-MONTELONGO, A. L.; MONDRAGÓN-JACOBO, C.; HERRERA-HERNÁNDEZ, G.; GUEVARA-LARA, F.; REYNOSO-CAMACHO, R. Physicochemical, Nutritional, and Functional Characterization of Fruits Xoconostle (*Opuntia matudae*) Pears from Central-México Region. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 485-492, 2010.

HINTERHOLZ, B.; DE MATTOS RIBEIRO, V. Feira agroecológica: uma alternativa para comercialização de produtos oriundos da agricultura familiar orgânica no município de Medianeira-PR: o caso da AAFEMED. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v. 6, n. 1, 2011.

HONARBAKHS S.; SCHACHTER M. Vitamins and cardiovascular disease. **British Journal of Nutrition**, v. 101, n. 8, p. 1113-1131, 2009.

IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3aed. São Paulo. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1, 1985, 553 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. Brasília, 4 ed. v. 1, 2005, 1018 p.

JARAMILLO-FLORES, M. E.; GONZÁLEZ-CRUZ, L.; CORNEJO-MAZON, M.; DORANTES-ALVAREZ, L.; GUTIERREZ-LOPEZ, G. F.; HERNANDEZ-SANCHEZ, H. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 9, n. 4, p. 271-278, 2003.

JERÔNIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n3p417>

JERONIMO, M. C. **Caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e avaliação dos efeitos citotóxicos da pitaya-vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] cultivada no Brasil**. (Dissertação de Mestrado) – Pós-Graduação em Ciência da Saúde, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2017.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANTOS, E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 62), 2002, 18 p.

- KAMAIRUDIN, N.; GANI, S. S. A.; MASOUMI, H. R. F.; HASHIM, P. Optimization of natural lipstick formulation based on pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed oil using D-optimal mixture experimental design. **Molecules**, v. 19, n. 10, p. 16672-16683, 2014.
- KIM, H.; CHOI, H. K.; MOON, J. Y.; KIM, Y. S.; MOSADDIK, A.; CHO, S. K. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, 2011.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.
- LÉCHAUDEL, M.; JOAS, J. An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behaviour. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19 n. 4, p. 287-298, 2007.
- LÉVY-STRAUSS, C. Mythologica IV. **Dernackte Mensch. Frankfurt/M**, 1976.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Ceres**, v. 61 n. 3, p.377-383, 2014.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1066-1072, 2013.
- LUO, C.; ZHANG, W.; SHENG, C.; ZHENG, C.; YAO, J.; MIAO, Z. Chemical composition and antidiabetic activity of *Opuntia Milpa* alta extracts. **Chemistry & Biodiversity**, v. 7, n. 12, p. 2869-2879, 2010.
- MATTIUZ, B. H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **Revista Visão Agrícola**, n. 7, p. 18-21, 2007.
- MOREIRA, M. F.; NÓBREGA, M. M. L.; SILVA, M. I. T. Comunicação escrita: contribuição para a elaboração de material educativo em saúde. **Revista Brasileira Enfermagem**. v. 56, n. 2, p.184-8, 2003.
- MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.15, n. 2, p.119-29, 2004.
- NASCIMENTO, A. P. B. **A migração como estratégia adaptativa em populações humanas rurais de Novo Cruzeiro, MG para Piracicaba**. (Dissertação de mestrado) - Pós-Graduação em Ecologia de Agroecossistemas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- NOVELLO, A. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; DIAS, M. M. S.; CARDOSO, L. M.; CASTRO, C. A.; RICCISILVA, M. E.; VIANA LEITE, J. P.; GOUVEIA PELUZIO, M. D. C. Chemical characterization, antioxidant and antiatherogenic activity of anthocyanin-rich

extract from *Euterpe edulis* Mart. in mice. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 54, p. 101–112, 2015.

NURLIYANA, R.; KAMARUDIN, K. R.; IDID, S.O.; IDID, S.Z.; MOHAMED REHAN, A.; KOYA, M.S. Antioxidant study of pulp and peel of dragon fruits: A comparative study. **International Food Research Journal**, v. 17, p. 367-375, 2010.

OLSZEWER, E. **Clínica Ortomolecular**. 2.Ed. São Paulo: Rocca, 2008, 544p.

OMIDIZADEH, A.; YUSOF, R. M.; ROOHINEJAD, S.; ISMAIL, A.; BAKAR, M. Z. A.; BEKHIT, A. E. D. A. Anti-diabetic activity of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. **Royal Society of Chemistry Advances**, v. 4, n. 108, p. 62978-62986, 2014.

OSUNA ENCISO, T.; IBARRA ZAZUETA, M. E.; MUY RANGEL, M. D.; VALDEZ TORRES, J. B.; VILLARREAL ROMERO, M.; HERNANDEZ VERDUGO, S. Postharvest quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* haw.) fruits harvested in three maturity stages. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 34, n. 1, p. 63-72, 2011.

PAIXÃO, N.; PERESTRELO, R.; MARQUES, J. C.; CÂMARA, J. S. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. **Food Chemistry** v. 105, p. 204-214, 2007.

PAULA FILHO, G. X.; BARREIRA, T. F.; PINHEIRO, S. S.; DE MORAIS CARDOSO, L.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. “Melão croá” (*Sicana sphaerica* Vell.) and “maracujina” (*Sicana odorifera* Naud.): chemical composition, carotenoids, vitamins and minerals in native fruits from the Brazilian Atlantic forest. **Fruits**, v. 70, n. 6, p. 341–349, 2015.

PEREIRA, M. C.; BOSCHETTI, W.; RAMPAZZO, R.; CELSO, P. G.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. D. O.; FLORES, S. H. Mineral characterization of native fruits from the southern region of Brazil. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 2, p. 258-266, 2014.

PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A. T. R.; RIBEIRO, L. C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. Adapted food pyramid: a guide for a right food choice. **Revista Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 65-80, 1999.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: princípios básicos da nutrição**. Nutrição e Técnica dietética. Barueri: Manole, 2008.

PINHEIRO SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; DE AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1, p. 145-151, 1998.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; GUINAZI, M.; DA SILVA OLIVEIRA, D.; DELLA LUCIA, C. M.; DE LAZZARI REIS, B.; BRANDÃO, S. C. C. Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, n. 47, p. 8496-8502, 2011.

POMIN, V. H.; MOURÃO, P. A. S. Carboidratos. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 233, 2006.

RIBEIRO, P. F. D. A.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, E. B. D.; MENDONÇA, A. C., SANT'ANA, H. M. P. Levels of vitamin C,  $\beta$ -carotene and minerals in camu-camu cultivated in different environments. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 567-572, 2016.

ROCHA, A. F. **Cádmio, chumbo, mercúrio: a problemática destes metais pesados na Saúde Pública? Cadmium, lead, mercury: the issue of these metals in Public Health?** (Dissertação de Mestrado) – Pós-Graduação Ciência da Nutrição, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

ROCHA, L. J. F. G. Estudo de alguns compostos bioativos das pitayas de polpas branca e vermelha (*Cereus undatus*, Sinonímia: *Hylocereus guatemalensis*, *H. undatus*). In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

RODRIGUES, L. J. Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro. 2010. 164 f. 2010. Tese de Doutorado. (Doutorado em Ciência dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods—the Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 3, p. 196-230, 1996.

ROHIN, M. A. K.; ABD HADI, N.; MY, R.; R, A.; MANSOR, S.; ALI, A. Determination of radical scavenging activity and vitamin A, C and E in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). **International Food Research Journal**. v. 17, p. 405-409, 2010.

RUZAINAH, A. J.; AHMAD, R.; NOR, Z.; VASUDEVAN, R. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylecereus polyhizus*). **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, n. 7, p. 1341-1346, 2009.

SANTILLI, J. A biodiversidade de as comunidades tradicionais. In: BESUSAN, Nurit (org.) **Seria Melhor Ladrilhar. Biodiversidade como, para que, porquê**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Instituto Socioambiental, 2002.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Análise química de plantas. Piracicaba, **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 1974, 56 p.

SARTORELLI, D. S.; CARDOSO, M. A. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 3, p. 415-426, 2006.

SATO, S. T. A.; RIBEIRO, S. D. C. A.; SATO, M. K.; SOUZA, J. N. S. Physical and physiochemical characterization of the pitayas red (*Hylocereus costaricensis*) produced in three cities of Pará. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 1, n. 2, 2014.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8598-8603, 2006.

SENHOR, R. F.; DE SOUZA, P. A.; NETO, R. C. A.; MARACAJÁ, P. B.; DO NASCIMENTO, F. J. Manejo de doenças pós-colheita. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, n. 1, p. 01-13, 2009.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. **European Food Research and Technology**, v. 216, n. 4, p. 303-311, 2003.

STINTZING, F. C.; HERBACH, K. M.; MOSSHAMMER, M. R.; CARLE, R.; YI, W.; SELLAPPAN, S.; FELKER, P. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 442-451, 2005.

TESORIERE, L.; FAZZARI, M.; ALLEGRA, M.; LIVREA, M. A. Biothiols, taurine, and lipid-soluble antioxidants in the edible pulp of Sicilian cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits and changes of bioactive juice components upon industrial processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 20, p. 7851-7855, 2005.

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

VARGAS, M. D. L. V.; CORTEZ, J. A. T.; DUCH, E. S.; LIZAMA, A. P.; MÉNDEZ, C. H. H. Extraction and stability of anthocyanins present in the skin of the dragon fruit (*Hylocereus undatus*). **Food and Nutrition Sciences**, v. 4, n. 12, p. 1221, 2013.

VIZZOTTO, M.; SCHIAVON, M.; MUNHOZ, P.; COELHO, D. D. S.; NACHTIGAL, J. Determinação de compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em genótipos de pitaya (espécies não determinadas). **Congresso brasileiro de fruticultura**, v. 23, 2014.

VOLPE, S. L. Magnesium in disease prevention and overall health. **Advances in Nutrition: An International Review Journal**, v. 4, n. 3, p. 378S-383S, 2013.

WICHENCHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**, v. 120, n. 3, p. 850-857, 2010.

WU, L. C.; HSU, H. W.; CHEN, Y. C.; CHIU, C. C.; LIN, Y. I.; HO, J. A. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006.

XIÃO, T.; GUO, Z.; SUN, B.; ZHAO, Y. Identification of anthocyanins from four kinds of berries and their inhibition 2 activity to  $\alpha$ -glycosidase and protein tyrosine phosphatase 1B by HPLC-FT-ICR 3 MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 30, p. 6211-6221, 2017.

