

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AMANDA MARTINS COUTINHO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE POLPAS DE PITAIAS (*Hylocereus undatus* E
Hylocereus costaricensis) IN NATURA E CONGELADAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2020

AMANDA MARTINS COUTINHO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE POLPAS DE PITAIAS (*Hylocereus undatus* E
Hylocereus costaricensis) IN NATURA E CONGELADAS**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dra. Isabel Craveiro
Moreira

Coorientador: Prof^a. Dra. Lúcia Felicidade
Dias

LONDRINA
2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

C871c Coutinho, Amanda Martins

Caracterização físico-química e avaliação da atividade antioxidante de polpas de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) *in natura* e congeladas / Amanda Martins Coutinho - Londrina : [s.n.], 2020.

60 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Isabel Craveiro Moreira.

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª Lúcia Felicidade Dias.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2020.

Bibliografia: f. 50-60.

1. Pitaias. 2. Fenóis. 3. Vitamina C. 4. Antioxidantes. 5. Físico-química - Análise. I. Moreira, Isabel Craveiro, orient. II. Dias, Lúcia Felicidade, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO

“CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPAS DE PITAIAS (*Hylocereus undatus* E *Hylocereus costaricensis*) IN NATURA E CONGELADAS”

por

Amanda Martins Coutinho

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Londrina às 14 horas de 26 de agosto de 2020. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Profa. Dra. Isabel Craveiro Moreira Andrei
UTFPR - Câmpus Londrina
Orientadora

Profa. Dra. Amelia Elena Terrile
UTFPR - Câmpus Londrina
Membro Examinador Titular interno

Prof. Dr. Olívio Fernandes Galão
UEL
Membro Examinador Titular externo

Visto da coordenação:

Prof. PhD. Alexandre Rodrigo Coelho
(Coordenador do PPGTAL)

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora, por sempre serem meu refúgio em todos os momentos.

À minha orientadora, Prof^a Dra. Isabel Craveiro Moreira, por acreditar na minha capacidade, pela paciência, por seu apoio, pela sua amizade e por deixar tudo mais leve para a realização desta pesquisa.

À minha coorientadora, Prof^a Dra. Lúcia Felicidade Dias, por todo apoio e dicas para a realização deste trabalho.

Às Professoras, Dra. Marianne Ayumi Shirai e Dra. Margarida Masami Yamaguchi, pela colaboração na pesquisa e fornecimento de alguns reagentes para realização das análises.

À minha querida amiga Sumaya, pela ajuda nas análises e por sempre não me deixar desistir diante das dificuldades encontradas.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela estrutura disponibilizada e indispensável para a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos que sempre me apoiaram e rezaram para chegar ao final de mais esta etapa.

Ao meu esposo Bruno, pela paciência, pelo cuidado e apoio, a minha mãe e minha sogra pelo cuidado com os pequenos, quando precisei, para que eu pudesse escrever o trabalho e aos meus filhos Heitor e Augusto, que vieram no decorrer do mestrado e agora são minha felicidade.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

COUTINHO, Amanda M. **Caracterização físico-química e avaliação da atividade antioxidante de polpas de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) in natura e congeladas**. 2020. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

A pitáia é uma cactácea, cuja fruta é conhecida pelo seu alto poder nutricional e vem sendo comercializada em bebidas prontas, geleias e vinho. O que chama atenção nesta fruta, considerada exótica, são os pigmentos, compostos fenólicos e atividade antioxidante que podem auxiliar no mecanismo de defesa, no controle dos danos causados nas células pelos radicais livres. O objetivo deste estudo foi comparar as características físico-químicas e avaliar a atividade antioxidante das polpas de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) na forma *in natura* e congelada e obter parâmetros físico-químicos do creme de pitáia comercial visando confrontar os resultados com os das polpas puras com o intuito de uma avaliação nutricional. Para a análise antioxidante foram utilizados três métodos: DPPH, ABTS, FRAP e o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, para a quantificação de compostos fenólicos. As demais análises físico-químicas seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Os resultados obtidos das polpas de pitáia branca revelou maiores valores para polpa branca congelada em cinzas ($0,74 \pm 0,01\%$), acidez titulável ($1,09 \pm 0,04\%$) e para a de polpa branca fresca em umidade ($86,90 \pm 0,09\%$), pH ($5,00 \pm 0,04$), sólidos solúveis ($15,27 \pm 0,06$ °BRIX), lipídios ($0,51 \pm 0,02\%$), proteínas ($0,72 \pm 0,04\%$), carboidratos ($11,21 \pm 0,09\%$) e vitamina C ($33,59 \pm 0,73$ mg/100mL). Já para as polpas vermelhas, foram obtidos maiores resultados para polpa congelada em cinzas ($0,81 \pm 0,03\%$), acidez titulável ($1,18 \pm 0,01\%$), sólidos solúveis ($10,33 \pm 0,12$ °BRIX) e para polpa fresca em umidade ($84,99 \pm 0,01\%$), pH ($4,82 \pm 0,02$), lipídios ($0,66 \pm 0,01\%$), proteínas ($0,78 \pm 0,04\%$), carboidratos ($12,83 \pm 0,09\%$) e vitamina C ($50,89 \pm 0,34$ mg/100 mL). Nas análises de DPPH, ABTS, FRAP e de compostos fenólicos, foram obtidos maiores resultados para polpa branca fresca ($0,234 \pm 0,01$ mg DPPH/g fruta, $42,74 \pm 0,06$ µM trolox/g fruta, $21,54 \pm 0,91$ µM trolox/g fruta, $51,03 \pm 0,37$ µM sulfato ferroso/g fruta e $73,5$ mg AG/ 100 g de fruta) e polpa vermelha fresca ($0,140 \pm 0,01$ mg DPPH/g fruta, $53,68 \pm 0,02$ µM trolox/g fruta, $32,47 \pm 0,68$ µM trolox/g fruta, $107,44 \pm 0,55$ µM sulfato ferroso/g fruta e $110,83$ mg AG/100 g de fruta). A comparação dos dados das polpas com os parâmetros físico-químicos do creme de pitáia industrializado demonstrou uma maior atividade antioxidante no creme e um valor bem superior de vitamina C. Na maior parte das análises, a pitáia de polpa vermelha apresentou melhores resultados do que a branca, sendo observado uma relação entre vitamina C e compostos fenólicos. Na comparação entre os métodos DPPH e ABTS, o ABTS foi considerado melhor por sua rapidez, seus resultados reproduzíveis e condizentes com a literatura. Espera-se que os resultados encontrados favoreçam o aumento no consumo de pitaias e outras frutas tropicais e exóticas, pois elas possuem alto teor vitamínico quando comparadas a frutas comuns que são consumidas diariamente.

