



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN

ANA KARINE DE OLIVEIRA SOARES

**IDENTIFICAÇÃO E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS, TEOR DE  
MINERAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NO MARACUJÁ (*Passiflora edulis f.*  
*flavicarpa* Degener) DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

TERESINA, 2019

ANA KARINE DE OLIVEIRA SOARES

**IDENTIFICAÇÃO E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS, TEOR DE  
MINERAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NO MARACUJÁ (*Passiflora edulis f.*  
*flavicarpa* Degener) DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Titular Dr<sup>a</sup> Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

Área: Química, Bioquímica e Qualidade de Alimentos.

TERESINA, 2019

Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do CCS  
Serviço de Processamento Técnico

S676i Soares, Ana Karine de Oliveira.  
Identificação e bioacessibilidade de compostos fenólicos, teor de minerais e atividade antioxidante no maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) de diferentes sistemas de cultivo / Ana Karine de Oliveira Soares. – 2019.  
128 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2019.  
Orientação: Profa Titular Dr<sup>a</sup> Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo.  
Bibliografia

1. Maracujá. 2. Alimento Orgânico. 3. Compostos Bioativos. I. Título.

CDD 613.2

ANA KARINE DE OLIVEIRA SOARES

**IDENTIFICAÇÃO E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS, TEOR DE MINERAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NO MARACUJÁ (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup> Titular Dr<sup>a</sup> Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo– DN-PPGAN/UFPI  
Orientadora/Presidente

---

Prof. Dr Rodrigo Brabosa Monteiro Cavalcante-FANUT/UFG  
1<sup>o</sup> examinador

---

Prof. Dr Marcelo Rodrigues Marques–IFMA/PPGAN/UFPI  
2<sup>o</sup> examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda de Castro Amorin Serpa Brandão– UNINASSAU/PPGAN/UFPI  
Suplente

Dedico a meus pais Maria do Socorro e Fransico Soares, por estarem sempre me apoiando, voçes são minha base e fortaleza.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por todas as bênçãos, sonhos realizados e por abençoar todo dia minha família com vida do nosso presente valente.

À professora Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo, primeiramente por ter me acolhido desde o primeiro contato e incentivado a realização do mestrado. Obrigada por ter me proporcionado emergir na pesquisa, pelas oportunidades, confiança, e principalmente pelos desafios nas análises, sem isso não teria tido a oportunidade de aprender, tanto profissionalmente como pessoalmente. A senhora é uma referência na Nutrição, fundamental na formação de profissionais, uma pesquisadora sempre pensando no que poderia estudar, e além de tudo isso, amiga e mãe.

Ao professor Marcos Antônio da Mota Araújo pela serenidade e toda a atenção concedida.

Ao Professor Marcelo Antônio Morgano e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos pela parceria na realização da análise dos minerais.

Ao CNPq pelo apoio financeiro para realização da pesquisa, por meio do Edital 01/2016 Universal, Processo 431314/2016-0, Edital Casadinho-PROCAD 06/2011, Processo 552239/2011-9, e a CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) por ter possibilitado meu crescimento profissional.

Aos professores do PPGAN, ao Departamento de Nutrição, e aos queridos funcionários Luana Pereira da Silva, Ianca Emanuelle da Silva Abreu, Sr. Osvaldo Pereira de Santana, Sr. Gilson Ferreira Lima, Karoline de Melo Silva, Gerciane Maria da Costa Silva, Thiago Silas Marques da Silva, D. Graça, pelo carinho, atenção e ajuda e a D. Maísa de Jesus Oliveira da Silva por toda sua dedicação e amor.

Aos que fizeram e fazem parte do grupo LABROMBIOQ/LASA pelo companheirismo, dedicação e ensinamentos.

À Janekeyla Gomes e Aglaine Aguiar na convivência tanto na UFPI como na coletada de dados.

À Marylene Magalhães pelo convívio no laboratório, a Vanessa Paz, Cristiane Cronemberger e Geyson Moura no estágio docente e ajudas compartilhadas.

À Clélia Campos, Amanda Castro, Débora Sampaio, Nara Barros, Bruna Abreu pela ajuda, conversas e momentos divertidos que dividimos.

À Amanda Moura por toda a ajuda no laboratório e amizade e a Rayssa Luz, por ser uma luz em nossas vidas, pelos ensinamentos e por juntas termos apoiado uma a outra, e à Fabrícia Beserra, por desde o primeiro dia sempre estarmos juntas em todos os momentos. Obrigada por sempre compartilharmos as dificuldades, por termos confiado umas nas outras, e principalmente terem me auxiliado sempre.

Ao convívio e amizade das meninas da turma, Amanda Braz, Ana Cláudia Carvalho, Márica Dantas, Rosana Rodrigues, Vanessa Passos, Michele Lima, por todas as conversas e incentivos, Elynne Barros, pelo companheirismo e trocas e ajudas no estágio docente. E por todo carinho e compreensão de vocês, e por termos dividido momentos difíceis e principalmente as alegrias.

As minhas amigas da especialização Luciane Moura, Franciane Salazar, Marta Aprígio e Edna Neiva pelo carinho e torcida.

Aos meus amigos da graduação Alessandro Carvalho e Amanda Lopes por toda a amizade e afeto, a Mônica Marques por todo o estímulo, ajudas, conversas, e por ter compartilhado com vocês diversos momentos especiais.

À minha família, os tios, primos, as tias, Fátima Oliveira e Remédios Sousa por todo amor, minhas primas, Suzana Viana, Silvana Sousa, Simone Sousa, Silva Sousa, por sempre ajudarem e pelo carinho, ao tio Benigno Soares, por está sempre presente e apoiando, a tia Alda Soares, pelos ensinamentos e conversas compartilhadas sobre a vida de mestranda.

Aos meus pais, Francisco Soares e Socorro Soares, por terem este sonho junto comigo, vocês foram os maiores incentivadores para essa conquista, e ao meu irmão, Júnior Soares pelo apoio e carinho, que apesar de todas as dificuldades vocês não deixaram de acreditar que poderia ser realizado.

E por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização dessa conquista.

*“O sábio nunca diz tudo o que pensa,  
mas pensa sempre tudo o que diz.”*

*(Aristóteles)*



## RESUMO

SOARES, A. K. O. **IDENTIFICAÇÃO E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS, TEOR DE MINERAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NO MARACUJÁ (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) DE DIFERENTES SISTEMA DE CULTIVO.** 2019. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

O sistema de cultivo orgânico é caracterizado por utilizar técnicas específicas, que respeitam à integridade cultural das comunidades rurais e que realizam a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos, com objetivo da sustentabilidade econômica e ecológica, da potencialização dos benefícios sociais, e a redução da dependência de energia não-renovável. Dentre os frutos produzidos no sistema orgânico tem grande destaque o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener), que é rico em minerais e vitaminas, especialmente ácido ascórbico, retinol, tiamina, riboflavina e niacina, é também uma boa fonte de carotenóides, fenólicos e alcaloides. Diante disso, visou-se no presente estudo, identificar os compostos fenólicos e avaliar a bioacessibilidade, determinar o teor de minerais e a atividade antioxidante no maracujá produzido nos sistemas de cultivo convencional e orgânico. Utilizou-se o teste de *t* de Student, Análise de Variância e teste de Tukey. Os resultados foram expressos em médias e desvio-padrão e o nível de significância adotado foi de 5%. O maracujá orgânico apresentou maior teor de sólidos solúveis, com diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). Observou-se que os teores de umidade, proteínas e potássio foram maiores no fruto convencional, enquanto os teores de sólidos solúveis, lipídios, carboidratos, cálcio, ferro e sódio foram maiores nos frutos orgânicos. O teor de  $\beta$ -caroteno foi estatisticamente diferente entre os frutos, sendo o do sistema de cultivo convencional que apresentou maior teor. O teor de fenólicos totais foi estatisticamente significativo maior no fruto orgânico. A fase gástrica apresentou teores maiores no fruto orgânico para os flavonoides totais e taninos condensados. Na fase colônica o teor de taninos condensados foi maior no convencional. O maracujá cultivado no sistema convencional apresentou elevada atividade antioxidante em todas as fases, com exceção da fase duodenal. No maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico foi identificado e quantificado os ácidos ferúlico, elágico e cafeico. Concluiu-se que maracujá convencional apresentou teor maior de proteínas, umidade,  $\beta$ -caroteno e o orgânico de carboidratos e lipídios, ambos demonstraram ser fontes de potássio e magnésio. O maracujá orgânico antes do processo digestivo simulado apresentou maior teor de compostos fenólicos totais e após a digestão, na fase gástrica, apresentou maiores teores também de flavonoides totais e taninos condensados. A atividade antioxidante foi maior na fase duodenal e colônica no maracujá convencional. No maracujá orgânico foi maior na fase oral e gástrica. Foram identificados os compostos fenólicos cafeico, ferúlico e elágico, antes e após a digestão simulada, e o teor desses compostos aumentou no decorrer das fases do processo digestivo em ambos os sistemas de cultivo.

**Palavras-chave:** maracujá; alimento orgânico; compostos bioativos.

## ABSTRACT

SOARES, A. K. O. **IDENTIFICATION AND BIOACCESSIBILITY OF PHENOLIC COMPOUNDS, MINERAL CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN PASSION FRUIT** (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) **OF DIFFERENT CROP SYSTEM**. 2019. 128 p. Dissertation (Master degree) - Postgraduate Program in Food and Nutrition, Federal University of Piauí, Teresina-PI.

The organic farming system is used by specific techniques that respect the cultural integrity of the communities and optimize the use of natural and socioeconomic resources, aiming at economic and ecological sustainability, punctuation of social benefits and cost reduction. Renewable. Among the fruits used in the highly prominent organic system or yellow passion fruit (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Degener), which is rich in minerals and vitamins, especially ascorbic acid, retinol, thiamine, riboflavin and niacin, is also a good source of carotenoids, phenolics and alkaloids. Given this, you do not see any present study, identify the phenolic compounds and evaluate the bioaccessibility, determine the mineral content and an antioxidant activity in passion fruit produced in conventional and organic cultivation systems. Use Student test, Analysis of Variance and Tukey test. The results were expressed as media and the standard deviation and significance level adopted was 5%. Organic passion fruit presented higher soluble solids content, with significant difference ( $p \leq 0.05$ ). Note that the moisture, protein and potassium contents were higher in the conventional fruit, while the soluble solids, lipids, carbohydrates, calcium, iron and sodium contents were higher in the fruits. The  $\beta$ -carotene content was statistically different among fruits, being the conventional cultivation system that presented the highest content. The total phenolic content was statistically higher in the organic fruit. The gastric phase presents the highest levels of organic fruits for total flavonoids and condensed tannins. The colonic phase or condensed tannin content was higher in the conventional one. Passion fruit grown in the conventional system shows antioxidant activity in all phases except the duodenal phase. No passion fruit proven by conventional and organic farming systems was identified and quantified by ferulics, ellagics and caffeine. In conclusion, if conventional passion fruit has higher protein, absorption,  $\beta$ -carotene and organic content of carbohydrates and lipids, both will be shown as sources of potassium and magnesium. Organic passion fruit before the simulated digestive process has the highest content of total phenolic compounds and after digestion in the gastric phase, also shows higher contents of total flavonoids and condensed tannins. An antioxidant activity was higher in the duodenal and colonic phase in conventional passion fruit. No organic passion fruit was higher in the oral and gastric phase. Caffeic, ferulic and magical phenolic compounds were used before and after simulated typing and the content of these compounds applied during the digestive process phases in both cultivation systems.

**Keywords:** passion fruit; organic food; bioactive compounds.

## LISTA DE FIGURAS

1	Flor do maracujá-amarelo.	23
2	Fruto do maracujá-amarelo.	24
3	Estrutura química dos ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos.	35
4	Estrutura química dos flavonoides.	36
5	Classificação dos taninos.	37
6	Maracujá convencional e maracujá orgânico.	45
7	Classificação do maracujá amarelo de acordo com a coloração da casca.	46
8	Fluxograma do preparo dos frutos para análise.	47
9	Elaboração do extrato para análise de compostos fenólicos.	55
10	Esquema da simulação da digestão <i>in vitro</i> .	59
11	Cromatogramas dos padrões de fenólicos em 280 e 320 $\lambda$ .	61
12	Cromatograma dos compostos fenólicos do maracujá convencional e orgânico na fase oral.	84

## LISTA DE TABELAS

1	Perfil de compostos fenólicos em leguminosas, frutos e seus subprodutos.	29
2	Compostos fenólicos em espécie de <i>Passiflora</i> .	32
3	Recomendações dos minerais de acordo com <i>Dietary Reference Intakes</i> (DRIs).	52
4	Características físicas do maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo.	63
5	Composição centesimal e Valor Energético Total (VET) do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	66
6	Teores de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	67
7	Porcentagem de adequação do teor de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico às Recomendações Nutricionais (DRIs) para crianças (4 a 8 anos).	69
8	Porcentagem de adequação do teor de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico às Recomendações Nutricionais (DRIs) para adultos.	70
9	Teor de ácido ascórbico (Vit. C) e $\beta$ -caroteno no maracujá convencional e orgânico.	71
10	Teor de fenólicos totais (mg GAE/100mL), antes e após a digestão simulada <i>in vitro</i> , e fração bioacessível por fases no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo orgânico e convencional.	74
11	Teor de flavonoides totais (mg EQ/100mL), antes e após a digestão simulada <i>in vitro</i> , e fração bioacessível por fases no maracujá provenientes dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	76
12	Teor de taninos condensados (mg CE/100mL), antes e após a digestão simulada <i>in vitro</i> , e fração bioacessível por fases no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	77
13	Atividade antioxidante pela capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS ( $\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}^{-1}$ ), antes e após a digestão simulada <i>in vitro</i> por fases no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	78
14	Teor de compostos fenólicos ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), antes e após a digestão simulada <i>in vitro</i> por fases no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.	81

- 15** Fração bioacessível de compostos fenólicos ( $\mu\text{g/mL}$ ), antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases, no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo orgânico e convencional. 85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAPH	<i>2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride</i>
ABTS	<i>2,2 azino bis (3-ethylbenzo thiazoline 6 sulfonic acid)</i>
AGS	Ácidos graxos saturados
AI	<i>Adequate intake</i>
ANOVA	Análise de variância
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
AP-1	<i>Activating protein-1</i> – Proteína ativadora-1
ATT	Acidez total titulável
β	Beta
DCFI	2,6-dicloro-fenol-indofenol
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DP	Desvio Padrão
DRIs	<i>Dietary Reference Intakes</i>
CBAs	Compostos bioativos
EAG	Equivalente a ácido gálico
ECAT	Equivalente a catequina
EQ	Equivalente a quercetina
FFG	Fluído gástrico simulado
FIS	Fluído intestinal simulado
FND	<i>Food and Nutrition Board</i>
FSS	Fluído salivar simulado
°BRIX	Grau BRIX
°C	Grau Celsius
g	Gramas
<i>g</i>	Força-g
g/mL	Gramas por mililitro
GSH-Px	Glutathione peroxidase
h	Horas
HPLC	<i>High performance liquid chromatography</i>
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP-OES	<i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry</i>

IFOAM	<i>International Federation of Organic Agriculture Movements</i>
I $\kappa$ B- $\alpha$	Inibitor do fator de transcri $\tilde{c}$ o nuclear kappa B
IKK	Complexo de prote $\acute{i}$ nas quinases
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IOM	<i>Institute of Medicine</i>
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
JNK	<i>c-Jun N-terminal kinases</i>
LABROMBIOQ	Laborat $\acute{o}$ rio de Bromatologia e Bioqu $\acute{m}$ ica de Alimentos
LD	Limite de detec $\tilde{c}$ o
LDL	<i>Low density lipoproteins</i>
LPS	Lipopolissacar $\acute{e}$ deos
LQ	Limite de quantifica $\tilde{c}$ o
$\geq$	Maior ou igual
M	Molaridade
MAPA	Minist $\acute{e}$ rio da Pecu $\acute{a}$ ria e Abastecimento
mg	Miligrama
MHz	Milh $\tilde{a}$ o de Hertz
min	Minutos
mL	Militro
mm	Mil $\acute{m}$ etro
N	Normalidade
NF- $\kappa$ B	<i>Nuclear transcription factor-<math>\kappa</math>B</i> – Fator de transcri $\tilde{c}$ o nuclear kappa B
nm	Nan $\acute{o}$ metro
pH	Potencial Hidrogeni $\acute{o}$ nico
ppm	Partes por milh $\tilde{a}$ o
r	Coefficiente de correla $\tilde{c}$ o
RDA	<i>Recommended Dietary Allowances</i>
RF	Radiofrequ $\tilde{e}$ ncia
SISORG	Sistema Brasileiro de Avalia $\tilde{c}$ o de Conformidade Org $\tilde{a}$ nica
SOD	Super $\acute{o}$ xido dismutase
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SS	S $\acute{o}$ lidos sol $\acute{u}$ veis
t	Toneladas

TEAC	<i>Trolox equivalent antioxidant capacity</i> – Capacidade antioxidante equivalente ao <i>Trolox</i>
TNF- $\alpha$	<i>Tumor necrosis factor-<math>\alpha</math></i> – Fator de necrose tumoral alfa
TRAP	<i>Total Radical - Trapping Antioxidant Parameter</i>
UV/VIS	Ultravioleta visível
VET	Valor energético total
$\mu\text{g}$	Micrograma
$\mu\text{L}$	Microlitro
UFPI	Universidade Federal do Piauí
$\mu\text{m}$	Micrômetro
$\mu\text{mol}$	Micromol



## LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	Cálcio
CaCl <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>	Cloreto de cálcio
Cu	Cobre
$\lambda$	Comprimento de onda
Fe	Ferro
HCl	Ácido clorídrico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Fosfato de potássio
Mg	Magnésio
MgCl <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub>	Cloreto de magnésio
Mn	Manganês
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de amônia
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NaHCO <sub>3</sub>	Bicarbonato de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de amônia
P	Fósforo
%	Porcentagem
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	19
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	21
2.1 Sistemas de cultivo.....	21
2.2 Maracujá.....	22
2.2.1 Informações taxonômicas.....	23
2.2.2 Produção.....	24
2.2.3 Pós-colheita e características físicas.....	25
2.2.4 Composição química.....	26
2.3 Compostos bioativos.....	27
2.3.1 Compostos fenólicos identificados em fontes vegetais.....	29
2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	33
2.4.1 ÁCIDOS FENÓLICOS.....	35
2.4.2 FLAVANOIDES.....	35
2.4.3 TANINOS CONDENSADOS.....	37
2.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	38
2.6 Bioacessibilidade e biodisponibilidade de compostos fenólicos.....	40
3 OBJETIVOS.....	44
3.1 Geral.....	44
3.2 Específicos.....	44
4 METODOLOGIA.....	45
4.1 Local e Período do Estudo.....	45
4.2 Aquisição das matérias-primas.....	45
4.3 Preparo das amostras.....	46
4.4 Análises físico-químicas.....	47
4.4.1 Potencial hidrogênioônico (pH).....	47
4.4.2 Acidez total titulável em ácido cítrico.....	47
4.4.3 Sólidos solúveis totais.....	48
4.5 Composição centesimal.....	48
4.5.1 Umidade.....	48
4.5.2 Cinzas.....	48
4.5.3 Lipídios.....	49
4.5.4 Proteínas.....	49

4.5.5 Carboidratos .....	50
4.6 Valor Energético Total .....	50
4.7 Teor de Minerais.....	51
4.7.1 Método.....	51
4.7.2 Preparo das amostras .....	51
4.7.3 Determinação dos minerais .....	51
4.8 Recomendações e adequação dos minerais para crianças, adolescentes e adultos .....	52
4.9 Determinação dos compostos bioativos .....	53
4.9.1 $\beta$ -caroteno .....	53
4.9.2 Ácido ascórbico .....	53
4.9.3 Elaboração do extrato.....	54
4.9.4 Fenólicos totais.....	55
4.9.5 Flavonoides totais.....	55
4.8.6 Taninos condensados.....	56
4.10 Atividade antioxidante.....	56
4.10.1 Capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS .....	56
4.11 Bioacessibilidade de compostos fenólicos.....	57
4.11.1 Preparo dos fluidos da digestão simulada .....	57
4.11.2 Análise .....	57
4.11.3 Avaliação a fração bioacessível dos compostos antioxidantes.....	59
4.12 Identificação e quantificação de compostos fenólicos .....	60
4.12.1 Reagentes .....	60
4.12.2 Preparo dos solventes e soluções dos padrões .....	60
4.12.3 Condições cromatográficas .....	60
4.12.4 Validação do método .....	61
4.12.5 Amostras .....	62
4.13 Análise Estatística .....	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	63
5.1 Características físico-químicas, composição centesimal e VET .....	63
5.2 Teor de minerais.....	67
5.3 Compostos bioativos .....	71
5.4 Bioacessibilidade <i>in vitro</i> de compostos fenólicos totais.....	73
5.5 Bioacessibilidade e atividade antioxidante .....	78

5.6 Bioacessibilidade e identificação de compostos fenólicos .....	80
6 CONCLUSÕES .....	86
APÊNDICES .....	114

## 1 INTRODUÇÃO

Pela legislação brasileira, o sistema orgânico de produção agropecuária é caracterizado por utilizar técnicas específicas, que respeitam à integridade cultural das comunidades rurais e que realizem a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos, com objetivo da sustentabilidade econômica e ecológica, da potencialização dos benefícios sociais, e a redução da dependência de energia não-renovável (BRASIL, 2003)

Há uma preocupação com as formas de cultivo e com as consequências com o meio ambiente, devido ao fato do cultivo convencional de produção agrícola, utilizar bastante inseticidas e pesticidas que podem trazer consequências não desejadas ao ambiente e à saúde dos indivíduos (DIAS et al, 2015).

Os frutos produzidas no sistema de cultivo orgânico apresentam maior conteúdo de compostos fenólicos e níveis de atividade antioxidante mais elevados, fatores que estão ligados à não utilização de agrotóxicos. O fato de apresentarem maior conteúdo fenólico é justificado pelo mecanismo de defesa das plantas contra os estresses do ambiente. Consequentemente a elevada atividade antioxidante nesses frutos é atribuída a síntese melhorada de fitoquímicos ativos produzidos em resposta ao estresse biótico e abiótico (LETAIEF et al, 2016; MDITSHWA et al, 2017; SAVI et al, 2017).

Dentre esses frutos produzidos no sistema orgânico tem-se grande destaque o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener), que faz parte das espécies de *Passiflora* e são popularmente conhecidas como maracujá, pertencentes à família Passifloracea, nativa da América do Sul, cultivada em clima principalmente tropical e subtropical (KILLIP, 1938; NUNES; QUEIROZ, 2001, 2006). Os frutos do maracujá são ricos em minerais e vitaminas, especialmente A, C, tiamina, riboflavina e niacina, é também uma boa fonte de carotenóides, fenólicos e alcaloides (JIMÉNEZ et al, 2011).

Os compostos bioativos são substâncias orgânicas na maioria das vezes de baixo peso molecular, que não são sintetizados pelo organismo humano. Apresentam ação protetora na saúde humana quando presentes na dieta em quantidades significativas. Essas substâncias exercem várias ações do ponto de vista biológico, como atividade antioxidante, modulação de enzimas de destoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, modulação do metabolismo

hormonal, redução da pressão sanguínea, e atividade antibacteriana e antiviral (HORST; LAJOLO, 2014).

No entanto, apesar de a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos contidos em diversos produtos alimentares estarem bem documentada, ainda é pouca a informação que considera o processo digestivo em alimentos orgânicos (BOUAYED; HOFFMANN; BOHN, 2011). Os efeitos in vivo dos antioxidantes dependem não apenas de suas concentrações em frutas e vegetais, mas também da bioacessibilidade e biodisponibilidade após a ingestão (MANACH et al, 2005; PARADA; AGUILERA, 2007; PÉREZ et al, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho visou determinar o teor de compostos bioativos, de minerais, atividade antioxidante, identificar os fenólicos e sua bioacessibilidade no maracujá. Visto que irá contribuir com informações científicas acerca do valor nutritivo e funcional do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener), que poderão ser utilizadas como subsídio para pesquisas futuras na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, além de poder auxiliar o consumidor na escolha dos alimentos.

## 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

### 2.1 Sistemas de cultivo

A revolução verde serviu de base para os processos de modernização da agricultura, porém faz uso excessivo de defensivos agrícolas e manejo de solo, que leva a vários problemas ambientais. A Revolução Verde é considerada como a difusão de tecnologias agrícolas que permitiram um aumento considerável na produção, sobretudo em países menos desenvolvidos, que ocorreu principalmente entre 1960 e 1970, a partir da modernização das técnicas utilizadas (MATOS, 2010; OCTAVIANO, 2010).

Apesar do aumento da produtividade, fatores como deteriorização das condições sociais, êxodo rural, prejuízos à saúde, concentração fundiária e de renda, marginalização da população rural, envenenamento do ecossistema por agrotóxicos, diminuição da biodiversidade e da biomassa, representam custos sociais e ambientais provocados pelo sistema de cultivo convencional (ANDRADE; GANIMI, 2007).

A ação dos agrotóxicos sobre a saúde humana, principalmente nos agricultores, costuma ser deletéria e muitas vezes fatal, provocando desde náuseas, tonteadas, dores de cabeça, alergias, lesões renais e hepáticas, até cânceres, infertilidade, alterações genéticas, entre outros (SOARES, 2010).

O sistema de cultivo orgânico é uma metodologia de produção agrícola que dispensa o uso de insumos químicos e se caracteriza por um processo que leva em conta a relação solo/planta/ambiente com o intuito de preservar o meio ambiente, a saúde dos homens e dos animais (MEIRELLES; VENTURI; GUAZZELLI, 2016).

Os continentes com maior número de consumidores dos alimentos orgânicos no mundo são a Oceania, Europa, América Latina, América do Norte, Ásia e África (SANTOS et al, 2014). Na América Latina o Brasil é o maior consumidor de produtos orgânicos, e apesar disso esse consumo não chega a 1% do mercado nacional, já que uma grande parte dessa produção é adquirida pelo mercado internacional, sobretudo o Japão, Estados Unidos e União Europeia (PADUA; SCHLINDWEIN; GOMES, 2013).

O produto para ser comercializado como orgânico precisa ser certificado. No exterior o órgão que credencia as empresas certificadoras é a *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM). No Brasil, o credenciamento ocorre pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). As normas de regulação, processamento, como produtos devem ser envasados, distribuídos,

identificação e certificação são regulamentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Um produto certificado demonstra ao consumidor que obedece às normas e práticas de produção orgânica. Essa certificação apresenta-se sobre a forma de um selo, fixado ou impresso no rótulo ou na embalagem (VIEIRA et al, 2016). O sistema de produção orgânico melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo em relação ao sistema de produção convencional (AMARANTE et al, 2015).

Diante da crescente demanda por frutas orgânicas, busca-se não apenas produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a vida do consumidor, do agricultor e do meio ambiente, mas também, a preservação e ampliação da biodiversidade dos ecossistemas e a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água, atendendo assim ao tripé: ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável (ALTIERI, 2002).

Os agricultores já produzem todos os tipos de alimentos por meio do sistema orgânico desde hortigranjeiros, frutas, cereais, tubérculos, leguminosas e sementes. Alguns deles são: arroz, feijão, milho, uva, laranja, bergamota, morango, pêssego, maracujá, limão, mamão, vagem, mandioca, tomate, batata, trigo, alface, rúcula, couve, cenoura, brócolis, melancia, aipim, amora, cebola, beterraba, gengibre, beringela, caqui, ovos, batata-doce, abacaxi, banana, cará, açaí, etc (MARIANI; HENKES, 2014).

Como característica da agricultura orgânica a ausência do uso de defensivos químicos, favorece o estresse nas plantas, que proporciona a síntese de seus próprios mecanismos de defesa antioxidante, como por exemplo, o aumento no conteúdo de compostos fenólicos. Assim, a produção de alimentos orgânicos contribui para um maior conteúdo de compostos bioativos nos alimentos (ALTIERI, 2002).

Uma das explicações para os produtos orgânicos apresentarem menor teor de nitratos, um teor superior de matéria seca e um maior teor de vitamina C, provavelmente esteja ligado à menor quantidade e fontes menos disponíveis de nitrogênio nesse sistema de produção (DAROLT, 2003).

## 2.2 Maracujá

As espécies de *Passiflora* são popularmente conhecidas como maracujá, que pertencem à família Passifloraceae, nativa da América do Sul, cultivada em clima

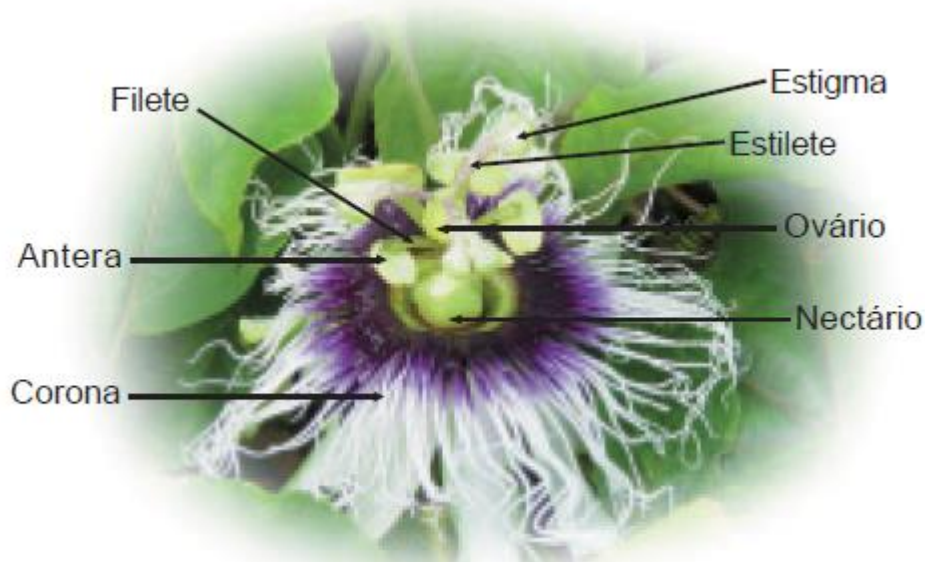


principalmente tropical e subtropical (KILLIP, 1938; NUNES; QUEIROZ 2001, 2006). Das 131 espécies de *Passiflora*, no Brasil encontram-se mais de 150 espécies nativas, entre os quais 60 produzem frutos, porém, as espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá-doce (*Passiflora alata*). No entanto, o maracujá-amarelo representa praticamente o volume total comercializado mundialmente (COSTA, 2012; PIRES; JOSÉ; CONCEIÇÃO, 2011).

### 2.2.1 Informações taxonômicas

O maracujazeiro é uma planta trepadeira inerme, caule cilíndrico, estriado, esparsamento viloso, gavinhas presentes, folhas alternas e arredondadas ou profundamente partidas, com bordos serrados, a planta produz entre 12 a 15 toneladas por hectare, as flores (Figura 1) e frutos variam na forma e coloração de acordo com a espécie e variedade (COSTA; NUNES; MELO, 2015; VILLAGRA; ROMANIUC NETO, 2011; CERVI; DUNAISKI JÚNIOR, 2004; LEORO, 2007).

**Figura 1.** Flor do maracujá-amarelo

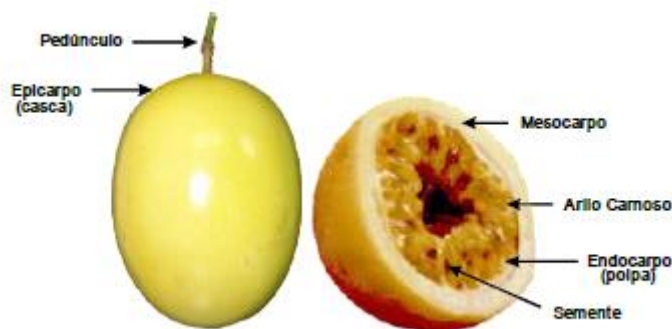


Fonte: COSTA et al., 2008.

Os frutos do maracujá-amarelo têm formato ovoide (alguns oblongos), o peso varia entre 70 a 130g, no estágio maduro possui casca fina, cor amarelo-canário, polpa ácida, suco amarelo a amarelo-alaranjado, com rendimento de suco 30% (FERRAZ,

2013). As partes que compõem o fruto do maracujá são o epicarpo, mesocarpo (albedo), arilo carnoso, endocarpo (polpa) e sementes (Figura 2).

**Figura 2.** Fruto do maracujá-amarelo.



Fonte: BRASIL, 2001.

### 2.2.2 Produção

Diversos fatores ambientais influenciam o crescimento e desenvolvimento do maracujazeiro, porém, os que apresentam maior influência é a umidade do solo, a temperatura, a altitude, a umidade relativa e a luminosidade. Os efeitos da altitude na planta estão relativamente associados aos da temperatura e luminosidade. Dentre estes fatores, o que pode ser controlado por meio de técnicas de manejo é a umidade do solo. O período do estágio de crescimento da planta, a produção e a qualidade de frutos passam a ser limitadas principalmente pela temperatura e luminosidade (COSTA et al, 2008).

No Brasil a produção de maracujá é realizada em todo o país, com a colheita em épocas distintas no ano, dependendo da região produtora. No Norte e Nordeste a produção é praticamente o ano todo e no Centro-Oeste, Sul e Sudeste, a safra ocorre normalmente entre os meses de novembro a agosto (PIRES; JOSÉ; CONCEIÇÃO, 2011). No ano de 2017, mais de 66% da produção concentrou-se nos estados da Bahia, Ceará, Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Norte, com aproximadamente 170.910 t (31%), 94,816 t (17%), 46.152 t (8%), 30.387 t (5%), 29.182 t (5%), respectivamente. Destacando-se a região Nordeste como a maior produtora de maracujá do país com 60% da produção brasileira (IBGE, 2017).