YANG, L.; ALLRED, K. F.; GEERA, B.; ALLRED, C. D.; AWIKA, J. M. Sorghum phenolics demonstrate estrogenic action and induce apoptosis in nonmalignant colonocytes. **Nutrition and Cancer**, v. 64, n. 3, p. 419-427, 2012.

YONG, Y. Y.; DYKES, G.; LEE, S. M.; CHOO, W. S. Comparative Study of Betacyanin Profile and Antimicrobial Activity of Red Pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and Red Spinach (*Amaranthus dubius*). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, n. 1, p. 41-47, 2017.

## 6.2. ARTIGO 2: Kinkan (*Fortunella margarita*): boa alternativa para a ingestão de nutrientes e compostos bioativos

### RESUMO

No Brasil o kinkan (*Fortunella margarita*) é considerado fruto exótico e com alto valor agregado, tendo boa perspectiva de cultivo e comercialização pela agricultura familiar, contribuindo com a renda familiar. Esse estudo teve como objetivo analisar as características biométricas, composição físico-química, elementos químicos, compostos bioativos e vitaminas em frutos de kinkan coletados em Viçosa, MG, Brasil. A composição centesimal foi analisada segundo a AOAC (2012). Os elementos químicos foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides e antocianinas foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Compostos fenólicos totais foram analisados pelo método de Folin-Ciocalteu e a capacidade antioxidante por DPPH. O kinkan (casca + polpa) teve pH de 2,73, 16,41 Brix e baixo valor energético (61,06 kcal.100g<sup>-1</sup>). O fruto é fonte de proteína (7,38 g.100g<sup>-1</sup>) e boa fonte de fibra alimentar total (5,31 g.100g<sup>-1</sup>) e de vitamina A (129,77 RAE.100g<sup>-1</sup>). O elemento químico mais abundante no kinkan foi o K (163,16 mg.100g<sup>-1</sup>). A presença de alumínio (metal pesado) foi detectada dentro da recomendação da legislação. A concentração de ácido ascórbico foi de 2326,24 µg.100g<sup>-1</sup>. Entre os componentes de vitamina E, o mais expressivo foi o  $\alpha$ -tocoferol (569,00 µg.100g<sup>-1</sup>). O caroteno mais expressivo foi o  $\alpha$ -caroteno (661,81 µg.100g<sup>-1</sup>). Dentre os flavonoides, a apigenina apresentou maior concentração (38157,30 µg.100g<sup>-1</sup>). A concentração de compostos fenólicos totais foi de 98,55 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, tendo o kinkan boa capacidade antioxidante (62%). Assim, o plantio e consumo desse fruto é uma boa alternativa alimentar para as famílias agrícolas, podendo contribuir com sua soberania e segurança alimentar e nutricional e como fonte de renda.

**Palavras chave:** fruto exótico, vitaminas, fenólicos, antioxidante, agricultura familiar

## ABSTRACT

### **Kinkan (*Fortunella margarita*): a good alternative for the ingestion of nutrients and bioactive compounds**

In Brazil kinkan (*Fortunella margarita*) is considered exotic fruit with high added value, having a good perspective of cultivation and commercialization by the family agriculture, contributing with the family income. This study aimed to analyze the biometric characteristics, physicochemical composition, chemical elements, bioactive compounds and vitamins in kinkan fruits collected in Viçosa, MG, Brazil. The centesimal composition was analyzed according to the AOAC (2012). The chemical elements were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Vitamin C, vitamin E, carotenoids, flavonoids and anthocyanins were analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Total phenolic compounds were analyzed by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity by DPPH. The kinkan (peel + pulp) had pH of 2.73, 16.41 Brix and low energy value (61.06 kcal.100g<sup>-1</sup>). The fruit is a source of protein (7.38 g.100g<sup>-1</sup>) and good source of total dietary fiber (5.31 g.100g<sup>-1</sup>) and vitamin A (129.77 RAE.100g<sup>-1</sup>). The most abundant chemical element in kinkan was K (163.16 mg.100g<sup>-1</sup>). The presence of Al (heavy metal) was detected within the recommendations of the legislation. The concentration of ascorbic acid was 2326.24 µg.100g<sup>-1</sup>. Among the components of vitamin E, the most expressive was α-tocopherol (569.00 µg.100g<sup>-1</sup>). The most significant carotene was α-carotene (661.81 µg.100g<sup>-1</sup>). Among the flavonoids, apigenin had a higher concentration (38157.30 µg.100g<sup>-1</sup>). The concentration of total phenolic compounds was 98.55 mg GAE.100g<sup>-1</sup>, with kinkan having a good antioxidant capacity (62%). Thus, the planting and consumption of this fruit is a good alternative food for the agricultural families, being able to contribute with its sovereignty and food and nutritional security and as a source of income.

**Keywords:** exotic fruit, vitamins, phenolic, antioxidant, family farming

## 1. INTRODUÇÃO

Os frutos cítricos estão entre os de maior produção e comercialização mundial (USDA, 2017). O kinkan é o menor Citrus existente, pertence à família Rutaceae e é de origem asiática, especificamente na China e Índia (DONADIO et al., 2005). Com formato elipsoide, de sabor variando do ácido ao adocicado, de produção abundante, é conhecido popularmente como kumquat nagami, kumquat, kinkan, xinxim, laranjinha-japonesa e laranjinha-ouro. Na literatura o nome da espécie é conhecido pelos seus basônimos *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle; *Fortunella crassifoli* Swingle; *Citrus japonica* subfo. *margarita* (Lour.) Hiroë; *Citrus japonica* var. *margarita* (Lour.) Guillaumin, *Citrus japonica* var. *japônica* (Thumb) e *Citrus* × *aurantium* subvar. *margarita* (Lour.) Engl. (GARDEN, 2017).

O fruto pertence ao hábito alimentar da população dos países orientais (POMPEU JÚNIOR, 2001), porém, no Brasil é considerado exótico, além de ser pouco conhecido e comercializado. Entre os estados brasileiros, São Paulo possui a maior produção e comercialização desse fruto (WATANABE e OLIVEIRA, 2014).

O kinkan é consumido preferencialmente *in natura*, inteiro e com casca, possui sabor atrativo, com mesocarpo (polpa) bastante amargo e o exocarpo (casca) carnosos e doce, com presença de flavonoides e terpenoides (KOYASAKO e BERNHARD, 1983).

A presença desse fruto é relatada em quintais rurais, em comercialização em feiras livres, agroecológicas, assim como no preparo de alimentos de valor agregado como compotas, geleias, doces e licores (BIASSIO, 2013; KOLLER, 2013; LAZAROTO et al., 2013), porém ainda assim, é um fruto pouco conhecido e consumido no Brasil, diferente da China, onde o fruto é nativo e popularmente consumido *in natura* (casca + polpa). A comercialização do kinkan, na região de Viçosa, MG, cidade da zona da mata mineira, é incipiente, sendo a maior comercialização no preparo de quitandas, geleias, bolos e outros produtos.

Estudos com polpa de kinkan relatam a presença de compostos fenólicos e flavonoides com atividade antimicrobiana (Wang et al., 2012), são fonte de diferentes classes de compostos fenólicos (flavonóis, flavonas e flavanonas) (STINCO et al., 2015; Chen et al., 2017), atuam frente à inibição de células de câncer de próstata (JAYAPRAKASHA et al., 2012), são bons antioxidantes, antienvhecimento e anticâncer (BRITO et al., 2014; STINCO et al., 2015).

Diferentes compostos fenólicos e flavonoides são descritos na literatura no gênero *Fortunella* sp. por meio de identificação por CLAE (LOU et al., 2015; LOU et al., 2016). Estudos relataram maior concentração de fenólicos em casca dos frutos, sendo a luteolina e kaempferol os principais flavonoides encontrados no gênero *Fortunella* (KAWAII et al., 1999; OLIVEIRA e DINIZ et al., 2015; CHEN et al., 2017).

Poucos estudos, até o momento, avaliaram a concentração de compostos bioativos na espécie *Fortunella margarita* (WANG et al., 2007; SCHIRRA et al., 2008; OLIVEIRA e DINIZ, 2015; CHEN et al., 2017).

Diante disso, o objetivo desse estudo foi realizar a caracterização biométrica e físico-química, a análise de vitaminas compostos bioativos e elementos químicos em frutos do kinkan, visando a incentivar o seu cultivo, assim como a comercialização como fonte de renda às famílias agrícolas e como forma de incrementar a cadeia produtiva na região de Viçosa, MG, Brasil.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Coleta dos frutos e amostragem**

Os frutos de kinkan (*Fortunella margarita*) foram coletados de um único acesso na região de Silvestre, Viçosa, MG, no mês de julho de 2017, em plena safra do fruto, em período matutino e em área de cultivo em consórcio.

Os frutos foram coletados em estágio de desenvolvimento adequado ao consumo (maduros), livres de injúrias e escolhidos pelo agricultor em 4 unidades experimentais (repetições) com aproximadamente 1 kg cada.

Após a coleta, o material foi acondicionado em sacos plásticos devidamente vedados, identificado e acondicionado em caixa de isopor com blocos de gelo e transportado para o laboratório. Em seguida, as amostras foram selecionadas quanto ao aspecto, excluindo-se aquelas com qualquer injúria na epiderme ou danos mecânicos devido ao transporte. Após a seleção, os frutos foram higienizados em água corrente para remoção de sujidades e secos em papel absorvente.

### **2.2. Determinação das características biométricas**

Seis frutos de cada repetição foram separados aleatoriamente para a realização das

medidas de comprimento (cm), diâmetro (cm) e peso do fruto (g), utilizando balança analítica (Gehaka, AG200) e paquímetro (Disma, 150 mm).

Em seguida, os frutos foram homogeneizados em multiprocessador doméstico (Phillips Wallita) e colocados em sacos de polietileno devidamente identificados e envoltos com papel alumínio e armazenados a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises, que ocorreram em até 36 horas (vitamina C e carotenoides) ou em até 72 horas (vitamina E) após a coleta dos frutos. As demais análises ocorreram no período de três meses após a coleta dos frutos.