Palavras-chave: Cactácea. Vitamina C. Compostos fenólicos. Antioxidante.

ABSTRACT

COUTINHO, Amanda M. **Physicochemical characterization and evaluation of antioxidant activity of in natura and frozen pitaiia pulps (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus costaricensis*)** 2020. 60 f. Dissertation (Professional Master in Food Technology Course) – Technical Federal University of Paraná, Londrina, 2020.

The pitaiia, a cactaceous, and its fruit is known for its high nutritional power and has been sold in ready-made drinks, jellies and wine. What draws attention in this fruit, considered exotic, are the pigments, phenolic compounds and antioxidant activity that can assist in the defense mechanism, in controlling the damage caused to cells by free radicals. The objective of this study was to compare the physical-chemical characteristics and to evaluate the antioxidant activity of the red and white pulps of pitaiia (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus costaricensis*) in the fresh and frozen form and to obtain physical-chemical parameters of the commercial pitaiia cream in order to compare the results with the of pure pulps for nutritional assessment. For the antioxidant analysis three methods were used: DPPH, ABTS, FRAP and the Folin-Ciocalteu colorimetric method for the quantification of phenolic compounds, the other analyzes followed the Analytical Standards of the Adolfo Lutz Institute. The results obtained from white pitaiia pulp showed higher values for white pulp frozen in ash ($0.74 \pm 0.01\%$), titratable acidity ($1.09 \pm 0.04\%$) and for white pulp fresh in moisture ($86.90 \pm 0.09\%$), pH (5.00 ± 0.04), soluble solids (15.27 ± 0.06 ° BRIX), lipids ($0.51 \pm 0.02\%$), proteins ($0.72 \pm 0.04\%$), carbohydrates ($11.21 \pm 0.09\%$) and vitamin C (33.59 ± 0.73 mg / 100mL). For the red pulps, higher results were obtained for pulp frozen in ash ($0.81 \pm 0.03\%$), titratable acidity ($1.18 \pm 0.01\%$), soluble solids (10.33 ± 0.12 ° BRIX) and for fresh pulp in moisture ($84.99 \pm 0.01\%$), pH (4.82 ± 0.02), lipids ($0.66 \pm 0.01\%$), proteins ($0.78 \pm 0.04\%$), carbohydrates ($12.83 \pm 0.09\%$) and vitamin C (50.89 ± 0.34 mg/100 mL). In the analysis of DPPH, ABTS, FRAP and phenolic compounds, greater results were obtained for fresh white pulp (0.234 ± 0.01 mg DPPH / g fruit, 42.74 ± 0.06 µM Trolox / g fruit, 21.54 ± 0.91 µM Trolox / g fruit, 51.03 ± 0.37 µM ferrous sulfate / g fruit and 73.5 mg AG / 100 g fruit) and fresh red pulp (0.140 ± 0.01 mg DPPH / g fruit, 53.68 ± 0.02 µM Trolox / g fruit, 32.47 ± 0.68 µM Trolox / g fruit, 107.44 ± 0.55 µM ferrous sulfate / g fruit and 110.83 mg AG / 100 g of fruit). The comparison of the pulp data with the physical-chemical parameters of the industrialized pitaiia cream showed greater antioxidant activity in the cream and a much higher vitamin C value. In most of the analyzes, the red pulp showed better results than the white, with a relationship between vitamin C and phenolic compounds. In the comparison between the DPPH and ABTS methods, ABTS was considered better for its speed, reproducible results and consistent with the literature. It is expected that the results found to favor the increase in the consumption of pitaiias and other tropical and exotic fruits, as they have high vitamin content when compared to common fruits that are consumed daily.

Keywords: Vitamin C. Exotic Fruit. Phenolic compounds. Free radicals.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição proximal da polpa de pitáia (<i>Hylocereus undatus</i>).....	17
Tabela 2- Características físico-químicas da polpa de pitáia	36
Tabela 3- Resultados das análises antioxidantes (DPPH, DPPH utilizando Trolox, ABTS e FRAP) e compostos fenólicos da polpa de pitáia.....	41
Tabela 4 - Características físico-químicas do creme de pitáia	48
Tabela 5 - Resultados das análises antioxidantes (DPPH, DPPH utilizando Trolox, ABTS e FRAP) e compostos fenólicos do creme de pitáia.	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação dos métodos DPPH e ABTS, utilizando Trolox, na polpa de pitáia.....	45
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Pitáia de casca vermelha e polpa branca (A); pitáia de polpa vermelha e casca vermelha (B)	15
Figura 2- Grupos estruturais das betalaínas: betacianinas e betaxantinas que contém o ácido betalâmico	19
Figura 3- Difenilpicrilhidrazila (DPPH radical livre) (1) e Difenilpicrilhidrazina (não radical) (2)	22
Figura 4- Reação ABTS e persulfato de potássio, promovendo a perda da coloração	23
Figura 5- Redução da reação do complexo férrico TPTZ.....	24
Figura 6 - Creme de pitáia.....	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAT – Atividade Antioxidante Total