A produção é destinada ao consumo *in natura* e para indústria, na fabricação de sucos integrais, concentrados e néctar. Utilizam a polpa que é a parte mais aproveitada

do fruto, que é formada por sementes pretas cobertas de uma substância amarela translúcida, ligeiramente ácida, rica em água e de aroma acentuado (LEORO, 2007). E para uma boa aceitação dos consumidores, os frutos devem estar túrgidos, com a casca amarela, lisa ou pouco enrugada e sem manchas, além da ausência de danos decorrentes da presença de fungos ou ataque de insetos (FISCHER et al, 2007).

### 2.2.3 Pós-colheita e características físicas

Na fase pós-colheita, diversas e importantes alterações decorrentes de fatores de natureza física, fisiológica e patológica podem ocorrer, as quais interferem na conservação e nas características físicas, químicas e nutricionais dos frutos (FISCHER et al, 2007). E o ponto de colheita está diretamente relacionado com as características físico-química dos frutos durante a maturação. Igualmente ocorre com o fruto do maracujá que sofre influência direta do período da colheita nos parâmetros físico-químicos (VIANA-SILVA et al, 2010).

Por esse motivo, é essencial a correta determinação do estágio de maturação nos frutos para que seja efetuada a colheita no momento adequado. Para isso, são utilizados índices de maturação que correspondem às características de coloração da casca ou alterações químicas que ocorrem ao longo do processo de maturação dos frutos, como acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis (SS), conteúdo de açúcares, razão SS/ATT, rendimento em suco, ácido ascórbico, clorofila e carotenóides totais do suco. O índice de maturação deve assegurar a obtenção de um fruto com boa qualidade para que haja um melhor aproveitamento do seu potencial de comercialização (KLUGE; NACHTIGAL; BILHALVA, 2002).

As variações observadas entre polpa de maracujá recém-extraída do fruto e a polpa industrializada congelada são menores na densidade, pH, SS, ATT em ácido cítrico e na razão SS/ATT, mas extremamente elevadas quanto ao teor de ácido ascórbico, confirmando a sensibilidade desta vitamina em relação ao processamento (RAIMUNDO et al, 2009). Gomes et al (2006) avaliaram a qualidade físico-química da polpa de maracujá, e obtiveram no dia do preparo médias de 4,39% de ácido cítrico/100 mL para ATT, 14,3 °Brix para SST, 11,23 mg/100 mL de ácido ascórbico, 2,6 de pH, 3,27 e razão 1,047 g/mL de densidade.

## 2.2.4 Composição química

Embora centenas de espécies de *Passiflora* possam ser encontradas em todo o mundo, apenas algumas espécies são identificadas como comestíveis. Seus frutos apresentam propriedades benéficas à saúde, entre elas, atividade antioxidante, anti-inflamatória, antitérmica, analgésicas, sedativas, hipotensivas e exercem função neuroativa, demonstrando efeitos ansiolíticos e anticonvulsivantes (DEMBITSKY et al., 2011; PALOZZA et al, 2010; PORTO-FIGUEIRA et al, 2015; SARAVANAN; ARUNACHALAM; PARIMELAZHAGAN, 2014; SARAVANAN; PARIMELAZHAGAN, 2014; SHANMUGAM et al, 2016; SHANMUGAM et al, 2018; SHANMUGAM et al, 2017). Além disso, demonstram capacidade de proteger o corpo contra o câncer e diminuição e da quantidade de colesterol LDL na corrente sanguínea (RIED; FAKLER, 2011; ZHANG et al, 2015).

Os frutos do maracujá são ricos em minerais e vitaminas, especialmente A, C, tiamina, riboflavina e niacina, é também uma boa fonte de carotenóides, amins biogênicas (poliaminas, espermidina e espermina), fenólicos e alcalóides (BOMTEMPO et al, 2016; JIMÉNEZ et al, 2011).. Essa variedade de compostos bioativos irá depender da espécie do fruto e de sua distribuição no alimento (DHAWAN; DHAWAN; SHARMA, 2004). A presença de substâncias polifenólicos, ácidos graxos poli-insaturados, entre outras classes no fruto pode indicar o potencial do maracujá como alimento funcional. (ZERAİK et al, 2010; KOBORI; JORGE, 2005).

Várias pesquisas têm sido conduzidas para demonstrar o potencial do maracujá (fruto, casca e semente) para várias finalidades, sendo a atividade antioxidante e a atividade biológica mais estudada (ZERAİK et al, 2010; KOBORI; JORGE, 2005). Por serem ricos em minerais, vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides, que contribuem para os seus atributos sensoriais e nutricionais, e entre os carotenoides presentes, o  $\beta$ -caroteno é responsável pela cor amarelada típica do suco (DHAWAN; DHAWAN; SHARMA, 2004; TALCOTT et al, 2003; WONDRACEK et al, 2011; UENOJO; MARÓSTICA-JÚNIOR; PASTORE, 2007).

A quantidade de vitaminas, compostos fenólicos e de carotenoides em frutos é variável e depende, entre muitos fatores, do estágio de maturação e das condições de armazenamento (VEBERIC; COLARIC; STAMPAR, 2008). Esses compostos são sintetizados por vias metabólicas durante o desenvolvimento e a maturação de frutos com diferentes funções bioquímicas e físicas, participando em mecanismos de defesa,

fator de atratividade e como antioxidantes (POURCEL; ROUTABOUL; CHEYNIER, 2007).

Esses compostos bioativos presentes nos alimentos podem agir de diferentes formas, tanto no que se refere aos alvos fisiológicos como aos seus mecanismos de ação (BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009). Deste modo, determinar o conteúdo dessas substâncias e analisar o potencial de ação desse conjunto, além de, conhecer a sua estrutura e de extrema relevância. Logo que, para elaboração de estratégias que ajudam na prevenção de determinadas doenças se iniciar a partir desses estudos.

### 2.3 Compostos bioativos

São substâncias bioativas, que compreendem os nutrientes e não nutrientes e possuem ação metabólica ou fisiológica específica, dentre esses compostos estão os carotenoides, fitoesteróis, flavonoides, os fosfolipídeos, organosulfurados, polifenóis e probióticos (BRASIL, 2002). Esses compostos presentes nos alimentos podem agir de diferentes formas, tanto no que se refere aos alvos fisiológicos como aos seus mecanismos de ação (BASTOS, ROGERO, ARÊAS, 2009). Atuam na modulação da expressão de genes que codificam proteínas envolvidas em mecanismos intracelulares de defesa contra processos oxidativos e degenerativos de estruturas celulares, possuem capacidade de competir por sítios ativos e receptores nas diversas estruturas celulares, podem inibir a peroxidação de lipídios e, assim, prevenir o aparecimento de aterosclerose, infarto do miocárdio, dentre outras doenças. Além da sua ação antioxidante, efetuada principalmente pelo potencial de óxido-redução de determinadas moléculas bioativas, também conhecidas como antioxidantes (DAIMIEL; VASGAS; MOLINA, 2012).

São amplamente encontradas em produtos de origem animal (ácido graxo da família ômega 3, ácidos graxos conjugados), vegetal (carotenoides, fitoesteróis, terpenos, compostos fenólicos) ou micro-organismos. (ANGELO; JORGE, 2007; OLIVERIA; BASTOS, 2011). Dentre esses compostos os carotenóides além de serem corantes naturais dos alimentos possuem atividades biológicas, como a atividade pró-vitamina A. Além disso, outros efeitos benéficos à saúde humana têm sido atribuídos a estes compostos, pró-vitamínicos ou não, tais como aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas como câncer, degeneração macular, catarata e doenças cardiovasculares (KRIS-ETHERTON et al, 2002).

A ação dos carotenoides nas doenças crônicas tem sido associada especialmente à sua ação antioxidante, pela sua capacidade de seqüestrar o oxigênio singlete e reagir com radicais livres (YOUNG; LOWE, 2001). Entretanto, outros mecanismos também são conhecidos como a modulação do metabolismo carcinógeno, aumento da resposta imune, inibição da proliferação celular, incremento da diferenciação celular, estímulo da comunicação célula-célula e filtração de luz azul (PAIVA, 2004).

As vitaminas atuam em processos fisiológicos, dentre elas o ácido ascórbico é um cofator em diversos processos, incluindo a hidroxilação de prolina e lisina na síntese de colágeno e de várias outras proteínas do tecido conjuntivo, a síntese de norepinefrina e de hormônios adrenais, a ativação de hormônios peptídicos e a síntese de carnitina. O ácido ascórbico age ainda como antioxidante, além de facilitar a absorção intestinal de ferro e a manutenção do íon ferroso no plasma sanguíneo (TARRAGO-TRANI et al, 2012).

Ácido ascórbico é o nome dado ao conjunto de compostos (isômeros, formas sintéticas e produtos de oxidação) que apresentam atividade biológica semelhante à do ácido l-ascórbico (2,3-enediol-l-ácido glucônico-γlactona) (SPINOLA et al, 2013). É de enorme importância nutricional esta vitamina hidrossolúvel, já que sua deficiência causa escorbuto, enfermidade caracterizada por sangramento da gengiva, dificuldade na cicatrização de feridas, fadiga e anemia, e que pode ser fatal (PHILLIPS et al, 2010).

As principais fontes de ácido ascórbico são as frutas e hortaliças, particularmente as frutas cítricas e os vegetais folhosos (PHILLIPS et al, 2010). No entanto, o ácido ascórbico é considerado a vitamina mais propícia à degradação, diversos fatores afetam a sua estabilidade durante o armazenamento, incluem o pH do meio, a presença de oxigênio e de íons metálicos, e a temperatura por exposição ao calor. Assim, o ácido ascórbico está sujeito a perdas significativas ao longo do armazenamento ou do processamento, sendo oxidado (química ou enzimaticamente) a ácido deidroascórbico, que apresenta atividade vitamínica, mas que é ainda menos estável e sofre oxidação a ácido dicetogulônico, que se degrada em diferentes produtos, como: ácido oxálico, ácido xilônico e xilose. (TARRAGO-TRANI et al, 2012; SPINOLA et al, 2013).





Os frutos apresentam diferenças que podem ser observadas quanto ao conteúdo desses compostos bioativos e os benefícios à saúde mais significativos resultam principalmente de propriedades antioxidantes, anticancerígenas, antimutagênicas,

antimicrobianas, anti-inflamatórias e neuroprotetoras, e estes benefícios são mais relatados como ação do ácido ascórbico e compostos fenólicos (NILE; PARK, 2014).





### 2.3.1 Compostos fenólicos identificados em fontes vegetais

Os compostos fenólicos estão presentes em diversos alimentos de origem vegetal, desde leguminosas até os frutos, e são bastante estudados nessas matrizes, tanto seu teor total como a identificação desses compostos, desde modo, na Tabela 1 está listado o perfil dos compostos fenólicos nesses alimentos.

**Tabela 1.** Perfil de compostos fenólicos em leguminosas, frutos e seus subprodutos.







Espécie	Amostra	Compostos fenólicos	Autores
 <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp	Cultivar BRS Xiquexique	-epicatequina -ácido gálico -ácido ferúlico -ácido clorogênico	Moreira-Araújo et al, 2018
 <i>Morus</i>		-ácido mono-cafeoilquínico	Meinhart et al, 2019
 <i>Eugenia stipitata</i>		-ácidos hidroxibenzóicos -ácidos hidroxicinâmicos -flavonoides -antocianinas -elagitaninos	Soares et al, 2019
 <i>Spondias mombin</i>		-ácidos hidroxibenzóicos -ácidos hidroxicinâmicos -flavonoides -antocianinas -elagitaninos	Soares et al, 2019

**Tabela 1.** Perfil de compostos fenólicos em leguminosas, frutos e seus subprodutos (continuação).

Espécie	Amostra	Compostos fenólicos	Autores
<p>Cambuití</p>  <p><i>Sageretia elegans</i></p>		<p>-ácidos hidroxibenzóicos</p> <p>-ácidos hidroxicinâmicos</p> <p>-flavonoides</p> <p>-antocianinas</p> <p>-elagitaninos</p>	Soares et al, 2019
<p>Cereja</p>  <p><i>Prunus cerasus</i></p>		<p>-ácido mono-cafeoilquínico</p>	Meinhart et al, 2019
<p>Laranja-de-sangue</p>  <p><i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck</p>	Cultivares	<p>-lucenina-2</p> <p>-vicenina-2</p> <p>-stelarín-2</p> <p>-lucenina-2 4'-metil éter</p> <p>-scoparina</p> <p>-quercetina-3-O-(2-rhamnosyl)-rutinoside</p> <p>-quercetina-3-O-hexosido</p> <p>-quercetina 3-hidroxi-3-metilglutaril-glicósido</p> <p>-narirutina 4'-O-glucósido</p> <p>-crossosiol 7-O-peroesperidido</p>	Barreca et al, 2016
<p>Kumquat</p>  <p><i>Fortunella japonica</i></p>		<p>- ácido dicaffeoylquinic</p>	Meinhart et al, 2019



**Tabela 1.** Perfil de compostos fenólicos em leguminosas, frutos e seus subprodutos (continuação).

Espécie	Amostra	Compostos fenólicos	Autores
 <i>Mangifera indica</i> 'Mango Ataulfo'	Polpa	-ácido gálico, -hidroxicinâmico -hidroxibenzóico -clorogênico -vanílico -protocáico	Blanca- Benitez et al, 2015 Palafox- Carlos et al, 2011
 Mirtilo <i>Vaccinium myrtillus</i>		- ácido cafeico -ácido mono-cafeoilquínico	Meinhart et al, 2019
 Morango <i>Fragaria x ananassa</i>		-ácido mono-cafeoilquínico	Meinhart et al, 2019
 Murici-vermelho-da-amazônia <i>Byrsonima arthropoda</i>		-ácidos hidroxibenzóicos -ácidos hidroxicinâmicos -flavonoides -antocianinas -elagitaninos	Soares et al, 2019
 Pitaya <i>Hylocereus undatus</i>		- ácido cafeico	Meinhart et al, 2019
 Tangerina <i>Citrus reticulata</i> Blanco	Casca	-hesperidina -naringina -tangeritina -rutina	Ferreira et al, 2018 Gómez-Mejía et al, 2019

**Tabela 2.** Compostos fenólicos em espécie de *Passiflora*.

Espécie	Extrato	Compostos fenólicos	Autores
<i>Passiflora galbana</i> Mast.	Folha seca	-isovitexina -rutina	Gomes et al, 2017
<i>Passiflora malacophylla</i> Mast.	Folha seca	-orientina	Gomes et al, 2017
<i>Passiflora morifolia</i> Mast.			
<i>Passiflora mucronata</i> Sessé e Moc.	Folha seca	-rutina	Gomes et al, 2017
Maracujá-açu <i>Passiflora alata</i> Curtis	Folha seca		Gomes et al, 2017
Maracujá-amarelo	Folha seca	-ácido dicaffeoylquinic	Meinhart et al,
<i>Passiflora edulis</i> Sims. f <i>flavicarpa</i> Deg	Suco	-isorientina -orientina -isovitexina -quercetina -kaempferol	2019 Gomes et al, 2017 Osma et al, 2019
Maracujá-banana <i>Passiflora molíssima</i>			
Maracujá-brabo <i>Passiflora</i> <i>cincinnata</i> Mast	Folha seca	-isorientina -isovitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-de-cacho <i>Passiflora racemosa</i> Brot	Folha seca	-orientina -isovitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-carambola <i>Passiflora capsularis</i> L.	Folha seca	-orientina -vitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-de-cortiça <i>Passiflora suberosa</i> L.	Folha seca	-rutina	Gomes et al, 2017
Maracujá doce <i>Passiflora ligularis</i>		-ácido dicaffeoylquinic	Meinhart et al, 2019
Maracujá-gigante <i>Passiflora quadrangulares</i> L.	Folha seca	- isovitexina	Gomes et al, 2017

Fonte: AUTORA, 2019.

**Tabela 2.** Compostos fenólicos em espécie de *Passiflora* (continuação).

Espécie	Extrato	Compostos fenólicos	Autores
Maracujá-maça <i>Passiflora maliformis</i> L.	Folha seca	-isovitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-do-mato <i>Passiflora setacea</i> DC.	Folha seca	-orientina -vitexina -isovitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-rajado <i>Passiflora vitifolia</i> Kunth	Folha seca	-isovitexina	Gomes et al, 2017
Maracujá-roxo <i>Passiflora edulis f.</i> <i>edulis</i> Sims	Folha seca	-isoorientina -orientina -isovitexina	Gomes et al, 2017

Fonte: AUTORA, 2019.

Diante do exposto, resalta-se a importância da identificação dos compostos fenólicos nos alimentos de origem vegetal, devido a diversidade desses compostos, entre as espécies e até mesmo na própria planta, além de poder-se categorizar o maracujá-amarelo quanto aos fenólicos presentes e ao conteúdo de cada composto.

#### 2.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são denominados fitoquímicos, são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, são formados em diversas condições de estresse, tais como infecções, ferimentos, radiações UV. Diferem-se por possuírem um ou mais anéis aromáticos e um ou mais grupo hidroxilo (ARAÚJO et al, 2011; FERGUSON et al., 2001; NACZK; SHAHIDI, 2004).

Embora não sejam considerados nutrientes, estes compostos apresentam propriedades muito interessantes, como uma intensa capacidade antioxidante, capacidade anti-mutagénica e anti-cancerígena (HAN et al, 2007). A maioria dos compostos fenólicos é absorvido na parte superior do intestino, e por essa mesma razão esta região tem sido apontada como um local de quimioprevenção (HERVERT-HERNÁNDEZ et al, 2011).

Os compostos fenólicos podem inativar  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glucosidase e lipase através de uma ligação não específica as enzimas, essa inibição no intestino delgado está associada ao atraso da absorção intestinal de glicose e à redução dos níveis de glicose pós-prandial, sendo uma das principais estratégias utilizadas para o tratamento de *diabetes mellitus* na medicina moderna (ZHANG et al, 2015; BALAN et al, 2017; HANHINEVA et al, 2010).

Esses compostos encontram-se largamente em plantas e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Os fenólicos, em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem na pigmentação. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (ANGELO; JORGE, 2007).

Estes compostos estão categorizados em diversas classes, devido a sua diversidade estrutural e grande variedade de combinações na natureza (FERGUSON et al, 2001; ARAÚJO et al, 2011; ANGELO; JORGE, 2007). Os compostos fenólicos dividem-se em cinco famílias: ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos, cumarinas e taninos (SHEN et al, 2009; FERGUSON, 2001; QUIRÓS-SAUCEDA et al, 2014).

Esses compostos nos alimentos de origem vegetal estão localizados em diferentes órgãos e dentro das células em vacúolos. Devido a isto, a extração de compostos fenólicos em matrizes alimentares é influenciada pela natureza e tamanho das partículas nos alimentos, natureza química dos compostos, proporção de solvente para amostra, tempo de extração, liberação dos compostos por meio de hidrólise alcalina, ácida ou reações enzimáticas, tempo e condições de armazenamento e a presença de substâncias que interferem no processo de isolamento. (CHANDRASEKARA, 2019; MURKOVIC, 2016; NAZCK; SHAHIDI, 2006).

Sendo necessário fragmentar as estruturas e as células em partículas menores possíveis para uma extração eficiente. Nos alimentos sólidos deve-se triturar e homogeneizar, e os que possuem um elevado teor de lipídios, em seguida realiza-se o desengorduramento com um solvente orgânico. As amostras líquidas, por exemplo, sucos de frutas, somente diluição e filtração (CHANDRASEKARA et al, 2016 ; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2011; MURKOVIC, 2016; 2003). Estes compostos são sensíveis a luminosidade, por isso, a extração deve ser na ausência da luz.

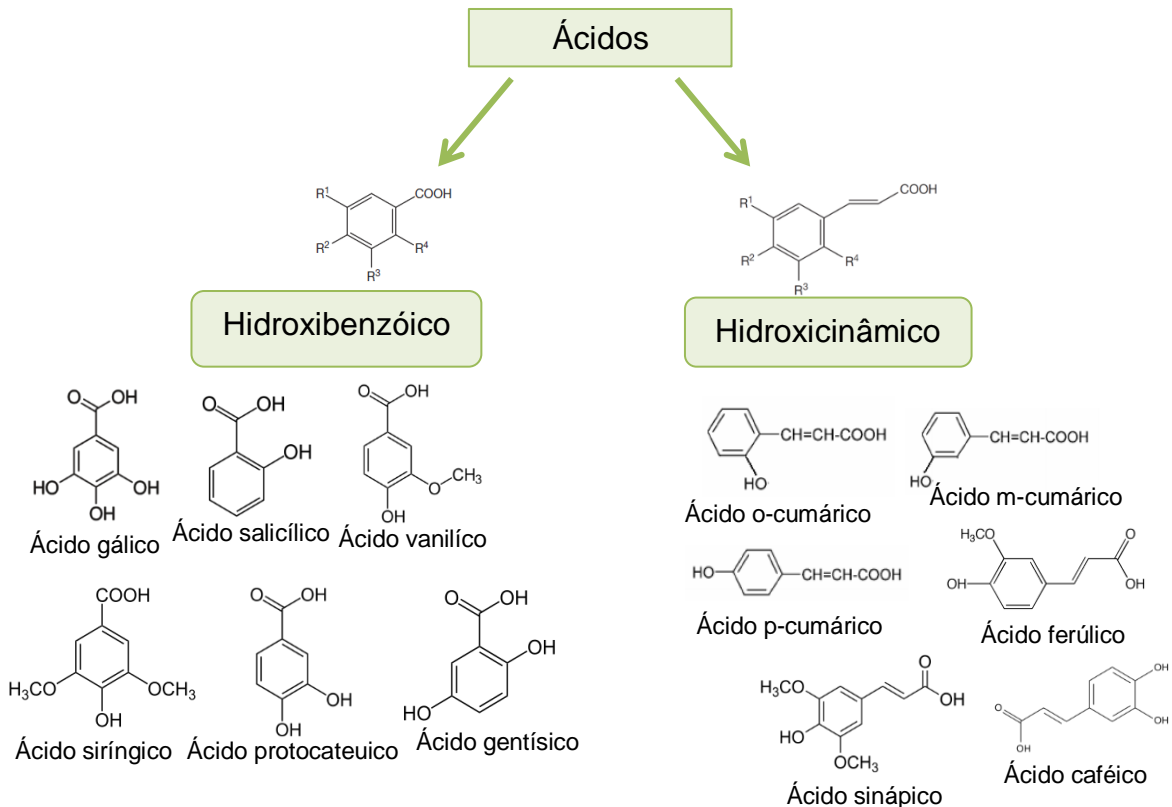
Os compostos fenólicos liberados podem variar de acordo com as técnicas de extração utilizadas, dentre as disponíveis a extração por ultra-som é considerada um

método alternativo aos métodos clássicos de extração de compostos fenólicos devido à sua alta eficiência, baixo consumo de energia e água. As ondas de ultra-som contribuem para o rompimento das paredes celulares e redução do tamanho das partículas. Além disso, eles aumentam a transferência de massa do conteúdo celular para o solvente através do colapso das bolhas produzidas pela cavitação (CHANDRASEKARA et al, 2016; WANG et al, 2008; PANIWNYK et al, 2001).

#### 2.4.1 Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos pertencem a um grupo altamente diversificado de fitoquímicos, fenólicos que são encontrados em todos os alimentos de origem vegetal na dieta humana (CHANDRASEKARA, 2019). São divididos em ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos.

**Figura 3.** Estrutura química dos ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos.



Fonte: CLIFFORD; SCALBERT, 2000; MURKOVIC, 2016; SHAHIDI; NAZCK, 2004.

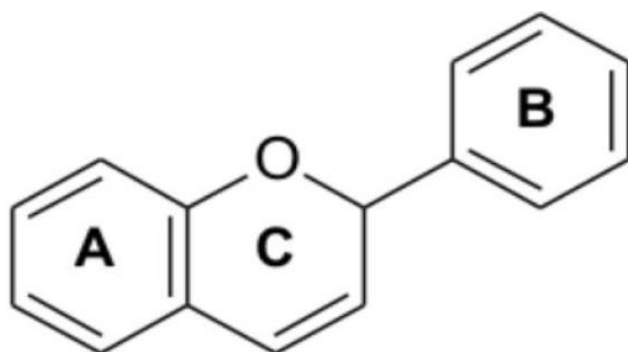
Os ácidos fenólicos exercem atividade antioxidante eliminando o radical hidroxila, ânion radical superóxido, vários radicais orgânicos, radical peroxil, peroxinitrito e oxigênio singlete. Além disso, alteram as vias de sinalização celular, atuam na quebra da cadeia e agentes redutores, produzem radicais fenólicos

durante o processo de eliminação dos radicais livres que podem ser estabilizados, por meio, de ligações de hidrogênio intramoleculares. São compostos com vários benefícios à saúde, tais como atividades anti-inflamatória, antibacteriana, antiproliferativa, anticarcinogênica e antioxidante (AMBRIZ-PÉREZ et al, 2016; CHANDRASEKARA, 2019; CHEN et al, 2015; CHENG 2007).

#### 2.4.2 Flavonoides

Os Flavonoides são identificados quanto à sua estrutura como: flavanonas, flavonas, flavonóis, antocianinas e isoflavonóides. A substituição dos grupos hidroxilo, metilo, glicosilo e acilo originam muitas estruturas diferentes. São caracterizados por possuírem dois anéis aromáticos ligados a três átomos de carbono que se liga a um átomo de oxigênio e dois átomos de carbono do anel aromático. Nos alimentos estes compostos podem contribuir para uma maior sensação de sabor amargo, adstringência e cor (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al, 2010).

**Figura 4.** Estrutura química dos flavonoides.



Fonte: ANGELO; JORGE, 2007.

Estes compostos são reconhecidos pelo seu grande poder antioxidante, o que confere estabilidade oxidativa aos produtos onde se encontram presentes. São compostos benéficos em determinadas doenças, como é o caso de doenças cardiovasculares, algumas formas de cancro, doenças neurodegenerativas, diabetes e osteoporose (MOUSSA-AYOUB et al, 2011).

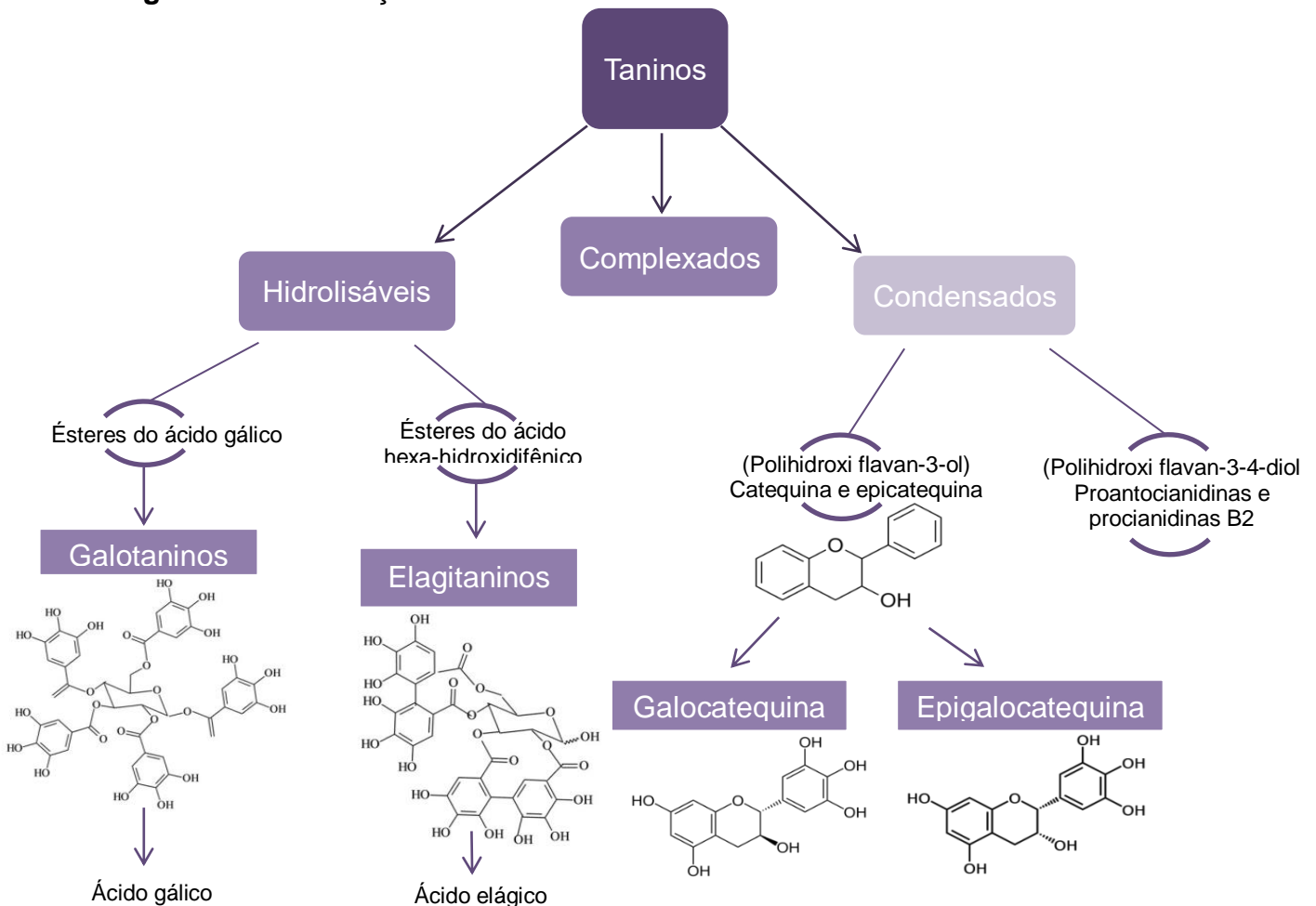
Muitas frutas e vegetais são ricos em flavonóides. Existe um forte consenso de que os flavonoides e polifenóis relacionados são responsáveis por grande parte da atividade antioxidante de frutas e vegetais. O consumo de flavonoides regularmente aumenta a longevidade, reduzindo a inflamação e contribui para a melhoria da

aterosclerose. Os flavonoides além de capturarem radicais livres e espécies reativas de oxigênio apresentam atividade antiinflamatória, antialérgica, antiviral, antibacteriana, antifúngica, antitumoral e anti-hemorrágica (REYNERTSON, 2007).

### 2.4.3 Taninos

Os taninos possuem o peso molecular relativamente alto, constituem uma classe de polifenóis e, segundo a estrutura química, são classificados em taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis (OSZMIANSKI et al, 2007).

**Figura 5.** Classificação dos taninos.



Fonte: LADDHA; KULKARNI, 2019.

Os taninos hidrolisáveis são um poliol (D-glicose) ligado à fração hidroxila com ácidos fenólicos como ácido gálico e ácido elágico, formados a partir do chiquimato (KHANBABAEE; REE, 2001; BURNS et al, 2000). Já taninos condensados, denominados proantocianidinas, são oligômeros e polímeros de flavan-3-ol (catequina)

e/ou flavan-3,4-diol (leucocianidina), produtos do metabolismo do fenilpropanol e exibem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina (KHANBABAE; REE, 2001; MONTEIRO et al, 2005). Os taninos podem se ligar e precipitar proteínas, entre outros compostos orgânicos, como aminoácidos e alcaloides (KHANBABAE; REE, 2001).

Esses compostos são responsáveis pela adstringência de muitos frutos e produtos vegetais, devido à precipitação de glucoproteínas salivares (MONTEIRO et al, 2005). Atuam na supressão de diversas vias metabólicas como do estresse oxidativo, fluxo da via do poliol, via da hexosamina e ativação da proteína quinase C e principais alvos, como fator nuclear-kappa beta (NF $\kappa$ β), fator de crescimento transformador β (TGF-β), polimerase poli ADP-ribose (PARP), interleucina-6 (IL-6), interleucina-1 beta (IL-1β), proteína quinase ativada por mitogênio (MAPK), fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) (LADDHA; KULKARNI, 2019).

O ácido gálico, o ácido elágico, a catequina e a epicatequina proantocinidina, atenuam a superexpressão de NF- $\kappa$ β, AMPK, TGF-β, PARP e IL-6, que são o principal alvo envolvido na progressão de complicações diabéticas (MOHABBULLA MOHIB et al., 2016).

Os compostos fenólicos presentes nas frutas possuem potencial de reduzir o nível do estresse oxidativo celular, tem se dado grande destaque a essa atividade antioxidante (RUFINO et al., 2009; HASSIMOTTO et al, 2005). As frutas e vegetais que contem esses compostos são fonte natural de antioxidantes (KCHAOU et al, 2014; PERTUZATTI et al, 2014; ROMOJARO et al, 2013).

## 2.5 Atividade antioxidante

A produção de radicais livres constitui um processo contínuo e fisiológico, para realizar funções biológicas relevantes. Sua produção é regulada por diversos processos e vias metabólicas, atuando como mediadores na sinalização extra e intracelular, porém, a produção excessiva pode conduzir a danos oxidativos. O estresse oxidativo é caracterizado pelo acúmulo intracelular de compostos reativos ao oxigênio, e ao nitrogênio, chamadas espécies reativas de oxigênio (EROs) e de nitrogênio (ERN), e normalmente ocorre nas células como consequência de um desequilíbrio do sistema redox (CUNNINGHAM et al, 2012; MESTMAM et al, 2012).



O dano dos EROs nos tecidos é através da peroxidação lipídica que resulta em alterações nas biomembranas celulares (SKRZYDLEWSKA et al, 2002).