### **2.3. Análise da composição físico-química.**

As análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

### **2.4. Análises da composição centesimal**

A umidade foi realizada nos frutos (casca + polpa) frescas, utilizando estufa convencional com circulação de ar (Nova Ética, Modelo 400, 6ND, São Paulo, Brasil) a  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas. A análise da concentração de lipídios, cinzas e proteínas foram realizados com três repetições a partir das amostras liofilizadas. As cinzas totais foram quantificadas usando mufla (Quimis, Q320 M model, Brazil) a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 12 horas. A concentração de proteína foi determinada pelo método Kjeldahl e os lipídios foram determinados por método Soxhlet (AOAC, 2012).

A análise de fibras seguiu a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (2012).

No cálculo de carboidratos nos frutos, utilizou-se a seguinte equação [100 (% de umidade + % de lípidos + % de proteínas + % de fibra total + % de cinza)].

O cálculo do valor energético total (VET) foi calculado pelo somatório da densidade calórica, considerando os fatores de conversão de  $4\text{ kcal.g}^{-1}$  para proteínas e carboidratos e  $9\text{ kcal.g}^{-1}$  para lipídios (FRARY e JOHNSON, 2005).

### **2.5. Determinação dos elementos químicos**

A digestão nitroperclórica dos elementos químicos seguiu a metodologia de Sarruge e Haag (1974). A determinação do fósforo (P) ocorreu por calorimetria pelo método do

ácido ascórbico (Braga; Defelipo, 1974); o potássio (K) por fotometria de chama; e o enxofre (S) por turbidimetria (ALVAREZ et al., 2001).

Os demais elementos químicos (Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, Na, Cr, Cd, Al, Ni e Pb) foram determinados por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

As curvas analíticas dos elementos químicos foram realizadas utilizando concentrações crescentes e conhecidas da solução de padrão multi elementar (SPME), de acordo com a concentração esperada. Os resultados foram expressos em  $\text{dag.kg}^{-1}$  (base seca) e transformados e expressos para  $\text{mg.100g}^{-1}$  (base fresca).

## 2.6. Análise de vitamina C

A extração e análise de ácido ascórbico (AA) nas polpas dos frutos seguiu a metodologia proposta por Campos et al. (2009).

Foram pesados 5 g de polpa dos frutos foram homogeneizadas por 5 minutos adicionados 15 mL de solução extratora (ácido metafosfórico a 3%, ácido acético a 8%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,3 N e 1 mM EDTA) usando microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic). O extrato obtido foi centrifugado a 4000 rpm (1577 g), por 15 minutos em centrífuga (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm). A solução foi filtrada a vácuo em funil de Büchner e o volume completado com água ultrapura em balão volumétrico de 25,0 mL e acondicionado sob refrigeração ( $5 \pm 1$  °C) até o momento da análise.

As análises foram realizadas em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Shimadzu, SCL 10AT VP), acoplado a detector de arranjo de diodos (DAD) (Shimadzu, SPD-M10A); coluna cromatográfica RP-18 (Phenomenex Synergy Hidro, 250 mm x 4,6 mm, 4 mm id), equipada com coluna de guarda (Phenomenex ODS, 4 mm x 3 mm); fase móvel composta por água ultrapura contendo  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  1 mM, 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; eluição isocrática; fluxo da fase móvel de  $1,0 \text{ mL.min}^{-1}$ , detecção a 245 nm; tempo de corrida 10 minutos. O volume injetado foi de 50  $\mu\text{L}$  dos extratos.

A identificação de AA foi realizada comparando-se os tempos de retenção e o espectro de absorção dos picos do padrão e das amostras analisadas sob as mesmas condições. A quantificação foi realizada por meio da construção de curva analítica injetando-se cinco concentrações crescentes de soluções do padrão de AA (Proquímios, Brasil). A concentração de vitamina C foi expressa em  $\mu\text{g.100g}^{-1}$ .

## 2.7. Análise de vitamina E

A extração e a análise dos oito componentes da vitamina E ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocoferóis e tocotrienóis) foram realizadas de acordo com Pinheiro-Sant'Ana et al. (2011).

5 gramas dos frutos foram adicionados de 4 mL de água ultrapura aquecida ( $80 \pm 1$  °C); 10 mL de isopropanol; 1 mL de hexano contendo 0,05% de BHT, 5 g de sulfato de sódio anidro e 25 mL da mistura solvente de extração (hexano: acetato de etila, 85:15, v/v). Posteriormente, homogeneizou-se a suspensão utilizando o microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic), durante 2 minutos. Logo após, filtrou-se a suspensão a vácuo em funil de Büchner utilizando papel de filtro, mantendo o resíduo no tubo de extração. Repetiu o procedimento de extração adicionando ao resíduo 5 mL de isopropanol e 30 mL da mistura solvente de extração, com posterior homogeneização e filtração a vácuo. Em seguida, o extrato foi concentrado em evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) a  $70 \pm 1$  °C (2 minutos), transferido e completado com mistura solvente de extração em balão volumétrico de 25 mL. Os extratos foram filtrados em unidade filtrante com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil).

As condições cromatográficas utilizadas foram: sistema CLAE (Shimadzu, SPD-M10A); detector de fluorescência (290 nm de excitação e 330 nm de emissão) (RF-10A XL); coluna cromatográfica Phenomenex Luna Si 100 (250 x 4,6 mm, 5  $\mu$ m) acoplada a coluna de guarda Phenomenex Si 100 (4 x 3 mm); fase móvel – hexano: isopropanol: ácido acético glacial (98,9:0,6:0,5, v/v/v); fluxo da fase móvel de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. A análise dos tocoferóis e tocotrienóis ocorreu simultaneamente e o tempo de corrida de 22 minutos.

A identificação dos componentes da vitamina E foi feita pela comparação do tempo de retenção dos picos dos padrões de tocoferóis e tocotrienóis (Calbiochem, Canadá), com os componentes de interesse nas amostras, analisados sob as mesmas condições. Para quantificação foi utilizada curva analítica construída pela injeção em duplicata de seis diferentes concentrações de soluções padrão.

As concentrações de vitamina E foram expressas em  $\mu$ g.100g<sup>-1</sup>, como componentes isolados e como vitamina E total (soma dos componentes da vitamina E encontrados nas amostras).

## 2.8. Carotenoides

A extração dos carotenoides ( $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e luteína) seguiu a metodologia de Rodriguez-Amaya et al. (1976), com modificações. Pesou-se 2,5 g de frutos, adicionados a 30 mL de acetona refrigerada e homogeneizado em microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) por 5 minutos, seguido de filtração a vácuo em funil de Büchner com papel de filtro.

Posteriormente, realizou-se a partição dos carotenoides da acetona em éter de petróleo, transferindo o filtrado, em duas frações, em funil de separação contendo 50 mL de éter de petróleo resfriado. Sulfato de sódio anidro foi adicionado ao extrato para remover qualquer água residual. O extrato etéreo foi concentrado em evaporador rotativo (Quimis, Q-344.1) a  $35 \pm 2$  °C. Os pigmentos foram então redissolvidos em éter de petróleo em um balão volumétrico de 25 mL e armazenados em frascos de vidro âmbar a  $-18 \pm 1$  °C até o momento das análises, que ocorreu em um máximo de uma hora.

Para análise, 2,0 mL de extrato obtido na etapa de extração foram evaporados sob fluxo de gás nitrogênio e retomada em 2,0 mL de acetona grau HPLC. O extrato obtido foi filtrado em unidades filtrantes com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil).

As análises de carotenoides foram realizadas de acordo com Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998), utilizando o sistema CLAE nas seguintes condições cromatográficas sistema CLAE-DAD; coluna cromatográfica RP-18 (Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, 5  $\mu$ m), acoplada a coluna de guarda (Phenomenex ODS, 4 mm x 3 mm). A fase móvel utilizada foi metanol: acetato de etila: acetonitrila (80:10:10); fluxo da fase móvel: 2,0 mL. min<sup>-1</sup>, injeção de 100  $\mu$ L, com tempo da corrida de 15 minutos. A análise dos carotenoides ocorreu simultaneamente e os cromatogramas foram obtidos em comprimento de onda de 450 nm.

A identificação dos carotenoides foi realizada comparando-se os tempos de retenção e os espectros de absorção de padrões autênticos (Aldrich®) e os picos de interesse nas amostras analisados sob as mesmas condições.

Para quantificação utilizou as curvas analíticas construídas a partir da injeção de soluções padrões com cinco diferentes concentrações. Os carotenoides foram expressos em  $\mu$ g 100g<sup>-1</sup>, como componentes isolados e como soma de carotenoides.

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do *U. S. Institute of Medicine* (2011) em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) corresponde a 1  $\mu$ g de retinol; 12  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno; 24  $\mu$ g de outros carotenoides pró-vitâmicos A.

## 2.9. Flavonoides

Para a extração dos 3-DXAs (luteolinidina, apigeninidina, 7-metoxi-apigeninidina e 5-metoxi-luteolinidina), flavonas (luteolina e apigenina) e flavanonas (naringenina e eriodictiol) pesou-se 4 g de cada amostra de kinkan (casca + polpa), aos quais foram adicionados 20 mL de solução extratora 1% de HCl em metanol (v:v), e agitados em banho metabólico por 2 horas, a (180 rpm), seguido de centrifugação (Nuve, NF 1200R, 14000 rpm) por 30 minutos a 4000 rpm (1577 g), o sobrenadante coletado e seu volume completado para 20 mL com metanol acidificado (DYKES et al., 2009).

Os extratos obtidos foram filtrados em unidades filtrantes com porosidade de 0,45 mm (Millipore, Brasil) antes das análises.

A identificação e quantificação dos flavonoides seguiram a metodologia proposta por Yang et al. (2012) e modificado por Cardoso et al. (2014). As análises foram realizadas em um sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), coluna C-18 Kinetex (150 x 4,6 mm id, 5  $\mu$ m) equipada com coluna de guarda C-18 (4 mm x 3 mm) (Phenomenex, Torrance, CA), temperatura da coluna a 35°C, varredura do espectro de 200 a 700 nm com detecção a 480 nm para 3-DXAs, 360 nm para flavonas e 280 nm para flavanonas. A fase móvel foi composta por 2% de ácido fórmico em água ultrapura (linha A) e 2% de ácido fórmico em acetonitrila (linha B), fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>, volume de injeção de 20  $\mu$ L.