ABTS - 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CP – Creme de pitaia

DPPH - 2,2- difenil-1-picril-hidrazil

EC₅₀ - Coeficiente de inibição

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power

IAL – Instituto Adolfo Lutz

IDR – Ingestão Diária Recomendada

PBC – Polpa Branca Congelada

PBF – Polpa Branca Fresca

PVC – Polpa Vermelha Congelada

PVF – Polpa Vermelha Fresca

SST – Sólidos Solúveis totais

TEAC - Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox

TROLOX - 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 FRUTAS TROPICAIS	14
3.2 PITAIA	15
3.2.1 Betalaínas	18
3.3 COMPOSIÇÃO PROXIMAL	19
3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	20
3.4.1 DPPH	21
3.4.2 ABTS	23
3.4.3 FRAP	24
3.5 VITAMINA C	24
3.6 PITAIA INDUSTRIALIZADA	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 MATERIAL EM ESTUDO	27
4.2 MÉTODOS	27
4.2.1 Análises físico-químicas	27
4.2.1.1 Teor de umidade	28
4.2.1.2 Teor de cinzas	28
4.2.1.3 Sólidos solúveis totais (SST)	29
4.2.1.4 Acidez titulável total	29
4.2.1.5 Determinação do pH	30
4.2.1.6 Vitamina C	30
4.2.1.7 Liofilização	31
4.2.1.8 Lipídios	31
4.2.1.9 Proteínas	32
4.2.1.10 Carboidratos	32
4.2.2 Análise Antioxidante	33
4.2.2.1 Preparação dos extratos da fruta	33
4.2.2.2 DPPH	33
4.2.2.3 ABTS	34
4.2.2.4 FRAP	34
4.2.2.5 Compostos fenólicos	35
4.2.3 Análise estatística	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	36
5.1.1 Umidade	36
5.1.2 Cinzas	37
5.1.3 pH	37
5.1.4 Acidez titulável	38
5.1.5 Sólidos solúveis	38

5.1.6 Lipídios	39
5.1.7 Proteínas	39
5.1.8 Carboidratos	40
5.1.9 Vitamina C.....	40
5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	41
5.2.1 DPPH	42
5.2.2 ABTS	42
5.2.3 FRAP	43
5.2.4 Compostos fenólicos	44
5.2.5 DPPH X ABTS.....	45
6 COMPOSIÇÃO PROXIMAL E AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE DO CREME DE PITAIA INDUSTRIALIZADO	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo. Além das frutas que são consumidas diariamente, existem algumas denominadas exóticas, que possuem um alto valor nutricional, porém são pouco conhecidas.

A cada dia o país vem atraindo consumidores do mundo todo e despertando interesse das indústrias para a produção de polpas e sucos com sabores inovadores. Seu potencial cresce em função da grande área territorial e das condições climáticas tanto para espécies de clima tropical e subtropical como as de clima temperado (DUARTE, 2013).

A pitiaia, pertencente à família das Cactáceas, é considerada uma fruta exótica, originária de regiões como o México, das Américas Central e Sul, de sabor levemente adocicado, sendo cultivada principalmente no estado de São Paulo (DUARTE, 2013; MELLO, 2014). Anteriormente, não se conhecia o valor nutricional da pitiaia, sendo esta comercializada para uso ornamental (MELLO, 2014).

Considerada uma planta rústica por se adaptar a solos pedregosos, maciços rochosos e arenosos, a pitiaia, do ponto de vista agrônomo e econômico, tem um cultivo muito promissor nos mercados interno e externo devido ao seu elevado potencial nutricional, medicinal e valor agregado (JUNQUEIRA *et al.*, 2002; MELLO, 2014; COSTA; MAIA; INOUE, 2017).

Sua grande atratividade também é devido a sua cor pela presença de betalaína, que despertou interesse de produtores, pesquisadores e da indústria de alimentos, pois a beterraba é a única fonte viável para extração industrial deste pigmento (MELLO, 2014).

A presença de compostos bioativos, em especial os compostos fenólicos, dá ainda mais destaque a esta fruta, sendo que a presença destes compostos auxilia no mecanismo de defesa do organismo, no controle dos danos causados às células pelos radicais livres, apresentando um impacto significativo para a saúde humana (TENORE; NOVELLINO; BASILE, 2012; TAIRA *et al.*, 2015). Estudos relacionados com a pitiaia têm revelado boa capacidade antioxidante *in vitro*, porém, dependendo da espécie da fruta e origem, este potencial pode variar (MAHATTANATAWEE *et al.*, 2006; BELTRÁN-OROZCO *et al.*, 2009; CHOO; YONG, 2011).

Desta forma, o presente trabalho visa analisar a diferença da composição proximal, compostos fenólicos e a atividade antioxidante da fruta pitiaia de polpa vermelha e branca, congelada e *in natura* e, obter parâmetros físico-químicos do creme de pitiaia comercial visando confrontar os resultados com os das polpas puras, adquirindo assim, conhecimentos sobre suas características nutricionais que podem estimular o consumo de frutas tropicais exóticas e pouco conhecida pela população brasileira.

2 OBJETIVOS

Comparar as características físico-químicas e avaliar a atividade antioxidante das polpas vermelha e branca de pitaia (*H. undatus* e *H. costaricensis*) na forma *in natura* e congelada. Obter parâmetros físico-químicos do creme de pitaia comercial visando confrontar os resultados com os das polpas puras.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e confrontar os parâmetros físico-químicos das polpas de pitaia *in natura* e congelada;
 - Quantificar o teor de vitamina C;
 - Quantificar compostos fenólicos;
 - Avaliar o poder antioxidante da polpa de pitaia pelos métodos de DPPH, ABTS e FRAP.
- Obter os parâmetros físico-químicos e demais análises para creme de pitaia industrializado
- Associar os resultados obtidos das polpas puras com os do creme industrializado visando uma avaliação em base nutricional;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 FRUTAS TROPICAIS

De acordo com a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (2018), o Brasil ocupa a terceira posição do ranking mundial de fruticultura, sendo que a China e a Índia ocupam o primeiro e o segundo lugar, respectivamente. A somatória da produção dos três países corresponde a 45,9% do total mundial e têm suas produções destinadas, principalmente, ao mercado interno.

No Brasil, afirma-se que as frutas tropicais são um dos alimentos mais marcantes por sua grande variedade, pois o território brasileiro apresenta variadas condições ecológicas, possibilitando o cultivo de diferentes árvores frutíferas com o objetivo de diversificar sua produção (RUFINO, 2008). Com isso, atualmente, seu consumo é cada vez maior devido a seu valor nutritivo.

A melhor forma de consumo de uma fruta é no seu estado *in natura*, porém existem diferentes maneiras de consumi-la, podendo ser na forma de sucos, polpas congeladas (industrializadas), em conserva, entre outras (CTENAS; CTENAS; QUAST, 2000).

O principal componente das frutas é a água, normalmente contendo cerca de 75 a 95%, sendo que os carboidratos podem ser encontrados na forma de sacarose, glicose e frutose, variando de 5 a 25% (PRADO, 2009).