O processo inflamatório crônico e de baixa intensidade, também denominado de metainflamação ou inflamação metabólica, consiste no aumento da resposta inflamatória devido ao excesso de nutrientes que podem ativar vias de sinalização relacionadas à resposta inflamatória (GREGOR; HOTAMISLIGIL, 2011).

Dentre esses nutrientes, a presença de lipopolissacarídeos (LPS) e de ácidos graxos saturados (AGS) estimulam a via de sinalização do fator de transcrição denominado fator de transcrição nuclear kappa B (NF- $\kappa$ B), enquanto a presença de fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ) estimula duas vias, a de sinalização do NF- $\kappa$ B e da proteína-1 ativadora (AP-1). A ativação dessas vias resulta no aumento da expressão de genes que codificam para proteínas envolvidas na resposta inflamatória. Neste processo inflamatório os compostos bioativos atuam inibindo a ativação da IKK que promove a fosforilação do inibidor do fator de transcrição NF- $\kappa$ B (IKB- $\alpha$ ) e a ativação das proteínas JNK que ativam a AP-1 (BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009).

Este processo inflamatório crônico está associado a diversas doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes melito tipo 2, doenças cardiovasculares e câncer (GREGOR; HOTAMISLIGIL, 2011). No organismo humano, o sistema de defesa antioxidante consiste em uma série de enzimas antioxidantes além de numerosos compostos antioxidantes endógenos e de origem dietética que reagem com as EROs neutralizando-as. O sistema de defesa antioxidante enzimático inclui superóxido dismutase (SOD), glutathiona peroxidase (GSH-Px) e catalase (GRROT et al, 2012).

A ingestão insuficiente de compostos bioativos (CBAs) constitui componente de risco para as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Estes compostos interferem em alvos fisiológicos específicos, modulando a defesa antioxidante, defesa frente a processos inflamatórios e mutagênicos (OLIVEIRA; BASTOS, 2011). As principais categorias de compostos fenólicos são os ácidos fenólicos, flavonóides, taninos e estilbenos (RAHMAN; BISWAS; KIRKHAM, 2006) Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar elétrons, mas também de forma indireta, em virtude de ser um potencial modulador de vias de sinalização antioxidante e anti-inflamatória, como as supracitadas (SOARES et al, 2015).

Para que um composto químico possa exercer atividade biológica, deve atingir o alvo fisiológico numa concentração mínima que determine tanto esse efeito biológico

quanto o mecanismo de ação, a concentração fisiológica dos mesmos é relativamente restrita e a biodisponibilidade constitui importante fator de controle (OLIVEIRA; BASTOS, 2011).

Apesar da associação dos compostos fenólicos de alimentos com benefícios à saúde humana, somente nos últimos anos tem se discutido com maior ênfase a relação do seu potencial bioativo e sua biodisponibilidade (AUGES et al, 2008; CROZIER; DEL RIO; CLIFFORD, 2010; ALMINGER et al, 2014; BLANCAS-BENITEZ et al, 2014; WANG; HE; CHEN, 2014).

## 2.6 Bioacessibilidade e biodisponibilidade de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são abundantes em frutas, vegetais e alimentos derivados, os mesmos, são consistentemente associados à redução no risco de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas. (SPENCER et al, 2008).

É um dos principais componentes alimentares responsáveis pelas propriedades antioxidantes de muitos alimentos, além de modular a atividade de diferentes enzimas como telomerase, lipoxigenase e cicloxigenase, interagir com receptores e vias de transdução de sinais, regular o ciclo celular, entre outras ações, essenciais para a manutenção da homeostase dos organismos vivos (BOUAYED; HOFFMANN; BOHN, 2011; D'ARCHIVIO et al, 2007).

No entanto, esses compostos podem ser sensíveis a condições de digestão influenciando na comprovação de que estes compostos estão na matriz alimentar em níveis necessários para exercerem efeitos benéficos ao organismo (CHIANG; KADOUH; ZHOU, 2013; NIMALARATNE, 2015; CROWE; FRANCIS, 2013). Desse modo, é importante considerar qual a fração desses componentes não é destruída na digestão, pelo fato que nem sempre uma maior ingestão se relaciona com uma maior concentração dos componentes relevantes nos tecidos alvo, podendo haver uma fraca absorção, uma elevada metabolização e/ou uma rápida eliminação (TAGLIAZUCCHI et al, 2010).

Assim, é necessário estabelecer qual a biodisponibilidade e a eficácia destes compostos, bem como compreender o significado deste conceito. O termo biodisponibilidade refere-se à quantidade que determinado composto é digerido, absorvido, e estará circulante no organismo, ou seja, abrangem os processos de liberação da substância da matriz, absorção pelo organismo, distribuição, metabolismo

e excreção (D'ARCHIVIO et al, 2007). Desta forma, para ocorrer à biodisponibilidade de um composto inicialmente deve ser liberado da matriz alimentar em que estão inseridos, a fração liberada fica disponível para ser absorvida denominada de bioacessível (CILLA, 2013).

O que ocorre nesta etapa inicial é denominado bioacessibilidade, este termo é definido como a quantidade de um determinado composto que é liberado de uma matriz alimentar, tornando-se disponível para absorção intestinal. Sendo este o primeiro fator limitante para a investigação da biodisponibilidade. Em seguida, os compostos bioacessíveis são transportados do intestino para a veia porta, para atingirem a corrente sanguínea e serem metabolizados no fígado (CILLA, 2013).

Para o estudo da biodisponibilidade os modelos de simulação *in vivo* e *in vitro* surgem como ferramentas importantes (HUR, 2011; MINEKUS et al, 2014). Embora seja extremamente relevante fisiologicamente por fornecer resultados valiosos os métodos *in vivo* apresentam complexidades que implicam em um elevado custo e consumo de tempo, uma grande variabilidade interindividual, assim como restrições éticas (MINEKUS et al, 2014; CILLA et al, 2013).

Deste modo, surgiram os modelos *in vitro* na tentativa de superar a maioria dessas limitações do *in vivo*, estes modelos são mais rápidos, mais baratos e mais simples, não possuem restrições éticas permitindo avaliar as concentrações dos compostos em qualquer ponta da digestão (MINEKUS et al, 2014; CILLA et al, 2013).

Estes modelos *in vitro* são amplamente utilizados para avaliar o comportamento gastrointestinal de alimentos em condições simuladas permitindo o estudo das mudanças estruturais, da digestibilidade alimentar, da liberação desses componentes, que resultam na biodisponibilidade e bioacessibilidade de um composto. Embora, por se apresentarem como uma alternativa útil, os resultados obtidos nestes modelos são muitas vezes diferentes dos obtidos nos modelos *in vivo* (HUR, 2011).

Esta diferença deve-se à enorme complexidade físico-química e fisiológica do processo digestivo no trato gastrointestinal humano que compreende desde processos mecânicos, como a mastigação, assim como, condições de pH e temperatura, força iônica, condições enzimáticas e bioquímicas, composição química dos fluídos, fluxo do alimento, períodos de incubação em cada órgão e a microbiota existente no organismo. E deve-se ainda considerar a variabilidade entre indivíduos (idade, estado patológico, estados de jejum, entre outros) (HUR, 2011).

Diversos fatores comprometem a biodisponibilidade de compostos bioativos contidos nos alimentos fatores exógenos e endógenos. Os fatores exógenos são a complexidade da matriz alimentar, a forma química da substância de interesse, e a estrutura e quantidade de outros compostos presentes na dieta. Já os fatores endógenos compreendem a massa da mucosa e o tempo de trânsito intestinal, esvaziamento gástrico, o metabolismo da substância e o grau de conjugação, ligação com as proteínas de transporte no sangue e tecidos, a composição da microflora intestinal e o perfil genético do indivíduo (JACOBS et al, 2007; FRASSETTO et al, 2001; GUGLIUCCI; BASTOS, 2009; GUGLIUCCI; BASTOS, 2009; CROZIER; JAGANATH; CLIFFORO, 2009; SCHOLZ; WILLIAMSON, 2007).

Devido ao fato de o organismo reconhecer os compostos bioativos como xenobióticos, a sua biodisponibilidade durante a absorção depende das reações de biotransformações das fases I e II, que ocorrem principalmente no fígado e intestino (JACOBS et al, 2007; MURIEL, 2009; BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009).

O metabolismo de compostos fenólicos depende da complexidade e polimerização da sua estrutura podendo ser absorvidos no estômago, intestino delgado, ou atingir o cólon praticamente sem alterações (CADORNA et al, 2013; GONZALEZ-AGUILAR, 2011; PALAFOX-CARLOS, et al. 2012).

Uma pequena parcela de compostos fenólicos inicia sua absorção no estômago, seguem para o intestino e são rapidamente absorvidos (principalmente no lúmen do intestino delgado), os compostos que não foram absorvidos passam para o intestino grosso, onde são degradados pela microflora do cólon em ácidos fenólicos simples e posteriormente absorvidos (DEL RIO et al, 2009; KONISHI; ZHAO; SHIMIZU, 2006; LAFAY et al, 2006; LAFAY; GIL-IZQUIERDO, 2008; KARAKAYA, 2004; MANACH et al, 2005; MULLEN et al, 2006; SPENCER et al, 2008).

Os compostos fenólicos ligados a açúcares (glicosídeos) para serem absorvidos é necessário que ocorra a desglicosilação dos mesmos, este processo é controlado pela ação de enzimas produzidas no intestino delgado, resultando na liberação de um aglicona. Esta forma pode ser metabolizada no intestino por meio de enzimas produzidas pelas bactérias intestinais, formando metabólitos sulfatados, glucuronidados e metilados (CROZIER; DEL RIO; CLIFFORD, 2010; DENNY; BUTTRISS, 2007).

Os metabólitos e compostos fenólicos quando absorvidos, podem alcançar o fígado pela veia portal, local onde sofrerão metabolização de fase II, podendo entrar na circulação sistêmica, serem distribuídos aos órgãos e/ou excretados na urina, ou voltar

para o intestino delgado por meio da bile (CROZIER; DEL RIO; CLIFFORD, 2010; DEL RIO et al, 2010; CADORNA et al, 2013). Os que não foram absorvidos podem exercer atividade biológica no intestino e estômago e interagir com a microbiota intestinal, modulando o microbioma (GUGLIUCCI; BASTOS, 2009; DEL RIO et al, 2009; SELMA et al, 2009).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

- Identificar e avaliar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos, teor de minerais e atividade antioxidante no maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) produzido nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.

#### 3.2 Específicos

- Determinar as características físicas, a composição centesimal e o teor de compostos bioativos no maracujá convencional e orgânico.
- Verificar o teor de minerais do maracujá convencional e orgânico e a adequação da ingestão em crianças e adultos.
- Analisar os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e taninos condensados, antes e após o processo de digestão gastrointestinal *in vitro*.
- Determinar a atividade antioxidante, antes e após o processo de digestão gastrointestinal *in vitro*.
- Identificar os compostos fenólicos presentes no maracujá, antes e após o processo de digestão simulada *in vitro*.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Local e Período do Estudo

As análises de composição centesimal, bioacessibilidade e identificação de compostos fenólicos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos da Universidade Federal do Piauí – UFPI (LABROMBIOQ-UFPI). A análise de minerais foi realizada em colaboração com pesquisador do Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL-SP), no período de março de 2018 a março de 2019.

### 4.2 Aquisição das matérias-primas

As amostras dos frutos do maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) do sistema de cultivo convencional foram adquiridas no comércio varejista localizado no município de Teresina-PI (Figura 4 A). Os frutos do sistema de cultivo orgânico (Figura 4 B) em loja de produtos naturais contendo em sua embalagem o selo de certificação orgânica o SISORG (Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade Orgânica).

**Figura 6.** Maracujá convencional e maracujá orgânico.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Ambos os frutos são oriundos do estado do Ceará, sendo os frutos do sistema de cultivo convencional proveniente do município de Ibiapina e do cultivo orgânico do município de São Benedito. Os frutos foram adquiridos em dois lotes de acordo com a classificação em escalas de cores (BRASIL, 2001), foram selecionados na cor 3 (Figura 2).

**Figura 7.** Classificação do maracujá amarelo de acordo com a coloração da casca.



Fonte: BRASIL, 2001.

#### 4.3 Preparo das amostras

Os frutos foram inicialmente lavados em água corrente para a remoção das sujidades e sanitizados em hipoclorito de sódio à 200 ppm, por imersão durante 15 minutos em temperatura ambiente e depois secos com papel toalha. Utilizou-se 15 maracujás para a extração do suco, feita por um corte transversal com uma faca de aço inoxidável, seguida da retirada da polpa e a separação do suco com auxílio de peneira plástica.

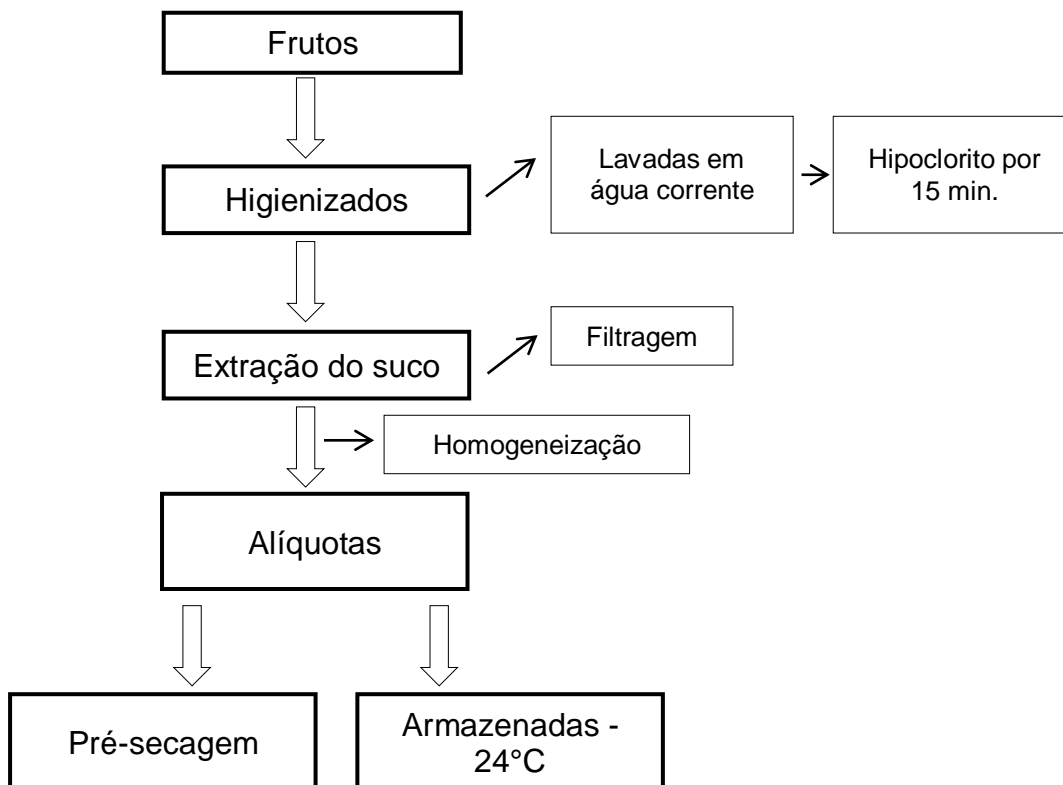
O suco foi homogeneizado por agitação, inversão e troca de recipientes, retiradas alíquotas do fundo, meio e topo do recipiente e depois misturadas para obter as amostras laboratoriais para realização das análises (GONÇALVES, 2016; CECCHI, 2003). Imediatamente após esse processamento foi realizado as análises físico-químicas.

Para análise de composição centesimal o suco do maracujá passou por uma pré-secagem em banho maria (SL 155, Piracicaba, Brasil) a 60°C por 4 horas. Para a realização das demais análises as alíquotas dos sucos foram acondicionadas em tubos



plásticos de 50 mL e armazenadas sob congelamento a  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises (Figura 2).

**Figura 8.** Fluxograma do preparo dos frutos para análise.



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4.4 Análises físico-químicas

##### 4.4.1 Potencial hidrogênioônico (pH)

Para a análise de pH foi utilizado o potenciômetro de bancada (pH 21, Woonsocket, Estados Unidos). Foram medidos 10 mL do suco de cada tipo de maracujá em um becker de 50 mL. Para cada amostra foram realizadas três leituras sobre a mesma amostra totalizando seis leituras para os tratamentos (AOAC, 2005).

##### 4.4.2 Acidez total titulável em ácido cítrico

A determinação da acidez total titulável em ácido cítrico foi realizada por titulação com a solução hidróxido de sódio (0,1 N), em 20 mL de suco dos dois tipos de maracujá, usando como indicador 4 gotas de fenolftaleína a 1% até a primeira

coloração rósea persistente (AOAC, 2005). A concentração da acidez foi obtida utilizando a fórmula a seguir.

$$\text{Acidez em ácido cítrico (\%)} = \frac{V \text{ (mL)} \times f \times 100 \times \text{eg.q.}}{P}, \text{ no qual,}$$

V = volume (mL) de solução de NaOH 0,1 N gastos na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH 0,1 N

eg.q = peso equivalente do ácido (ácido cítrico - 64,04)

P = número de g de amostra

#### 4.4.3 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais foram determinados através da leitura direta em refratômetro tipo Abbé e os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

### 4.5 Composição centesimal

#### 4.5.1 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por meio do método de secagem em estufa (MOD-EL-1.2, Ribeirão Preto, Brasil) à temperatura de 105 °C (AOAC, 2005). Foram pesados 5 gramas (g) da redução do maracujá, em triplicata, em cápsula de porcelana. A cápsula com a amostra foi levada a estufa a 105 °C por 24 horas (h), em seguida colocou-se em dessecador por 30 minutos (min) e, posteriormente, a pesagem foi realizada. O teor de umidade (%) foi obtido pela fórmula.

$$\text{Teor de umidade} = \frac{100 \times N}{P}, \text{ em que,}$$

N = n° de gramas de umidade

P = n° de gramas de amostra.

#### 4.5.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por incineração em forno mufla (MA38512, São Paulo, Brasil) à temperatura de 550 °C, sendo os resultados obtidos em porcentagem (AOAC, 2005). Pesou-se 3 g de amostra, em triplicata, em cadinho. As amostras foram carbonizadas em bico de *Bunsen* e posteriormente incineradas por 24 h a 550 °C. Ao final, os cadinhos com amostra incinerada foram colocados em dessecador por 40 min e posteriormente pesados. O teor de cinzas (%) foi obtido pela fórmula.

$$\text{Teor de cinzas} = \frac{100 \times N}{P}, \text{ na qual,}$$

N = n° de gramas de cinzas.

P = n° de gramas de amostra.

#### 4.5.3 Lipídios

Os lipídios (correspondentes à fração extrato etéreo) foram determinados em extrator intermitente de gordura (AOAC, 2005) utilizando o solvente hexano. Para realização da análise pesou-se 3 g, em triplicata de amostras secas (obtidas da análise de umidade). Foram colocadas em cartuchos e acopladas no equipamento (MA491, São Paulo, Brasil), depois adicionado 100 mL de hexano e mantida em extração contínua por seis horas à 60 °C. Após o término da extração, os tubos coletores de lipídios com o resíduo foram transferidos para a estufa à 105 °C, durante uma hora. Ao final, foram colocados em dessecador por 30 min e pesados. O peso do resíduo foi utilizado para determinar o teor de lipídios (%) pela fórmula.

$$\text{Teor de lipídios} = \frac{100 \times N}{P}, \text{ em que,}$$

N = n° de gramas de lipídios.

P = n° de gramas de amostra.

#### 4.5.4 Proteínas

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de macro-*Kjeldahl*, o qual se baseia na destruição da matéria orgânica (digestão), em seguida da destilação,

sendo o nitrogênio dosado por titulação. Para converter o nitrogênio total em proteínas utilizou-se o fator de conversão 5,15 (AOAC, 2005).

Para a etapa da digestão, foi realizado a pesagem de 0,5 g de amostra em papel manteiga, sendo este conjunto colocado em tubo digestor juntamente com a mistura catalítica e 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. A digestão foi realizada a 400 °C, em média, por 4 h no bloco digestor. Em seguida, as amostras foram destiladas (TE-0363, São Paulo, Brasil) e tituladas com NaOH 0,1N para determinação do nitrogênio e posterior cálculo do conteúdo de proteínas, utilizando as fórmulas a seguir.

$$\%N = \frac{(\text{Média mL NaOH branco} - \text{mL NaOH da amostra} \times 0,1N \times 14,007 \times 100 \times \text{Fator } H_2SO_4)}{g \times 1000}$$

$$\%P = \%N \times F, \text{ na qual,}$$

%N= porcentual de nitrogênio

Média mL NaOH (branco)= volume de hidróxido de sódio utilizado na titulação.

Média mL NaOH (amostra)= volume de hidróxido de sódio utilizado na titulação.

Fator  $H_2SO_4$  = fator de correção da solução de ácido sulfúrico.

g = peso da amostra.

% P= porcentual de proteínas

F = fator de conversão - 5,15 (deve ser pesquisado para cada tipo de alimento).

#### 4.5.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos e proteínas) (AOAC, 2005).

#### 4.6 Valor Energético Total

O Valor Energético Total (VET) das amostras foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater que se baseiam nos teores de macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), multiplicados, respectivamente, pelos fatores 4, 9 e 4 (em kcal/g<sup>-1</sup>), para a obtenção do VET (WATT; MERRILL, 1963).

## 4.7 Teor de Minerais

### 4.7.1 Método

Os teores de minerais foram determinados pelo MA-CQ.001 baseado na AOAC (2012), números dos métodos - 985.35 e 984.27.

### 4.7.2 Preparo das amostras

Pesaram-se 2,5 g de amostra de polpa de maracujá em balão volumétrico de 50 mL seguido da adição de 5 mL de ácido clorídrico 37%. Os balões foram agitados em agitador orbital por 2 h e avolumados utilizando água purificada por osmose reversa. A solução resultante foi filtrada utilizando papel de filtro quantitativo faixa. O branco analítico foi preparado seguindo o mesmo procedimento, omitindo-se a amostra e os ensaios foram realizados em triplicata analítica.

### 4.7.3 Determinação dos minerais

Os minerais foram analisados por pesquisador do ITAL- Campinas/São Paulo por espectrometria de emissão usando o plasma de argônio com acoplamento indutivo (ICP OES 5100 VDV, Tóquio, Japão) equipado com uma fonte de radiofrequência (RF) de 27 MHz usando um detector óptico simultâneo, uma bomba peristáltica, uma câmara de nebulização ciclônica de duplo passo, uma tocha de quartzo de 1,8 mm e um nebulizador tipo *seaspray* e visão axial do plasma. O sistema utiliza como gás do plasma o argônio líquido com pureza.

As condições otimizadas de operação do ICP OES foram: potência do plasma, 1,20 kW; vazão de argônio, 12,0 L min<sup>-1</sup>; vazão de argônio auxiliar, 1,0 L min<sup>-1</sup>; vazão de nebulização, 0,7 L min<sup>-1</sup>; número de replicatas, 3; tempo de estabilização e de leitura, 12 s e comprimentos de onda ( $\lambda$ ), cálcio (317,933  $\lambda$ ), cobre (324,754  $\lambda$ ), ferro (259,940  $\lambda$ ), fósforo (213,618  $\lambda$ ), magnésio (279,553  $\lambda$ ), manganês (257,610  $\lambda$ ), sódio (589,592  $\lambda$ ), potássio (766,491  $\lambda$ ) e zinco (206,200  $\lambda$ ).

As curvas analíticas para os minerais foram preparadas a partir de diluições de padrões analíticos de 10 mg/100 mL e de 1000 mg/100 mL nas faixas de 0,041 a 41,0 mg/100 mL para Ca e Na; 0,015 a 1,740 mg/100 mL para Mg; 0,061 a 61 mg/100 mL

para K; 0,060 a 60 mg/100 mL para P e 0,001 a 1,0 mg/100 mL para Cu, Fe, Mn e Zn, com coeficiente de correlação (r) superior a 0,9999.

#### 4.8 Recomendações e adequação dos minerais para crianças, adolescentes e adultos

Na Tabela 3, estão dispostos os valores das recomendações dos minerais potássio, fósforo e magnésio em diferentes faixas etárias de acordo com *Dietary Reference Intakes* (DRIs).

**Tabela 3.** Recomendações dos minerais de acordo com *Dietary Reference Intakes* (DRIs).

Faixas etárias	Potássio*	Fósforo**	Magnésio**
	g/d	mg/d	mg/d
<b>Crianças</b>			
1 a 3 anos	3	460	8
4 a 8 anos	3,8	500	130
<b>Homens</b>			
9 a 13 anos	4,5	1250	240
14 a 18 anos	4,7	1250	410
19 a 30 anos	4,7	700	400
31 a 50 anos	4,7	700	420
51 a 70 anos	4,7	700	420
>70 anos	4,7	700	420
<b>Mulheres</b>			
9 a 13 anos	4,5	1250	240
14 a 18 anos	4,7	1250	360
19 a 30 anos	4,7	700	310
31 a 50 anos	4,7	700	320
51 a 70 anos	4,7	700	320
>70 anos	4,7	700	320

\*“*Adequate Intake*” – AI (IOM, 1997).

\*\*“*Recommended Dietary Allowances*” – RDA (IOM, 2005).

Fonte: IOM, 1997, 2005.

Devido ao fato desses minerais terem demonstrado maior teores realizou-se a adequação destes para crianças, homens e mulheres nas faixas etárias da

adolescência e adulta, já que, o fruto apresenta uma grande aceitação nesse público. A adequação foi realizada utilizando a seguinte fórmula.

$$A = \frac{M \times 100}{RD}, \text{ em que,}$$

A = porcentagem de adequação do mineral

M = quantidade do mineral no maracujá convencional ou orgânico

RD = recomendação diária do mineral

#### 4.9 Determinação dos compostos bioativos

##### 4.9.1 $\beta$ -caroteno

O teor de  $\beta$ -caroteno foi determinado de acordo com a metodologia de Nagata e Yamashita (1992). Adicionou-se 1 mL de amostra em tubo tipo falcon com 10 mL do solvente acetona/hexano (4:6) que permaneceram no agitador magnético (TMA 10CF, Brasil) por 1 min, e após esse tempo, foi centrifugado a 2000 x g durante 10 min e filtrado. A leitura das amostras e do branco (acetona/hexano) foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS (BEL 1102, Monza, Milão, Itália), nos seguintes comprimentos de onda: 663, 645, 505 e 453. Os teores nas amostras foram calculados usando a seguinte fórmula.

$$\beta\text{-caroteno} = 0,216 \times A_{663} - 1,22 \times A_{645} - 0,304 \times A_{505} + 0,452 \times A_{453}, \text{ na qual,}$$

A = Absorbância das leituras nos respectivos comprimentos de ondas menos a média dos brancos.

Todo o procedimento ocorreu na ausência da luz e os resultados foram expressos em  $\beta$ - caroteno (mg/100 mL).

##### 4.9.2 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico foi analisado pelo método de Tillmans, modificado por Benassi e Antunes (1988), que se baseia na titulação com 2,6-dicloro-fenol-indofenol (DCFI). Os resultados foram expressos em ácido ascórbico mg/100 mL<sup>-1</sup> de suco concentrado.

Primeiramente realizou-se a padronização da solução de DCFI (Neon, São Paulo, Brasil), da seguinte forma: pipetou-se 2,0 mL da solução padrão de ácido ascórbico de 1mg/mL em erlenmeyer contendo 50 mL de ácido oxálico a 1%, que foi titulado com a solução de DCFI, até uma distinta coloração rósea persistente por 5 segundos. Do mesmo modo, foram titulados três brancos, usando água deionizada em lugar da solução de ácido ascórbico. Para realização da análise adicionou-se 10 mL da amostra em erlenmeyer contendo 50 mL da solução de ácido oxálico a 1% e titulou-se com a solução de DCFI até a coloração rósea persistente por 15 segundos. Cálculo utilizado para determinar a concentração de ácido ascórbico.

$$\text{Ácido ascórbico (mg/100 mL)} = \frac{100 \times V_i \times F}{V_a}, \text{ na qual,}$$

$V_i$ : volume da solução de DCFI gasto na titulação da amostra;

$V_a$ : Volume da amostra usada na titulação;

$F$ : fator da solução de DCFI.

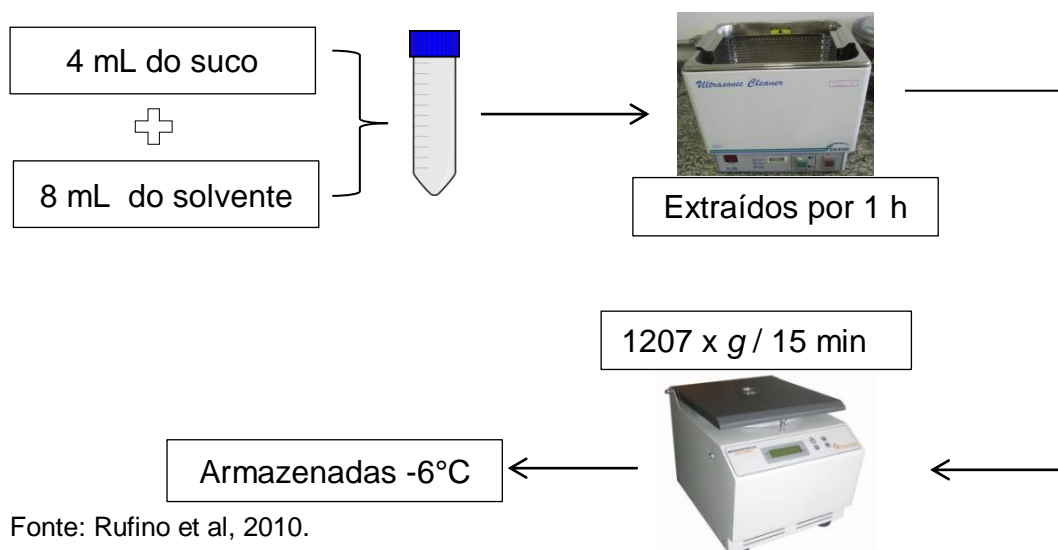
#### 4.9.3 Elaboração do extrato

Para a realização das análises, fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante, identificação e quantificação dos compostos fenólicos, foram preparados extratos com as amostras da polpa dos frutos provenientes dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, segundo a metodologia adaptada de Rufino et al (2010).

O solvente utilizado para extração dos compostos antioxidantes foi metanol acidificado a 1% de ácido acético mais ácido acético a 1% na proporção 30:70. Foram colocados 4 mL do suco em tubo para centrífuga (tipo falcon), adicionado 8 mL da mistura dos solventes e os compostos fenólicos extraídos por uma hora em *ultrasonic cleaner* (*UltraCleaner* 1600A, Indaiatuba, São Paulo), à temperatura ambiente. Posteriormente em uma centrífuga (*Centrifuge* 5702, Hamburgo, Alemanha) os extratos foram centrifugados a 1207 x  $g$  durante 15 min, logo após, o sobrenadante recolhido, filtrado e armazenado a -6°C na ausência da luz (Figura 3).



**Figura 9.** Elaboração do extrato para análise de compostos fenólicos.



#### 4.9.4 Fenólicos totais

O conteúdo compostos fenólicos foi determinado pelo método espectrofotométrico utilizando o reagente *Folin-Ciocalteu* (SINGLETON; ROSSI, 1965). Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi misturada com 2 mL de água desionizada, 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e agitou-se. Depois de 30 segundos e antes de 8 min adicionou-se 1,5 mL de carbonato de sódio 20% em balão volumétrico de 10 mL e completou-se o volume. Após 2 h de repouso em ausência de luz e temperatura ambiente, foi efetuada a leitura da absorbância a 765 nm em espectrofotômetro UV-VIS (1102, Monza, Milão, Itália). A concentração de fenólicos totais será por meio da interpolação das absorbâncias em uma curva padrão de ácido gálico construída previamente (Apêndice A) e os resultados expressos em miligramas equivalentes a ácido gálico (mg EAG/100 mL do extrato).

#### 4.9.5 Flavonoides totais

A determinação de flavonoides foi realizada por espectrofotometria de acordo com Kim, Jeong e Lee (2003) e modificado por Blasa et al (2006). Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato, 4 mL de água desionizada e misturado com 0,3 mL de nitrito de sódio 5%. Após 5 min, pipetou-se 0,3 mL de cloreto de alumínio 10%. Depois de 1 min foi pipetado 2 mL de hidróxido de sódio (1M), e em seguida, realizou-se a leitura da absorbância nas amostras a 425 nm em espectrofotômetro UV-VIS (1102, Monza, Milão, Itália). Diferentes concentrações de quercetina foram utilizados

para a construção de uma curva padrão (Apêndice B) e os resultados expressos em miligramas equivalentes a quercetina (mg EQ/100 mL do extrato).

#### 4.8.6 Taninos condensados

A determinação do teor total de taninos condensados foi realizado pelo método espectrofotométrico (PRICE; SCOYOC; BUTLER, 1978) utilizando o reagente vanilina. O procedimento ocorreu da seguinte forma: pipetou-se 5,0 mL da solução de vanilina (0,5 g do reagente em 200 mL de HCl com metanol a 4%) e adicionou-se 1,0 mL do extrato. Após 20 min na ausência da luz, à temperatura ambiente realizou-se a leitura da absorvância em 500 nm em espectrofotômetro UV-VIS (1102, Monza, Milão, Itália). Diferentes concentrações de catequina foram utilizados para a construção de uma curva padrão (Apêndice C) e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes a catequina (mg ECAT/100 mL do extrato).