O gradiente de eluição para B foi o seguinte: 0-3 min, 10% isocrático; 3-4 min, 10-12%; 4-5 min, 12% isocrático; 5-8 min, 12-18%; 8-10 min, 18% isocrático; 10-12 min, 18-19%; 12-14 min, 19% isocrático; 14-18 min, 19-21%; 18-22 min, 21-26%; 22-28 min, 26-28%; 28-32 min, 28-40%; 32-34 min, 40-60%; 34-36 min, 60% isocrático; 36-38 min, 60-10%; 38-45 min, 10% isocrático. Para aumentar a repetibilidade do tempo de retenção dos picos a fase móvel foi desgaseificada com gás hélio (50 kPa) durante as corridas.

Injetou-se 20  $\mu$ L de cada amostra, sendo as análises dos flavonoides realizadas de forma simultânea. Os cromatogramas obtidos a 480 nm, 360 nm e 280 nm para 3-desoxiantocianidinas, flavonas e flavanonas, respectivamente.

A identificação dos flavonoides foi realizada comparando-se os tempos de retenção e os espectros de absorção de padrões autênticos e dos picos de interesse nas amostras, analisados nas mesmas condições. A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se cinco concentrações crescentes de

soluções dos padrões. Os flavonoides foram expressos em  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ .

### **2.10. Antocianinas**

A extração e análise de antocianinas (cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo), seguiu a metodologia de Gallori et al. (2004) e Schauss, et al. (2006).

Pesou-se 2 g de polpa dos frutos e adicionou-se 20 mL de solvente extrator de (1% de HCl em metanol) (v:v), e agitação por 2 horas em banho metabólico (Marconi, MA231, Brasil) em temperatura ambiente. Posteriormente, transferiu-se o sobrenadante para um frasco âmbar, armazenando-o em *freezer* a  $(-18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$ .

As amostras foram filtradas em unidades filtrantes de polietileno com porosidade de 0,45  $\mu\text{m}$  (HV Millex, Millipore, Brasil).

As análises foram realizadas em sistema CLAE (Shimadzu, SCL 10AT VP, Japão) equipado com DAD (Shimadzu, SPD-M10A, Japão), bomba quaternária para gradiente de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP, Japão), autoinjeter com *loop* de 500  $\mu\text{L}$  (Shimadzu, SIL-10AF, Japão), e sistema de degasamento da fase móvel com gás hélio (Shimadzu, DGU-2 A, Japão). Utilizou uma coluna de fase reversa (Phenomenex Gemini C-18 (250 mm x 4,6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ), equipada com uma coluna guarda (Phenomenex ODS C-18; 4 mm x 3 mm), em temperatura ambiente. A fase móvel foi composta de 89% de água ultrapura, 9% de acetonitrila e 2% de ácido fórmico (linha A) e 100% acetonitrila (linha B). O gradiente de eluição para B foi de 0-20 min, 0% isocrático; 20-22 min, 25% isocrático; 22-27 min, 50% isocrático, 27-29 min, 0% isocrático; 29-45 min, isocrático. O fluxo da fase móvel foi de 1,0  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , sendo injetados 50  $\mu\text{L}$  das amostras. A análise das antocianinas ocorreu simultaneamente; os cromatogramas foram obtidos a 520 nm e o tempo de corrida foi de 45 minutos.

As antocianinas foram identificadas pela comparação do tempo de retenção entre os espectros de absorção dos padrões e picos de interesse das amostras, analisados sob as mesmas condições. A quantificação foi realizada por padronização externa por meio da construção de curvas analíticas injetando-se cinco concentrações crescentes de soluções dos padrões. Os compostos foram expressos em  $\mu\text{g}\ 100\text{g}^{-1}$  de amostras.

### **2.11. Determinação de compostos fenólicos totais**

Para extração pesou-se 1 g de polpa do fruto de cada amostra, seguido de trituração em microtritador (Ultra Turrax Ika T 18 Basic) por 2 minutos. Posteriormente, foram

adicionados de 20 mL de solução metanólica a 60%. Em seguida, levou-se a suspensão a agitação a 180 rpm (2 horas) e centrifuga (Nuve, Bench-top centrifuge NF 1200R, 14000 rpm) por 15 minutos a 3500 rpm (1207 g). Em sequência, a solução foi completada em balão volumétrico de 20 mL com solução metanólica a 60% e armazenado em *freezer* (-18 ± 1°C) (BLOOR, 2001).

Os compostos fenólicos totais foram determinados utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). Utilizou-se 500 µL do extrato adicionados a 500 µL de solução de Folin-Ciocalteu a 20% e 500 µL de solução de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a 7,5%. Em seguida, agitou-se a solução em vórtex por 10 segundos e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente e protegida da luz.

A leitura da absorvância das amostras foi em espectrofotômetro (Thermo científica, Evolution 60S, EUA) a 765 nm. A quantificação foi feita por meio de curva analítica construída a partir da leitura da absorvância a 765 nm, de soluções com seis concentrações, variando de 0,005–0,10 mg. mL<sup>-1</sup> de ácido gálico. Os resultados foram expressos mg EqAG.100g<sup>-1</sup> de amostra.

### **2.12. Determinação da capacidade antioxidante**

Determinou-se a capacidade antioxidante pelo método do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila) (BLOIS, 1958). Em um tubo de ensaio, devidamente protegido da luz, foram adicionados 100 µL do extrato do fruto preparado para análise de compostos fenólicos, acrescidos de 1,5 mL de solução metanólica de DPPH 0,1 mM e agitados em vórtex por 30 segundos. Após 30 minutos de repouso, ocorreu a leitura da absorvância em espectrofotômetro a 517 nm.

O controle foi realizado o mesmo procedimento acima, porém sem a presença do extrato. O branco foi utilizado a solução de metanol. A capacidade antioxidante foi calculada a partir da equação:  $CAT (\%) = [(Abs. \text{ controle} - Abs. \text{ amostra}) \times 100] \div Abs. \text{ controle}$ .

### **2.13. Potencial de contribuição nutricional do kinkan para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes**

O potencial de contribuição nutricional do kinkan foi estimado com base nas *Dietary Reference Intake* (DRI), para mulheres e homens adultos com idade entre 19 e 59 anos (*U. S. Institute of Medicine*, 2011), com base na porção do fruto equivalente a 35 kcal,

calculada de acordo com Philippi et al. (1999).

#### 2.14. Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Utilizou-se quatro repetições para vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Para as análises dos dados obtidos para composição físico-química e composição centesimal e elementos químicos utilizou-se triplicatas. Os resultados das análises das variáveis de kinkan foram expressos utilizando estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características biométricas

O kinkan analisado teve comprimento de  $3,60 \pm 0,40$  cm, diâmetro de  $2,58 \pm 0,20$  cm e peso médio de  $14,78 \pm 2,73$  g (Figura 1). Estudos com kinkan realizados por Illescas et al. (2007) relataram valores para comprimento no fruto de 2,0 a 3,0 cm, diâmetro de 2,0 a 3,0 cm e peso variando de 5 a 20 g.



Figura 1. Imagens de frutos de kinkan coletados em Viçosa, MG. A: corte longitudinal e transversal; B: pesagem em balança semi analítica; C: processamento.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Um estudo que avaliou seis variedades de cítricos, cidra mão-de-buda (*Citrus medica* var. *Sarcodactylis*), kumquat nagami (*Fortunella margarita* Lour); laranja cipó (*Citrus sinensis* L.), laranja imperial (*C. sinensis*), limão faustrine (*Fortunella* sp.) e tangerina venezuela (*Citrus reticulata* Blanco), verificou que entre os citros, o kinkan foi o que apresentou o diâmetro (3,14 cm), seguido do limão faustrine (3,29 cm) (MAZZINI e PIO, 2010). O valor para diâmetro do kinkan em nosso estudo foi de 2,58 cm.

### 3.2. Composição físico-química

O kinkan (casca + polpa) do presente estudo teve baixo pH (2,73), 16,41 Brix e acidez titulável igual a 2,43 mg de ácido cítrico.100g<sup>-1</sup>. Na literatura são escassos trabalhos a respeito da caracterização físico-química de kinkan (casca + polpa).

O valor do pH no presente estudo está próximo ao pH do limão ‘Taiti’ (2,56) como observado no estudo de Oliveira e Diniz (2015). Os mesmos autores analisaram frutos de kinkan adquiridos na região de Belo Horizonte, MG, Brasil e encontraram pH de 4,22, valor maior do que o encontrado no presente estudo. Couto e Canniatti-Brazaca (2010) analisaram sete variedades de Citrus e encontraram variação para pH de 3,53 a 5,43. Nenhuma variedade dos Citrus se aproximou do valor encontrado para o kinkan do presente estudo.

Provavelmente a diferença de pH encontrada entre os estudos com kinkan pode estar relacionada ao estágio de maturação, manejo e fatores edafoclimáticos em que os frutos foram analisados, uma vez que o kinkan é relatado com o um fruto de sabor amargo (casca) e adocicado (polpa). Segundo Chitarra e Chitarra (1990), enquanto ocorre a maturação dos frutos, há aumento do pH relacionado com o decréscimo da acidez, fator esse observado em estudo com mangas ‘Tommy’ em diferentes estádios de maturação (ROCHA et al., 2001).

Além da maturação, o pH também está relacionado com a espécie do fruto. Mazzini e Pio (2010) encontraram valores de pH de 2,8; 3,3; 3,4; 3,7 para os frutos acerola; açaí; bacupari e graviola, respectivamente. Polpas de laranja ‘pêra’ (*Citrus sinensis* L.); maracujá (*Passiflora edulis*) com semente; maracujá (*P. edulis*) sem semente e manga ‘Tommy Atkins’ (*Mangifera indica* L.) tiveram diferentes valores para pH (3,45; 2,80; 2,77 e 4,53, respectivamente) (SILVA et al., 2016), sendo o que do pH do kinkan do presente estudo ficou próximo ao pH do maracujá.

A variação do pH interfere na escolha do consumidor, visto que frutos que têm a preferência por serem consumidos *in natura* teve maior pH (HANSEN et al., 2008). Do ponto de vista dos consumidores, o kinkan *in natura* é classificado como fruto ácido, de acidez similar a laranja ‘Haden’, cujo pH é de 3,88 (Branco et al. 2003) e diferente do pH do mamão, fruto adocicado com pH igual a 5,5 (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001). No presente estudo o kinkan teve um pH mais baixo que o da laranja ‘Haden’.