Algumas frutas, além de serem ricas em vários nutrientes, também têm altos teores de compostos fenólicos e expressiva atividade de sequestro de radicais livres. Por essa razão, cresce sua importância no mercado, não só pelos benefícios que proporcionam à saúde, mas também pelo potencial de utilização em indústrias alimentícias (NETZEL *et al.*, 2007).

Com a grande procura de frutas tropicais, cresceu, também, a procura pela diversificação de culturas que proporcionou um aumento pelo interesse do cultivo e consumo de frutas exóticas (NASCIMENTO, 2008). Do ponto de vista biológico, frutas exóticas são todas aquelas vindas de outros países, porém há também quem considere que frutas exóticas são aquelas que apresentam sabor ou características diferenciadas do que as demais como, o formato, cor e arquitetura da planta

(WATANABE; OLIVEIRA, 2014).

O aproveitamento de espécies destas frutíferas exóticas reflete na oferta de novas alternativas de frutas frescas para consumo e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos (NASCIMENTO, 2008).

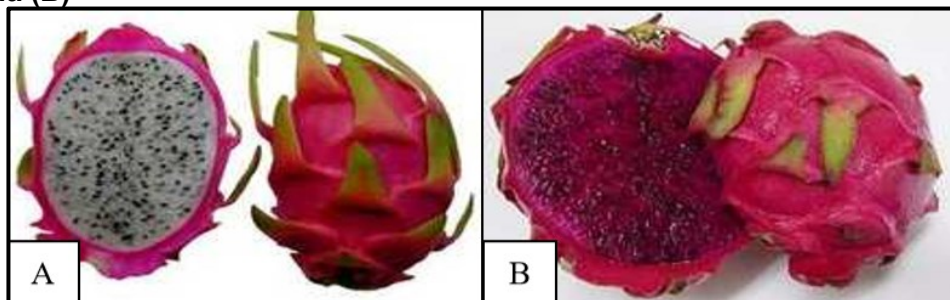
Atualmente há necessidade de informações sobre frutíferas, não ou pouco comerciais, deparando-se com um número muito grande de espécies, se consideradas aquelas de origens nos vários continentes (RUFINO, 2008). Dentre as opções dessas espécies com perspectiva de comercialização, há a pitiaia, uma cactácea, de origem das florestas tropicais da América Central e do Sul, Índia e Malásia (CANTO, 1993; NERD; MIZRAHI, 1999).

3.2 PITAIA

As plantas cactáceas são apreciadas por seu aspecto ornamental, mas também há cerca de 250 espécies de cultivares frutíferas, como é o caso da pitiaia. Esta fruta é considerada promissora no mercado por suas qualidades e características atraentes, como cor e forma (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Conhecida mundialmente, a pitiaia pertence à família *Cactaceae*, tendo como espécies comerciais a de casca vermelha (*Hylocereus*) (Figura 1) e a de casca amarela (*Selenicereus*). É originária da América sendo possivelmente encontrada na Colômbia, Equador, México, Guatemala, Costa Rica e El Salvador (DONADIO, 2009).

Figura 1- Pitaia de casca vermelha e polpa branca (A); pitaia de polpa vermelha e casca vermelha (B)



Fonte: Duarte (2013).

As pitaias *Hylocereus costaricensis* apresentam coloração vermelha na casca e na polpa, já a *Hylocereus undatus* apresentam coloração vermelha na casca e branca na polpa (Figura 1) (MOREIRA *et al.*, 2012).

Pela presença em vários países, a fruta é conhecida por diferentes nomes como, dragon fruit, pitahaya, honolulu queen, liang tian chi, strawberry pear, red pitaia e pitaia (CAVALCANTE, 2008).

A pitaia pode ser cultivada de 0 a 1800 m acima do nível do mar, com temperaturas em média de 18 a 26°C e chuvas de 1200 a 1500 mm/ano. Porém ela se habitua em diferentes tipos de climas, sendo tropicais, subtropicais ou áridos (LORENZI *et al.*, 2006).

É uma cactácea epífita, perene, suculenta, apresentando raízes adventícias, que ajudam na fixação e obtenção de nutrientes. Além disso, permitem o crescimento da planta em ambientes sombreados de florestas tropicais da América. A flor da pitaia é hermafrodita, de coloração branca, antese noturna e os frutos são de sabor agradável, levemente adocicado (DONADIO, 2009; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

A propagação da pitaia é através da estaquia, podendo a planta florescer após um ou dois anos de plantio. Além disso, o comprimento da estaca pode influenciar na sobrevivência da planta, pelo fato da emissão mais rápida de raízes, afetando assim o número e tamanho de brotações no crescimento inicial (BRAGA *et al.*, 2006; COSTA; PINTO; BERTOLUCCI, 2007; LIMA, 2013).

No Brasil, existem pequenas áreas de produção situadas no estado de São Paulo e Nordeste, porém a cultura ainda necessita de estudos referentes a sua adequação e adaptação nas condições brasileiras, para melhorar os aspectos nutricionais (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Os gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, depois de passarem por um melhoramento genético, a partir da década de 1990, conseguem ser cultivadas em escala comercial e vem ganhando mercado em todo o território brasileiro, especialmente na região Nordeste (MELLO, 2014).

Devido à sua diversidade genética e dependendo da espécie, os frutos apresentam diferentes características físicas e químicas quanto ao formato, ausência ou não de espinhos, cor da casca e da polpa, teores de sólidos solúveis e pH da polpa. Além disso, essas características podem ser influenciadas por condições climáticas,

tratos culturais, época e local de colheita, variedade e manuseio pós-colheita (LIMA *et al.*, 2013).

Considerada uma fruta exótica e com alto valor comercial, a pitáia é fonte de vitaminas e minerais (Tabela 1), aumentando, assim, o interesse do mercado consumidor e dos fruticultores no plantio e cultivo (BASTOS *et al.*, 2006). Conhecida por seu alto poder nutricional, a pitáia vem sendo comercializada, atualmente, em bebidas prontas, geleia e vinho (NUR 'ALIAA; MAZLINA; TAIP, 2009).