#### 4.10 Atividade antioxidante

##### 4.10.1 Capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS

A atividade antioxidante foi determinada pelo método espectrofotométrico através da capacidade de eliminar o cátion radical estável ABTS<sup>•+</sup> descrito por Re et al. (1999). Inicialmente foi realizado o preparo do radical ABTS 7 mM (0,0384 g do reagente ABTS em 10 mL de água desionizada), da solução de persulfato de potássio 2,45 mM (0,0331 g de persulfato de potássio em 25 mL de água desionizada). Posteriormente foi realizado a ativação do radical ABTS (5 mL do radical ABTS e 5 mL de persulfato de potássio), homogeneizando bem em um frasco âmbar e mantido por 16 h na ausência da luz.

Após esse tempo 1,0 mL do radical ABTS ativado foi dissolvido em 50 mL de etanol e ajustado a absorvância inicial em 0,700 em espectrofotômetro UV-VIS (1102, Monza, Milão, Itália) no comprimento de 734 nm. Em seguida foi pipetado uma alíquota de 2,9 mL do radical diluído, realizado a leitura da absorvância no tempo zero no comprimento de 734 nm, sendo que esta leitura deve está no valor 0,700. Neste radical foi adicionado 60 µL do extrato da amostra, agitou-se e depois de 7 min foi realizada a leitura em 734 nm. O poder de inibição do radical foi calculado pela seguinte fórmula.

% inibição do radical=  $(1 - (A_7 / A_0)) \times 100$ , em que,

$A_7$  = absorvância após 7 min tempo de neutralização do radical.

$A_0$  = absorvância no tempo zero do radical.

Distintas concentrações de Trolox foram utilizadas para a construção de uma curva padrão (Apêndice D) e os resultados expressos  $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}^{-1}$ .

#### 4.11 Bioacessibilidade de compostos fenólicos

A análise da bioacessibilidade foi realizada de por meio da digestão gastrointestinal simulada utilizando como amostra a polpa do fruto convencional e orgânico, realizada em duas etapas. Na etapa 1, que representa a digestão salivar, gástrica e duodenal adaptada (Minekus et al., 2014), seguida da etapa 2, que simula a biotransformação bacteriana no intestino grosso de acordo com Fogliano et al. (2011), com modificações.

##### 4.11.1 Preparo dos fluidos da digestão simulada

Todos os reagentes químicos utilizados foram de grau analítico. As enzimas:  $\alpha$ -amilase, pepsina, pancreatina (atividade tripsina), bile, protease e *visozyme* L foram adquiridas da Sigma Aldrich (Saint Louis, EUA).

Inicialmente preparou-se as seguintes soluções eletrolíticas: cloreto de potássio (KCl), fosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de magnésio ( $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$ ), carbonato de amônia ( $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ), cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ ), PBS 10x (cloreto de sódio; fosfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ); cloreto de potássio; fosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), solução tampão de fosfato, tampão de ácido acético-acetato de sódio e soluções para ajuste de pH (HCl 6 M e NaOH 1 M). A partir dessas soluções foram preparados os fluidos salivar simulado (FSS), gástrico simulado (FGS) e intestinal simulado (FIS) e as soluções enzimáticas.

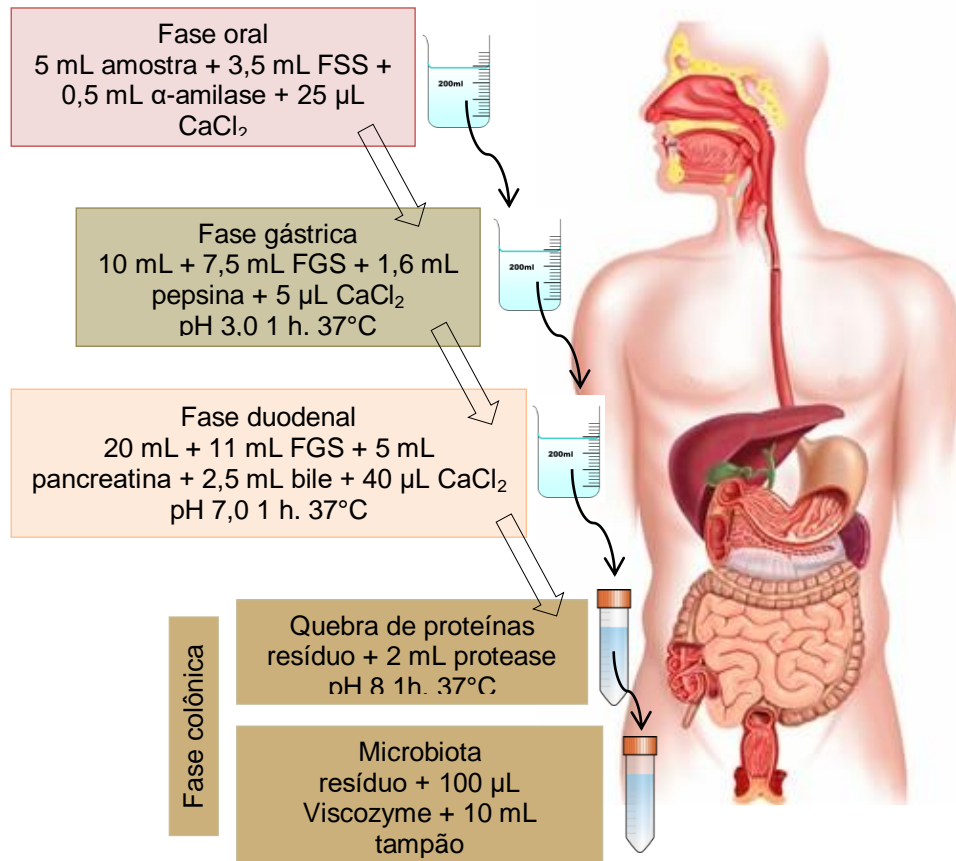
##### 4.11.2 Análise

A etapa 1 iniciou-se com a simulação da digestão oral seguida da gástrica e duodenal. Em 5 mL do suco de maracujá de cada tipo de cultivo foram adicionados 3,5 mL de FSS, 0,5 mL de solução de  $\alpha$ -amilase salivar dissolvida no FSS ( $1500 \text{ U. mL}^{-1}$ ), 25  $\mu\text{L}$  de  $\text{CaCl}_2$  e 975  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$ . Os béqueres foram colocados em banho-maria com agitação por 2 minutos a  $37^\circ\text{C}$ . Nas amostras líquidas da etapa anterior (10 mL) foram misturados 7,5 mL de FGS, 1,6 mL da solução com pepsina dissolvida em FGS ( $25000 \text{ U. mL}^{-1}$ ), 5  $\mu\text{L}$   $\text{CaCl}_2$ , ajustado o pH para 3,0 com HCl (6 M) e o restante completado com água para obtenção de um volume final aproximado 695  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  deionizada. Foram incubados com agitação a  $37^\circ\text{C}$  por 2 h. No quimo gástrico (20 mL) foram acrescentados 11 mL de FIS, 5 mL de solução de pancreatina dissolvida no FIS ( $800 \text{ U. mL}^{-1}$ ), 2,5 mL de bile dissolvida em água deionizada (160 mM de bile fresca), 40  $\mu\text{L}$   $\text{CaCl}_2$ , ajustado o pH para 3,0 com HCl (6 M) e o restante completado com água para obtenção de um volume final aproximadamente 1,31 mL de  $\text{H}_2\text{O}$  deionizada. Foram incubados com agitação a  $37^\circ\text{C}$  por 2 h. Após essa etapa duodenal a ação enzimática foi interrompida com a imersão dos béqueres contendo as amostras em banho de gelo por 10 minutos. Ao final de cada etapa salivar, gástrica e duodenal as amostras foram centrifugadas a  $2177,28 \text{ g}$  por 40 minutos, coletado o sobrenadante, filtrado em papel quantitativo, mediu-se o volume e foi armazenado a  $-20^\circ\text{C}$  na ausência da luz para realização das análises de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante e identificação e quantificação.

Para a realização da etapa 2 foi utilizado o resíduo oriundo da fase duodenal da etapa 1. A primeira parte consiste na quebra das proteínas, no resíduo foi acrescentado 2 mL de solução de protease dissolvida em solução tampão de fosfato ( $4,75 \text{ U. mg}^{-1}$ ), ajustado o pH para 8 e incubado a  $37^\circ\text{C}$  por 1 h, com agitação. Logo após, as amostras foram centrifugadas a  $2177,28 \text{ g}$  por 40 minutos e desprezado o sobrenadante. Essa segunda parte representa a microbiota, no resíduo foi adicionado 500  $\mu\text{L}$  de Viscozyme L. $\text{g}^{-1}$ , 10 mL de solução tampão acetato de sódio-ácido acético e incubado a  $37^\circ\text{C}$  por 1 h, com agitação. Ao final do processo, as amostras foram mantidas em banho de gelo por 10 min para interromper a ação enzimática. Depois centrifugadas a  $2177,28 \text{ g}$  por 40 min, coletado o sobrenadante, filtrado em papel quantitativo, mediu o volume e foi armazenado a  $-20^\circ\text{C}$  na ausência da luz para realização das análises da atividade antioxidante, compostos fenólicos totais flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante e identificação e

quantificação. A Figura 5 representa a visão geral do método de digestão simulada *in vitro*.

**Figura 10.** Esquema da simulação da digestão *in vitro*.



Fonte: Adaptada de Minekus et al., 2014; Fogliano et al., 2011.

#### 4.11.3 Avaliação a fração bioacessível dos compostos antioxidantes

Para avaliar as modificações nos compostos bioativos, ao decorrer da digestão gastrointestinal simulada *in vitro*, foram calculados os fração bioacessível (FB) (ORTEGA et al, 2011) de acordo com a equação.

$$\text{FB (\%)} = 100 \cdot B/C, \text{ onde,}$$

B= teor de fenólicos, flavonóides, taninos, atividade antioxidante pelo ensaio ABTS, compostos identificados por HPLC quantificados no sobrenadante após processo de digestão.

C= quantidade desses compostos antes da digestão no extrato metanólico, expressa nas mesmas unidades.

## 4.12 Identificação e quantificação de compostos fenólicos

A identificação e quantificação dos compostos fenólicos dos extratos e das fases da bioacessibilidade foram por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) realizada de acordo com o método adaptado de Pereira et al (2004), Tiberti et al (2007) e AOAC (2005).

### 4.12.1 Reagentes

Todos os reagentes químicos utilizados foram de grau analítico. Os solventes metanol e ácido acético grau HPLC foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Os padrões fenólicos ultra-puros (ácidos ferúlico, gálico, cafeico, clorogênico, elágico e *p*-cumárico; quercetina e epicatequina) foram adquiridos da Sigma Aldrich (Saint Louis, Estados Unidos). A água desionizada utilizada foi obtida a partir de um sistema Mille-Q Plus (Millipore)

### 4.12.2 Preparo dos solventes e soluções dos padrões

Os solventes foram filtrados com papel na bomba a vácuo, passaram por degaseificação em *ultrasonic cleaner* (*UltraCleaner* 1600) durante 30 minutos à temperatura ambiente. Para o preparo dos padrões, pesou-se 0,01 g de cada padrão fenólico e diluiu-se em 10 mL de metanol puro, exceto o ácido elágico que foi diluído em solução metanol/NaOH 0,05 M, resultando em 8 soluções de 1000 ppm cada. A partir dessas soluções, preparou-se uma mistura contendo os 8 padrões numa concentração inicial de 125 ppm.

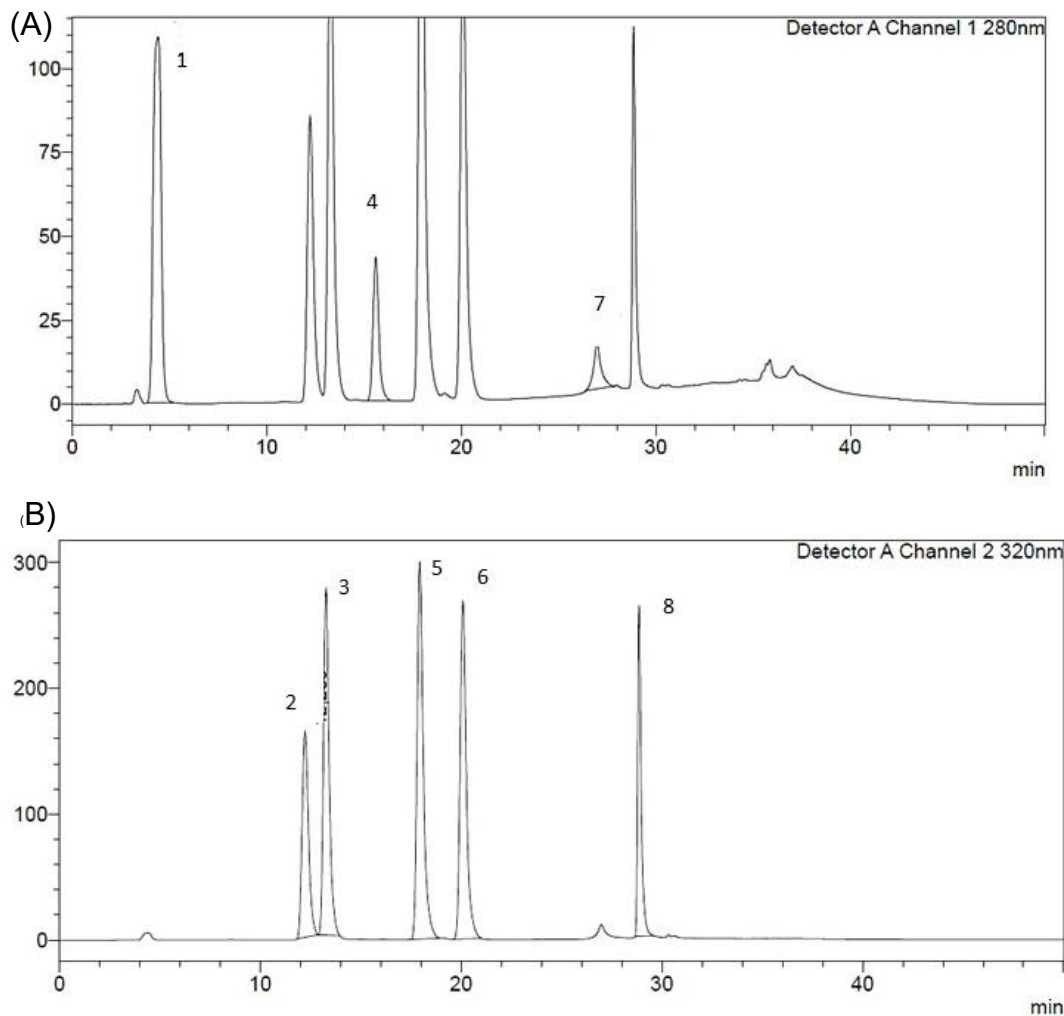
### 4.12.3 Condições cromatográficas

Os compostos fenólicos foram analisados utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência LC-20 AT. A separação foi realizada em coluna Shim-pack VP-ODS (150 × 4,6 mm d.i., tamanho de partícula de 5 µm) (Sigma-Aldrich) e pré-coluna Shimadzu GVP-ODS (10 mm × 4,6 mm) equipado com detector de UV-Vis SPD-20A. A taxa de fluxo foi mantida em 0,7 mL min<sup>-1</sup>, temperatura da coluna foi mantida à 40 °C, com volume de injeção de 10 µL. O gradiente de fase móvel foi composto por solvente A,

metanol com ácido acético 1%, e solvente B, ácido acético 1%. O tempo total de execução foi de 50 min (Apêndice E).

Os compostos detectados a 280  $\lambda$  no canal 1 foram, ácido gálico, epicatequina e ácido elágico, e em 320  $\lambda$  no canal 2, os ácidos caféico, p-cumárico, clorogênico, ferúlico e quercetina (Figura 8).

**Figura 11.** Cromatogramas dos padrões de fenólicos em 280 e 320  $\lambda$ .



A) 280  $\lambda$  (1- ácido gálico, 4 – epicatequina, 7- ácido elágico); (B) 320  $\lambda$  (2- ácido clorogênico, 3 – ácido caféico, 5 – p-cumárico, 6- ferúlico 8 – quercetina).

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.12.4 Validação do método

Para validação do método foram utilizados como parâmetros de validação, linearidade, limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) (BERTOLDI et al, 2016; BRASIL, 2003).

Foram construídas curvas analíticas para avaliar a linearidade (Apêndice F). As curvas foram obtidas a partir de 9 pontos de soluções-padrão de compostos fenólicos, preparados com os solvente A/B (30:70) em concentrações: 0,014; 0,056; 0,225; 0,45; 7,81; 15, 62; 31,25; 62,5 e 120,0  $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ , a partir de uma solução estoque de compostos fenólicos e injetadas em triplicata. A linearidade foi estimada pelo cálculo da equação de reta e o coeficiente de correlação ( $r$ ) nos intervalos de concentração avaliados, para cada composto fenólico analisados em todas as curvas de calibração (Apêndice F). Para identificar qual pico correspondia a cada padrão, realizou-se o procedimento de contaminação à mistura elaborada.

O limite de detecção foi estabelecido com base na relação de três vezes o ruído da linha de base. O limite de quantificação foi calculado com base na relação de cinco vezes o ruído da linha de base (Apêndice G).

#### 4.12.5 Amostras

As amostras dos extratos e das fases da bioacessibilidade passaram por degaseificação em *ultrasonic cleaner* (*UltraCleaner* 1600) durante 5 min, em temperatura ambiente e filtradas em milipore. Os picos foram identificados pela comparação com o tempo de retenção dos padrões, e a quantificação dos compostos foi baseada nas áreas dos respectivos picos detectados por meio do software de aquisição LabSolutions versão 5.57 SP1 Copyright (Shimadzu Corporation) Os teores de compostos fenólicos foram expressos em  $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$  de amostra.

#### 4.13 Análise Estatística

Foi elaborado um banco de dados no Programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 21.0 (SPSS, 2016). Para comparação entre duas médias utilizou-se o teste de  $t$  de *Student* e acima de duas médias o teste *one way* ANOVA de múltipla comparação por meio do teste de *Tukey*, ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), intervalo de confiança de 95%. Os resultados foram apresentados com as médias e desvio-padrão (ANDRADE, 2010).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características físico-químicas, composição centesimal e VET

Na Tabela 1 são demonstrados os resultados das características físicas do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.

**Tabela 4.** Características físicas do maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo.

Características físicas	Sistemas de cultivo	
	Convencional	Orgânico
	Média ± DP	Média ± DP
pH	3,08 ± 0,10 <sup>a</sup>	2,98 ± 0,00 <sup>a</sup>
Sólidos Solúveis (°BRIX)	12,70 ± 0,41 <sup>a</sup>	15,62 ± 0,68 <sup>b</sup>
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	8,76 ± 0,58 <sup>a</sup>	9,08 ± 0,09 <sup>a</sup>
Razão(SS/ATT)	1,45	1,72

Médias de três repetições ± desvio padrão. Letras subscritas iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

A legislação brasileira define os limites mínimos para °BRIX, acidez total em ácido cítrico e pH para os sucos de maracujá, sendo de 11°BRIX (20°C) para sólidos solúveis, 2,5 mg/100 g de acidez total em ácido cítrico, e pH de 2,7, para sua comercialização (BRASIL, 2018). Portanto, o maracujá analisado no presente trabalho (Tabela 1) apresentou-se de acordo com a legislação, indicando condições adequadas para industrialização e consumo.

Os maracujás provenientes do sistema de cultivo convencional e orgânico não apresentaram diferença estatisticamente significativa para pH, variando de 3,08 e 2,98, respectivamente (Tabela 1). Diferentemente do presente trabalho, Macoris et al (2011) obtiveram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre polpas de maracujá orgânica (3,29), e convencional (3,16).

Valores bem próximos aos determinados neste estudo foi analisado por Castro et al (2015), onde avaliaram diferentes polpas de frutas pasteurizadas e congeladas de maracujá, de períodos distintos, e observaram média de pH 3,15. Frutos do maracujazeiro-amarelo cultivado com uso de mudas em diferentes idades apresentaram média de pH 3 (SANTOS et al, 2017), semelhante a presente pesquisa.

Na análise de alimentos a medida do pH é importante para verificação do estado de maturação de frutos, quanto maior o estado de maturação, menores serão os teores de pH dos frutos, pois durante a senescência ocorre oxidação no metabolismo respiratório, hidrólise ou fermentação que altera a concentração de íons de hidrogênio (CECCHI, 2003; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; AROUCHA et al, 2010).

Dentre as características físicas avaliadas diferiram estatisticamente os sólidos solúveis, com maiores teores o maracujá do sistema orgânico ( $15,62 \pm 0,68$ ) (Tabela 1). Resultado semelhante ao obtido por Fischer et al (2007), com teores de 12,35 e 15,58 °BRIX, para maracujá orgânico e convencional, respectivamente. Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram observadas entre as polpas orgânicas e convencionais de maracujá da região Sudoeste do Estado de São Paulo, porém, a polpa de maracujá convencional (14,80 °BRIX) obteve maior valor (MACORIS et al, 2011).

Botelho et al (2019) ao avaliarem características físicas do maracujá colhidos em diferentes estádios de maturação, obtiveram para os sólidos solúveis totais médias que alternaram entre 12,25 a 12,90 ° Brix, teores semelhantes ao maracujá do sistema de convencional analisado. Os sólidos solúveis dos frutos de cinco cultivares de maracujazeiro-amarelo produzidos em três regiões do estado do Mato Grosso, apresentaram médias que variaram de 10,8 a 12,39 ° Brix, estando estes teores próximos do maracujá convencional do presente estudo (BOTELHO et al, 2017).

Diferentemente dos maracujás avaliados de um pomar comercial que apresentaram conteúdo médio de 10,9 °BRIX (CERQUEIRA et al, 2011). O mesmo ocorreu no trabalho de Vianna-Silva et al (2008), que avaliou maracujás de épocas de colheita e estádios de maturação diferentes e observaram em média 16,26 °BRIX, nos que apresentavam mais de 30% a 100% da coloração amarela nas cascas. Zaccheo et al. (2012), obteve teores diferentes em relação aos maracujás do presente estudo, ao avaliarem a característica sólidos solúveis de trinta e seis frutos híbridos de maracujá-amarelo, onde obtiveram média de 13,49 °BRIX.

Nos frutos os sólidos solúveis são utilizados para determinar o estágio de maturação e indica a quantidade de substâncias dissolvidas, que são compostos solúveis em água, tais como açúcares, ácidos, fenólicos, vitaminas e pectinas (PITA, 2012; MEDEIROS, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em sucos e polpa de frutas a principal substância presente são os açúcares. O teor dos sólidos solúveis modificam-se de acordo com alguns fatores, como a quantidade de chuva durante a safra, fatores

climáticos, variedade, solo e tipo de processamento. Para avaliar o sabor do fruto no requisito doçura, esta característica é uma das melhores formas de avaliação (PEREIRA et al., 2006; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os maracujás provenientes do sistema de cultivo convencional e orgânico apresentaram elevado teor de ácido cítrico, variando de 8,76, e 9,08 (Tabela 1). Resultados diferentes foram determinados em maracujá-amarelo no Centro Oeste Paulista, dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, variando de 4,39 e 5,15 para acidez total titulável, respectivamente (FISCHER et al, 2007).

Frutos do maracujá orgânico e convencional de produtores da região sudoeste do Estado de São Paulo apresentaram teores estatisticamente diferentes entre si para acidez total titulável de 4,26 e 5,11 g/100 mL, resultados discordantes da presente pesquisa (MACORIS et al, 2011). Dados semelhantes ao trabalho foram relatados na literatura para acidez total titulável do maracujá-amarelo que variaram de 4,02 a 5,46 g/100 mL (GODOY et al, 2007; COELHO et al, 2010; CERQUEIRA et al, 2011; KULKARNI; VIJAYANAND, 2010).

Cinco cultivares de maracujá-amarelo produzidos em três regiões do estado de Mato Grosso, apresentaram médias que variaram de 2,30 a 4,20 de acidez total titulável, dados discordantes do presente trabalho (BOTELHO et al, 2017). Durante o estágio de maturação os frutos perdem rapidamente a acidez, ou seja, o teor de ácido orgânico diminui na maturação em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo este período considerado o de maior atividade metabólica (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O elevado teor de acidez total titulável nos frutos reduz a necessidade de adição de acidificantes, que proporciona melhoria na qualidade organoléptica e segurança alimentar (ROCHA et al, 2001). Essa característica torna-se importante na análise do estado de conservação de um produto alimentício, e influencia no sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (AROUCHA et al, 2010; PEREIRA et al, 2006).

A razão entre sólidos solúveis e acidez total titulável é uma excelente forma de avaliação do sabor, maturação e palatabilidade dos frutos, a qual ocorre, em grande parte, devido ao balanço de ácidos orgânicos e açúcares. Quando esses teores são altos, significa que o fruto está em bom grau de maturação, pois o mesmo aumenta quando há decréscimo de acidez e alto conteúdo de sólidos solúveis, decorrente da maturidade. É um indicativo usado para estabelecer o índice de colheita de alguns

frutos, indicando a doçura dos frutos para seleção de uma melhor matéria-prima. (PEREIRA et al, 2006).

Essa razão foi em média 1,45 para o fruto convencional e 1,72 para o orgânico estes valores foram decorrentes da acidez elevada que os frutos apresentaram, ou seja, quanto maior for a acidez menor o será a razão (Tabela 1). Resultados aproximados obtiveram Vieira (2013) e Pita (2012) para frutos de diferentes espécies de *Passiflora* com variação de 1,0 a 1,13 de razão. Divergente aos trabalhos de Moura et al, (2016) e Marcoris et al., (2011) no maracujá-amarelo orgânico obtiveram teores de 2,80 e 3,11. Para o maracujá convencional os teores de razão variam de 2,38 a 4,46 (ZACHEO et al, 2012; SANTOS et al, 2017; RAIMUNDO et al, 2009; FLORES et al, 2011; MARCORIS et al, 2011; PITA, 2012), e para a espécie *Passiflora setacea* apresentou teor de 9,27 (RIBEIRO et al, 2014).

Durante o amadurecimento ocorre a degradação dos ácidos orgânicos, pois há um aumento da concentração de enzimas como as hidrolases (amilases, celulasas, enzimas pectinolíticas), peroxidases e catalase, reduzindo assim a adstringência e o sabor ácido do fruto. A razão entre teor de sólidos totais (representado principalmente pelos açúcares) e a acidez no fruto aumenta, promove o sabor doce característico (PEREIRA et al, 2006).

Na Tabela 2, estão os resultados referentes à composição centesimal e valor energético total (VET) do maracujá convencional e orgânico.

**Tabela 5.** Composição centesimal e valor energético total (VET) do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico em base úmida e seca.

Composição centesimal / VET (% e Kcal)	Base Úmida		Base Seca	
	Convencional Média ± DP	Orgânico Média ± DP	Convencional Média ± DP	Orgânico Média ± DP
Umidade	83,4 ± 2,47 <sup>a</sup>	80,37 ± 1,62 <sup>b</sup>	-	-
Cinzas	3,02 ± 0,56 <sup>a</sup>	2,61 ± 0,05 <sup>a</sup>	19,00 ± 5,98 <sup>a</sup>	13,72 ± 2,30 <sup>b</sup>
Proteína	0,56 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,43 ± 0,79 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,35 <sup>b</sup>
Lipídios	0,28 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,38 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,64 ± 0,14 <sup>b</sup>
Carboidratos*	12,74 ± 2,76 <sup>a</sup>	16,49 ± 3,37 <sup>b</sup>	76,18 ± 6,41 <sup>a</sup>	84,01 ± 2,12 <sup>b</sup>
VET	55,74 ± 1,61 <sup>a</sup>	70,08 ± 4,37 <sup>b</sup>	330,91 ± 24,46 <sup>a</sup>	353,32 ± 8,59 <sup>b</sup>

\*Obtidos por diferença.

Médias de três repetições ± desvio padrão. Letras subscritas iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Os resultados de umidade, carboidratos e VET em base úmida dos frutos se assemelham aos dados da TACO (2011), para maracujá cru. Diferindo em relação aos teores de proteínas e lipídios, sendo os teores menores no referido trabalho. Em relação aos resultados de cinzas, apresentaram maiores teores que a TACO (2011) e Xavier et al, (2014). Oliveira et al (2011) e Xavier (2014), ao estudarem a polpa de maracujá obtiveram 84,87% e 90,57% de umidade, respectivamente, resultados maiores que o presente estudo. Com a retirada da água os constituintes da composição centesimal se concentraram, conseqüentemente aumentou os seus teores. Os teores de proteínas no fruto convencional foram maiores estatisticamente significativo ( $p \leq 0,05$ ) que o orgânico, sendo, justificado pela utilização de agrotóxicos que possuem um elevada concentração de nitrogênio.

## 5.2 Teor de minerais

Os resultados das análises de minerais do maracujá convencional e orgânico estão dispostos na Tabela 03.

**Tabela 6.** Teores de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.

Minerais (mg/100g)	Sistemas de cultivo	
	Convencional Média $\pm$ DP	Orgânico Média $\pm$ DP
Cálcio (Ca)	2,71 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	3,08 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>
Cobre (Cu)	0,06 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Ferro (Fe)	0,45 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
Fósforo (P)	19,50 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	21,45 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
Magnésio (Mg)	13,67 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	15,30 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
Manganês (Mn)	0,10 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Potássio (K)	317,50 $\pm$ 4,50 <sup>a</sup>	278,00 $\pm$ 1,50 <sup>b</sup>
Sódio (Na)	17,78 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	21,14 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>
Zinco (Zn)	0,19 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,23 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

Médias de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Letras subscritas iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Dentre os macrominerais avaliados diferiram-se estaticamente entre si os teores de Ca, Fe, Na, tendo os maiores teores os provenientes do sistema de cultivo orgânico, e o K que apresentou maior teor no sistema convencional. Os teores de P, Mg, Mn e K no maracujá convencional e orgânico obtidos foram maiores do que os analisados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos -TACO (2011), comparados a polpa congelada e ao suco concentrado e envasado de maracujá. Siddig et al (2012) avaliou a polpa e o suco de maracujá-amarelo e observou menores teores de Zn e Cu, maiores de Ca, Fe, e Mg e teores iguais de K do maracujá orgânico (Tabela 3).

Em comparação ao presente estudo, a polpa de maracujá-açu (*Passiflora alata* Curtis) apresentou maior teor dos minerais Ca, Fe, Mg, P e K, o mesmo ocorreu com a polpa de maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims), além de maiores teores Cu e Na, no entanto, o mineral Zn demonstrou-se em maior conteúdo nos frutos analisados (SIDDIG et al 2012; SOUZA et al, 2012). Discordante do presente trabalho, Duarte e Paull (2015) verificaram teores maiores dos minerais, Ca, Fe e P na polpa de maracujá-banana (*Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey) e para maracujá-doce (*Passiflora ligularis* Juss), somente para Ca, e nesta espécie o teor de Fe e P foram menores.

Pacheco et al (2017) ao determinarem a composição mineral na polpa do maracujá-amarelo submetidos a adubação orgânica e convencional, não observaram diferença estatisticamente significativa entre P, Zn, Fe, Cu, diferiram apenas Ca e Mg, tendo maiores teores nas polpas que receberam adubação orgânica, diferentemente ao determinado no presente estudo. As concentrações de Ca, Mg e K no solo afeta o seu conteúdo nas frutas, já que, esses elementos competem por sítios de absorção na planta, ou seja, um excesso de um inibe a absorção do outro (CARVALHO et al, 2001).

Os minerais exercem funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas. Na fertilidade do solo o parâmetro pH é relevante, pois está diretamente associada à sua relação com a disponibilidade e/ou indisponibilidade de elementos químicos, nutrientes ou não, às plantas (COSTA et al, 2008).

Segundo, Costa et al (2008) o pH do solo acima de 6,5 promove a indisponibilidade de alguns minerais tais como cobre, ferro, manganês, zinco e alumínio e promove a maior disponibilidade do boro, cálcio, enxofre, fósforo, magnésio, molibdênio, nitrogênio e potássio. Quando o pH do solo está abaixo de 5,5, ocorre problema de toxicidade de alumínio e deficiência de cálcio e magnésio. Desse modo, a faixa recomendada de pH do solo é de 5,5 a 6,5, que possibilita a disponibilidade de uma maior quantidade de nutrientes.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados os resultados da adequação dos minerais, em uma porção de suco puro de maracujá (70 Kcal / 94 g), para crianças, adolescentes, adultos e idosos, dos minerais, potássio, fósforo e magnésio, pois foram os que demonstraram maiores teores no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico.

**Tabela 7.** Porcentagem de adequação do teor de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico às Recomendações Nutricionais (DRIs) para crianças e adolescentes.

Minerais	Sistemas de cultivo									
	Convencional					Orgânico				
	% Adequação (DRIs)					% Adequação (DRIs)				
	1 a 3	4 a 8	9 a 13	14 a 18		1 a 3	4 a 8	9 a 13	14 a 18	
			H	M				H	M	
Potássio*	9,95	7,85	6,63	6,35		8,71	6,88	5,18	5,56	
Fósforo**	3,98	3,66	1,47	1,47		4,38	4,03	1,61	1,61	
Magnésio**	160,62	9,88	5,35	3,13	3,57	179,78	11,06	5,99	3,51	4,0

H-homens; M-mulheres.

\*“Adequate Intake” (AI) (IOM, 1997).

\*\*“Recommended Dietary Allowances”(RDA) (IOM, 2005).