Oliveira e Diniz et al. (2015) analisando diferentes Citrus, encontraram em kinkan sólidos solúveis de 21,1 Brix e o limão ‘Tahiti’ 8,35 Brix, sendo a concentração encontrada

para o kinkan superior à do presente estudo. No mesmo estudo a laranja serra d'água obteve o valor para sólidos solúveis de 15,2 Brix, próximo ao valor encontrado no presente estudo para o kinkan.

Nosso resultado para sólidos solúveis em kinkan foi maior que o relatado por Ramful et al. (2011) em kinkan coletados em abril (12,21 Brix) e coletados em junho (13,12 Brix) e para diferentes variedades de laranja (*Citrus* sp.) uma variação de 5,76 a 13,99 Brix.

Estudo com sólidos solúveis são relatados em diferentes frutos parcialmente maduros como a laranja 'pêra' (6,97 Brix), a manga 'Tommy Atkins' (2,10 Brix) e o maracujá sem sementes e com sementes (0,90 e 0,50 Brix respectivamente) (SILVA et al., 2016).

Couto e Canniatti-Brazaca (2010) analisaram sete variedades de citrus e encontraram variação para sólidos solúveis de 9,11 a 14,33 Brix, resultados menores do que o encontrado para o citrus kinkan do presente estudo.

O total de sólidos solúveis presente nos vegetais está relacionado com a porcentagem de sólidos (açúcar, sais, proteínas, ácidos) dissolvidos na água. A determinação da concentração de sólidos solúveis é importante pois tem uma relação com a preferência pelos consumidores por frutos mais adocicados (CONTI et al., 2002) e para a indústria de alimentos, onde frutos mais adocicados, tem um maior valor para sólidos solúveis, logo uma menor adição de açúcar (GIORDANO et al., 2000).

A acidez titulável encontrada para o kinkan do presente estudo foi maior que valores encontrados no estudo de (Couto e Canniatti-Brazaca, 2010) onde analisaram sete variedades de citrus e encontraram o valor de acidez titulável maior na variedade de laranja bahia (1,48 mg de ácido cítrico. 100 mL<sup>-1</sup>).

### **3.3. Composição centesimal**

Devido à escassez de estudos científicos com o kinkan (*F. margarita*) os resultados do presente estudo foram comparados com outras espécies de citros.

A umidade do kinkan foi de 76,79 g.100g<sup>-1</sup> (Tabela 1), valor menor que o encontrado para a laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) 82, 30 g.100g<sup>-1</sup> (USDA, 2017).

Tabela 1. Composição centesimal do kinkan (*F. margarita*) (casca + polpa) coletado em Viçosa, MG, 2017.

<b>Composição Centesimal</b>				
Umidade <sup>1</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Lipídios <sup>1</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Cinzas totais <sup>1</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Proteínas <sup>1</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Carboidratos <sup>1</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )
76,79 ± 0,98	1,18 ± 0,06	3,66 ± 0,18	7,38 ± 0,39	5,23 ± 0,30
Fibra total <sup>2</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Fibra insolúvel <sup>2</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	Fibra solúvel <sup>2</sup> (g.100g <sup>-1</sup> )	VET <sup>2</sup> (kcal.100g <sup>-1</sup> )	
5,31 ± 0,06	3,28 ± 0,15	2,03 ± 0,09	61,06	

<sup>1</sup>Dados expressos em base fresca, como média de triplicata ± desvio padrão

<sup>2</sup>Dados expressos em base fresca, como média de duplicatas ± desvio padrão

<sup>3</sup>VET – Valor energético total

A concentração de cinzas totais representa os resíduos inorgânicos que permanecem após à queima da matéria orgânica (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>) (CECCHI, 2003). A concentração de cinzas no kinkan (casca + polpa) no presente estudo foi maior que o relatado na Tabela de Composição Nutricional do *United States Department of Agriculture* (USDA, 2017) para a laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) (0,60 g.100g<sup>-1</sup>).

Os valores encontrados em nosso estudo para lipídios foram mais elevados que os dados fornecidos pela Tabela USDA (2017) para laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) (0,30 g.100g<sup>-1</sup>). De modo geral a concentração de lipídios em frutos é baixa.

Canuto et al. (2010) relataram valor para lipídios em frutos acerola (0,20 g.100g<sup>-1</sup> de polpa), cajá (0,20 g.100g<sup>-1</sup> de polpa) e araçá-boi (0,30 g.100g<sup>-1</sup> de polpa), valores menores que o relatado para o kinkan do presente estudo.

Os valores encontrados em nosso estudo para lipídios do presente estudo foram mais elevados que os dados fornecidos pela Tabela USDA (2017) para laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) (0,30 g.100g<sup>-1</sup>).

O valor para fibras totais em kinkan (casca + polpa) foi 5,31 g.100g<sup>-1</sup>, superior ao valor relatado na Tabela USDA (2017) para laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) (4,5 g.100 g<sup>-1</sup>).

A ingestão de fibras é importante devido aos benefícios associados com a redução da pressão arterial, redução de risco de câncer, prevenção e no tratamento da constipação intestinal (CATALANI et al., 2003; BERNAUD et al., 2013).

### 3.4. Elementos químicos

Dentre os elementos químicos, os mais expressivos no kinkan foram potássio, cálcio, fósforo e magnésio, e os menos expressivos foram cromo, cobre e zinco (Tabela 2). O cálcio também foi mais expressivo em cinco variedades de Citrus estudadas por Barros et al. (2012). Valores menores para potássio ( $196 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e cálcio ( $70 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) foram relatados em laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) (USDA, 2017).

Tabela 2. Composição de elementos químicos presentes em kinkan (*F. margarita*) (casca + polpa) coletado em Viçosa, MG, 2017.

Elementos químicos	Concentração ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )
P	$16,94 \pm 0,23$
K	$163,16 \pm 3,29$
Ca	$64,99 \pm 1,41$
Mg	$16,71 \pm 0,40$
S	$13,92 \pm 0,23$
Cu	$0,07 \pm 0,01$
Fe	$0,30 \pm 0,06$
Zn	$0,09 \pm 0,00$
Mn	$0,10 \pm 0,00$
Na	$2,63 \pm 0,00$
Cr	$0,01 \pm 0,33$
Cd	$0,00 \pm 0,00$
Al	$0,57 \pm 0,33$
Ni	$0,00 \pm 0,00$
Pb	$0,00 \pm 0,00$

Dados expressos em base fresca, como média de triplicatas  $\pm$  desvio-padrão.

A concentração de alumínio no kinkan, foi ( $0,57 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 2). Não foram encontrados na literatura estudos com análise de Cd, Al, Ni e Pb em kinkan.

De acordo com a FAO, WHO (1989), a ingestão aceitável para o alumínio é de 7 mg por semana, por  $\text{kg}^{-1}$  do peso corporal. Portanto, um homem adulto com 75 kg de peso corporal, por exemplo, poderia ingerir semanalmente no máximo 45 mg de alumínio por semana. A ingestão de uma porção de kinkan ( $54 \text{ g} = 35 \text{ kcal}$ , conforme Philippi, 1999), atingiria 0,31 mg de alumínio, correspondendo a 2,17 mg por semana, caso seja uma porção do fruto seja consumido diariamente. Assim, a concentração encontrada para kinkan se encontra dentro dos limites recomendados.

Ressalta-se, que de forma geral, a ingestão de Cd, Al, Ni e Pb, são tóxicos ao organismo, sendo cumulativos a longo prazo, principalmente em órgãos como rins, fígado,

pâncreas e pulmões, além de possuírem efeito de intoxicação prolongada ou crônica e alterações neurológicas diversas (ROCHA, 2009). O alumínio por sua vez é um composto neurotóxico e cumulativo a longo prazo, sendo cofator de doenças neurodegenerativas, como o Alzheimer (FERREIRA et al., 2008).

A presença de alumínio no kinkan pode estar relacionada como o tipo de solo da região, fatores ambientais ou manejo dessa cultura, não podendo ser feita nenhuma afirmação sem maiores estudos.

### **3.5. Vitaminas e compostos bioativos**

#### **3.5.1. Análise qualitativa**

A análise qualitativa em kinkan (casca + polpa) indicou a presença de ácido ascórbico (tempo de retenção - RT = 5,3 min);  $\alpha$ -tocoferol (RT = 7,6 min);  $\alpha$  tocotrienol (RT = 8,7 min);  $\beta$ -tocotrienol (RT = 15,7 min);  $\gamma$  tocoferol (RT = 11,8 min); luteína (RT = 4,1 min);  $\alpha$ -caroteno (tempo de retenção - RT = 8,9 min);  $\beta$ -caroteno (RT = 10,7 min); eriodictiol (RT = 16,34 min) e apigenina (RT = 28,53 min) (Figura 2).

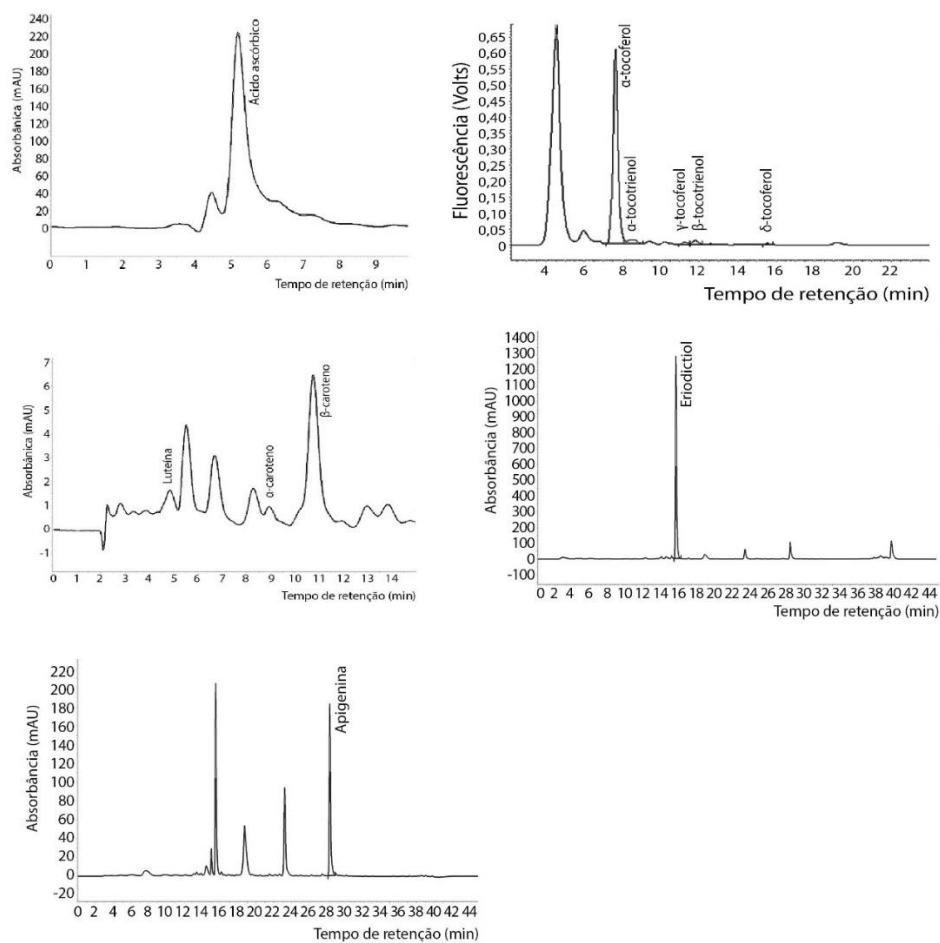


Figura 2. Análise por CLAE em kinkan (casca + polpa). Vitamina C (A); vitamina E (B); carotenoides (C); flavonoides eriodictiol (D) e flavonoides apigenina (E).