Tabela 1 - Composição proximal da polpa de pitáia (*Hylocereus undatus*)

PARÂMETROS	ZAINOLDIN; BABA (2009)	ABREU <i>et al.</i> (2012)
Umidade (%)	83,0	86,08
Proteína (%)	0,2	0,87
Extrato etéreo (%)	0,6	0,47
Cinza (%)	0,7	0,39
Sólidos solúveis (°Brix)	-	10,83
Acidez titulável	-	0,20
pH	-	5,32
Vitamina C (mg.100g ⁻¹)	9,0	17,73

Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com Le Bellec; Vaillant e Imbert (2006), o mesocarpo (polpa) é a parte comestível da pitáia, apresentando textura mucilaginosa com milhares de pequenas sementes macias distribuídas em toda a polpa, lembrando um pouco do kiwi. Esta representa cerca de 60 a 80% do peso total da fruta, apresentando um teor de água de 82 a 88% (VAILLANT *et al.*, 2004).

É considerada uma fruta pouco ácida em comparação com outras espécies em frutos maduros, sendo que há uma grande variação quando fala-se em teores de sólidos solúveis (RODRIGUES, 2010; BRUNINI; CARDOSO, 2011).

Segundo Nunes *et al.* (2014), ressalta-se na pitáia a quantidade de compostos bioativos, principalmente de pigmentos, compostos fenólicos e vitaminas, relacionado com a defesa do vegetal contra a radiação ultravioleta ou agressões de insetos. Porém, em seres humanos, esses compostos têm papel fundamental de proteção como agentes antioxidantes, como função de retardar ou inibir a oxidação de diversos substratos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2000; MANACH *et al.*, 2004). Em geral, a capacidade antioxidante de frutas e hortaliças está associada aos teores de

compostos hidrossolúveis como os compostos fenólicos e vitamina C (DUARTE, 2013).

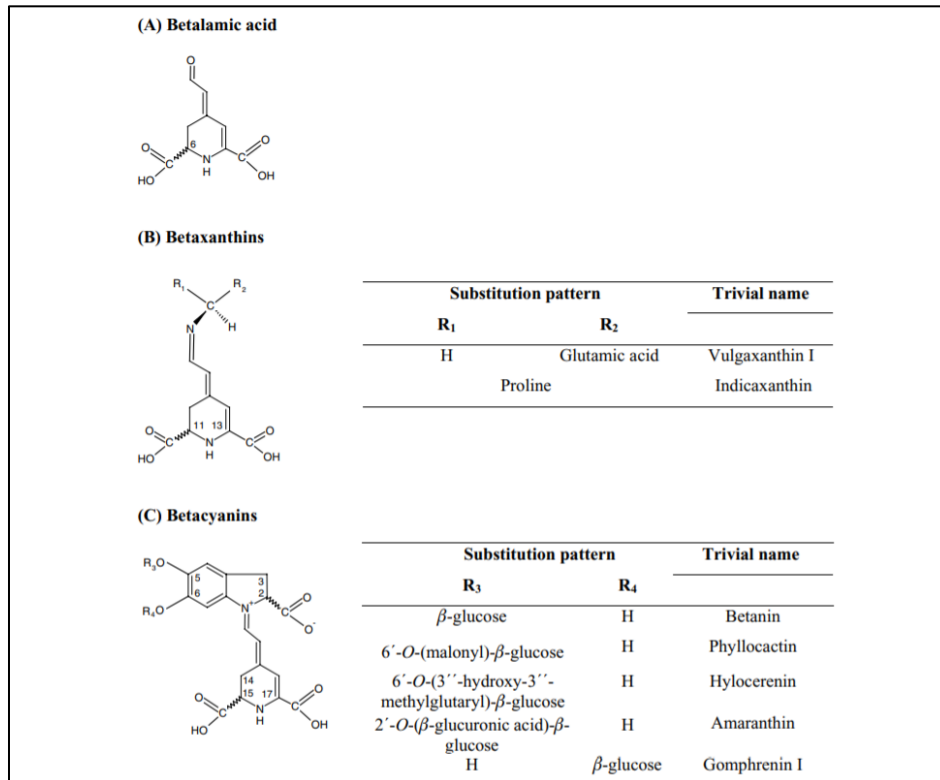
3.2.1 Betalaínas

Solúveis em água e localizadas no vacúolo das plantas, as betalaínas produzem coloração vermelha, amarela, *pink* e laranja em flores e frutas, e até o momento, a beterraba se apresenta com a principal fonte deste pigmento (CAI; SUN; CORKE, 2005). São divididas em dois grupos estruturais: as betacianinas (vermelho ao vermelho violeta) e as betaxantinas (amarelo), sendo que existem mais de 50 tipos de betacianinas e 20 tipos de betaxantinas, aproximadamente.

Em relação a sua funcionalidade em plantas, as betalaínas atuam para a atração visual de polinizadores e dispersores das sementes. Nos alimentos, tem a função de coloração, valor estético e nutricional. Em seres humanos, tem a função de ação contra radicais (ESCRIBIANO *et al.*, 1997; PEDREÑO; ESCRIBIANO, 2001; STINTZING; CARLE, 2004).

Em sua estrutura, há o ácido betalâmico acompanhado de um radical, que podem ser possíveis substituintes, como um hidrogênio ou grupo complexo (Figura 2). A principal função da variação destes grupos funcionais, presentes na estrutura é a determinação da cor deste pigmento, tonalidade e estabilidade (SCHOEFS, 2004; CAI; SUN; CORKE, 2005).

Figura 2- Grupos estruturais das betalainas: betacianinas e betaxantinas que contém o ácido betalâmico



Fonte: Herbach; Stintzing; Carle (2006).

As betalainas também são conhecidas como um antioxidante natural, sendo este atribuído as suas características estruturais. Sua estabilidade é dependente do pH (excelente estabilidade – pH 4 e 5 e razoável – pH 3 e 4 e pH 5 e 7). São instáveis em presença de luz e oxigênio e destruída quando em contato a altas temperaturas.

3.3 COMPOSIÇÃO PROXIMAL

A quantidade de nutrientes presentes nos alimentos tem relação com o teor de água, carboidratos, proteínas, lipídios, fibras, minerais, vitaminas e compostos bioativos (DUARTE, 2013).

Dentre todas as substâncias, a umidade é uma das determinações mais importante na análise de alimentos e pode afetar vários fatores, principalmente a preservação, sendo que em frutas, a água está presente de 65% a 95% (CECCHI,

2003). Além disso, a quantidade de água no alimento está ligada não somente ao crescimento de microrganismos ou deterioração química, mas também aos efeitos de solubilização de compostos como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

De acordo com Cecchi (2003) e Vilas-Boas (2006), os lipídios são componentes insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como éter etílico, éter de petróleo, acetona e entre outros, atuando como carregadores de vitaminas lipossolúveis. A variação do teor lipídico varia de acordo com o tipo de alimento, nas frutas esse valor fica entre 0,1% a 1%.