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Na polpa do maracujá convencional, os minerais K e Mg, 9,95 e 160,62 %, respectivamente, estavam adequados as recomendações nutricionais para crianças de 1 a 3 anos, dando-se destaque ao mineral magnésio que foi maior a 100%. Para crianças de 4 a 8 anos os minerais K e Mg, 7,85 e 9,88 %, respectivamente, e entre 9 a 13 anos, K 6,63 % e Mg 5,35 % de adequação. Para homens e mulheres de 14 a 18 anos apresentaram para o P 6,35 % e Mg 3,13 e 3,57 % de adequação (IOM, 2005, 1997; PADOVANI, 2006).

Já a polpa do maracujá orgânico para as crianças de 1 a 4 anos atingiu as recomendações nutricionais 8,71 % de K e 179,78 % para Mg. Na faixa etária de 4 a 8 anos K e Mg, foi 6,88 e 11,06 %, respectivamente, para 9 a 13 anos K (5,18 %) e Mg (5,99 %), e 5,56, 3,51 e 4 % entre 14 a 18 para homens e mulheres de P e Mg (IOM, 2005, 1997; PADOVANI, 2006).

**Tabela 8.** Porcentagem de adequação do teor de minerais do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico às Recomendações Nutricionais (DRIs) para adultos.

	Sistemas de cultivo							
	Convencional				Orgânico			
	% Adequação (DRIs)				% Adequação (DRIs)			
	19 a 30		31 a ≥70		19 a 30		31 a ≥70	
Minerais	H	M	H	M	H	M	H	M
Potássio*	6,35		6,35		5,56		5,56	
Fósforo**	2,62		2,62		2,88		2,88	
Magnésio**	3,21	4,15	3,06	4,02	3,60	4,64	3,42	4,49

H-homens; M-mulheres.

\*“Adequate Intake” (AI) (IOM, 1997).

\*\*“Recommended Dietary Allowances”(RDA) (IOM, 2005).

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

O mineral potássio da polpa do maracujá convencional atingiram as recomendações em 6,35 % para adultos na faixa etária de 19 a 30 anos e de 31 a 70 anos, tanto para homens e mulheres (Tabela 5). Para o mineral magnésio as recomendações foram atingidas em 3,21 % (19 a 30 anos) e 3,06 % (31 a 70 anos) para homens, para as mulheres na faixa etária de 19 a 30 anos é de 4,15 % e 4,02 % na faixa de 31 a 70 anos (IOM, 2005, 1997; PADOVANI, 2006).

A recomendação para o mineral potássio na polpa de maracujá orgânico atingiu 5,56 % para homens e mulheres adultos e idosos. Acerca do magnésio, observou-se que as recomendações foram atingidas em 3,21 % (19 a 30 anos) e 3,06 % (31 a ≥70 anos) para homens, para as mulheres na faixa etária de 19 a 30 anos foi de 4,15 % e 4,02 % na faixa de 31 a ≥70 anos (IOM, 2005, 1997; PADOVANI, 2006).

O mineral potássio para todas as faixas etárias apresentou adequação menor a 5% para crianças, adolescentes, adultos e idosos, tanto no maracujá proveniente do sistema de cultivo convencional e orgânico.

Os alimentos podem ser classificados em alimento-fonte (mais que 5 %), boa-fonte (entre 10 e 20 %) e excelente-fonte (mais de 20%), de acordo com a porção usualmente consumida em relação as DRIs (BRASIL, 2008; PHILIPPI, 2018). Conforme esta classificação os maracujás analisados são alimentos fontes de potássio para crianças, adolescentes, adultos e idosos, em ambos os sexos, excelente-fonte de



magnésio para crianças de 1 a 3 anos e nas faixas etárias de 4 a 8 e 9 a 13 anos alimento fonte.

### 5.3 Compostos bioativos

Os compostos bioativos do maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico estão dispostos na Tabela 6.

**Tabela 9.** Teor de ácido ascórbico (Vit. C) e  $\beta$ -caroteno no maracujá convencional e orgânico.

Compostos bioativos	Sistemas de cultivo	
	Convencional	Orgânico
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
Ácido ascórbico (mg/100 mL)	35,37 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>	33,78 $\pm$ 1,43 <sup>a</sup>
$\beta$ -caroteno (mg/100 mL)	0,157 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,147 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>

Média de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Letras subscritas iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Em um total de 132 comparações, Worthington (2001) descobriu que frutas e hortaliças cultivadas nos sistemas de agricultura orgânica apresentaram, em média, 27% a mais de vitamina C, quando comparada a agricultura convencional. O mesmo não foi observado no presente estudo, e estando as polpas de maracujá com teores maiores dos relatado por Marcoris et al, (2011) que avaliou o teor de ácido ascórbico em polpas de maracujá e observou praticamente o menor teor para maracujá orgânico de 10,60 mg/100 mL<sup>-1</sup> e 10,87 mg/100 mL<sup>-1</sup> no convencional.

O maracujá-amarelo submetido à adubação convencional e orgânica, não se observou efeitos da adubação orgânica no teor de ácido ascórbico (21,77 mg/100 mL<sup>-1</sup>), dados semelhantes ao presente estudo, porém apresentaram médias menores de ácido ascórbico (PACHECO et al, 2018). Os teores de vitamina “C” do maracujá-amarelo aumentaram com a frequência de aplicação do insumo orgânico no trabalho de Dias et al, (2011).

Amaro e Monteiro (2001) avaliaram as características físicas do maracujá orgânico e convencional com estágio de coloração da casca e períodos de colheita diferentes, e obtiveram teores de ácido ascórbico entre 13,8 a 19,0 mg.100 mL<sup>-1</sup>. Frutos

de híbrido do maracujá azedo BRS Ouro Vermelho produzidos nos sistemas de cultivo orgânico ( $12,53 \text{ mg}/100 \text{ mL}^{-1}$ ) e convencional ( $14,78 \text{ mg}/100 \text{ mL}^{-1}$ ) apresentaram menores teores de ácido ascórbico quando comparado com o presente trabalho, sendo que o maracujá convencional apresentou conteúdo maior (COHEN et al, 2008).

Janzantti et al (2012) compararam maracujá de sistemas convencional e orgânico e relataram maior teor de vitamina C em orgânico ( $5,62 \text{ mg } 100 \text{ g}$ ) sobre frutos convencionais ( $3,63 \text{ mg } 100 \text{ g}$ ). Pertuzatti et al (2015) avaliaram o ácido ascórbico total e suas formas reduzida e oxidada em maracujá-amarelo sob diferentes sistemas de cultivo, e observaram que o teor de ácido ascórbico, bem como as duas formas, foi maior em frutas orgânicas do que as convencionais. Esses resultados reafirmam que o sistema de cultivo influencia positivamente no conteúdo de vitamina C do maracujá (OLIVEIRA et al, 2017).

Diferentes cultivares de maracujá-amarelo apresentaram variação no teor de ácido ascórbico entre  $17,31$  a  $15,52 \text{ mg}/100 \text{ mL}^{-1}$  em frutos maduros (SANTOS et al 2013). Monteiro, Amaro e Bonilha (2005), avaliaram polpas frescas e pasteurizadas durante seu armazenamento e obtiveram  $15 \text{ mg}/100 \text{ mL}^{-1}$  de ácido ascórbico, no tempo zero de estocagem. Pinheiro et al (2006) analisaram o teor de ácido ascórbico em sucos integrais de abacaxi, caju e maracujá industrializados de diferentes marcas, para o suco de maracujá observaram variação de  $5,1$  a  $13,5 \text{ mg}/100 \text{ g}$  de ácido ascórbico.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) para o maracujá *in natura*, na polpa congelada e no suco concentrado envasado apresenta teores de ácido ascórbico de  $19,8$ ,  $7,3$  e  $13,7 \text{ mg}$ , respectivamente (TACO, 2011). Polpas congeladas de maracujá de diferentes marcas produzidas e comercializadas no município de Boa Vista-RR apresentaram variação de  $62$  a  $73$  de ácido ascórbico  $\text{mg}/100 \text{ g}^{-1}$  (NASCIMENTO et al, 2012).

O teor de ácido ascórbico em frutas e vegetais pode ser influenciado por vários fatores, como diferenças genotípicas, condições climáticas, estágio de maturação, colheita e manejo pós-colheita (LEE; KADER, 2000). A produção de ácido ascórbico nos frutos das plantas em geral está relacionada aos açúcares presentes, o mesmo ocorre no maracujazeiro-amarelo, em que os frutos sintetizam o ácido ascórbico a partir de açúcares hexoses, originalmente D-glicose ou D-galactose (FORTALEZA et al, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2006; RAIMUNDO et al, 2009).

Santos et al (2013), constataram que os frutos imaturos reduziram seus teores de ácido ascórbico durante estocagem, para todas as cultivares analisadas. Coelho et

al (2010) identificaram um expressivo consumo de ácido ascórbico durante o armazenamento de maracujás-amarelos colhidos imaturos. Segundo Cerqueira et al (2011) os maracujás colhidos imaturos reduzem o teor de ácidos ascórbicos na estocagem em razão do metabolismo mais intenso.

Frutos embalados com filme PVC apresentaram suco com teor de  $\beta$ -caroteno significativamente menor que os frutos não embalados, cujas médias foram 0,33 e 0,44 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente, ambos tiveram teores maiores que os maracujás analisados (ROTILI et al, 2013). Em polpa pasteurizada de maracujá amarelo apresentou 0,020 mg/100 g de carotenoides totais e no suco 0,019 mg/100 g, teores menores que a presente pesquisa (MORAIS et al, 2015).

Os teores médios de carotenóides totais determinados em polpa congelada de maracujá-do-mato (*Passiflora setacea*) foi de 0,69 mg  $\beta$ -caroteno.100 g<sup>-1</sup>, para o maracujá-brabo (*Passiflora cincinnata*) foi de 0,66 mg  $\beta$ -caroteno/100 g<sup>-1</sup>, e maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) de 0,29 mg  $\beta$ -caroteno/100 g<sup>-1</sup>, esta última espécie apresentou menor teor diferindo estatisticamente das outras (LESSA, 2011).

#### 5.4 Bioacessibilidade *in vitro* de compostos fenólicos totais

Os resultados referentes à liberação dos fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados contidos na polpa do maracujá-amarelo convencional e orgânico, por meio da digestão gastrointestinal simulada *in vitro*, estão dispostos nas Tabelas 10, 11 e 12.

As polpas dos frutos do sistema de cultivo orgânico apresentaram média 57,13 mg GAE/100 mL, diferindo estatisticamente da polpa dos frutos do sistema convencional que apresentaram teores médios de 42,47 mg GAE/100 mL (Tabela 10).

Resultados semelhantes foram obtidos por Couto et al (2011) em comparação a polpa de maracujá orgânico e convencional, porém, apresentaram menor teor de fenólicos totais ao do presente estudo, com teores de 35 e 23,28 mg de ácido gálico/100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Maracujá-amarelo orgânico e convencional da região de Tianguá-CE, em diferentes estágios de desenvolvimento apresentaram fenólicos totais significativamente diferentes entre os sistemas de cultivo, com menores teores nos frutos do sistema orgânico (OLIVEIRA et al, 2017), diferentemente ao do presente trabalho.

Sobre o teor de fenólicos totais na polpa de frutos híbridos do maracujá azedo BRS Ouro Vermelho orgânico e convencional, o do sistema orgânico demonstrou-se menor em comparação ao maracujá analisado do mesmo sistema (35,35 mg de ácido gálico/100g<sup>-1</sup>) e sobre o maracujá convencional apresentaram-se semelhantes (41,47 mg de ácido gálico/100g<sup>-1</sup>) (COHEN et al, 2008).

**Tabela 10.** Teor de fenólicos totais (mg GAE/100g) no maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases, e a fração bioacessível.

Fenólicos totais (mg GAE/100 mL)	Sistemas de cultivo	
	Convencional Média ± DP	Orgânico Média ± DP
Extrato metanólico	42,67 ± 2,2 <sup>a</sup>	57,13 ± 9,23 <sup>b</sup>
Fases da bioacessibilidade		
Oral	32,88 ± 5,09 <sup>a</sup> A	30,98 ± 8,07 <sup>a</sup> A
Gástrica	34,60 ± 0,94 <sup>a</sup> A	32,61 ± 2,94 <sup>a</sup> A
Duodenal	31,47 ± 1,14 <sup>a</sup> A	30,07 ± 2,67 <sup>a</sup> A
Colônica	3,68 ± 0,00 <sup>a</sup> B	3,42 ± 0,00 <sup>a</sup> B
Fração bioacessível (%)		
Oral	76,93	57,67
Gástrica	81,12	65,04
Duodenal	74,08	61,83
Colônica	8,63	11,87

Média de três repetições ± desvio padrão. Letras subscritas iguais entre as médias dos tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de *Student* ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%. Letras maiúsculas iguais entre as fases, não há diferença significativa entre as médias segundo o teste do *one way* ANOVA: *post hoc multiple comparisons*, utilizou-se o teste de *Tukey* ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Kuskoski et al (2006) ao avaliar o teor de fenólicos totais de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas, obteve para a polpa de maracujá congelada 20,0 mg de ácido gálico em 100g de frutos, teores menores aos referido trabalho. O mesmo ocorreu com teor de fenólicos totais da espécie *Passiflora trintae* Sacco (maracujá-cobra) que apresentou média de 9,37 mg de ácido gálico/100 g<sup>-1</sup> (MIRANDA, 2015).

Lessa (2011), avaliou polpas de diferentes espécies de maracujá que apresentaram teores de fenólicos totais de 190,25 mg de ácido gálico/100 g<sup>-1</sup> para maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), maracujá-do-mato (*Passiflora setacea*) com 204,90 mg de ácido gálico/100 g<sup>-1</sup> e 210,85 mg de ácido gálico/100 g<sup>-1</sup> no maracujá-brabo (*Passiflora cincinnata*), dados discordantes ao do presente estudo. Igualmente aos frutos de maracujá produzidas na Ilha da Reunião localizada na França, que apresentou 598,37 mg de ácido gálico / 100g (MORAIS et al, 2015).

Segundo Kim et al (2003), a discrepância entre os resultados dos compostos fenólicos pode ser explicada por variações na maturação, variedade, práticas, culturas, origem geográfica, estágio de maturação e condições de colheita dos frutos. Como o método de extração, o solvente utilizado, o tempo de extração, e a presença de luminosidade.

A extração com o solvente metanólico foi mais eficiente que a ação enzimática nas fases da digestão para o conteúdo de fenólicos totais nos maracujás analisados. Ambos os maracujás apresentaram o mesmo comportamento de redução nos teores de compostos fenólicos entre as fases da digestão simulada, sendo estatisticamente significativo da fase duodenal para colônica. Apesar disso observou-se que a fase gástrica apresentou maior teor bioacessível, 81,12 % para o convencional e 65,04 % no orgânico, consequentemente, maior teor de fenólicos totais na fase gástrica (Tabela 10).

Semelhante ao presente estudo, Saucedo et al (2019) observaram maior liberação de compostos fenólicos totais na fase gástrica, apresentando 40% de fração bioacessível, bem menor do que ao estudo. As variações no conteúdo de composto fenólico entre as fases da digestão podem ser atribuídas por apresentarem maior estabilidade em condições ácidas do que em condições alcalinas, demonstrando o efeito do pH intestinal (SUN et al, 2019; RODRÍGUEZ et al, 2014).

O teor de flavonoides totais presentes no maracujá-amarelo proveniente do sistema de cultivo orgânico e convencional foi similar (Tabela 11), o mesmo ocorreu no trabalho de COHEN et al (2008), com teores de 3,77 e 3,50 mg/100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, no entanto, comparando os sistemas de cultivo dos estudos, os maracujás analisados apresentaram maior teor de flavonoides totais.

Do mesmo modo, Oliveira et al (2017), ao avaliarem frutos do sistema convencional e orgânico de maracujá-amarelo não observaram alteração significativa entre os sistemas de cultivo e períodos de amadurecimento, contudo, obtiveram teores

menores de flavonoides totais com médias de 5,26 mg/100 g<sup>-1</sup> para convencional e para orgânico 5,65 mg/100 g<sup>-1</sup>.

**Tabela 11.** Teor de flavonoides totais (mg EQ/100g) no maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases, e a fração bioacessível.

Flavonoides totais (mg EQ/100mL)	Sistemas de cultivo	
	Convencional Média ± DP	Orgânico Média ± DP
Extrato metanólico	20,64 ± 1,42 <sup>a</sup>	19,56 ± 3,24 <sup>a</sup>
Fases da bioacessibilidade		
Oral	29,98 ± 2,31 <sup>a</sup> A	31,52 ± 3,18 <sup>a</sup> A
Gástrica	31,73 ± 9,12 <sup>a</sup> A	62,22 ± 2,77 <sup>b</sup> B
Duodenal	46,26 ± 8,43 <sup>a</sup> B	48,48 ± 4,99 <sup>a</sup> C
Colônica	10,63 ± 0,68 <sup>a</sup> C	10,23 ± 0,65 <sup>a</sup> D
Fração bioacessível		
Oral	146,50	162,96
Gástrica	157,10	355,69
Duodenal	236,64	290,62
Colônica	53,77	59,41

Média de três repetições ± desvio padrão. Letras subscritas iguais entre as médias dos tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%. Letras maiúsculas iguais entre as fases, não há diferença significativa entre as médias segundo o teste do *one way* ANOVA: *post hoc multiple comparisons*, utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Nas fases da bioacessibilidade o maracujá do sistema convencional diferiu estatisticamente entre si, com maior teor a fase duodenal. Enquanto, do sistema de cultivo orgânico apresentou maior teor estatisticamente significativo na fase gástrica (Tabela 11).

Sobre o teor de taninos condensados em frutos do maracujá-amarelo provenientes dos sistemas de cultivo convencional e orgânico apresentaram médias de 21,19 e 21,85 mg EC/100 mL, respectivamente (Tabela 12). Ao contrário do ocorreu com os outros compostos fenólicos nas fases da bioacessibilidades, o teor de taninos diferiu em todas as fases, sendo a fase duodenal com o maior teor em ambos os frutos dos diferentes sistemas de cultivo.

Comparando as fases da bioacessibilidade entre os sistemas de cultivo convencional e orgânico diferiram estatisticamente entre si a fase gástrica com maior teor no orgânico e na fase colônica com teor maior do sistema convencional (Tabela 12). Os taninos no pericarpo e sementes (semente mais polpa) da espécie *Passiflora edulis f. flavicarpa* apresentaram resultados negativos em extratos etanólicos no estudo de Nascimento e Gama (2015) e os autores afirmaram não haver relatos na literatura sobre a identificação de taninos.

**Tabela 12.** Teores de taninos condensados (mg CE/100g) no maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases, e a fração bioacessível.

Taninos condensados (mg EC/100mL)	Sistemas de cultivo	
	Convencional Média ± DP	Orgânico Média ± DP
Extrato metanólico	21,19 ± 1,06 <sup>a</sup>	21,85 ± 1,49 <sup>a</sup>
Fases da bioacessibilidade		
Oral	33,76 ± 7,73 <sup>a</sup> A	31,76 ± 1,92 <sup>a</sup> A
Gástrica	64,08 ± 2,26 <sup>a</sup> B	69,75 ± 3,40 <sup>b</sup> B
Duodenal	121,84 ± 18,06 <sup>a</sup> C	124,71 ± 8,28 <sup>a</sup> C
Colônica	37,15 ± 0,92 <sup>a</sup> D	32,22 ± 2,15 <sup>b</sup> AD
Fração bioacessível		
Oral	161,03	149,46
Gástrica	302,44	321,76
Duodenal	572,47	565,13
Colônica	175,41	147,48

Média de três repetições ± desvio padrão. Letras subscritas iguais entre as médias dos tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%. Letras maiúsculas iguais entre as fases, não há diferença significativa entre as médias segundo o teste do *one way ANOVA: post hoc multiple comparisons*, utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

A avaliação e determinação de polifenóis totais em frutas e hortaliças produzidas e consumidas no Brasil são essenciais para avaliar os alimentos-fonte de compostos bioativos e estimar sua ingestão pela população (FALLER; FIALHO, 2009). Uma das principais características dos compostos fenólicos é a capacidade de eliminação de radicais livres, que está envolvida nas propriedades antioxidantes e na capacidade de

interagir com as proteínas, além de ser responsável pelo sabor e cor dos alimentos (DIXON; PAIVA, 1995; OZCAN et al, 2014). Devido à sua grande diversidade e extensa distribuição, os compostos fenólicos são os antioxidantes naturais mais relevantes, contribuindo fortemente para a atividade antioxidante total (OLIVEIRA et al, 2017).

### 5.5 Bioacessibilidade e atividade antioxidante

A atividade antioxidante em vegetais é devida a ação de uma grande variedade de compostos antioxidantes, que são degradados ou sintetizados de acordo com o estado fisiológico e com os níveis de estresses abióticos e bióticos (ROTILI et al, 2013). A capacidade antioxidante do maracujá-amarelo convencional e orgânico antes e após o processo digestivo simulado *in vitro*, está disposta na Tabela 13.

**Tabela 13.** Atividade antioxidante pela capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS ( $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}^{-1}$ ) em maracujá proveniente de dois sistemas de cultivo, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases.

ABTS ( $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}$ )	Sistemas de cultivo	
	Convencional	Orgânico
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
Extrato metanólico	139,59 $\pm$ 2,13 <sup>a</sup>	150,02 $\pm$ 3,65 <sup>b</sup>
Fases da bioacessibilidade		
Oral	145,62 $\pm$ 24,05 <sup>a</sup> A	112,43 $\pm$ 49,92 <sup>b</sup> A
Gástrica	111,80 $\pm$ 29,57 <sup>a</sup> B	81,22 $\pm$ 26,62 <sup>b</sup> B
Duodenal	273,29 $\pm$ 45,02 <sup>a</sup> C	303,29 $\pm$ 33,03 <sup>b</sup> C
Colônica	72,38 $\pm$ 4,66 <sup>a</sup> D	65,98 $\pm$ 3,15 <sup>b</sup> D

Média de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Letras subscritas iguais entre as médias dos tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%. Letras maiúsculas iguais entre as fases, não há diferença significativa entre as médias segundo o teste do *one way ANOVA: post hoc multiple comparisons*, utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

O maracujá orgânico apresentou maior capacidade de sequestrar o radical ABTS ( $150,02 \mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}^{-1}$ ) comparado ao sistema convencional ( $139,59 \mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}^{-1}$ ), estaticamente significativo (Tabela 13). Semelhante ao presente estudo Janzantti et al (2012) constatou elevada atividade antioxidante total nos maracujás orgânicos do que nos provenientes do sistema convencional.



O mesmo ocorreu com os sucos do maracujá-amarelo, sendo que o suco orgânico ( $6,52 \mu\text{mol TEAC}/100\text{g}^{-1}$ ) diferiu estaticamente do convencional ( $4,95 \mu\text{mol TEAC}/100\text{g}^{-1}$ ), porém apresentaram atividade antioxidante menor do que a relatada no presente estudo (COUTO et al, 2011). Oliveira et al (2017) observaram que a atividade antioxidante total não variou significativamente durante o amadurecimento dos maracujás, independente do sistema de cultivo apresentando teores em estágio maduro de  $4,73 \mu\text{mol TEAC}/\text{g}$  para o orgânico e  $7,20 \mu\text{mol TEAC}/\text{g}$  para os frutos convencionais. Contudo obtiveram capacidade antioxidante menor que ao presente estudo. Alimentos produzidos na agricultura orgânica apresentam atividade antioxidante mais elevada devido ao maior teor de compostos bioativos do que os produzidos pelo cultivo convencional (BARAÑSKI et al, 2014).

Rudnicki (2005) ao avaliar a atividade antioxidante pelo ensaio do potencial reativo antioxidante total (TRAP) utilizando o radical AAPH, nas espécies *Passiflora alata* e *Passiflora edulis*, observou 0,52 e 0,23  $\mu\text{mol TEAC}$ , respectivamente. Frutos do maracujá-amarelo submetido ao tratamento de diferentes temperaturas no período de estocagem e o tratamento do fruto embalado com PVC armazenado em refrigeração, observou-se atividade antioxidante em média de 62,5 e 74,32  $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ mL}^{-1}$ , respectivamente, antes do período de estocagem (ROTILI et al, 2013a; ROTILI et al, 2013b), resultados que demonstram capacidade antioxidante menor que a do presente estudo.

Observou-se na presente pesquisa aumento significativo na atividade antioxidante entre as fases da bioacessibilidade do maracujá convencional e diminuição dessa capacidade na fase colônica. Comportamento diferente do proveniente do sistema orgânico que inicialmente houve declínio na capacidade antioxidante da fase oral para a gástrica, posteriormente, um aumento da fase anterior para a duodenal e em seguida, diminuição novamente dessa capacidade antioxidante, variação estaticamente significativa. Porém ambos os maracujás exibiram maior capacidade antioxidante na fase duodenal (Tabela 13).

O mesmo ocorreu após a digestão *in vitro* dos frutos de araticum (*Annona marcgravii*) e jaca (*Artocarpus heterophyllus*) que apresentaram maior capacidade antioxidante (ABTS) na fase duodenal diferentemente do mamão (*Carica papaya*) que reduziu (PAVAN; SANCHO; PASTORE, 2014). A capacidade antioxidante (ABTS) dos compostos fenólicos liberados durante as fases gástrica e intestinal da digestão *in vitro* do abacaxi “esmeralda” (*Ananas comosus* L. Merril), manga “Ataulfo” (*Mangifera indica*)

e mamão “Maradol” (*Carica papaya*) apresentaram teores menores ao presente estudo, e observou-se que dependendo do fruto as diferenças entre as fases alteram, sendo para mamão maior teor na fase intestinal, para a manga na fase gástrica e para o abacaxi não houve diferença (RODRÍGUEZ, et al 2016).

Ao longo do trato gastrointestinal, há transformação nos alimentos. Como consequência desta transformação a sua atividade antioxidante pode aumentar, diminuir ou não ser afetada. Quando a capacidade não é afetada, significa que não há formação ou alteração dos compostos antioxidantes que origine uma modificação da atividade antioxidante. No caso de haver aumento desta atividade, significa que ocorreu alguma alteração ou formação de compostos, que permitiu a melhoria das propriedades antioxidantes. Por sua vez, quando a atividade diminui, esse efeito pode estar associado à diminuição da forma antioxidante presente ou à formação de pró-oxidantes (NIMALARATNE, 2015).

Alterações nos teores de fenólicos e flavonoides em uma matriz podem interferir no aumento ou diminuição da atividade antioxidante nos extratos. É importante ressaltar que o aumento da atividade antioxidante também pode estar relacionado ao pH e às interações enzimáticas que ocorrem durante a digestão *in vitro* (PAVAN; SANCHO; PASTORE, 2014).

## 5.6 Bioacessibilidade e identificação de compostos fenólicos

Na Tabela 14, está disposto o perfil de compostos fenólicos identificados e quantificados na polpa de maracujá-amarelo convencional e orgânico antes e após a digestão simulada *in vitro*. O perfil dos compostos fenólicos, tanto no extrato como nas fases da bioacessibilidade foi composto por ácidos fenólicos da classe hidroxicinâmicos, o ácido cafeico e ferúlico e o ácido elágico.

No extrato metanólico das polpas de maracujá os compostos cafeico, ferúlico e elágico apresentaram maior teor do maracujá proveniente do sistema orgânico, sobre os teores o perfil de compostos fenólicos em alimentos orgânicos. Na literatura não há estudo sobre a identificação de compostos fenólicos no maracujá-amarelo orgânico (Tabela 11).

Rotta et al (2019) determinaram a composição fenólica em polpas de diferentes espécies de *Passiflora*, os compostos avaliados foram a quercetina, rutina, ácido 4-hidroxibenzóico, clorogênico, ferúlico, vanílico, cafeico, trans-cinâmico e ácido p-cumárico. Na espécie *Passiflora edulis f. flavicarpa* (maracujá-amarelo), todos os

compostos fenólicos foram identificados, e os teores do cafeico ( $56 \pm 5 \mu\text{g} / \text{kg}$ ) e ferúlico ( $15 \pm 3 \mu\text{g} / \text{kg}$ ), apresentaram-se menores ao maracujá convencional do presente estudo.

**Tabela 14.** Teor de compostos fenólicos ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases.

Extrato / fase	Cafeico		Ferúlico		Elágico	
	Sistema de cultivo		Sistema de cultivo		Sistema de cultivo	
	C*	O*	C*	O*	C*	O*
Extrato	18,73 <sup>a</sup>	85,21 <sup>b</sup>	15,25 <sup>a</sup>	55,16 <sup>b</sup>	40,47 <sup>a</sup>	251,04 <sup>b</sup>
Fase						
Oral	30,23 <sup>a</sup>	22,25 <sup>b</sup>	14,99 <sup>a</sup>	14,03 <sup>b</sup>	49,74 <sup>a</sup>	73,96 <sup>b</sup>
Gástrica	31,86 <sup>a</sup>	46,70 <sup>b</sup>	27,16 <sup>a</sup>	25,92 <sup>b</sup>	48,57 <sup>a</sup>	83,84 <sup>b</sup>
Duodenal	61,31 <sup>a</sup>	66,95 <sup>b</sup>	51,51 <sup>a</sup>	51,34 <sup>a</sup>	453,60 <sup>a</sup>	175,21 <sup>b</sup>

\*C: convencional; O: orgânico.

Médias de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Letras subscrita iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa entre as médias, segundo o teste *t* de Student ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Nas espécies de *Passiflora alata* (maracujá-açu) e *Passiflora ligularis* (maracujá-doce), não foi detectado nas duas espécies o ácido ferúlico, e o ácido cafeico não foi detectado no maracujá-açu (*Passiflora alata*). O ácido cafeico ( $68 \pm 4 \mu\text{g} / \text{kg}$ ) apresentou maior teor no maracujá-doce (*Passiflora ligularis*) (ROTTA et al, 2019), teores maiores ao maracujá convencional analisado.

Na polpa de maracujá-branco (*Passiflora subpeltata*) os compostos como o ácido protocatecuico, o ácido ferúlico (55,76 ng/g), o ácido vanílico, a epicatequina e ácido p-cumárico foram os principais compostos identificados e quantificados (SHANMUGAM et al, 2018).

A quantificação de compostos fenólicos na polpa de *ligularis* apresentou perfil de polifenóis com os seguintes compostos, ácido gálico, ácido cafeico (26,22 mg/g extrato), rutina, ácido elágico (62,44 mg/g extrato) e kaempferol. Os autores atribuíram os resultados excelentes de propriedades antioxidantes, antiproliferativas, quimiopreventivas e antiaterogênicas dos extratos vegetais ao maior teor de ácido elágico (SARAVANAN; PARIMELAZHAGAN, 2014).

Nas folhas e frutos (pericarpo, polpa e semente) de *Passiflora edulis* sims variedades BRS Sol do Cerrado, Ouro Vermelho e Gigante Amarelo, maracujá-açu (*Passiflora alata* Curtis), maracujá-do-mato (*Passiflora setacea* DC.) e maracujá (*Passiflora tenuifila* Killip), os flavonoides mais identificados foram a homoorientina e isovitexina (VIEIRA, 2013).

Zucolotto (2012) identificou por CLAE-DAD o perfil dos flavonóides C- glicosil nos extratos das folhas e do pericarpo em diferentes espécies de *Passiflora*. Observou a presença de flavonóides C- glicosil que foi identificada em folhas e pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), maracujá-açu (*Passiflora alata*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis* var. *edulis*) e maracujá-banana (*Passiflora tripartita* var. *molíssima*), e nas espécies de *Passiflora quadrangulares* (maracujá-gigante) e *Passiflora manicata* (maracujá-vermelho) somente nos extratos foliares. Os flavonóides C- glicosil mais frequentes identificados foram orientina, isoorientina e vitexina, isovitexina.

Os flavonoides vitexina, isovitexina, orientina e isoorientina, já foram identificados em folhas dos dois acessos de maracujá-mirim (*Passiflora suberosa* - BGP 152 e BGP 193) e do fruto do híbrido (cruzamento genético dos acessos BGP 152 x 193). Nas folhas de *Passiflora coccínea* também foram identificados os flavonoides vitexina, isovitexina, além do 2"-O-β-D-glucopiranosil-vitexina (SILVA, 2012).

No extrato de acetôna das folhas do maracujá (*Passiflora leschenaultii* DC.), foi quantificado a hiperina (quercetina-3-O-galactosídeo), o ácido clorogênico, ácido cafeico (4,6 mg/g extrato) e rutina (SHANMUGAM et al, 2016). Foram avaliados diferentes compostos fenólicos por CLAE-UV, em chás obtidos por decocção das folhas e talos de cavalinha (*Equisetum giganteum*), maracujá-azul (*Passiflora caerulea*) e guamirim (*Myrcia oblongata*). Na decocção do maracujá-azul (*Passiflora caerulea*) identificou-se os compostos fenólicos, ácido gálico, catequina, epicatequina, vitexina e quercetina (FRANCINE et al, 2017). Os compostos fenólicos também estão presentes em outras partes das plantas, podendo estar em teores menores ou maiores das usualmente consumidas.

No decorrer da digestão gastrointestinal *in vitro* da polpa dos frutos do maracujá-amarelo observou-se o aumento dos teores dos ácidos cafeico, ferúlico e elágico entre as fases oral, gástrica e duodenal, porém, em comparação do teor desses compostos no extrato orgânico são maiores do que as fases da bioacessibilidade.

Na fase oral o maracujá convencional apresentou maiores teores dos ácidos cafeico e ferúlico, e o orgânico maior teor de ácido elágico, nos dois tipos cultivos houve diferença estatisticamente significativa. Na fase gástrica os ácidos cafeico e elágico apresentaram maiores teores com diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no maracujá orgânico, sendo que em todos os compostos os teores aumentaram no convencional e orgânico e o ácido cafeico duplicou o teor no maracujá orgânico.