### 3.5.2. Análise quantitativa

#### 3.5.2.1. Vitamina C

A concentração de AA em kinkan (Tabela 3) foi menor do que a observada em polpa de *Citrus paradisi*, utilizando análise por CLAE (CHEBROLU et al., 2012).

Valor maior que o encontrado no presente estudo para vitamina C também foi relatado na Tabela americana (USDA, 2017) em laranja (*Citrus sinensis*) (casca + polpa) ( $71000 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) de ácido ascórbico.

Há pouca informação na literatura científica sobre a concentração de vitamina C no kinkan, sendo inexistentes estudos analisando casca e polpa desse fruto. Ramful et al. (2011) relataram, em diferentes épocas de colheita,  $300$  a  $500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  de vitamina C na polpa de kinkan (*Fortunella margarita*).

A concentração de vitamina C nos Citrus é bastante variada conforme a espécie analisada, sendo que fatores como tempo de maturação e metodologia utilizada também podem influenciar no valor total de vitamina C. Além disso, a concentração da vitamina C nos vegetais está relacionada com a espécie, genótipo, fatores edafoclimáticos e práticas culturais desde o pré-plantio até a pós colheita (LEE e KADER, 2000).

A vitamina C está associada à atividade de algumas enzimas, possui ação antiescorbútica, anticancerígena e participa de processos imunológicos (Cha et al., 2001; Carr e Maggini, 2017), além de agir como antienvhecimento, proteção contra fotoenvhecimento e fotocarcinogênese (AL-NIAIMI e CHIANG, 2017).

Tabela 3. Ocorrência e concentração de vitaminas, carotenoides e compostos bioativos em kinkan (*F. margarita*) (casca + polpa) coletado em Viçosa, MG, 2017.

<b>Componentes</b>	<b>Concentração</b>
<b>Vitamina C</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	-
Ácido ascórbico	2,32 ± 44,24
Ácido desidroascórbico	nd
Vitamina C total	2,32
<b>Vitamina E</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	
α-tocoferol	569,00 ± 10,20
α-tocotrienol	35,76 ± 4,03
β-tocoferol	nd
β-tocotrienol	66,89 ± 39,93
γ-tocoferol	4,22 ± 0,13
γ-tocotrienol	nd
δ-tocoferol	nd
δ-tocotrienol	nd
Vitamina E total	675,87
<b>Carotenoides</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	-
α-caroteno	661,81 ± 22,76
β-caroteno	447,74 ± 19,90
Luteína	173,60 ± 33,61
Soma de carotenoides	1283,15
Valor de vitamina A (RAE. 100g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	129,77
<b>3-deoxiantocianidinas</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	-
Luteolinidina	nd
Apiginina,	nd
5-metoxi-luteolinidina	nd
7 metoxi-apigeninidina	nd
<b>Flavonas</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	-
Apigenina	38157,30 ± 531,00
Luteolina	nd
Soma de flavonas	38157,30
<b>Flavanonas</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	-
Eriodictiol	36880,95 ± 384,02
Naringenina	nd
Soma de flavanonas	36880,95
<b>Antocianinas</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	-
Cianidina 3-glucosídeo	nd
Cianidina 3-rutinosídeo	nd
<b>Fenólicos totais</b> (mg GAE.100g <sup>-1</sup> )	98, 55 ± 1,93
<b>Capacidade antioxidante</b> (%)	62,01 ± 3,41

Dados expressos em base fresca, como média de 4 repetições ± desvio-padrão.

<sup>1</sup>Equivalente de atividade retinol

nd – não detectado.

### 3.5.2.2. Vitamina E

O  $\alpha$ -tocoferol foi o principal componente de vitamina E encontrado no kinkan (569,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), seguido do  $\beta$ -tocoferol (66,89  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 3). Schirra et al. (2008) analisaram polpa de kinkan e também relataram maior concentração de  $\alpha$ -tocoferol e menor para o  $\gamma$ -tocoferol, corroborando com os resultados do presente estudo.

A concentração de vitamina E total encontrada em kinkan foi quase três vezes superior ao valor encontrado em laranja (*Citrus sinensis*) *in natura* (240  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (OLIVEIRA et al., 2010).

Até o presente momento, são escassos estudos que analisaram vitamina E em kinkan. Sendo assim, o presente resultado foi comparado com os poucos estudos científicos com outras espécies. A maioria dos estudos com esta vitamina em Citrus foi realizada em óleo de semente. O  $\alpha$ -tocoferol foi o componente predominante da vitamina E em sementes de *Citrus sinensis* (1960  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e *Citrus aurantium* (Bitter) (1480  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (JUHAIMI et al., 2016).

Em geral, a concentração de vitamina E em frutos é baixa, sendo o  $\alpha$ -tocoferol o componente mais expressivo na maioria dos alimentos, incluindo os frutos. Os Citrus, incluindo o kinkan, não estão entre os frutos com maiores concentrações de vitamina E, como abacate (3130  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  vitamina E total); blackberries com 3740  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e azeitonas verdes com 3800  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (Chun et al., 2006). Porém, por ser o kinkan um fruto comercializado em feiras livres, com valor acessível e presente em quintais rurais, é uma opção para complementar a ingestão de vitamina E.

### 3.5.2.3. Carotenoides

O  $\alpha$ -caroteno foi o carotenoide mais expressivo no kinkan (661,81  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 3). Existem poucos estudos que analisaram carotenoides por CLAE em kinkan (casca + polpa) ou que analisaram o fruto inteiro (casca + polpa) de outras espécies cítricas, dificultando a comparação com o presente estudo.

Schirra et al (2008) analisaram polpa de kinkan (*Fortunella japônica*) da Itália, encontrando alta concentração de  $\beta$ -criptoxantina, além de  $\beta$ -caroteno e luteína, como observado no presente estudo.

Petry e Mercadante (2017) encontraram menor concentração de  $\beta$ -caroteno em polpa fresca de *Citrus reticulada*, variedades 'Ponkan' (75,6  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), 'Murcott' (67,7  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e 'Rio' (59,6  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), do que o encontrado para kinkan no presente estudo.

Chebrolu et al. (2012) analisaram carotenoides na polpa de toranja (*Citrus paradisi*) e relataram concentrações de  $\beta$ -caroteno variando de 123,00 a 632,00  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e de licopeno variando de 435 a 258,7  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . No presente estudo, o valor para  $\beta$ -caroteno em kinkan foi próximo ao valor máximo relatado por esses autores, porém não foi identificado licopeno.

#### 3.5.2.4. Flavonoides

Entre os flavonoides analisados, somente o eriodictiol e a apigenina foram identificados em kinkan, sendo esse último encontrado em maior quantidade (38157,30  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 3).

Kawaii et al. (1999) estudando a presença de flavonoides por CLAE, em diferentes gêneros de Citrus, identificou oito diferentes classes de flavonoides na polpa de *F. margarita*, e não encontrou apigenina em *Fortunella* sp., como observado no presente estudo. Outros estudos vêm demonstrando a presença de flavonoides no epicarpo (casca) de Citrus (PEREIRA et al., 2017; TENORIO DOMÍNGUEZ, 2016) e epicarpo de kinkan por (PEREIRA et al., 2017). Lou e Ho (2017) relataram a presença de quinze classes de flavonoides, entre eles a presença de apigenina em casca de kinkan.

Estudo com a concentração total de fenol e flavonóides em extratos de casca e polpa de kinkan (imaturo e maduro) relatou maior concentração de fenol e flavonóides em extratos de casca e nos frutos imaturos (LOU et al., 2016).

Portanto, muito mais compostos fenólicos podem ser consumidos, quando levamos em consideração os benefícios para a saúde quando consumimos o fruto por inteiro (casca + polpa). No presente estudo analisando (casca + polpa) de kinkan, foi detectado a presença dos flavonoides eriodictiol e a apigenina. A presença dos diferentes flavonoides nos frutos está relacionada também com o estágio de maturação, fator esse que deve ser levando em consideração (BARRECA et al., 2011).

Os frutos e hortaliças contribuem para a ingestão diversificada de flavonoides, sendo que o consumo do kinkan pode contribuir para a ingestão de flavonoides e de compostos com boa atividade antioxidante (BARRECA et al., 2011).

Além das propriedades antioxidantes dos flavonoides, estes compostos podem auxiliar na redução na incidência de doenças cardiovasculares (Barreca et al., 2011; Bjorklund et al., 2017) e prevenção de doenças neurodegenerativas (OPIE; LECOUR, 2007).

#### 3.5.2.5. Compostos fenólicos totais

A concentração de compostos fenólicos totais do kinkan foi bem menor do que o valor relatado por Chen et al. (2017) em kinkan da espécie *Fortunella crassifolia* coletada em Taiwan, China (229 mg GAE.100g<sup>-1</sup>).

A concentração de fenólicos totais do kinkan no presente estudo foi superior ao encontrado em outros frutos coletados no Brasil, como laranja (*Citrus sinensis*) (1,29 mg GAE.100mL<sup>-1</sup>), manga (*Mangifera indica*) (0,84 mg GAE.100mL<sup>-1</sup>), maracujá sem semente (*Passiflora edulis*) (1,08 mg GAE.100mL<sup>-1</sup>) e maracujá com semente (*P. edulis*) (1,04 mg GAE.100mL<sup>-1</sup>), analisados também por espectrofotometria (SILVA et al., 2016).