As proteínas existentes do consumo humano provêm, a maioria delas, de origem animal. A pequena parte, de origem vegetal, tem como fonte principal os cereais, raízes e tubérculos (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Em alimentos, embora em pequenas quantidades, sendo de 1% a 2%, as proteínas têm função nutricional, dão propriedades sensoriais e de textura (CECCHI, 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A cinza de um alimento, também chamada de resíduo mineral fixo, é a parte inorgânica permanecida após a queima da matéria orgânica (CECCHI, 2003). De acordo com Duarte (2013), Chitarra e Chitarra (2005), as frutas e hortaliças apresentam consideráveis fontes de minerais, sendo fundamentais na regulação enzimática, formação de tecidos ósseos e outras atividades.

O teor de carboidratos, em frutas, influencia na estrutura, textura, valor calórico e dá sabor em frutas, também, está presente entre 10% a 25% (DUARTE, 2013).

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Antioxidante é qualquer substância que, quando em baixas concentrações comparadas ao do substrato oxidável, consegue atrasar ou inibir a oxidação desse substrato de maneira eficaz (SIES; STAHL, 1995).

A FDA (Food and Drug Administration) também define antioxidante como qualquer substância que preserva o alimento contra deterioração, rancidez e descoloração proveniente da autooxidação.

Com o aumento da produção e consumo de alimentos industrializados no dia-a-dia, há cada vez mais a busca por uma alimentação saudável, visando amenizar aspectos que venham a ser prejudiciais ao corpo humano. Diversas pesquisas mostram positivamente a ação protetora e eficaz dos antioxidantes, se ingeridos diariamente, contra os processos oxidativos do organismo como doenças cardiovasculares, câncer, declínio do sistema imune, disfunções cerebrais, envelhecimento e doenças degenerativas (ROESLER *et al.*, 2007; BELOTI, 2019).

Substâncias com núcleo fenólico como tocoferol, flavonóides e ácidos fenólicos apresentam destaque especial como antioxidantes, por atuarem como eficientes captadores de espécies reativas de oxigênio (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002). Sendo assim, a pituaia pode ser considerada uma alternativa como fonte de fitoquímicos como polifenóis, flavonoides e vitamina C (SONG *et al.*, 2016).

Os compostos fenólicos, substâncias que apresentam um anel aromático e um ou mais grupos hidroxila, são considerados um dos mais abundantes na natureza e tem influência na fisiologia pós-colheita de vegetais e frutos, com sua função na coloração, sabor e aroma (VILAS BOAS, 2002; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; FU *et al.*, 2011; SARMENTO, 2017).

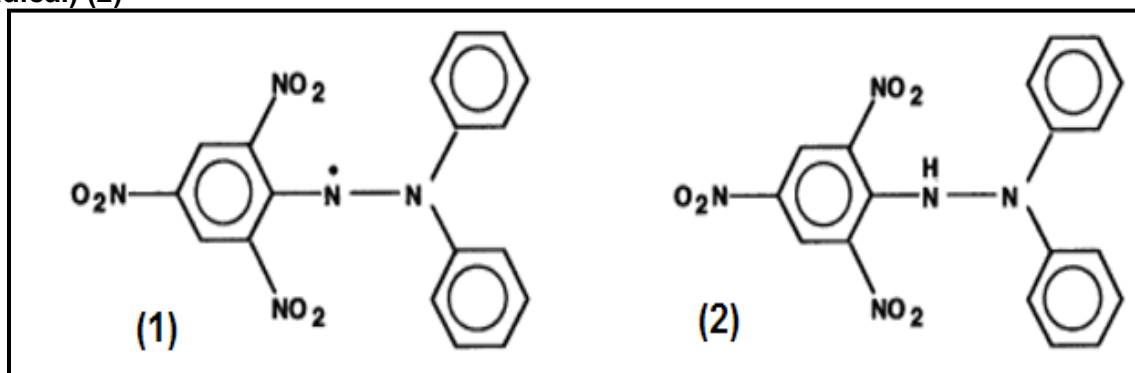
Existem diversas técnicas para a determinação da atividade antioxidante, dentre eles incluem o ABTS (2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfônico)), DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil), FRAP (do inglês Ferric Reducing Antioxidant Power), utilizadas neste trabalho, e entre outras, como Rancimat e ORAC (capacidade de absorção dos radicais oxigenados) (PRADO, 2009).

3.4.1 DPPH

As técnicas conhecidas para determinação da atividade antioxidante de forma prática, rápida e sensível são as que envolvem um radical livre, simulando as espécies reativas de oxigênio. O método mais utilizado é a avaliação da atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila – DPPH (Figura 3), que possui coloração violeta e absorve na faixa de 515-517 nm em espectrofotômetro. O DPPH é um radical livre estável que, quando na presença de um antioxidante doador de hidrogênio e em meio alcoólico, pode ser reduzido, formando difenil picrilhidrazina.

Esta redução pode ser observada pela diminuição da absorbância, com mudança de coloração violeta escura para amarela clara. Sendo assim, quanto maior a redução de DPPH, menor será a coloração violácea, conseqüentemente maior a atividade antioxidante da solução testada (KOLEVA *et al.*, 2002).

Figura 3- Difenilpicrilhidrazila (DPPH radical livre) (1) e Difenilpicrilhidrazina (não radical) (2)



Fonte: Molyneux (2004).

Os resultados do teste com o radical livre DPPH podem ser apresentados de várias maneiras entre os quais está o EC₅₀, onde o valor representa a quantidade necessária de um antioxidante para elevar 50% a concentração do DPPH* inicial. A literatura, também, cita outras maneiras de expressar os resultados como porcentagem de descoloração, eficiência antiradical, atividade de sequestro de radical (%), atividade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico, entre outros (PRADO, 2009).

As substâncias antioxidantes podem ser naturais, geralmente encontradas em vegetais, o que explica parte das ações benéficas das frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais sobre o organismo ou sintetizados (ARAÚJO, 2004).