Caracterizando uma liberação parcial dos compostos bioativos, nesta fase a digestão com pepsina, o pH e os movimentos peristálticos favorecem a extração dos polifenóis inseparável, por meio, da redução do tamanho das partículas da matriz alimentar e ao aumento da liberação e solubilização desses compostos, por difusão da matriz alimentar para a fase aquosa, devido à redução das interações iônicas (BOHN, 2008; CHEN et al, 2014).

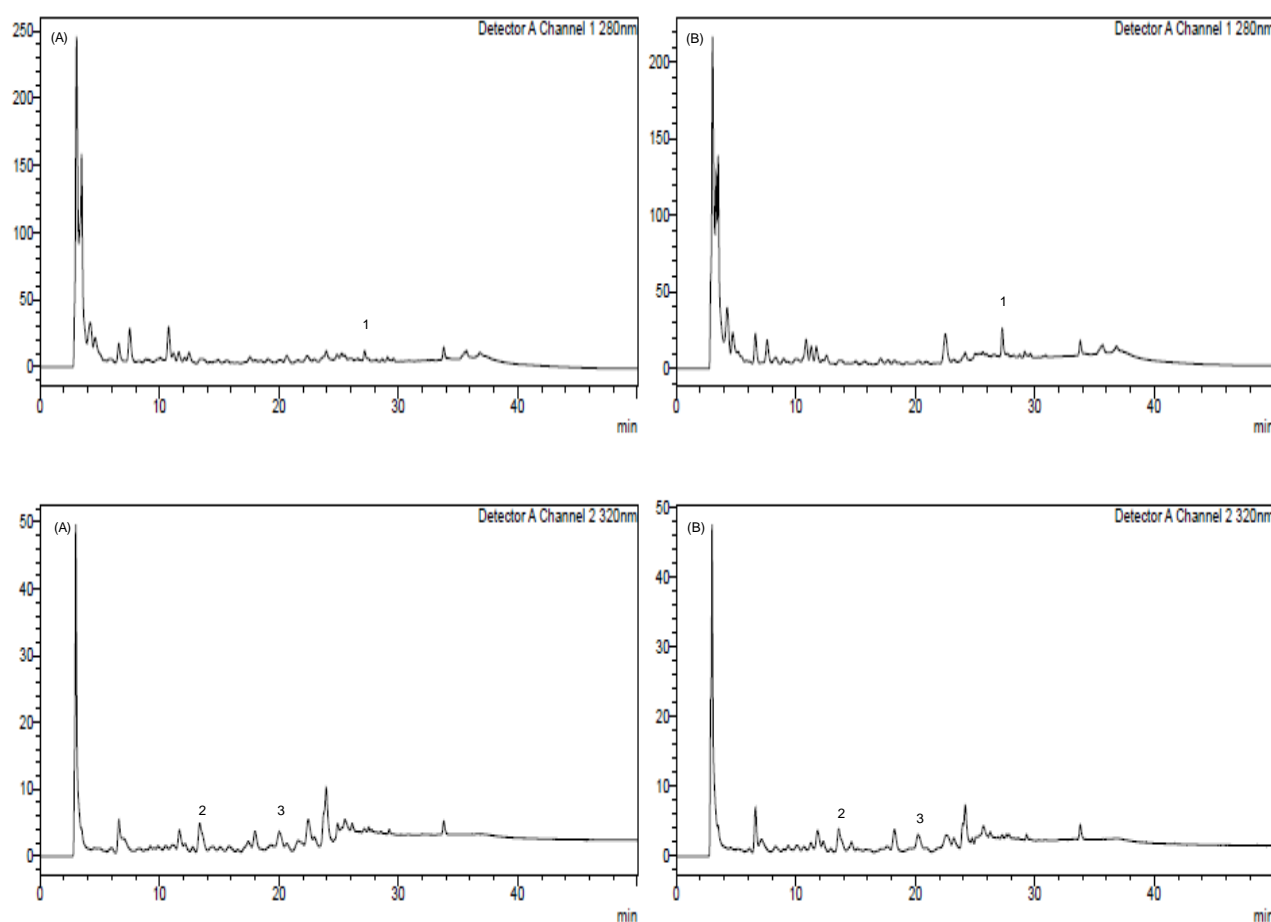
Tanto o maracujá convencional como orgânico apresentaram maiores teores na fase duodenal entre as fases para todos os compostos identificados, mas os ácidos cafeico e elágico apresentaram maiores teores no maracujá orgânico. Segundo Pekkinen et al. (2014), a liberação dos compostos fenólicos no intestino delgado sofre influência do pH e da ação da enzima pancreatina aumentando a quebra de macromoléculas.

Em sete variedades de frutos cítricos, incluindo tangerinas (*Citrus reticulata*), laranjas (*Citrus x sinensis*), toranjas (*Citrus x paradisi*) e pomelo (*Citrus maxima*) cultivados na China foram avaliadas quanto ao teor de ácidos fenólicos e flavonoides após a digestão *in vitro* avaliando a fase duodenal. Observou-se variação dos ácidos fenólicos, cafeico, sinápico, protocatecuico e p-hidroxibenzóico, entre os frutos, aumento significativo ( $p < 0,05$ ) no teor do ácido ferúlico em todos os frutos, na laranja houve o maior aumento do teor de ácido cafeico após a digestão, porém, o maior teor do cafeico foi na cultivar de pomelo (*Citrus maxima*) (SUN et al, 2019).

Osma et al (2019) avaliaram a bioacessibilidade dos compostos fenólicos no extrato de suco e folhas do maracujá (*Passiflora edulis*), sendo que o extrato do suco apresentou menor teor e variedade de compostos fenólicos que o extrato das folhas. No suco identificaram os ácidos fenólicos, gálico, clorogênico e cafeico, após a digestão *in vitro*, na fase gástrica e na duodenal somente o gálico e clorogênio, diferentemente ao presente estudo que todos os compostos fenólicos identificados estavam tanto no extrato como nas fases da digestão simulada.

Na Figura 9 está apresentado cromatograma com a identificação de alguns compostos fenólicos e os demais cromatogramas estão nos Apêndices H, I, J, K, L e M.

**Figura 10.** Cromatograma do maracujá convencional e orgânico na fase oral.



(A) maracujá convencional; (B) maracujá orgânico; 1- elágico; 2- cafeico; 3- ferulico  
Fonte: Dados da Pesquisa. Teresina, 2019.

Na Tabela 15 estão dispostos os resultados sobre a fração bioacessível dos compostos fenólicos identificados. Em todas as fases observaram-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), em exceção o ácido ferúlico na fase duodenal.

Sobre a fração bioacessível dos compostos fenólicos identificados observou-se aumento da porcentagem entre as fases no maracujá de cada sistema de cultivo, sendo que o maracujá convencional na fase oral já apresentou teores acima de 100% para o cafeico e elágico e para o maracujá convencional aproximadamente 30% em todos os compostos.

**Tabela 15.** Fração bioacessível de compostos fenólicos ( $\mu\text{g/mL}$ ) no maracujá proveniente dos sistemas de cultivo orgânico e convencional, antes e após a digestão simulada *in vitro* por fases.

Fases	Cafeico		Ferúlico		Elágico	
	C*	O*	C*	O*	C*	O*
Oral	161,40 <sup>a</sup>	29,97 <sup>b</sup>	98,30 <sup>a</sup>	29,97 <sup>b</sup>	122,24 <sup>a</sup>	29,46 <sup>b</sup>
Gástrica	170,10 <sup>a</sup>	56,60 <sup>b</sup>	178,10 <sup>a</sup>	46,99 <sup>b</sup>	120,01 <sup>a</sup>	33,40 <sup>b</sup>
Duodenal	327,77 <sup>a</sup>	81,14 <sup>b</sup>	337,77 <sup>a</sup>	93,07 <sup>a</sup>	1071,41 <sup>a</sup>	69,79 <sup>b</sup>

\*C: convencional; O: orgânico.

Médias de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Letras subscrita iguais entre os tipos de maracujá convencional e orgânico, não há diferença significativa segundo o teste do qui-quadrado ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), IC95%.

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

Na fase gástrica em comparação a anterior houve aumento da porcentagem da fração bioacessível para o composto fenólico, cafeico ferúlico em ambos os sistemas, acima de 40% e 150% para o convencional e orgânico, respectivamente. Na etapa que representa o intestino delgado a fração bioacessível do elágico no maracujá convencional atingiu mais de 1000%, e para o cafeico e ferúlico acima de 300%. A liberação desses compostos da matriz alimentar é essencial para a sua biodisponibilidade, diante disso, observou-se que a simulação do processo digestivo extraiu mais os compostos identificados no maracujá convencional.

## 6 CONCLUSÕES

O maracujá convencional e orgânico apresentaram características físicas adequadas para industrialização e consumo, essas características sugerem que os frutos estavam em estágio de maturação próximos.

A composição centesimal tanto em base úmida e seca do maracujá orgânico apresentou maior teor de carboidratos e lipídios e no convencional de proteínas. De ambos os sistemas de cultivos os maracujás demonstraram sere fontes de potássio e magnésio somente ao público infantil a parti dos quatro a treze anos e excelente fonte nos três primeiros anos de vida. E para o maracujá convencional maior teor foi de  $\beta$ -caroteno.

O maracujá orgânico, antes da digestão simulada *in vitro*, demonstrou maior teor de compostos fenólicos totais, e depois do processo digestivo, na fase gástrica, apresentou maiores teores de flavonoides totais e os taninos condensados na gástrica e duodenal. Porém, o maracujá convencional demonstrou-se mais bioacessível.

A atividade antioxidante foi maior no maracujá-amarelo do sistema de cultivo convencional, na fase oral e gástrica e para o orgânico na fase duodenal e colônica.

Foram identificados os compostos fenólicos cafeico, ferúlico e elágico em ambos os sistemas de cultivos, antes e após a digestão simulada e o teor desses compostos aumentou no decorrer do processo digestivo a cada fase.



## REFERÊNCIAS

- ABU-REIDAH, I.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Profiling of phenolic and other polar constituents from hydro-methanolic extract of watermelon (*Citrullus lanatus*) by means of accurate-mass spectrometry (HPLC–ESI–QTOF–MS). **Food Research International**, Burlington, v.51, p.354-362, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691200556X>. Acessado em: 11 dez. 2018.
- AGOSTINI, F.; MICHELON, F. M.; GOMES, V. A. A.; BERTOLAZZI, S.; SCHWAMBACH, J.; MOURA, S. Otimização de um método por CLAE-UV para análise de compostos fenólicos em *Myrcia oblongata* DC., *Passiflora caerulea* L. e *Equisetum giganteum* L. *Scientia Chromatographica*, v.9, n.2, p.180-193, 2017. Disponível em:
- ALMINGER, M.; AURA, A.-M.; BOHN, T.; DUFOUR, C.; EL, A. N.; GOMES, A.; KARAKAYA, S.; MARTÍNEZ-CUESTA, M. C.; MCDUGALL, G. J.; REQUENA, T.; SANTOS, C. N. *In vitro* models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v.13, n.4, p.413-436, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12081>. Acessado em: 10 dez. 2018.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Expressão Popular AS-PTA, 2002.
- AMARANTE, C. V. T.; ROSA, E. F. F.; ALBUQUERQUE, J. A.; KLAUBERG-FILHO, O.; STEFFENS C. A. Atributos do solo e qualidade de frutos nos sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs no Sul do Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.46, n.1, p.99-109, 2015. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3341>. Acessado em: 03 jun. 2018.
- AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.12, p.171-184, 2001. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/808>. Acesso: 06 jan. 2019.
- AMBRIZ-PÉREZ, D.L.; LEYVA-LÓPEZ, N., GUTIERREZ-GRIJALVA, E.P., HEREDIA, J.B. Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. A Review. **Cogent Food & Agriculture**, v.2, n.1, p.1131412, 2016. Disponível em: <https://www.cogentoa.com/article/10.1080/23311932.2015.1131412>. Acessado em: 04 fev. 2019.
- ANDRADE, D. F.; OGLIARI, P. J. **Estatística para as ciências agrárias e biológicas: com noções de experimentação**. 2 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v.21, p.43-56, 2007. Disponível em: [https://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao\\_verde.pdf](https://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf). Acessado em: 16 nov. 2018.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, p.1-9, 2007. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v66n1/v66n1a01.pdf>. Acessado em: 02 set. 2018.

AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC, 2005.

AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 19.ed. Arlington: AOAC, 2012.

AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.2, p.1-4, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279477377\\_ACIDEZ\\_EM\\_FRUTAS\\_E\\_HORTALICAS](https://www.researchgate.net/publication/279477377_ACIDEZ_EM_FRUTAS_E_HORTALICAS). Acessado em: 16 nov. 2018.

AUGES, C.; MULLEN, W.; HARA, Y.; CROZIER, A. Bioavailability of polyphenols and flavan-3-ols in humans with an ileostomy. **The Journal of Nutrition**, Oxford, v.138, n.8, p.1535S–1542S, 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/jn/article/138/8/1535S/4750813>. Acessado em: 3 dez. 2018.

BALAN, K.; RATHA, P.; PRAKASH, G.; VISWANATHAMURTHI, P.; ADISAKWATTANA, S.; PALVANNAN, T. Evaluation of *invitro*  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory potential of  $N_2O_2$  schiff base Zn complex. **Arabian Journal of Chemistry**, v.10, n.5, p.732–738, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535214001373>. Acessado em: 03 jan. 2019.

BALL, G. F. M. **Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability**. Boca Raton: CRC, 2006.

BARAŃSKI, M.; ŚREDNICKA-TOBER, D.; VOLAKAKIS, N.; SEAL, C.; SANDERSON, R. STEWART, G. B.; BENBROOK, C.; BIAVATI, B.; MARKELLOU, E.; GIOTIS, C.; GROMADZKA-OSTROWASKA, J.; REMBIALKOWASKA, E.; SKWARLO-SOŃTA, K.; TAHVONEN, R.; JANOVAŠKÁ, D.; NIGGLI, U.; NICOT, P.; LEIFERT, C. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.112, n.5, p.794-811, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4141693/>. Acessado em: 20 dez. 2018

BARRECA, D.; GATTUSO, G.; LAGANÁ, G.; LEUZZI, U.; BELLOCCO, E. C- and O-glycosyl flavonoids in Sanguinello and Tarocco blood orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) juice: Identification and influence on antioxidant properties and acetylcholinesterase activity. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.196, p.619-627, 2016.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615014508>.  
Acessado em: 16 jan. 2019.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, v.53, n.5, p.646-656, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302009000500017&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302009000500017&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 16 set. 2018.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.31, n.4, p.507-513, 1988. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/284236439\\_A\\_comparison\\_of\\_metaphosphoric\\_and\\_oxalic\\_acids\\_as\\_extractants\\_solutions\\_for\\_the\\_determination\\_of\\_vitamin\\_C\\_in\\_selected\\_vegetables](https://www.researchgate.net/publication/284236439_A_comparison_of_metaphosphoric_and_oxalic_acids_as_extractants_solutions_for_the_determination_of_vitamin_C_in_selected_vegetables). Acessado em: 16 julh. 2017.

BERMÚDEZ-SOTO, M. J.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GARCÍA-CONESA, M. T. Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.102, n.3, p.865–874, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606005024>. Acessado em: 04 mai. 2019.

BERTOLDI, F. C.; DESCHAMPS, F. C.; SILVA JUNIOR, A. A.; CORREA, A. F.; FRANCO, M. F.; EBERLIN, M. N. Validação de um método analítico rápido por CLAE-UV para determinação de cumarina em guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) confirmado com espectrometria de massas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.18, n.1, p.316-325, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1516-05722016000500316&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-05722016000500316&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acessado em: 26 ago. 2018.

BERRY, P. M.; SYLVESTE-BRADLEY, R.; PHILIPPS, L.; HATCH, D. J.; CUTTLE, S. P.; RAYNS, F. W.; GOSLING, P. Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? **Soil Use and Management**, v.18, n.1, p.248-255, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00266.x>. Acessado em: 24 ago. 2018.

BLANCAS-BENITEZ, F. J. MERCADO-MERCADO, G.; QUIRÓS-SAUCEDA, A. E.; MONTALVO-GONZÁLEZ, E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. SÁYAGO-AYERDI, S. G. Bioaccessibility of polyphenols associated with dietary fiber and in vitro kinetics release of polyphenols in Mexican 'Ataulfo' mango (*Mangifera indica* L.) by-products. **Food e Function**, Londres, v.6, n.3, p.859-868, 2015. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/FO/C4FO00982G#!divAbstract>. Acessado em: 26 fev. 2019.

BLASA, M.; CANDIRACCI, M.; ACCORSI, A.; PIACENTINI, M. P.; ALBERTINI, M. C.; PIATTI, E. Raw *Millefiori* honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.97, n.2, p.217-222, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605003262>. Acessado em: 18 julho. 2017.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.64-75, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1833>. Acessado em: 26 nov. 2018.

BOTELHO, S. C. C.; HAUTH, M. R.; BOTELHO, F. M.; RONCATTO, G.; WOBETO, C.; OLIVEIRA, S. S. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Manaus, v.62, p.1-8, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3005>. Acessado em: 18 dez. 2018.

BOTELHO, S. C. C.; RONCATTO, G.; BOTELHO, F. M.; OLIVEIRA, S. S.; WOBETO, C. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos em Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v.5, p.471-476, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172360/1/2017-cpamt-silvia-botelho-qualidade-pos-colheita-frutos-maracuja-amarelo-mt.pdf>. Acessado em: 10 dez. 2018.

BOUAYED, J.; HOFFMANN, L.; BOHN, T. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.128, n.1, p.14-21, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611003116?via%3Dihub>. Acessado em: 16 dez. 2018.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF: 04 de junho de 2009.

BRASIL. Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF: 23 de dezembro de 2003.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. **Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de janeiro de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. **Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de suco de fruta**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF: 08 de outubro de 2018.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Maracujá**. Brasília, Distrito Federal, 2003. (Séries FrutiSéries 2).

BRASIL. Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros. **Classificação do maracujá (*Passiflora edulis Sims*)**, São Paulo: CEAGESP, 2001.

BRASIL. Resolução RE nº 899, de 29 de Maio de 2003. **Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF: ANVISA, 29 de Maio 2003.

BURNS, J.; GARDNER, P. T.; O'NEIL, J.; CRAWFORD, S.; MORECROFT, I.; MCPAHAIL, D. B.; LISTER, C.; MATTHEWS, D.; MACLEAN, M. R.; LEAN, M. E.; DUTHIE, G. G.; CROZIER, A. Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.48, n.2, p.220-30, 2000. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf9909757>. Acessado em: 13 out. 2018.

CADORNA, F.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; TULIPANI, S.; TINAHONES, J. F.; QUEIPO-ORTUÑO, M. I. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Amsterdã, v.24, n.8, p.1415-1422, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286313000946>. Acessado em : 26 nov. 2018

CARVALHO, A. J.; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Nutrients contents in the leaf dry matter associated with seasonal phenology, potassium fertilization and irrigation depths in yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.403–408, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/262751455\\_NUTRIENTS\\_CONTENTS\\_IN\\_THE\\_LEAF\\_DRY\\_MATTER\\_ASSOCIATED\\_WITH\\_SEASONAL\\_PHENOLOGY\\_POTASSIUM\\_FERTILIZATION\\_AND\\_IRRIGATION\\_DEPTHS\\_IN\\_YELLOW\\_PASSIONFRUIT](https://www.researchgate.net/publication/262751455_NUTRIENTS_CONTENTS_IN_THE_LEAF_DRY_MATTER_ASSOCIATED_WITH_SEASONAL_PHENOLOGY_POTASSIUM_FERTILIZATION_AND_IRRIGATION_DEPTHS_IN_YELLOW_PASSIONFRUIT). Acessado em: 25 out. 2018.

CASTRO, T. M. N.; ZAMBONI, P.V.; DOVADONI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.74, n.4, p.426-36, 2015. Disponível em: <ses.sp.bvs.br/lildbi/docsonline/get.php?id=6269>. Acessado em: 26 nov. 2018.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. rev., Campinas: UNICAMP, 2003.

CERQUEIRA, F. O. S.; RESENDE, E. D.; MARTINS, D. R. SANTOS, J. L. V.; CENCI, S. A. Qualidade do maracujá-amarelo armazenado sob refrigeração em atmosfera controlada. **Food Science and Technology**, Campinas, v.31, n.2, p.534-540, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0101-20612011000200039&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612011000200039&lng=pt&nrm=iso). Acessado em: 13 nov. 2018.

CERVI, A. C. JUNIOR DUNAISKI, A. Passifloraceæ do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *distephana* (Juss.) Killip. **Revista Estudos de Biologia**, Curitiba, v.26, n.55, p.45-67, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/325161858\\_PASSIFLORACEAE\\_DO\\_BRASIL\\_ESTUDO\\_DO\\_GENERO\\_Passiflora\\_L\\_SUBGENERO\\_Distephana\\_JUSS\\_KILLIP](https://www.researchgate.net/publication/325161858_PASSIFLORACEAE_DO_BRASIL_ESTUDO_DO_GENERO_Passiflora_L_SUBGENERO_Distephana_JUSS_KILLIP). Acessado em: 06 ago. 2018.

CHANDRASEKARA, A. Phenolic Acids. *In*: MELTON, L.; SHAHIDI, F.; VARELIS, P. **Encyclopedia of Food Chemistry**, v.3. Amsterdã: Elsevier, 2019.

CHANDRASEKARA, A.; RASEK, O. A.; JOHN, J. A.; CHANDRASEKARA, N.; SHAHIDI, F. Solvent and extraction conditions control the assayable phenolic content and antioxidant activities of seeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Jersey, v.93, n.2, p.275–283, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-015-2760-y>. Acessado em: 24 nov. 2018.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Determination of antioxidant activity in free and hydrolyzed fractions of millet grains and characterization of their phenolic profiles by HPLC-DAD-ESI-MS<sup>n</sup>. **Journal of Functional Foods**, Amsterdã, v.3, n.3, p.144-158, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464611000338>. Acessado em: 3 mar. 2019.

CHEN, Y.; XIAO, H.; ZHENG, J.; LIANG, G. Structure-Thermodynamics-Antioxidant Activity Relationships of Selected Natural Phenolic Acids and Derivatives: An Experimental and Theoretical Evaluation. **Plos One**, São Francisco, v.10, n.3, p.1-20, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4372407/>. Acessado em: 24 mar. 2019.

CHENG, J. C.; DAI, F.; ZHOU, B.; YANG, L.; LIU Z. L. Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure–activity relationship. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.104, n.1, p.132-139, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606008764>. Acessado em: 10 mar. 2019.

CHIANG, C. J.; KADOUH, H.; ZHOU, K. Phenolic compounds and antioxidant properties of gooseberry as affected by in vitro digestion. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v.51, n.2, p.417-422, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812004628>. Acessado em: 20 fev. 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2<sup>a</sup> ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2005.

CILLA, A.; ALEGRÍA, A.; BARBERÁ, R.; LAGARDA, M. J. Foods or Bioactive Constituents of Foods as Chemopreventives in Cell Lines After Simulated Gastrointestinal Digestion: A Review. *In*: MORALES-GONZÁLEZ, J. A. **Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases - A Role for Antioxidants**. México: InTech, 2013.

CLIFFORD, M. N.; SCALBERT, A. Ellagitannins – nature, occurrence and dietary burden. **Journal of Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v.80, p.11118-1125, 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/227777691\\_Ellagitannins-Nature\\_occurrence\\_and\\_dietary\\_burden](https://www.researchgate.net/publication/227777691_Ellagitannins-Nature_occurrence_and_dietary_burden). Acessado em: 31 jan. 2019.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.722-729, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542010000300027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000300027). Acessado em: 13 fev. 2019.

COHEN, K. O.; TUPINAMBÀ, D. D.; COSTA, A. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G. SOUSA, H. N.; BAIOCCHI, M. V. **Compostos fenólicos e vitamina C na polpa extraída dos frutos do híbrido de maracujazeiro azedo BRS Ouro Vermelho**. Comunicado Técnico nº156, Planaltina: EMBRAPA, 2008.

COSTA, Juliana Nascimento da. Estudo da estabilidade de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa degener*) em pó, proveniente de cultivo orgânico. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

COSTA, E. C. S.; NUNES, T. S.; MELO, J. I. M. Flora da Paraíba, Brasil: Passifloraceae *sensu stricto*. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.66, n.1, p.271-284, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-78602015000100271&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-78602015000100271&script=sci_abstract). Acessado em 14 nov. 2018.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, J. C.; LIMA, I. M.; CAETANO, E. N. S. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Documentos 192, Vitória: Incaper, 2008.

CROWE, K. M.; FRANCIS, C. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional Foods. **Journal of the academy of nutrition and dietetics**, Amsterdã, v.113, n.8, p.1096-1103, 2013. Disponível em: [https://jandonline.org/article/S2212-2672\(13\)00680-1/fulltext](https://jandonline.org/article/S2212-2672(13)00680-1/fulltext). Acessado em: 25 out. 2018.

CROZIER, A.; DEL RIO, D.; CLIFFORD, M. N. Bioavailability of dietary flavonoids and phenolic compounds. **Molecular Aspects of Medicine**, Amsterdã, v.31, p.446–467, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098299710000762?via%3Dihub>. Acessado em: 16 fev. 2018.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, Londres, v.26, n.8, p.1001-1043, 2009. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2009/NP/b802662a#!divAbstract>. Acessado em: 16 fev. 2019.

CUNNINGHAM, F. G.; LEVENO, K. J.; BLOOM, S. L. Tireóide e outros distúrbios endócrinos. In: CUNNINGHAM F. G.; LEVENO, K. J.; BLOOM, S. L.; SPONG, C. Y.; DASHE, J. S.; HOFFMAN, B. L.; CASEY, B. M.; SHEFFIELD, J. S. *Obstetrícia de Williams*. 23 ed. Porto Alegre: Artmed-McGraw-Hill, 2012.

D'ARCHIVIO, M.; FILESI, C.; DI-BENEDETTO, R.; GARGIULIO, R.; GIOVANNINI, C.; MASELLA, R. Polyphenols, dietary sources and bioavailability. **Annali dell'Istituto superiore di sanità**, Roma, v.43, n.4, p.348-61, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18209268>. Acessado em: 13 jan. 2018.

DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional. *In: STRIGHETA, P.C; MUNIZ, J.N. Alimentos Orgânicos: Produção, Tecnologia e Certificação*. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 289-312.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4.ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEL RIO D.; COSTA, L. G.; LEAN, M. E. J.; CROZIER A. Polyphenols and health: what compounds are involved? **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, Amsterdã, v.20, n.1, p.1–6, 2009. Disponível em: [https://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753\(09\)00137-9/fulltext](https://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753(09)00137-9/fulltext). Acessado em: 13 fev. 2018.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, Amsterdã, v.44, n.7, p.1671–1701, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911001608>. Acessado em: 23 nov. 2018.

DENNY A.; BUTTRISS J. **Plant foods and health: focus on plant bioactives**. Londres: British Nutrition Foundation, 2007.

DHAWAN, K.; DHAWAN, S.; SHARMA, A. *Passiflora*: a review update. **Journal of Ethnopharmacology**, Cagliari, v.94, n.1, p.1-23, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874104000856>. Acessado em: 06 nov. 2018.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas Salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.3, p.229–236, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n3/v15n3a02>. Acessado em: 08 nov. 2018.

DIAS, V. V.; SCHULTZ, G.; SCHUSTER, M. S.; TALAMINI E.; RÉVILLION J. P. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v.18, n.1, p.161-182, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2015000100010&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2015000100010&script=sci_abstract&lng=pt). Acessado em: 08 nov. 2018.

DAIMIEL, L.; VASGAS, T.; MOLINA, A. R. Nutritional genomics for the characterization of the effect of bioactive molecules in lipid metabolism and related pathways. *Electrophoresis*, v. 33, p. 2266–89, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22887150>. Acessado em: 05 set. 2018.

DUARTE, O.; PAULL, R. *Passifloraceae and caricaceae*. *In: DUARTE, O.; PAULL, R. Exotic fruits of the New World*. Wallingford: CABI Direct, 2015. p. 184-193.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.43, n.2, p.211-8, 2009.



Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102009000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000200001). Acessado em: 07 nov. 2018.

FERRAZ, Á. **Fruticultura**. 2013. Disponível em: <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/15-39-51-apostilafruticultura.pdf>. Acesso em: 12 de fevereiro de. 2019.

FERREIRA, S. S.; SILVA, A. M.; NUNES, F. M. Citrus reticulata Blanco peels as a source of antioxidant and anti-proliferative phenolic compounds. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.111, p.141-148, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669017306854>. Acessado em: 08 nov. 2018.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.254-259, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000200013&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000200013&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 08 set. 2018.

FOGLIANO, V.; COROLLARO, M. L.; VITAGLIONE, P.; NAPOLITANO, A.; FERRACANE, R.; TRAVAGLIA, F.; ARLORIO, M.; COSTABILE, A.; KLINDER, A.; GIBSON, G. In vitro bioaccessibility and gut biotransformation of polyphenols present in the water-insoluble cocoa fraction. **Molecular Nutrition and Food Research**, Hoboken, v.55, n.1, p.44-55, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21294250>. Acessado em: 08 dez. 2018.

FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T.; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, p.124-127, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452005000100033](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000100033). Acessado em: 04 set. 2018.

FREITAS, A. A.; DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, C. C. Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidas em sistemas orgânico e convencional. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.1, p.001-005, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2010000100001&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2010000100001&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 05 set. 2018.

FLEISS, J.L. **Statistical methods for rates and proportions**. New York: John Wiley & Sons, 2015.

GAZOLA, A. C.; COSTA, G. M.; CASTELLANOS, L.; RAMOS, F. A. R.; REGINATTO, F. H.; LIMA, T. C. M.; SCHENKEL, E. P. Involvement of GABAergic pathway in the sedative activity of apigenin, the main flavonoid from *Passiflora quadrangularis* pericarp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.59, n.2, p.1091-1096, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/274405056\\_Involvement\\_of\\_GABAergic\\_pathway\\_in\\_the\\_sedative\\_activity\\_of\\_apigenin\\_the\\_main\\_flavonoid\\_from\\_Passiflora\\_quadrangularis\\_pericarp](https://www.researchgate.net/publication/274405056_Involvement_of_GABAergic_pathway_in_the_sedative_activity_of_apigenin_the_main_flavonoid_from_Passiflora_quadrangularis_pericarp). Acessado em: 12 jan. 2019.

GODOY, R. C. B.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, A. P.; MATOS, E. L. S.; LIMA, A. A.; WASZCZYNSKYJ, N. Diversidade genética entre acessos de maracujazeiro amarelo avaliada pelas características físico-químicas dos frutos. **Revistas Ceres**, Viçosa, v.54, p.541-547, 2007. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3296>. Acessado em: 06 set. 2018.

GONÇALVES, E. C. B. A. **Análise de alimentos: uma visão química da nutrição**. 4<sup>o</sup> ed. São Paulo: Varela, 2016.

GÓMEZ-MEIJÍA, E.; ROSALES-CONRADO, N.; LEÓN-GONZÁLEZ, M. E.; MADRID, Y. Citrus peels waste as a source of value-added compounds: Extraction and quantification of bioactive polyphenols. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.295, p.289-299, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619309410>. Acessado em: 25 jan. 2019.

GOMES, S. V. F.; PORTUGAL, L. A.; DOS ANJOS, J. P.; DE JESUS, O. N.; DE OLIVEIRA, E. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Accelerated solvent extraction of phenolic compounds exploiting a Box-Behnken design and quantification of five flavonoids by HPLC-DAD in *Passiflora* species. *Microchemical Journal*, v.132, p.28–35, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X16304441>. Acessado em: 10 dez. 2017.

GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Monitoramento da qualidade da polpa de maracujá-amarelo - seleção AFRUVEC, em função do tempo de armazenamento dos frutos. **Revista Alimentos e Nutrição**, Bauru, v.17, n.4, p.401-405, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000081&pid=S0100-2945200900020003100009&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000081&pid=S0100-2945200900020003100009&lng=pt). Acessado em: 05 set. 2018.

DE GROOT, L.; ABALOVICH, M.; ALEXANDER, E.K.; AMINO, N.; BARBOUR, L.; COBIN, R. H.; EASTMAN, C. J.; LAZARUS, J. H.; LUTON, D.; MANDEL, S. J.; MESTMAN, J.; ROVET, J.; SULIVAN, S. Management of thyroid dysfunction during pregnancy and postpartum: na Endocrine Society clinical practice guideline. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Oxford, v.97, n.8, p.2543–65, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22869843>. Acessado em: 25 set. 2018.

HAN, X.; SHEN, T.; LOU, H. Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.8, n.9, p.950-988, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3871896/>. Acessado em: 14 out. 2018.

HANHINEVA, K.; TÖRRÖNEN, R.; BONDIA-PONS, I.; PEKKINEN, J.; KOLEHMAINEN, M.; MYKKÄNEN, H.; POUTANEN, K. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v.11, n.4, p.1365–1402, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20480025>. Acessado em: 09 nov. 2018.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Amsterdã, v.53, n.8, p.2928- 2935, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15826041>. Acessado em: 06 out. 2018.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; GOÑI, I. Dietary Polyphenols and Human Gut Microbiota: a Review. **Food Reviews International**, v.27, n.2, 154-169, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2010.535233>. Acessado em: 24 out. 2019.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. *In: Biodisponibilidade de Nutrientes*. Barueri: Manole; 2016.

HUR, S. J.; LIM, B. O.; DECKER, E. A.; MCCLEMENTS, D. J. In vitro human digestion models for food applications. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.125, n.1, p.1-12, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610010241>. Acessado em: 06 set. 2018.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Food and Nutrition Board (FND). **Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorous, magnesium, vitamin D, and Flouride**. Washington: The National Academies Press, 1997, 432p.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington: The National Academies Press, 2005, 617p.