Os compostos fenólicos totais além de estarem relacionados com cor, sabor, odor e estabilidade oxidativa e são importantes devido a ação antioxidante benéfica ao organismo prevenindo o envelhecimento e doenças degenerativas (Haida et al., 2014).

#### 3.5.2.6. Capacidade antioxidante

O kinkan (casca + polpa) apresentou boa capacidade antioxidante (62%) (Tabela 3), valor próximo ao encontrado por Barreca et al. (2011) (70%) em frutos maduros de kinkan.

Contudo, o valor encontrado no presente estudo foi menor que a encontrada na polpa dos citros coletados no Brasil, laranja (*Citrus sinensis*) (89,95%) (SILVA et al., 2016).

Brito et al. (2014), ao analisarem a capacidade antioxidante por DPPH em cascas e polpa do limão (*Citrus aurantifolia*) de três variedades, foi verificado que a casca possui maior capacidade antioxidante, o que é explicado pela maior concentração de compostos fenólicos na casca. De maneira geral, os fitoquímicos estão presentes em diferentes partes de um mesmo fruto. Como a casca é a parte que confere proteção ao fruto, tende a possuir maior quantidade de compostos fenólicos e outros compostos bioativos em relação à polpa (MANZOOR et al., 2012).

Estudos vêm comprovando que substâncias químicas que apresentam um núcleo fenólico na estrutura química são capazes de captar espécies reativas de oxigênio (EROs) e atuam como bons antioxidantes, prevenindo assim, danos celulares causados pelas espécies reativas de oxigênio. Um desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes resulta em danos celulares, conhecido como estresse oxidativo (SIES, 1993), associados a doenças

cardiovasculares, doenças neurodegenerativas, diabetes, câncer, entre outras doenças não transmissíveis (RAHMAN, 2007).

Brito et al. (2014) relataram que a capacidade antioxidante e alta concentração de flavonoides em casca de Citrus torna esses frutos alimentos com grande potencial nutracêutico e atividade antienvhecimento devido à quantidade de polifenóis.

Devido à uma maior concentração de compostos fenólicos presentes na casca dos frutos e visto que a ingestão da casca e da polpa do kinkan é comum, torna-se interessante o incentivo ao seu consumo.

### **3.6. Potencial de contribuição do kinkan para o suprimento das recomendações diárias de nutrientes**

A recomendação para ingestão de calorias por meio dos frutos é de uma porção que forneça 35 kcal, de acordo com Philippi et al. (1999). O valor calórico encontrado para kinkan foi de 61,06 kcal.100g<sup>-1</sup>. Assim uma porção que ofereça 35 kcal corresponde a 57 g de kinkan, aproximadamente quatro frutos (casca + polpa).

Considerando a recomendação para mulheres e homens adultos com idade entre 19 e 59 anos (IOM, 2011), o kinkan pode ser considerado fonte de proteína para mulheres e homens adultos, fonte de fibras para homens adultos e boa fonte de fibras para mulheres adultas. A ingestão de fibras está relacionada à prevenção de doenças gastrointestinais, doenças crônicas não transmissíveis, hipertensão, obesidade e constipação (BERNER et al., 2013).

Além disso o kinkan pode contribuir com 10,65% do requerimento diário de vitamina A para mulheres e 8,29% para homens, sendo então boa fonte e fonte dessa vitamina para mulheres e homens, respectivamente (Tabela 4).

As proteínas são macronutrientes essenciais por participarem de funções estruturais, hormonais, enzimáticas, nutricionais e defesa do organismo (Berner et al., 2013).

A contribuição do kinkan para o suprimento das recomendações diárias de elementos químicos benéficos a saúde humana, vitamina C foi pouco expressiva, não alcançando a recomendação mínima de 5% para ser considerado fonte desses nutrientes. Apesar disso, o consumo do kinkan inteiro (casca + polpa) pode contribuir com ingestão diversificada de nutrientes

Tabela 4. Potencial de contribuição de kinkan (*F. margarita*) (casca + polpa) para o suprimento das recomendações diárias nutrientes para mulheres e homens na faixa etária de 19 a 59 anos, Viçosa, MG, 2017.

Compostos	Kinkan (porção de 54 g) <sup>a</sup>	% de contribuição <sup>b</sup>	
		Mulheres	Homens
<b>Lipídios</b>	0,67 g	2,23	2,23
<b>Proteínas</b>	4,24 g	9,22	7,58
<b>Carboidratos</b>	3,00 g	2,31	2,31
<b>Fibras</b>	3,05 g	12,20	8,02
<b>Fósforo</b>	9,65 mg	1,37	1,37
<b>Potássio</b>	0,09 mg	1,97	1,97
<b>Cálcio</b>	37,04 mg	3,70	3,70
<b>Magnésio</b>	9,52 mg	2,97	2,26
<b>Ferro</b>	0,17 mg	0,95	2,12
<b>Enxofre</b>	nd	nd	nd
<b>Cobre</b>	39,90 µg	4,43	4,43
<b>Manganês</b>	nd	nd	nd
<b>Cromo</b>	nd	nd	nd
<b>Sódio</b>	nd	nd	nd
<b>Zinco</b>	nd	nd	nd
<b>Vitamina C</b>	1,34 mg	1,79	1,50
<b>Vitamina E<sup>c</sup></b>	0,52 mg	2,16	2,16
<b>Vitamina A<sup>d</sup></b>	74,61 µg	10,65	8,29

<sup>a</sup> Porção baseada no cálculo para a ingestão de 35 kcal conforme Philippi (1999).

<sup>b</sup> % de contribuição calculado com base nas *Recommended Dietary Allowance* em adultos com idade entre 19 e 59 anos (*U. S. Institute of Medicine*, 2011)

<sup>c</sup>( $\alpha$ -tocoferol)

<sup>d</sup>Equivalente de Atividade de Retinol (RAE)

nd: não detectado.

#### 4. CONCLUSÕES

Os frutos de kinkan (casca + polpa) encontrados em Viçosa, MG, Brasil são fonte de proteínas e boa fonte de fibras e vitamina A, possui reduzida quantidade de gordura e baixo valor calórico. Possui compostos bioativos como ácido ascórbico, vitamina E, flavonoides e alta concentração de compostos fenólicos totais, que contribuem para sua boa capacidade antioxidante. Assim, o kinkan é uma boa alternativa para a agricultura familiar, tanto o plantio, como comercialização e consumo, podendo contribuir para a soberania e segurança alimentar e nutricional e serem fonte de renda para as famílias agrícolas.

## 5. REFERÊNCIAS

AL-NIAIMI, F.; CHIANG, N. Y. Z. TOPICAL VITAMIN C AND THE SKIN: Mechanisms of Action and Clinical Applications. **Journal of Clinical & Aesthetic Dermatology**, v. 10, n. 7, 2017.

ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO Jr.; E. S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C. A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 131p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18.ed. Rev. 4. Washington, D.C. Journal Association off Analytical Chemists, v.2, 1170p, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 19th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2012.

BARCIA, M. T.; JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; ZAMBIAZI, R. C. Determinação de ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 381–390. 2010.

BARRECA, D.; BELLOCCO, E.; CARISTI, C.; LEUZZI, U., GATTUSO, G. Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2190-2197, 2011.

BARROS, H.R.M.; FERREIRA, T.A.P.C.; GENOVESE, M.I. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. **Food Chemistry** v.134, p. 1892–1898, 2012.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. D. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia Brazilian archives of endocrinology and metabolism**. v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013.

BIASSIO, A. D. Agrobiodiversidade em escala familiar nos municípios de Antonina e Morretes (PR). 2013.

BJORKLUND, G.; DADAR, M.; CHIRUMBOLO, S.; LYSIUK, R. Flavonoids as detoxifying and pro-survival agents: What's new? **Food and Chemical Toxicology**, 2017.

BLOOR, S. J. Flavonoids and other polyphenols. *Methods in enzymology*. Elsevier. 2001.  
BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica do fósforo em extrato de solo e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, p.73-85, 1974.

BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para o estudo do efeito da temperatura sobre o comportamento reológico de misturas ternárias de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 166-171, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria Colegiada – RDC Nº 54 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Decreto nº 42, 30 de agosto de 2013. Dispõe sobre o **Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013.

BRITO, A.; RAMIREZ, J. E.; ARECHE, C.; SEPÚLVEDA, B.; SIMIRGIOTIS, M. J. HPLC-UV-MS profiles of phenolic compounds and antioxidant activity of fruits from three citrus species consumed in Northern Chile. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 17400-17421, 2014.

CAMPOS, F. M.; RIBEIRO, S. M. R.; DELLA LUCIA, C. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. **Química Nova**, v. 32, p. 87-91, 2009.

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**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARDOSO, L. DE M.; DE LAZZARI REIS, B.; DA SILVA OLIVEIRA, D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**, v. 69, n. 2, p. 89-99, 2014.

CHA, J.; ROOMI, M. W.; IVANOV, V.; KALINOVSKY, T.; NIEDZWIECKI, A.; RATH, M. Ascorbate depletion increases growth and metastasis of melanoma cells in vitamin C deficient mice. **Experimental Oncology Journals**, v. 33, n. 4, p. 226-30, 2011.

CHEBROLU, K. K.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JIFON, J.; PATIL, B. S. Production system and storage temperature influence grapefruit vitamin C, limonoids, and carotenoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 29, p. 7096-7103, 2012.

CHEN, M. H.; YANG, K. M.; HUANG, T. C.; WU, M. L. Traditional small-size citrus from aiwan: essential oils, bioactive compounds and antioxidant capacity. **Medicines**, v. 4, n. 2, p. 28, 2017.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), ESAL, 1990. 293p.

CHUN, J.; LEE, J.; YE, L.; EXLER, J.; EITENMILLER, R. R. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 2, p. 196-204, 2006.

CONTI J. H.; MINAMI K.; TAVARES F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.10-17, 2002.

COUTO, M. A. L.; GUIDOLIN CANNIATTI-BRAZACA, S. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.

DONADIO, L. C.; Mourão Filho, F. A. A.; Moreira, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. Mattos Junior D, De Negre JD, Pio RM, Pompeu Junior J (eds.) **Citros. Instituto Agrônomo e Fundag**, Campinas, p.1-18, 2005.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Flavonid composition of red sorguham genotypes. **Food Chemistry**. v. 116, n.1, p. 313-317, 2009.