Segundo Araújo (2004), a ingestão de alimentos contendo substâncias antioxidantes, propicia o mecanismo de defesa no controle dos danos causados nas células pelos radicais livres. Dessa forma, é provável que as substâncias antioxidantes sejam benéficas para o mecanismo de defesa celular, protegendo, assim, os componentes da célula de alterações oxidativas. Porém, a efetividade da ação antioxidante depende da sua estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento.

3.4.2 ABTS

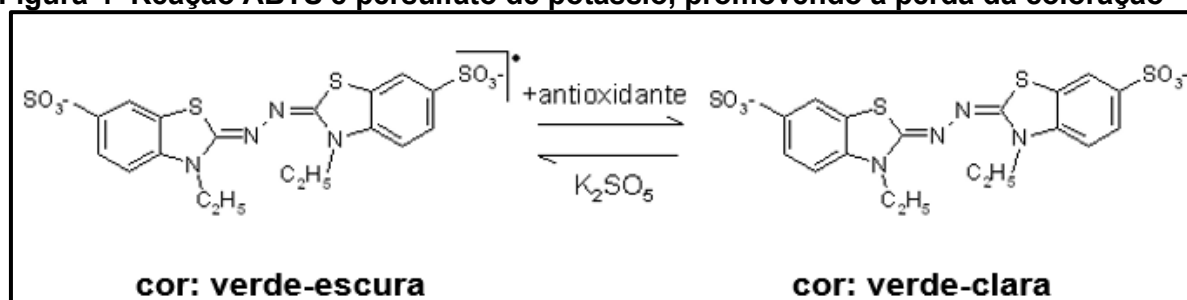
Considerado um dos métodos mais utilizados para a determinação de atividade antioxidante, o ABTS^{•+} (2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolína-6-ácido sulfônico), é um dos testes mais rápidos com resultados reprodutíveis, porém o radical deve ser gerado por reações enzimáticas ou químicas. É um método aplicável em antioxidantes hidrossolúveis, lipossolúveis, compostos puros e extratos vegetais. (PRADO, 2009).

Originário de Miller *et al.* (1993), o teste baseava-se na ativação da metamioglobina juntamente com peróxido de hidrogênio na presença do ABTS, gerando ABTS^{•+}, com ou sem presença de antioxidantes no meio. Porém, o método foi aperfeiçoado sendo agora gerado sem a presença de antioxidantes.

Segundo Re *et al.* (1999), a geração do ABTS^{•+}, de cor azul esverdeada, baseia-se na reação ABTS e persulfato de potássio (Figura 4), cujo tem absorção máxima de 615, 731 e 815 nm. Assim, para ocorrer a redução do ABTS^{•+} a ABTS é necessária a adição de um antioxidante, promovendo a perda da coloração onde ocorre a reação.

Os resultados são calculados através da curva de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1mM do trolox (RUFINO *et al.*, 2007b).

Figura 4- Reação ABTS e persulfato de potássio, promovendo a perda da coloração

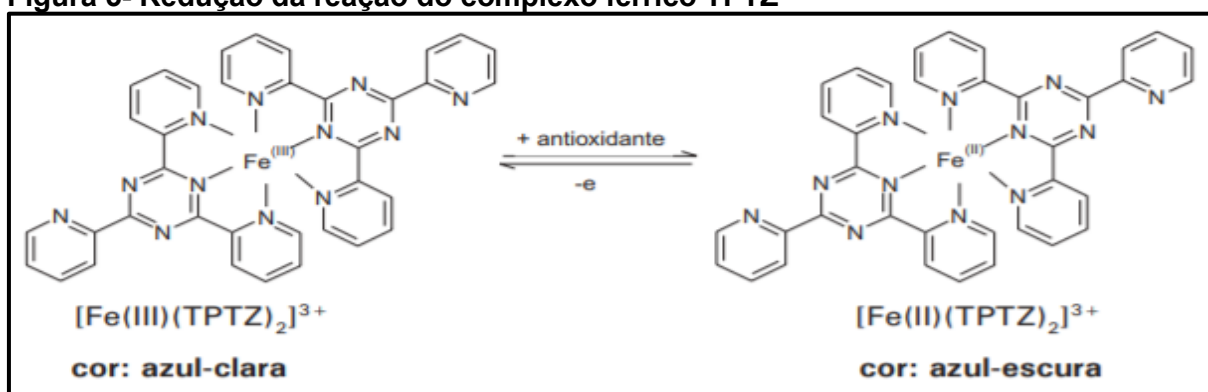


Fonte: Rufino *et al.* (2007b).

3.4.3 FRAP

O método FRAP (Poder Antioxidante de Redução do Ferro) baseia-se na redução da reação do complexo férrico TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina) ao complexo ferroso por um antioxidante em meio ácido (Figura 5), desenvolvido como uma opção para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos isolados (BENZIE; STRAIN, 1996).

Figura 5- Redução da reação do complexo férrico TPTZ



Fonte: Rufino *et al.* (2006).

Atualmente, a maioria dos protocolos contidos na literatura utilizam quantidades elevadas de reagentes e extratos, o que pode tornar o método inviável para amostras ou extratos com baixo rendimento (URREA-VICTORIA *et al.*, 2016).

Pode ser aplicado nos estudos da atividade antioxidante contendo extratos de alimentos, bebidas e, também, em estudos para verificar a capacidade antioxidante de substâncias puras (RUFINO, 2006).

3.5 VITAMINA C

Uma das vitaminas mais comuns e fundamental é a Vitamina C ou, também, ácido ascórbico, presente em frutas, verduras, legumes e outros alimentos. É

apresentada como um material branco, hidrossolúvel e cristalino, de fácil oxidação pelo calor e sofre perdas de suas atividades (GEREMIAS, 2004). Sua oxidação pode ser acelerada na presença de cobre e pelo pH alcalino (RUFINO, 2008).

Tem fácil absorção intestinal por um mecanismo ativo e, provavelmente por difusão, é transportado para o sangue. Quando ingeridas em excesso são excretadas na urina na forma de ácido oxálico e treônico, substâncias estas que facilitam o aparecimento de cálculo renal. Também tem participação no sistema de proteção antioxidante e melhora a absorção do ferro. A deficiência grave do ácido ascórbico pode causar doenças como o escorbuto, distúrbios neuróticos como hipocondria, histeria e depressão (GEREMIAS, 2004).