JANZANTTI, N. S.; MACORIS, M. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Influence of the cultivation system in the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. **LWT - Food Science and Technology**, v.46, n.2, p.511-518, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811003719>. Acessado em: 06 dez. 2018.

JIMÉNEZ, A. M.; SIERRA, C. A; RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.; OSORIO, C. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. fo *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. **Food Research International**, Amsterdã, v.44, n.7, p.1912–1918, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996910004394>. Acessado em: 06 nov. 2018.

KARAKAYA S. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Amherst, v.44, n.6, p.453-64, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15615428>. Acessado em: 02 nov. 2018.

KENNDLER, E. **Introduction to chromatography**. Institute for Analytical Chemistry: University of Vienna, 2004.

KHANBABAEE, K., VAN REE, T. Tannins: classification and definition. **Natural Product Reports Articles**, v.18, p.641-649, 2001. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f567/4bf4261292bccd96ac2c351779f385d7021e.pdf>. Acessado em: 10 fev. 2019.

KILLIP, E.P. **The American Species of Passifloraceae**. Chicago: Field Museum of Natural History, 1938.

KIM, D.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.81, p.321-326, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602004235>. Acessado em: 06 nov. 2018.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v.50, p.3713-3717, 2002. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020071c>. Acessado em: 03 set. 2018.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1008-1014, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500014&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 23 ago. 2018.

KONISHI, Y.; ZHAO, Z.; SHIMIZU, M. Phenolic acids are absorbed from the rat stomach with different absorption rates. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Amsterdã, v.54, n.20, p.7539-43, 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17002419>. Acessado em: 03 dez. 2018.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine**, v.113, p.71S-88S, 2002. Disponível em: [https://www.amjmed.com/article/S0002-9343\(01\)00995-0/fulltext](https://www.amjmed.com/article/S0002-9343(01)00995-0/fulltext). Acessado em: 16 jun. 2018.

KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.). **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v.43, n.7, p.1026-1031, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643809003120>. Acessado em: 12 dez. 2018.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T. FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000400037](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400037). Acessado em: 12 out. 2018.

LADDHA, A. P.; KULKARNI, Y. A. Tannins and vascular complications of Diabetes: An update. **Phytomedicine**, v.15, n.56, p.229-245, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30668344>. Acessado em 7 abr. 2019.

LAFAY, S.; GIL-IZQUIERDO A. Bioavailability of phenolic acids. **Phytochemistry Reviews**, v.7, p.301-11, 2008. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11101-007-9077-x>. Acessado em: 22 set. 2018.

LAFAY, S.; GIL-IZQUIERDO, A.; MANACH, C.; MORAND, C.; BESSON, C.; SCALBERT, A. Chlorogenic acid is absorbed in its intact form in the stomach of rats. **The Journal of Nutrition**, Oxford, v.136, n.5, p.1192-7, 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16614403>. Acessado em: 23 nov. 2018.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v.20, n.3, p.207-220, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521400001332>. Acessado em: 23 nov. 2018.

LETAIEFH.; ZEMNI, H.; MLIKI, A.; CHEBIL, S. Composition of *Citrus sinensis*(L.) osbeck cv Maltese demi-sanguine juice. A comparison between organic and conventional farming. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.194, p.290–295, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26471557>. Acessado em: 09 jan. 2019.

LESSA, Anselmo Oliveira. **Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujá das espécies silvestres (*Passiflora setacea* DC, *Passiflora cincinnata* MAST)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

LEORO, Maria Gabriela Vernaza. Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá. 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.2, p.430-435, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612011000200023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000200023). Acessado em: 12 nov. 2018.

MANGANARIS, G. A.; GOULAS, V.; VICENTE, A. R.; TERRY, L. A. Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v.94, n.5, p.825-833, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24122646>. Acessado em 16 dez. 2018.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Oxford, v.79, n.5, p.727–47, 2004. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/79/5/727/4690182>. Acessado em: 16 dez. 2018.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; REMESY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Oxford, v.81, n.1, p.230s–42s, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15640486>. Acessado em: 16 dez. 2018.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica X agricultura convencional. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis v.3, n.2, p.315 - 338, 2014. Disponível em: [http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/2532/1839](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2532/1839). Acessado em: 21 nov. 2018.

MATOS, A. K. V. **Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas**. Cadernos da FUCAMP, Monte Carmelo, v.10, n.12, p.1-17, 2010. Disponível em: <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/134/120>. Acessado em: 02 set. 2018.

MDITSHWA, A.; MAGWAZA, L. S.; TESFAY, S. Z.; MBILI, N. Postharvest quality and composition of organically and conventionally produced fruits: A review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v.216, n.14, p.148-159, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423816306732>. Acessado em: 21 jan. 2019.

MEINHART, A. D.; DAMIN, F. M.; CALDEIRÃO, L.; JESUS FILHO, M.; SILVA, L. C.; CONSTANT, L. S.; TEXEIRA FILHO, J.; WAGNER, R.; GODOY, H. T. Chlorogenic and caffeic acids in 64 fruits consumed in Brazil. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.286, p.51-63, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619303085?via%3Dihub>. Acessado em: 03 mar. 2019.

MEIRELLES, L.; VENTURIN, L.; GUAZZELLI, M. J. Agricultura ecológica – alguns princípios básicos. Ipês: Centro Ecológico, 2016. Disponível em: <http://www.centroecologico.org.br/agricultura.php>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MESTMAN, J. H. **Thyroid and Parathyroid Diseases in Pregnancy**. In: GABBE, S. G.; NIEBYL, J. R.; SIMPSON, J. L.; LANDON, M. B.; GALAN H. L.; JAUNIAUX, E. R.M. Obstetrics normal and problem pregnancies. 6. ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2012.

MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; ALVITO, P.; BALLANCE, S.; BOHN, T.; BOURLIEU, C.; CARRIÈRE, F.; BOUTROU, R.; CORREDIG, M.; DUPONT, D.; DUFOUR, C.; EGGER, L.; GOLDING, M.; KARAKAYA, S.; KIRKHUS, B.; LE FEUNTEUN, S.; LESMES, U.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A.; MARZE, S.; MCCLEMENTS, D. J.; MÉNARD, O.; RECIO, I.; SANTOS, C. N.; SINGH, R. P.; VEGARUD, G. E.; WICKHAM, M. S.; WEITSCHIES, W.; BRODKOR, B. A. A standardised static in vitro digestion method suitable for food - an international consensus. **Food and Function**, Londres, v.5, n.6, p.1113-24, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24803111>. Acessado em: 24 nov. 2018.

MIRANDA, Cindy Emanuely Pereira. **Compostos bioativos do maracujá cobra (*Passiflora trintae*)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

MOHIB, M. M.; RABBY, S.M. F.; PARAN, T.Z.; HASAN, M. M.; AHMED, I.; HASAN, N.; SAGOR, M. A. T.; MOHIUDDIN, S. Protective role of green tea on diabetic

nephropathy-A review. **Cogent Biology**, v.2, p.1-23, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23312025.2016.1248166>. Acessado em: 16 març. 2019.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p.892-6, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000500029&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000500029&script=sci_abstract&tlng=es). Acessado em: 23 nov. 2018.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, Araraquarara, v.16, n.1, p.71-76, 2005. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/103/116>. Acessado em: 29 nov. 2019.

MORAIS, A. B. L.; XAVIER A. C. R.; SILVA G. F.; SILVA M. A. A. P.; PAGANI A. A. C. Bioactivation of Carbonated Mineral Water with Passion Fruit Microcapsules. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, New York, v.4, n.3, p.310-319, 2015. Disponível em: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo.aspx?journalid=153&doi=10.11648/j.ijnfs.20150403.18>. Acessado em: 26 jan. 2018.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, A. M.; SILVA, C. P.; ARAÚJO, M. A. M. ARÊAS, J. A. G. Identificação e quantificação de compostos fenólicos e da atividade antioxidante no feijão-caupi em grãos da cultivar BRS Xiquexique. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.31, n.1, pp.209-216, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcaat/v31n1/1983-2125-rcaat-31-01-00209.pdf>. Acessado em: 10 fev. 2019.

MURIEL, P. NF-KB in liver diseases: a target for drug therapy. **Journal of Applied Toxicology**, Hoboken, v.29, n.2, p.91-100, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18937212>. Acessado em: 12 dez. 2018.

MURKOVIC, M. Phenolic Compounds: Occurrence, Classes, and Analysis. *In*: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. (ed.) **Encyclopedia of Food and Health**. v. 4. Kidlington, Oxford, Waltham: Academic Press, 2016. p. 346-351. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472005390>. Acessado em: 22 mar. 2019.

MURKOVIC, M. Phenolic Compounds. *In*: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M. (ed.) **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2 ed. Kidlington, Oxford, Waltham: Academic Press, 2003. p. 4507-4514. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X009147>. Acessado em: 14 mar. 2019.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, Amsterdã, v.1054, n.1/2, p.95-111, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967304014098>. Acessado em: 13 dez. 2018.

NAZCK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, 41, n.5, p.1523–1542, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0731708506003062>. Acessado em: 23 nov. 2018.

NASCIMENTO, C. R.; NEVES, L. C.; GRÍGIO, M. L.; CAMPOS, A. J.; CHAGAS, E. A.; SOUZA, A. A. Avaliação da qualidade de polpas de frutos industrializadas e comercializadas no município de Boa Vista – RR. **Revista Agroambiente**, v. 6, n. 3, p. 263-267, 2012. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/680>. Acessado em: 15 out. 2018.

NASCIMENTO, M. C. B. S.; GAMA, C. Q. S. Estudo fitoquímico do marujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims forma *flavicarpa* O. Deg. - *Passifloraceae*) e perfil cromatografico de sucos de maracujá. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.16-27, 2015. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/revistapct/article/view/517/325>. Acessado em: 13 jan. 2019.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Japanese Society for Food Science and Technology**, Tokio, v.39, n.10, p.925-928, 1992. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/39/10/39\\_10\\_925/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/39/10/39_10_925/_article). Acessado em: 12 ago. 2018.

NILE, S. H.; PARK, S. W. Edible berries: bioactive componentes and their effect on human health. **Nutrition**, Rockville, v.30, n.2, p.134-144, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24012283>. Acessado em: 10 ago. 2018.

NIMALARATNE, Liyana Arachchilage Chamila Koushalya. **Antioxidants in Chicken Egg Yolk: Effects of Cooking, Storage and Gastrointestinal Digestion**. 2015. Tese (Doutorado de Filosofia em Ciência e Tecnologia de Alimentos) University of Alberta, Edmonton, 2015.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **SITIENTIBUS: Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, n.1, p.33-46, 2001. Disponível em: [http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg1\\_n1.html](http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg1_n1.html). Acessado em: 12 set. 2018.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. Flora da Bahia: Passifloraceae. **SITIENTIBUS: Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, n.6, p.194-226, 2006. Disponível em: [http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg6\\_n3.html](http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg6_n3.html). Acessado em: 12 set. 2018.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde. **ComCiência**, n.120, 2010. Disponível em: [http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542010000600006&lng=pt&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000600006&lng=pt&nrm=iso). Acessado em: 02 fev. 2019.

OLIVEIRA, A.; PINTADO, M. Stability of polyphenols and carotenoids in strawberry and peach yoghurt throughout in vitro gastrointestinal digestion. **Food and Function**,



Londres, v.6, n.5, p.1611–1619, 2015. Disponível em:  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/FO/C5FO00198F#!divAbstract>.  
Acessado em: 05 mai. 2019.

OLIVEIRA, A. B.; LOPES, M. M. A.; MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, K. O.; FILHO, E. G.; URBANO, L.; MIRANDA, M. R. A. Effects of organic vs. conventional farming systems on quality and antioxidant metabolism of passion fruit during maturation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v.222, p.84-89, 2017. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817303035>. Acessado em: 13 fev. 2018.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, São Paulo, v.34 n.6, 2011. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422011000600023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000600023).  
Acessado em: 26 set. 2018.

OLIVEIRA, E. M. S.; REGIS, S. A.; RESENDE, E. D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. **Ciência Rural**, v.41, n.4, p.725-730, 2011. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782011000400029&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782011000400029&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 25 set. 2018.

ORTEGA, N.; MACIÀ, A.; ROMERO, M. P.; REGUANT, J.; MOTILVA, M. J. Matrix composition effect on the digestibility of carob flour phenols by an in vitro digestion model. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.124, p.65-71, 2011. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610006795>. Acessado em: 23 jan. 2019.

OSMAR, J. A.; OCAMPO, I. L.; NUÑEZ, M. L. C.; CELIS, M. E. M.; CHAMORRO, N. L.; VEJA, R. C. Impact of in vitro gastrointestinal digestion on the bioaccessibility and antioxidant capacity of bioactive compounds from Passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves and juice extracts. **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, v. 43, n.7, p.1-11, 2019. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/332427987\\_Impact\\_of\\_in\\_vitro\\_gastrointestinal\\_digestion\\_on\\_the\\_bioaccessibility\\_and\\_antioxidant\\_capacity\\_of\\_bioactive\\_compounds\\_from\\_Passion\\_fruit\\_Passiflora\\_edulis\\_leaves\\_and\\_juice\\_extracts](https://www.researchgate.net/publication/332427987_Impact_of_in_vitro_gastrointestinal_digestion_on_the_bioaccessibility_and_antioxidant_capacity_of_bioactive_compounds_from_Passion_fruit_Passiflora_edulis_leaves_and_juice_extracts). Acessado em: 06 mai. 2019.

OSZMIANSKI, J.; WOJDYLO, A.; LAMER-ZARAWSKA, E.; SWIADER, K. Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.100, n.2, p.579-83, 2007. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605009027>. Acessado em: 23 set. 2018.

PACHECO, A. L. V.; PAGLIARINI, M. F.; FREITAS, G. B.; VIERA, G. Yellow passion fruit postharvest conservation and quality according to organic and mineral fertilizer. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.5, p.1-8, 2018. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452018000500301](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452018000500301).  
Acessado em: 26 nov. 2018.

PACHECO, A. L. V.; PAGLIARINI, M. F.; FREITAS, G. B.; SANTOS, R. H. S.; SERRÃO, J. E. ZANUNCIO, J. C. Mineral composition of pulp and production of the

yellow passion fruit with organic and conventional fertilizers. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.217, p.425–430, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27664654>. Acessado em: 25 nov. 2018.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerandoos dados dos censos de 1996 e 2006. **Interações**, Campo Grande, v.14, n.2, p.225-235, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/inter/v14n2/a09v14n2.pdf>. Acessado em: 12 jul. 2018.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÀN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.6, n.19, p.741-760, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732006000600010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000600010). Acessado em: 12 ago. 2018.

PAIVA, R. L.; SANTANA FILHO, M.; BOHRER, P. L.; LAUXEN, I. S.; RADOS, P. V. AgNOR Quantification in Cells of Normal Oral Mucosa Exposed to Smoking and Alcohol A Cytopathologic Study. **Analytical and Quantitative Cytology and Histology**, Saint Louis, v.26, n3, p.175-80, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15218694>. Acessado em: 03 ago. 2018.

PALAFIX-CARLOS, H.; AYALA-ZAVALA, J. F.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. **Journal of Food Science**, Hoboken, v.76, n.1, p.R6-R15, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3052441/>. Acessado em: 28 nov. 2018.

PALOZZA, P.; PARRONE, N.; CATALANO, A.; SIMONE, R. Tomato lycopene and inflammatory cascade: basic interactions and clinical implications. **Current Medicinal Chemistry**, Sharjah, v.17, p.2547-2563, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20491642>. Acessado em: 02 dez. 2018.

PANIWNYK, L.; BEAUFOY, E.; LORIMER, J. P.; MASON, T. J. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, n.3, p. 299-301, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417700000754>. Acessado em: 06 out. 2018.

PARADA J.; AGUILERA, J. M. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. **Journal of Food Science**, Hoboken, v.72, n.2, p.R21–R32, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17995848>. Acessado em: 12 ago. 2018.

PAVAN, V.; SANCHO, R. A. S.; PASTORE, G. M. The effect of in vitro digestion on the antioxidant activity of fruit extracts (*Carica papaya*, *Artocarpus heterophyllus* and *Annona marcgravii*). **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v.59, p.1247-1251, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814003296>. Acessado em: 06 mai. 2019.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química,

microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.4, p.437-42, 2006. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/301>. Acessado em: 13 nov. 2018.

PÉREZ J.; SERRANO, J.; TABERNERO, M.; ARRANZ, S.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; GARCÍA-DIZ, L.; GONI, I.; SAURA-CALIXTO F. Bioavailability of phenolic antioxidants associated with dietary fiber: plasma antioxidant capacity after acute and long-term intake in humans. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.64, n.2, p.102–7, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19444613>. Acessado em: 13 out. 2018.

PERTUZATTI, P. B.; SGANZERLA, M.; JACQUES, A. C.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v.64, n.1, p.259-263, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815003801>. Acessado em: 25 out. 2018.

PHILIPPI, S.T. **Pirâmide dos alimentos**. 3. Ed. Barueri: Manole, 2018.

PHILLIPS, K. M.; TARRAGO-TRANI, M. T.; GEBHARDT, S. E.; EXLER, J.; PATTERSON, K. Y.; HAYTOWITZ, D. B.; PEHRSSON, P. R.; HOLDEN, J. M. Stability of Vitamin C in Frozen Raw Fruit and Vegetable Homogenates. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 23, p. 253-259, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157510000074>. Acessado em: 06 set. 2018.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.98-103, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28856.pdf>. Acessado em 26 set. 2018.

PIRES, M. M.; JOSÉ, A. R. S.; CONCEIÇÃO, A. O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011.

PITA, Julyane da Silva Leite. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiro do mato e amarelo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

PORTO-FIGUEIRA, P.; FREITAS, A.; CRUZ, C. J.; FIGUEIRA, J.; CÂMARA, J. S. Profiling of passion fruit volatiles: An effective tool to discriminate between species and varieties. **Food Research International**, Amsterdã, v.77, p.408–418, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915301812>. Acessado em: 24 nov. 2018.

POURCEL, L.; ROUTABOUL, J. M.; CHEYNIER, V. Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. **Trends in Plant Science**, v.12, n.1,

p.29-36, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17161643>. Acessado em: 14 set. 2018.

PRICE, M. L.; SCOYOC, S. V.; BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Amsterdã, v.26, p.1214-1218, 1978. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf60219a031>. Acessado em: 15 ago. 2018.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31 n.2, p.539-543, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452009000200031&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452009000200031&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 16 nov. 2018.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABST radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, Amsterdã, v. 26, n. 9-10, p.1231-1237, 1999. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10381194>. Acessado em: 16ago. 2018.

RIED, K.; FAKLER, P. Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: meta-analyses of intervention trials. **Maturitas**, v.68, n.4, p.29-31, 2011. Disponível em: [https://www.maturitas.org/article/S0378-5122\(10\)00446-9/fulltext](https://www.maturitas.org/article/S0378-5122(10)00446-9/fulltext). Acessado em: 26 nov. 2018.

ROCHA, M. C.; SILVA, A. L. B.; ALMEIDA, A.; COLLAD, F. H. Efeito do uso de biofertilizante agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. **Revista Biociências**, Taubaté, v.7, n.2, p.7-13, 2001. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/426/262>. Acessado em: 16 ago. 2018.

RODRÍGUEZ, G. R. V.; CARLOS-PALAFIX, H.; MEDRANO, A. W.; ZAVALA, J. F. A.; CHEN, C.-Y. O.; SÁNCHEZ, M. R.; GÁRCIA, H. A.; PARRILLA, E. A.; AGUILAR, G. A. G. Phenolic compounds: their journey after intake. **Food and Function**, Londres, v.5, p.189–197, 2014. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/FO/C3FO60361J#!divAbstract>. Acessado em: 06 mai. 2019.

RODRÍGUEZ, G. R. V.; SAUCEDA, A. Q.; ZAVALA, J. F. A.; GARCÍA, H. A.; SÁNCHEZ, R. M. R.; MEDRANO, A. W.; AYERDI, S. S.; AGUILAR, G. A. Effect of dietary fiber on the bioaccessibility of phenolic compounds of mango, papaya and pineapple fruits by an *in vitro* digestion model. **Food Science and Technology**, Campinas, v.36, n.2, p.188-194, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612016005002107&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612016005002107&script=sci_abstract). Acessado em: 24 fev. 2019.

ROTTA, E. M.; RODRIGUES, C. A.; JARDIM, I. S. F.; MALDANER, L.; VISENTAINER, J. V. Determination of phenolic compounds and antioxidant activity in passion fruit pulp (*Passiflora* spp.) using a modified QuEChERS method and UHPLC-MS/MS. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v.100, p.397-403, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818308983>. Acessado em: 26 mai. 2019.

RUDNICKI, Martina. **Propriedades antioxidantes de extratos de *Passiflora alata* Dryander e de *Passiflora edulis* Sims**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; PÉREX-JIMÉNEZ, J.; SAURA CALIXTO, F.; BRITO, E. S.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.121, n.4, p.996–1002, 2010. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610001172>. Acessado em: 12 ago. 2018.

RUFINO, M. S. M.; FERNANDES, F. A. N.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. Free radical-scavenging behavior of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.114, n.2, p.693-695, 2009. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460801193X>. Acessado em: 25 ago. 2018.

SANCHO, R. A. S.; PAVAN, V.; PASTORE, G. M. Effect of in vitro digestion on bioactive compounds and antioxidant activity of common bean seed coats. **Food Research International**, Amsterdã, v.76, n.1, p.74–78, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691400756X>. Acessado em: 05 mai. 2019.

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.1, p.33-40, 2017. Disponível em:

<http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/223811711612017033/pdf>. Acessado em: 22 set. 2018.

SANTOS, J. L. V.; RESENDE, E. D.; MARTINS, D. R.; GRAVINA, G. A.; CENCI, S. A.; MALDONADO, J. F. M. Determinação do ponto de colheita de diferentes cultivares de maracujá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.750-755, 2013. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n7/a09v17n7.pdf>. Acessado em: 26 nov. 2018.

SARAVANAN, S.; ARUNACHALAM, K.; PARIMELAZHAGAN, T. Antioxidant, analgesic, anti-inflammatory and antipyretic effects of polyphenols from *Passiflora subpeltata* leaves – A promising species of *Passiflora*. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.54, p.272–280, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669014000454>. Acessado em: 23 nov. 2018.

SARAVANAN, S.; PARIMELAZHAGAN, T. In vitro antioxidant, antimicrobial and antidiabetic properties of polyphenols of *Passiflora ligularis* Juss. fruit pulp. **Food Science and Human Wellness**, v.3, n.2, p.56–64, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453014000160>. Acessado em: 13 out. 2018.

SAVI, P. R. S.; SANTOS, L.; GONÇALVES, A. M.; BIESEK, S.; LIMA, C. P. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. **Demetra: alimentação, nutrição e saúde**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.275-287, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/22391/20077>. Acessado em: 05 set. 2018.

SCHOLZ, S.; WILLIAMSON, G. Interactions affecting the bioavailability of dietary polyphenols in vivo. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.77, n.3, p.224-35, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18214024>. Acessado em: 06 out. 2018.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, L. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v.485, p. 229-232, 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature11069>. Acessado em: 09 jan. 2019.

SHAHIDI, F.; NAZCK, M. Phenolics in food and nutraceuticals. 2. ed. Florida: CRC PRESS, 2004.

SHANMUGAM, S.; MURUGAIYAN, I.; LIMA, B. S.; SERAFINI, M. R., ARAÚJO, A. A. S.; NARAIN, N.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; THANGARAJ, P. HPLC–DAD–MS identification of polyphenols from *Passiflora leschenaultii* and determination of their antioxidant, analgesic, antiinflammatory and antipyretic properties. **Arabian Journal of Chemistry**, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.02.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535216000332>. Acessado em: 03 fev. 2019.

SHANMUGAM, S.; SIVARAJ, D.; LIMA, B. S.; MENEZES, P. P.; CARVALHO, Y. M. B. G., ARAÚJO, A. A. S.; PARIMELAZHAGAN, T. Polyphenols rich *Passiflora leschenaultii* leaves modulating Farnesoid X Receptor and Pregnane X Receptor against paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, Amsterdã, v.88, p.1114–1121, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332216314342>. Acessado em: 03 fev. 2019.

SHANMUGAM, S.; GOMES, I. A.; DENADAI, M.; LIMA, B. S.; ARAÚJO, A. A. S.; NARAIN, N.; NETA, M. T. S. L.; SERAFINI, M. R.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; THANGARAJ, P. UHPLC-QqQ-MS/MS identification, quantification of polyphenols from *Passiflora subpeltata* fruit pulp and determination of nutritional, antioxidant,  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase key enzymes inhibition properties. **Food Research International**, Amsterdã, v.108, p.611-620, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29735097>. Acessado em: 03 fev. 2019.

SHANMUGAM, S.; THANGARAJ, P.; LIMA, B. S.; CHANDRAN, R.; ARAÚJO, A. A. S.; NARAIN, N.; JÚNIOR, L. J. Q. Effects of luteolin and quercetin 3- $\beta$ -d-glucoside identified from *Passiflora subpeltata* leaves against acetaminophen induced hepatotoxicity in rats. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, Amsterdã, v.83, p.1278–1285, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27567587>. Acessado em: 03 fev. 2019.

SIDDIQ, M.; AHMED, J.; LOBO, M. G.; OZADALI, F. **Tropical and subtropical fruits: Postharvest physiology, processing and packaging**. New York: WILEY-BLACKWELL, 2012.

SINGLETON, V. I.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid agents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, p. 144–158, 1965. Disponível em: <http://garfield.library.upenn.edu/classics1985/A1985AUG6900001.pdf>. Acessado em: 02 ago. 2018.

SILVA, L. J. B.; SOUZA, M. L.; NETO, A. S. E.; MORAIS, A. P. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.995-1003, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452009000400012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000400012). Acessado em: 03 nov. 2019.

SILVEIRA, Ana Lúcia Calaço. **Validação de métodos para a determinação de compostos fenólicos em melancia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar) – Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, 2013.

SOARES, J. C.; ROSALEN, P. L.; LAZARINI, J. G.; MASSARIOLI, A. P.; SILVA, C. F.; NANI, B. D.; FRANCHIN, M.; ALENCAR, S. M. Comprehensive characterization of bioactive phenols from new Brazilian superfruits by LC-ESI-QTOF-MS, and their ROS and RNS scavenging effects and anti-inflammatory activity. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.281, p.178-188, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619300159>. Acessado em: 06 abr. 2019.

SOARES, Wagner Lopes. Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.134, n.1, p.381-386, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612004062>. Acessado em: 25 nov. 2019.

SPENCER, J. P. E.; MOHSEN, M. M. A. E.; MINIHANE, A-M.; MATHERS, J. C. Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.99, n.1, p.12-22, 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17666146>. Acessado em: 06 out. 2018.

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **LWT - Food Science and Technology**, London, v.50, n.2, p.489-495, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381200360X>. Acessado em: 18 ago. 2018.

SUN, R.-C.; SUN, X.-F.; ZHANG, S.-H. Quantitative determination of hydroxycinnamic acids in wheat, rice, rye, and barley straws, maize stems, oil palm frond fiber, and fastgrowing poplar wood. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.49, n.11, p.5122–5129, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11714291>. Acessado em: 09 nov. 2018.

SUN, Y.; TAO, W.; HUANG, H.; YE, X.; SUN, P. Flavonoids, phenolic acids, carotenoids and antioxidant activity of fresh eating citrus fruits, using the coupled in vitro digestion and human intestinal HepG2 cells model. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.279, p.321–327, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618321149>. Acessado em: 02 mai. 2019.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Revisada e ampliada. Campinas: UNICAMP, 2011.

TAGLIAZUCCHI, D.; VERZELLONI, E.; BERTOLINI, D.; CONTE, A. In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.120, n.2, p.599-606, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609012230>. Acessado em: 09 out. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTETMOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.51, n.4, p.935-941, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12568552>. Acessado em: 03 nov. 2018.

TI, H.; ZHANG, R.; LI, Q.; WEI, Z.; ZHANG, M. Effects of cooking and in vitro digestion of rice on phenolic profiles and antioxidant activity. **Food Research International**, Amsterdã, v.76, n.3, p.813–820, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915301150>. Acessado em: 06 mai. 2019.

TIBERTI, L. A.; YARIWAKE, J. H.; NDJOKO, K.; HOSTETTSMANN, K. Identification of flavonols in leaves of *Maytenus ilicifolia* and *M. aquifolium* (*Celastraceae*) by LC/UV/MS analysis. **Journal of Chromatography B**, Amsterdã, v.846, p. 378-384, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17011840>. Acessado em: 06 nov. 2018.

TARRAGO-TRANI, M. T.; PHILLIPS, K. M.; COTTY, M. Matrix-Specific Method Validation for Quantitative Analysis of Vitamin C in Diverse Foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v.26, n.1-2, p.12-25, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157512000452>. Acessado em: 22 ago. 2018.



UENOJO, M.; MARÓSTICA-JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.3, p.616-622, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000300022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300022). Acessado em: 03 out. 2018.

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.106, n.1, p.153-157, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607005201>. Acessado em: 06 dez. 2018.

VIANNA-SILVA, T.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.545-550, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a07v28n3>. Acessado em: 22 nov. 2018.

VIANA-SILVA, T.; LIMA, R. V.; AZEVEDO, I. G.; ROSA, R. C. C.; SOUZA, M. S.; OLIVEIRA, J. G. Determinação da maturidade fisiológica de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos na região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.32, n.1, p.057-066, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452010000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000100009). Acessado em: 05 ago. 2018.

VIEIRA, E. T. V.; GUILHERME, D. O.; ITAVO, L. C. V.; TASHIMA, L. C. Agricultura orgânica: solução para o século XXI? *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, Brasília, v.6, n.2, p.184-202, 2016. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/view/3973>. Acessado em: 18 jun. 2018.

VIEIRA, Gabriella Pedrosa. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e alcaloides em folhas e frutos (pericarpo, polpa e sementes) de *Passiflora* spp.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos e Nutrição Experimental) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VILLAGRA, B. L. P.; ROMANIUC NETO, S. Plantas trepadeiras do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, v.38, n.3, p.325-384, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062011000300001&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062011000300001&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 06 out. 2018.

WANG, J.; SUN, B.; CAO, Y.; TIAN, Y. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. **Food Chemistry**, v.106, n.2, p.804-810, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/223864102\\_Optimisation\\_of\\_ultrasound-assisted\\_extraction\\_of\\_phenolic\\_compounds\\_from\\_wheat\\_bran](https://www.researchgate.net/publication/223864102_Optimisation_of_ultrasound-assisted_extraction_of_phenolic_compounds_from_wheat_bran). Acessado em: 06 nov. 2018.

WANG, T.; HE, F.; CHEN. Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise review.

**Journal of Functional Foods**, Amsterdã, v.7, p.101-111, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464614000504>. Acessado em: 16 fev. 2018.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington DC: Consumer and Food Economics Research, 1963.

WONDRACEK, D. C.; FALEIRO, F. G.; SANO, S. M.; VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Composição de carotenoides em passifloras do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1222-1228, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452011000400022&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452011000400022&script=sci_abstract&tlng=pt). Acessado em: 03 set 2018.

WORTHINGTON, V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v.7, n.2, p.161-173, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11327522>. Acessado em: 24 out. 2018.

XAVIER, Anne Caroline Rocha. **Pérolas de maracujá obtidas por processo de gelificação iônica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2014.

YOUNG, A. J.; LOWE, G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Amsterdã, v.385, n.1, p.20-27, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11361018>. Acessado em: 06 ago. 2018.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S.; STENZEL, N. M. C.; SERA, T.; NEVES, C. S. V. J. Produção e características qualitativas dos frutos de híbridos de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1113-1120, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-29452012000400019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-29452012000400019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acessado em: 26 set. 2018.

ZHANG, B.; DENG, Z.; RAMDATH, D. D.; TANG, Y.; CHEN, P. X.; LIU, R.; LIU, Q.; TSAO, R. Phenolic profiles of 20 Canadian lentil cultivars and their contribution to antioxidant activity and inhibitory effects on  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.172, p.862–872, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25442631>. Acessado em: 29 nov. 2018.

ZHANG, Y. J.; GAN, R. Y.; LI, S.; ZHOU, Y.; LI, A. N.; XU, D. P.; LI, H. B. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. **Molecules**, v.20, n.12, p.21138-21156, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26633317>. Acessado em: 16 out. 2018.