FAO / WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. 33rd Report. Geneva: **World Health Organization** – WHO, v. 47, p. 26-27, 1989.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FERREIRA, P. C.; PIAI, K. D. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SEGURA-MUÑOZ, S. Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 16, n. 1, 2008.

GALLORI, S.; BILIA, A. R.; BERGONZI, M. C.; BARBOSA, W. L. R.; VINCIERI, F. F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí palm). **Chromatographia**, v. 59, n. 11-12, p. 739-743. 2004.

GARDEN, Missouri Botanical. **Tropicos**. 2017. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 20 janeiro, 2017.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). **Escolha de cultivares e plantio**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: EMBRAPA CNPH, 2000b. p. 36-59.

GÜNEY, M.; OZ, A. T.; KAFKAS, E. Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 6, p. 1268-1273, 2015.

HAIDA, K. S.; SILVA, F. J. D.; COELHO, S. R. M.; LIMA, D. S. D.; ABRÃO, R. M.; HAIDA, K. Y. Caracterização físico-química e atividade antioxidante de amoreira-preta (*Morus nigra* L.). **Revista de atenção à saúde (antiga rev. Bras. Ciên. Saúde)**, v. 12, n. 40, p. 21-28, 2014.

HAMACEK, F. R.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Murici, fruit from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and physicochemical characteristics,

and occurrence and concentration of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v. 69, n. 6, p. 459-472, 2014.

HANSEN, D. S.; SILVA, A. S.; FONSECA, A. A. O.; HANSEN, O. A. S.; FRANÇA, N. O. Caracterização química de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano visando ao consumo natural e industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 964-969, 2008.

ILLESCAS, J. L.; BACHO, O.; FERRER, S. Análisis de los principales frutos tropicales comercializados. **Distribución y consumo**, n. 95, p. 33-85, 2007.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). National academy of sciences. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. Washington, DC: **National Academy Press**, p. 95-185, 2000.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). National academy of sciences. Vitamin a. In: dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: **National Academy Press**, v. 13, p. 65-126, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. Brasília, 4 ed. v. 1, 2005, 1018 p.

JAYAPRAKASHA, G. K.; MURTHY, K. C.; ETLINGER, M.; MANTUR, S. M.; PATIL, B. S. Radical scavenging capacities and inhibition of human prostate (LNCaP) cell proliferation by *Fortunella margarita*. **Food Chemistry**, v. 131, n. 1, p. 184-191, 2012.

JUHAIMI, F. A.; MATTHÄUS, B.; ÖZCAN, M. M.; GHAFOR, K. The physico-chemical properties of some citrus seeds and seed oils. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 71, n. 3-4, p. 79-85, 2016.

KAWAIL, S.; TOMONO, Y.; KATASE, E.; OGAWA, K.; YANO, M. Quantitation of flavonoid constituents in Citrus fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 9, p. 3565-3571, 1999.

KOLLER, Osvino Leonardo. Citricultura catarinense. **Florianópolis: ed. Epagri**, 2013.

KOYASAKO, A.; BERNHARD, R. A. Volatile constituents of the essential oil of kumquat. **Journal of Food Science**, v. 48, n. 6, p. 1807-1812, 1983.

LAZAROTO, J.; RAIHER, A. P. Determinantes da renda e pobreza dos agricultores do Vale do Ribeira. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 5-25, 2013.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

Lou, S. N.; Ho, C. T. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 1, p. 162-175,

2017.

LOU, S. N.; LAI, Y. C.; HSU, Y. S.; HO, C. T. Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. **Food Chemistry**, v. 197, p. 1-6, 2016.

LOU, S. N.; LAI, Y. C.; HUANG, J. D.; HO, C. T.; FERNG, L. H. A.; CHANG, Y. C. Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. **Food Chemistry**, v. 171, p. 356-363, 2015.

MAIANI, G.; PERIAGO CASTÓN, M. J.; CATASTA, G.; TOTI, E.; CAMBRODÓN, I. G.; BYSTED, A.; BÖHM, V. Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. **Molecular nutrition & Food Research**, v. 53, n. 2, p. 194-218, 2009.

MANZOOR, M.; ANWAR, F.; SAARI, N.; ASHRAF, M. Variations of antioxidant characteristics and mineral contents in pulp and peel of different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from Pakistan. **Molecules**, v. 17, n. 1, p. 390-407, 2012.

MAZZINI, R. B.; PIO, R. M. Caracterização morfológica de seis variedades cítricas com potencial ornamental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 463-470, 2010.

MENDONÇA, L. M. V. L.; CONCEIÇÃO, A.; PIEDADE, J.; CARVALHO, V. D.; THEODORO, V. C. A. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). **Ciências Tecnologia Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 870-4, 2006.

OLIVEIRA, D. R.; DINIZ, A. B. Composição química da laranja kinkan e de frutas cítricas. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 835-844, 2015.

OLIVEIRA, R. P.; SCHRODER, E. C.; SOUZA, E. L. S.; SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, L. A. S.; ROCHA, P. S. G. **Laranjeiras sem acidez**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 298), 2010. 23 p.

OPIE, L.H.; LECOUR, S. The red wine hypothesis: from concepts to protective signalling molecules. **European Heart Journal**, London, v. 28, p.1683- 1693, 2007.

PEREIRA, R. M.; LÓPEZ, B. G. C.; DINIZ, S. N.; ANTUNES, A. A.; GARCIA, D. M.; OLIVEIRA, C. R.; MARCUCCI, M. C. Quantification of flavonoids in brazilian orange peels and industrial orange juice processing wastes. **Agricultural Sciences**, v. 8, n. 07, p. 631, 2017.

PETRY, F. C.; MERCADANTE, A. Z. Impact of in vitro digestion phases on the stability and bioaccessibility of carotenoids and their esters in mandarin pulps. **Food & Function**, 2017. DOI:10.1021/acs.jafc.7b04854.

PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A. T. R.; RIBEIRO, L. C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. Adapted food pyramid: a guide for a right food choice. **Revista Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 65-80, 1999.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: princípios básicos da nutrição**. Nutrição e Técnica dietética. Barueri: Manole, 2008

PINHEIRO SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; DE AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1, p. 145-151, 1998.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; GUINAZI, M.; DA SILVA OLIVEIRA, D.; DELLA LUCIA, C. M.; DE LAZZARI REIS, B.; BRANDÃO, S. C. C. Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, n. 47, p. 8496-8502, 2011.

POMPEU JÚNIOR, J. Rootstocks and scions in the citriculture of the São Paulo State. In: **International Congress of Citrus Nurserymen**, 6., Ribeirão Preto, Brasil. Proceedings, p.75-82, 2001.

RAHMAN, K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. **Clinical interventions in Aging**, v. 2, n. 2, p. 219, 2007.

RAMFUL, D.; TARNUS, E.; ARUOMA, O. I.; BOURDON, E.; BAHORUN, T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of *Mauritian citrus* fruit pulps. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2088-2099, 2011.

ROCHA, A. F. **Cádmio, chumbo, mercúrio: a problemática destes metais pesados na Saúde Pública? monografia: Cadmium, lead, mercury: the issue of these metals in Public Health?** (Dissertação de Mestrado) – Pós-Graduação Ciência da Nutrição, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

ROCHA, J. da S.; SOARES FILHO, W. dos S. Desenvolvimento de variedades-copa híbridas de citros: plantas ornamentais. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL, 3., 2009, Cruz das Almas. Anais. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 1 CD-ROM., 2009.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. D.; SILVA, G. D.; AMBRÓSIO, M. D. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods—the Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 3, p. 196-230, 1996.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Análise química de plantas. Piracicaba, **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 1974, 56p.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian

palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8598-8603, 2006.

SCHIRRA, M.; PALMA, A.; D'AQUINO, S.; ANGIONI, A.; MINELLO, E. V.; MELIS, M.; CABRAS, P. Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) fruit. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 2, p. 455-460, 2008.

SILVA, A. C. **Potencial de resíduos agroindustriais como fontes de compostos bioativos**. (Tese de doutorado) - Pós-Graduação Engenharia e Ciências de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2014.

SILVA, B. P.; BALBINO, K. P.; DE MORAIS CARDOSO, L.; AQUINO, P. P.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; RIBEIRO, S. M. R. Avaliação da estabilidade da capacidade antioxidante e de parâmetros físico-químicos de néctares de frutas caseiras. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 75, p. 01-10, 2016.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

STINCO, C. M.; BARONI, M. V.; NARANJO, R. D. D. P.; WUNDERLIN, D. A.; HEREDIA, F. J.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M. Hydrophilic antioxidant compounds in orange juice from different fruit cultivars: Composition and antioxidant activity evaluated by chemical and cellular based (*Saccharomyces cerevisiae*) assays. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 37, p. 1-10, 2015.

TENORIO DOMÍNGUEZ, M. Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). **Scientia Agropecuaria**, v. 7, n. 4, p. 419-431, 2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**: TACO. 2 ed. Campinas, 2006. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf)>. Acesso em: 18 novembro 2017.

USDA, **Food Composition Databases**. National Nutrient Database for Standard, 2004. Disponível em < <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search> > Acesso em: 15 janeiro. 2017.

VOUTILAINEN, S.; NURMI, T.; MURSU, J.; RISSANEN, T. H. Carotenoids and cardiovascular health. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, n. 6, p. 1265-1271, 2006.

WANG, Y. W.; ZENG, W. C.; XU, P. Y.; LAN, Y. J.; ZHU, R. X.; ZHONG, K.; GAO, H. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 3, p. 3382-3393, 2012.

YANG, L.; ALLRED, K. F.; GEERA, B.; ALLRED, C. D.; AWIKA, J. M. Sorghum phenolics demonstrate estrogenic action and induce apoptosis in nonmalignant colonocytes. **Nutrition and Cancer**, v. 64, n. 3, p. 419-427, 2012.

## 6. ANEXOS

### ANEXO 1. Comprimentos de onda utilizados para análise dos elementos químicos.

Ca (317,933nm);

Fe (259,939nm);

Mg (285,213nm);

Mn (259,372nm);

Cu (224,700nm);

Zn (213,857nm);

Se (196,026nm);

Mo (202,031nm);

Cr (267,716nm);

P (213,617nm);

K (404,721nm);

Na (589,592nm);

Cd (214,440nm);

Al (308,215nm);

Pb (220,353nm) e

Ni (231,604nm).