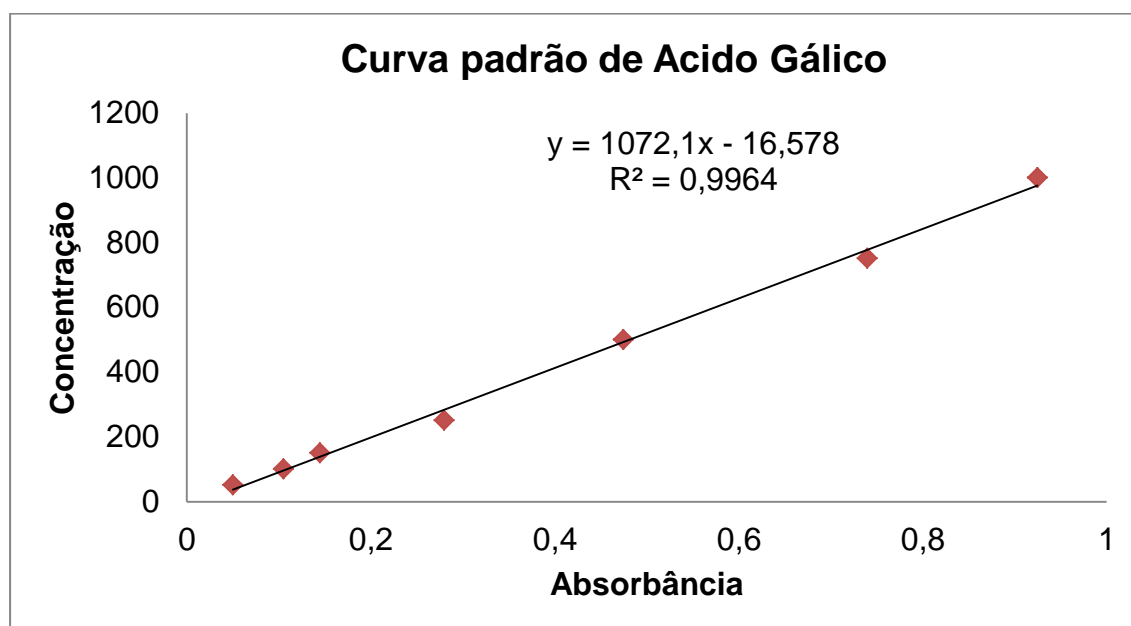
ZERAIK, Maria Luiza. **Estudo analítico dos flavonoides dos frutos do maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener)**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, 2010.

ZUCOLOTTO, S. M.; FAGUNDES, C.; REGINATTO, F. H.; RAMOS, F. A.; CASTELLANOS, L.; DUQUE, C.; SCHENKEL, E. P. Analysis of C-glycosyl Flavonoids from South American Passiflora Species by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Phytochemical**

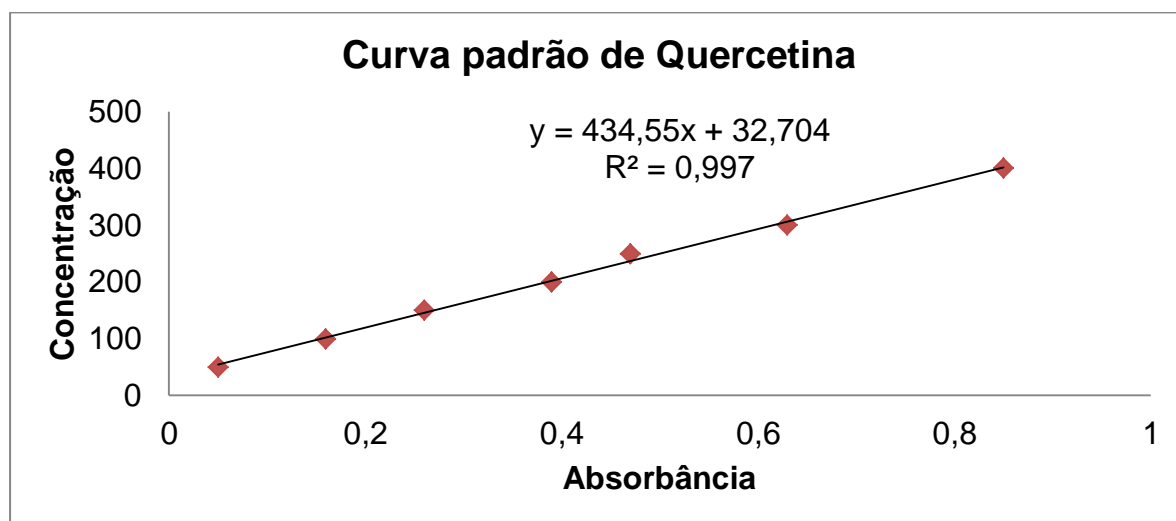
**Analysis**, v.23, n.3, p.232-239, 2012. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21858882>. Acessado: 08 nov. 2018.

## **APÊNDICES**

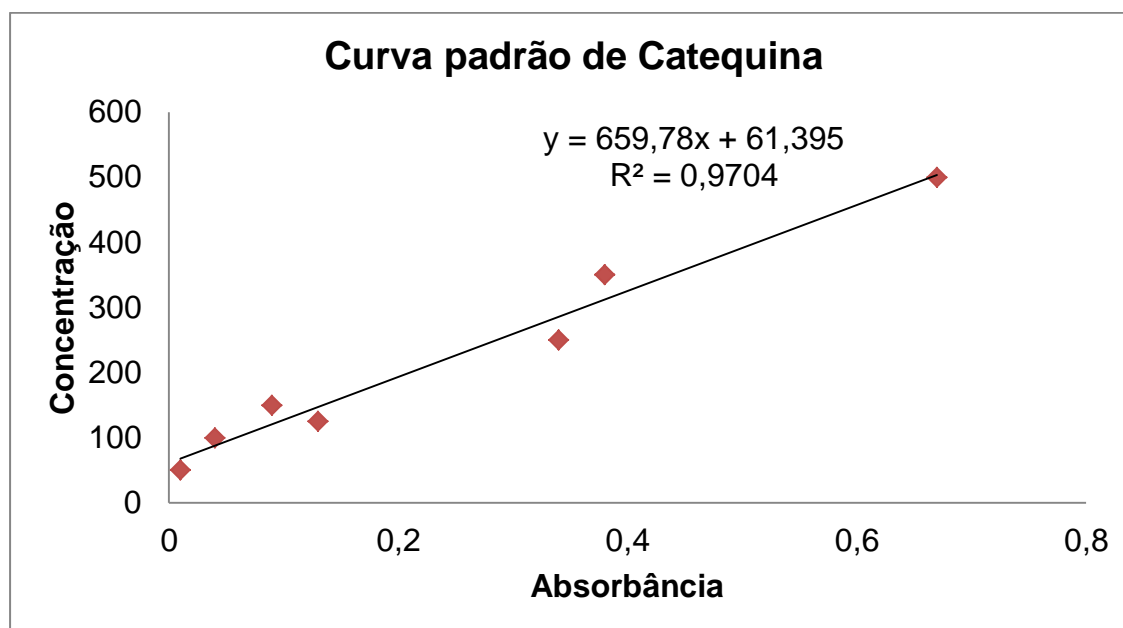
**APÊNDICE A** - Curva padrão de ácido gálico para determinação dos compostos fenólicos totais.



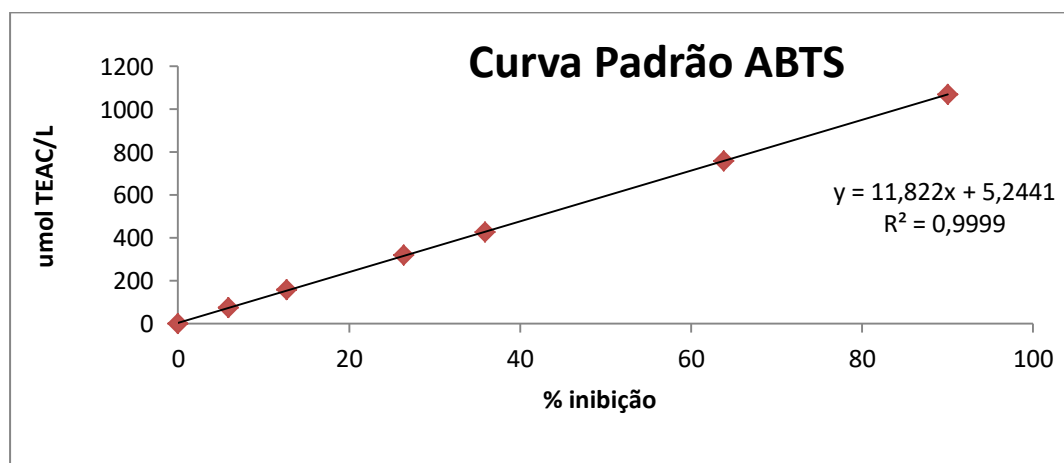
**APÊNDICE B** - Curva padrão de quercetina para determinação dos compostos flavonoides totais.



**APÊNDICE C** - Curva padrão de catequina para determinação dos compostos taninos condensados.



**APÊNDICE D** - Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical ABTS.



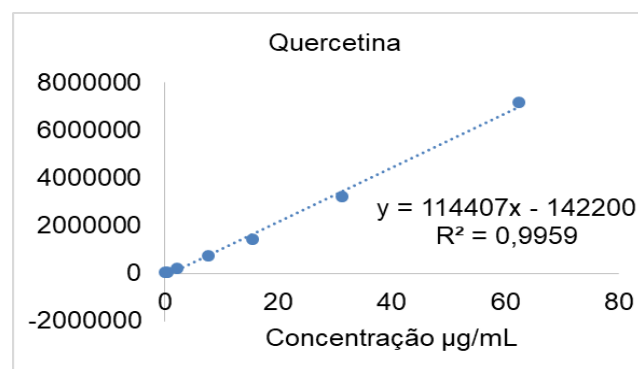
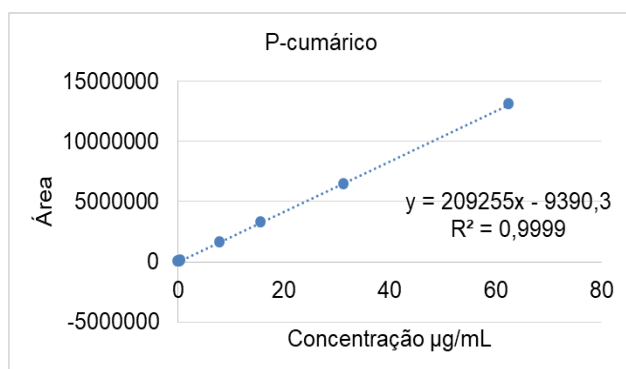
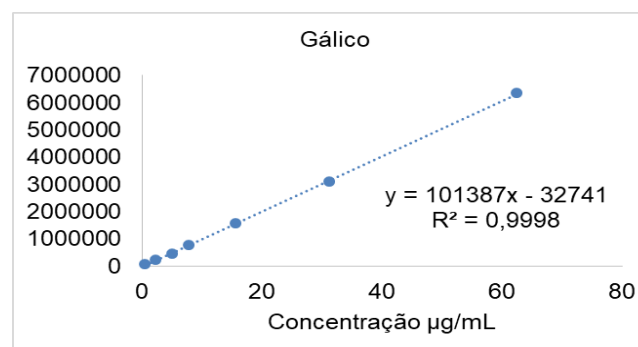
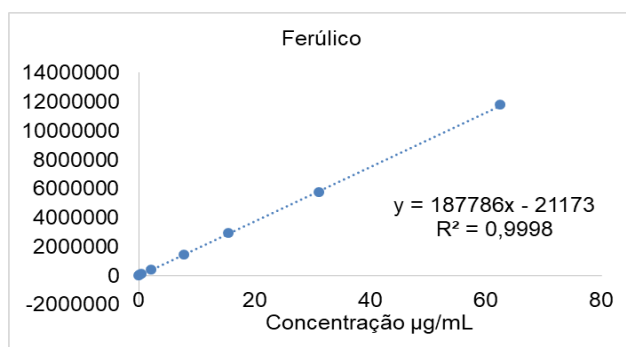
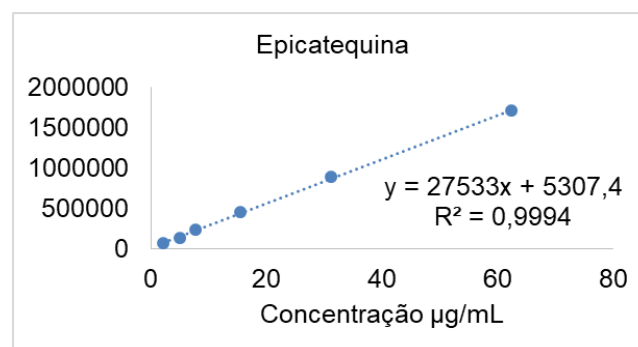
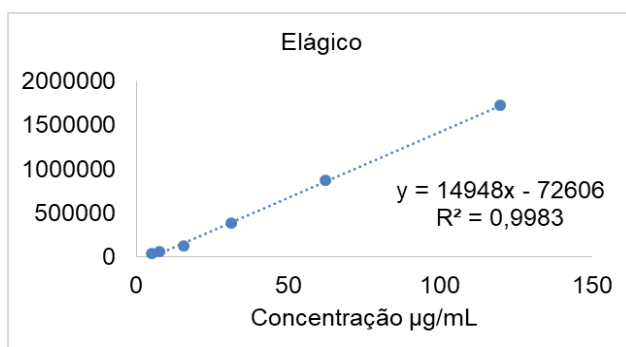
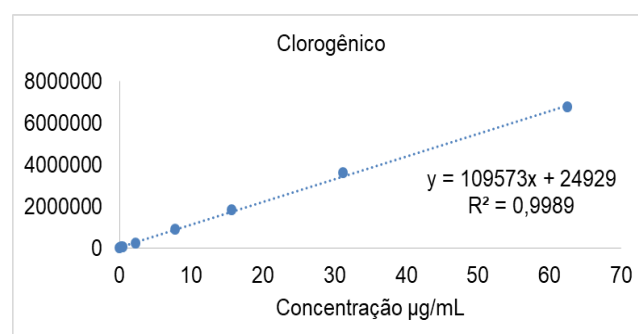
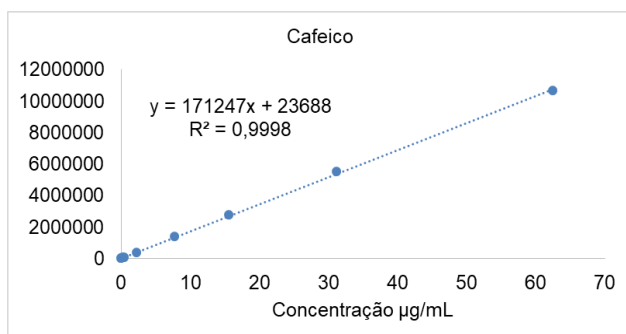


**APÊNDICE E – Programação do gradiente da fase móvel.**

TEMPO (min.)	Solvente A (% v/v)	Solvente B (% v/v)
0-1	10	90
1-5	15	85
5-10	20	80
10-15	25	75
15-25	30	70
25-30	70	30
30-40	80	20
40-50	10	90

Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

## APÊNDICE F – Gráficos da curva padrão dos de cada composto fenólico analisado.

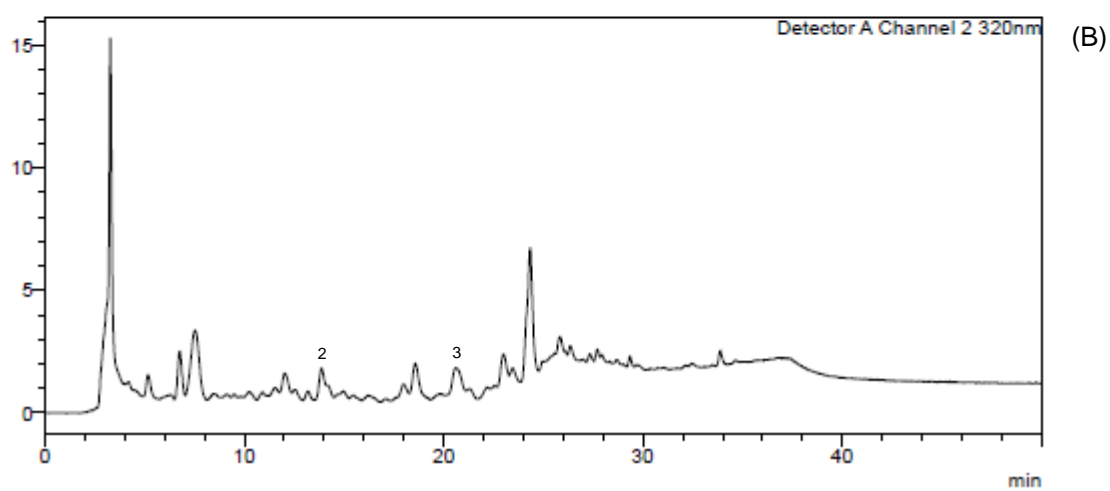
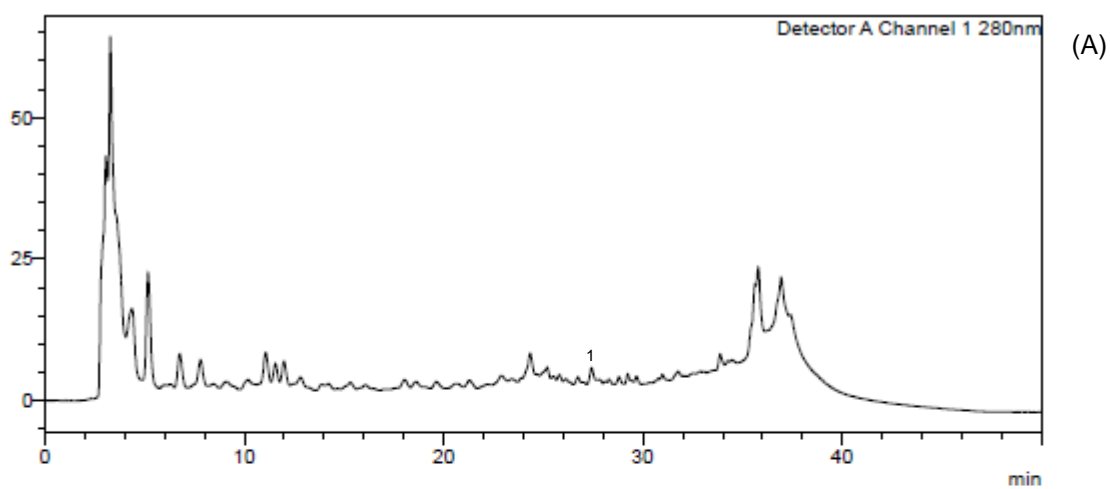


**APÊNDICE G** – Limites de detecção e quantificação (LOD e LOQ) dos padrões fenólicos analisados.

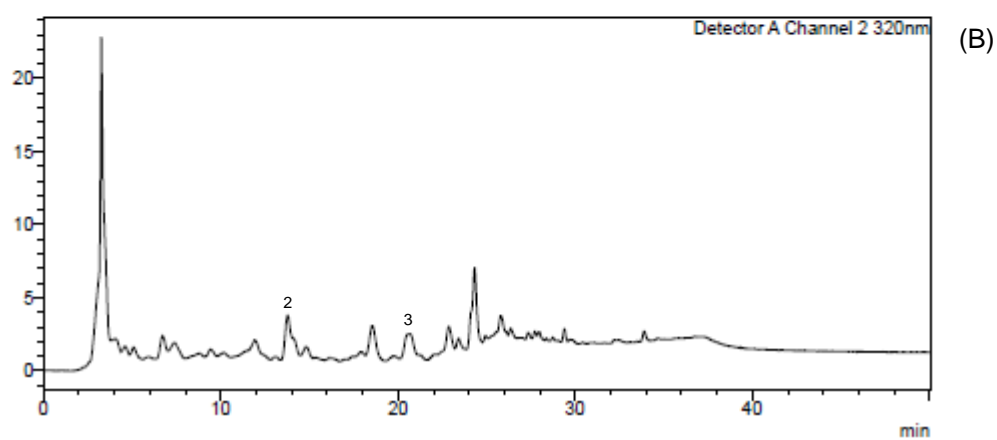
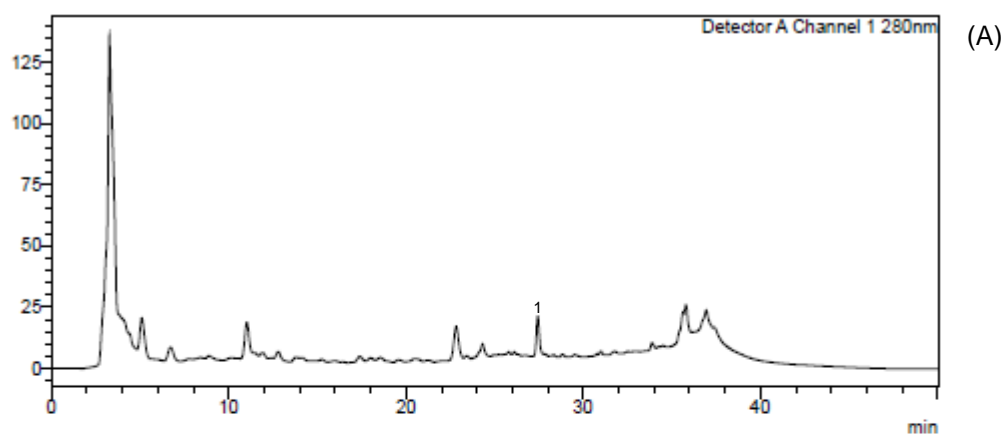
Padrão Fenólico	LOD <sup>a</sup> ( $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ )	LOQ <sup>b</sup> ( $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ )
p-Coumárico	0,004	0,014
Clorogênico	0,018	0,056
Cafeico	0,004	0,014
Ferúlico	0,018	0,056
Elágico	1,660	5,000
Gálico	0,150	0,450
Quercetina	0,075	0,225
Epicatequina	0,75	2,25

<sup>a</sup>LOD, limite detecção; <sup>b</sup>LOQ, limite de quantificação.

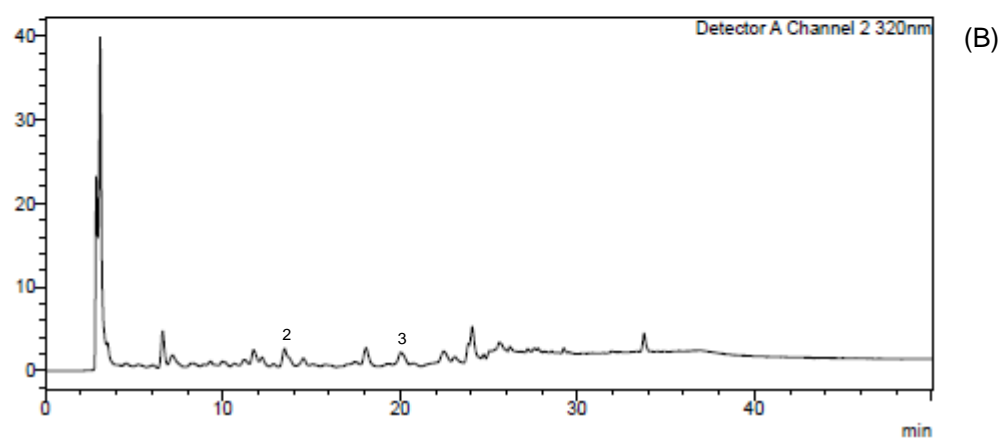
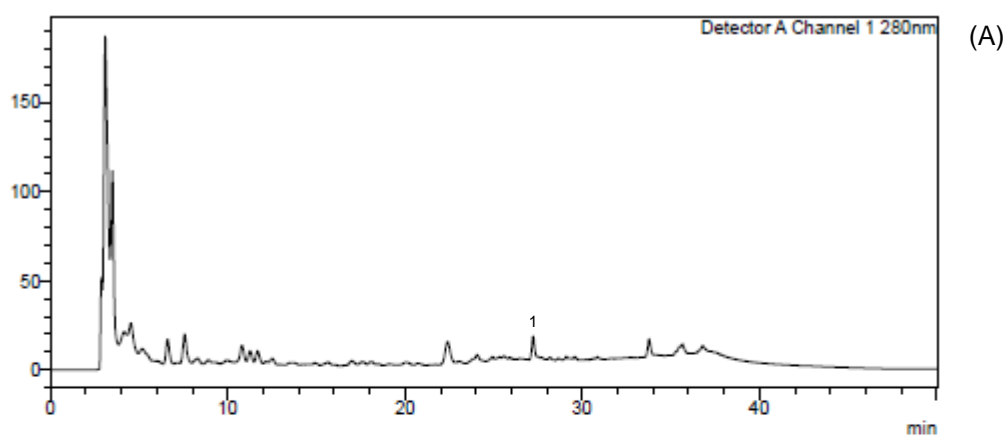
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

**APÊNDICE H - Cromatogramas do extrato do maracujá convencional.**

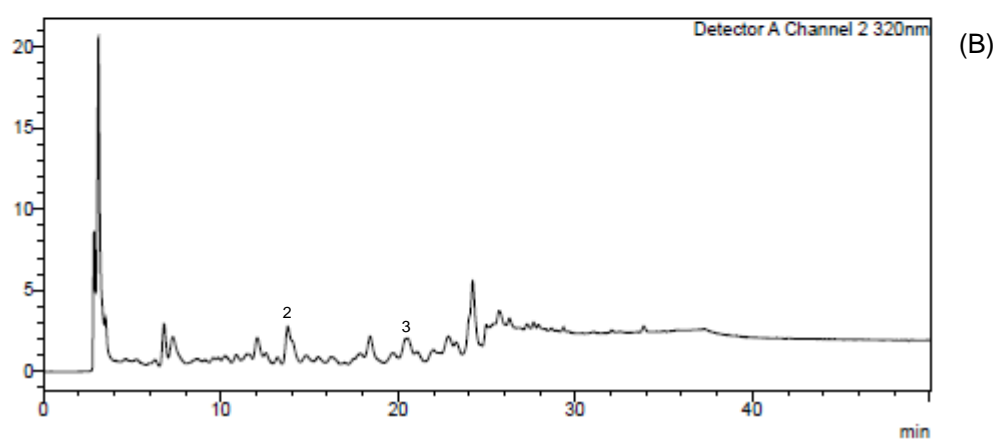
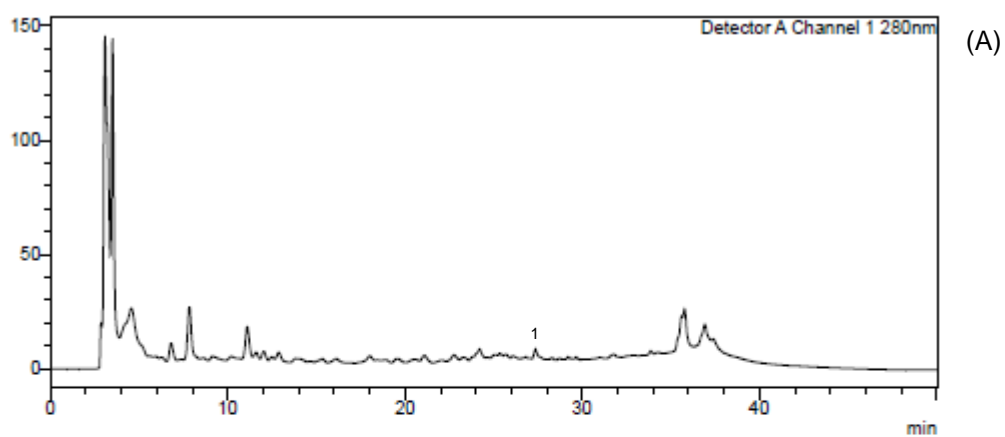
(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

**APÊNDICE I** – Cromatogramas do extrato do maracujá orgânico.

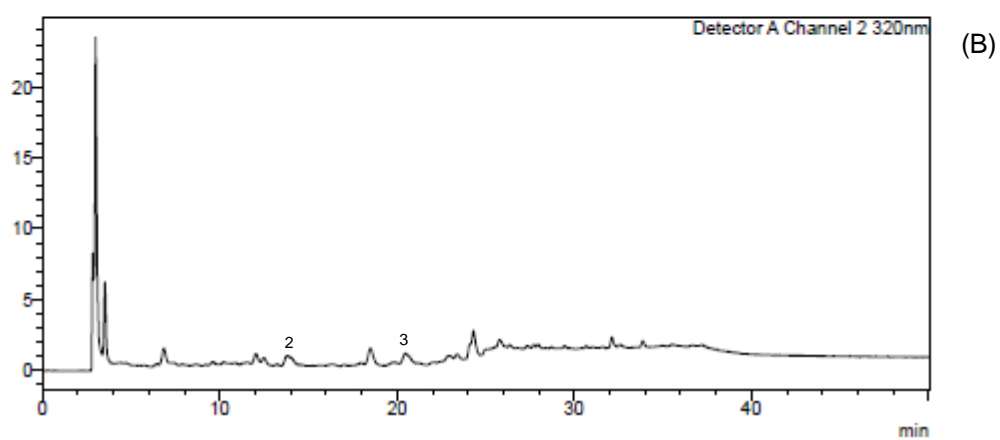
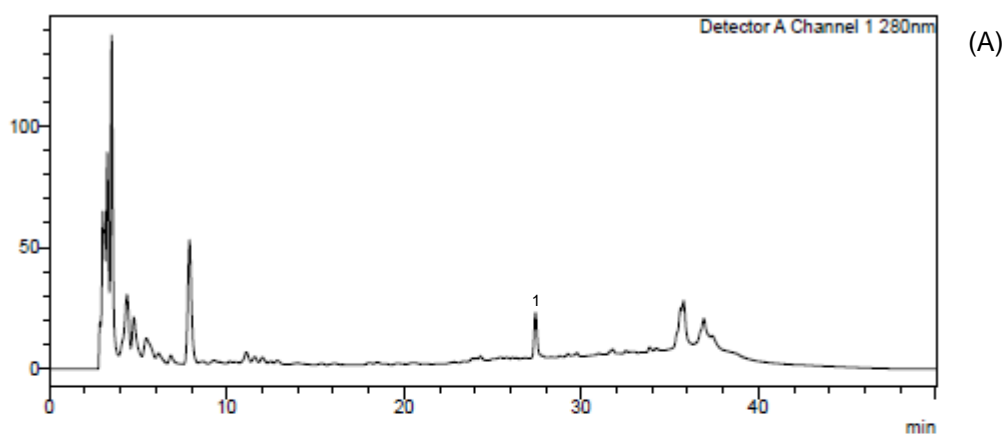
(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

**APÊNDICE J** - Cromatogramas da fase gástrica do maracujá convencional.

(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

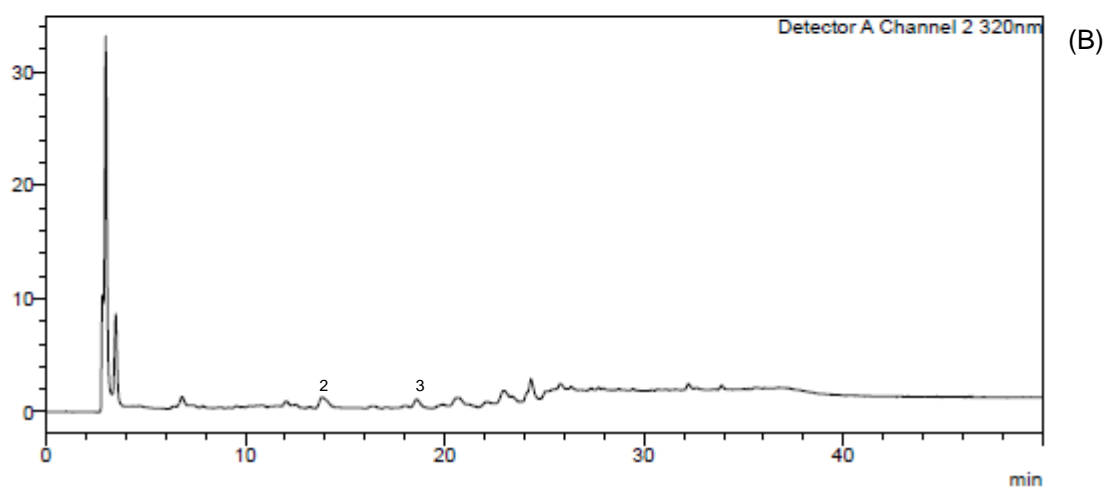
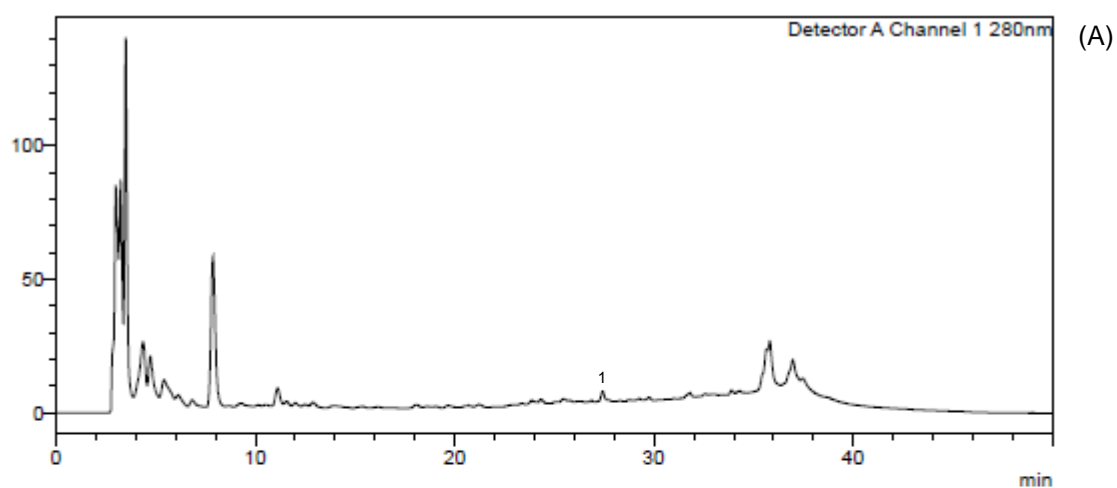
**APÊNDICE K – Cromatogramas da fase gástrica do maracujá orgânico.**

(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.

**APÊNDICE L - Cromatogramas da fase duodenal do maracujá convencional.**

(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.



**APÊNDICE M - Cromatogramas da fase duodenal do maracujá orgânico.**

(A) canal 1; (B) canal 2; 1 – elágico; 2 – cafeico; 3 – ferúlico.  
Fonte: Dados da pesquisa. Teresina, 2019.