Essa vitamina proporciona proteção contra a oxidação descontrolada no meio aquoso da célula, devido ao seu alto poder redutor, também contém grupos funcionais com grande poder de neutralizar as moléculas de radicais livres (KLIMCKAC *et al.*, 2007; JAYAPRAKASHA; PATIL, 2007).

No Brasil, a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos é de 45 mg, 60 mg durante a gestação e 80 mg durante o período de lactação (BRASIL, 2005). Os níveis são facilmente atingidos com o consumo de frutas e vegetais frescos, ou na forma de concentrados vitamínicos, porém com preços mais altos, restando para a maioria da população, o consumo via alimentos (CAYE *et al.*, 2013).

Nos vegetais e nas frutas, o valor de vitamina C varia de acordo com o estado de crescimento, maturação e tratamento pós-colheita. Em frutas, o ácido ascórbico é mais estável que em vegetais, por apresentar maior acidez (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

3.6 PITAIA INDUSTRIALIZADA

A principal utilização da pitáia é, principalmente, na forma de fruta fresca, sendo esta transformada em sucos, xaropes, iogurte, vinhos, doces e geleias (RAZAK, 2009). Além disso, pode ser aplicada na indústria farmacêutica, de cosméticos e de corantes (DUARTE, 2013).

Estudo de Herbach *et al.* (2007), utilizando a pitiaia *Hylocereus costaricensis*, observou propriedades antiinflamatória e antidiabética no fruto. Já na casca, Molina; Cruz; Quinto (2009) apresentaram em seus estudos a extração de um látex que hidrata a pele. O óleo da semente da pitiaia contém níveis consideráveis de lipídios, podendo ser utilizado como uma nova fonte de óleo essencial (LIM *et al.*, 2010).

Na indústria alimentícia, há cada vez mais estudos para verificar o potencial da pitiaia. Santana *et al.* (2012) elaboraram um iogurte à base de pitiaia, farinha de quinoa e sucralose para avaliar o poder de compra. Glankarn (2015) realizou testes para verificar a presença de antioxidantes em geleias produzidas a partir do suco e da polpa de pitiaia. Ho e Latif (2016) realizaram uma mistura de farinha de trigo e farinha de casca de pitiaia na produção de biscoitos. Souza *et al.* (2018) utilizaram frutas, incluindo a pitiaia, para produção de vinho e verificar o potencial antioxidante.

Atualmente, lançamentos como polpa congelada e creme de pitiaia estão se tornando uma tendência no mercado alimentício, por ser uma fruta exótica, de cor vibrante e refrescante (FOOD SERVICE NEWS, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa experimental, sendo as análises realizadas no ano de 2019 e 2020, aplicando-se uma metodologia quantitativa, com a finalidade de avaliar os parâmetros físico-químicos, antioxidantes e compostos fenólicos da polpa de pitaia.

4.1 MATERIAL EM ESTUDO

Os frutos da pitaia de polpa branca e vermelha foram adquiridos direto do produtor, na cidade de Apucarana. O creme de pitaia industrializado foi adquirido em supermercado, na cidade de Londrina. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Londrina.

As frutas foram lavadas em água corrente e higienizadas, sendo as cascas cortadas manualmente, separando-as da polpa. Cada parte foi pesada, sendo uma parte armazenada em *freezer* para manter sua integridade, e a outra foi armazenada sob refrigeração por aproximadamente 60 dias.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Análises físico-químicas

As amostras da pitaia de polpa branca e vermelha foram utilizadas na forma *in natura* e congelada. O creme industrializado foi mantido na sua integridade de acordo com as orientações da embalagem, sendo as análises realizadas em triplicata, no Laboratório de Análise de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina.

4.2.1.1 Teor de umidade

O teor de umidade (013/IV) foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008). Foram pesados aproximadamente 2g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. As amostras foram aquecidas em estufa a vácuo a 70°C por aproximadamente 7 horas, resfriando em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Esta operação foi repetida até o peso constante.

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o cálculo:

$$\frac{100 \times N}{P}$$

Onde,

N = número de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = número de gramas da amostra

4.2.1.2 Teor de cinzas

As cinzas ou resíduo mineral fixo (018/IV) foi determinado de acordo com IAL (2008). Os cadinhos de porcelana foram secos em estufa a 105°C por 2 horas e resfriados em dessecador. Os cadinhos vazios foram pesados e foi adicionado, aproximadamente, 5 g de amostra em cada cadinho. A amostra foi carbonizada em bico de Bunsen e, em seguida, em mufla a 550 °C durante um período de doze horas. Passado o tempo, os cadinhos foram colocados em dessecador e pesados.

O cálculo utilizado para a determinação foi:

$$\frac{100 \times N}{P}$$

Onde,

N = número de gramas de cinzas

P = número de gramas da amostra

4.2.1.3 Sólidos solúveis totais (SST)

Primeiramente foi realizado a calibração do refratômetro (Atago, modelo Rx-5000i) com água destilada. Em seguida, foram colocadas 3 gotas de amostra para realização da leitura. Esta análise foi realizada seguindo as metodologias 010/IV e 315/IV do IAL (2008).

4.2.1.4 Acidez titulável total

Foram pesados, aproximadamente, 5 gramas de polpa de pitaia e cada amostra foi diluída em 100 mL de água destilada, adicionando 0,3 mL de solução fenolftaleína. Posteriormente foi realizado a titulação com hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento de uma coloração rósea, de acordo com a metodologia 310/IV do IAL (2008).

O cálculo utilizado para expressar os resultados foi:

$$\frac{V \times f \times M \times 100}{P}$$

Onde,

V = mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio (0,20)

P = massa da amostra em g

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

4.2.1.5 Determinação do pH

De acordo com a metodologia 017/IV (IAL, 2008), pesou-se 10 g de cada amostra de pitaiá em béquer e foram diluídas em 100 mL de água destilada, homogeneizando até que as partículas ficassem suspensas. Para determinação do pH das amostras foi utilizado o aparelho Del Lab, modelo DLA-PH.

4.2.1.6 Vitamina C

Para a determinação de vitamina C foi utilizado o método de Tillmans - 365/IV do IAL (2008). Primeiramente foi realizado a padronização da solução de Tillmans para obtenção do F (fator da solução de Tillmans), utilizando 4 mL da solução diluída de vitamina C e 6 mL de solução ácida, em seguida, adicionou-se 50 mL de água destilada e as amostras foram tituladas com solução de Tillmans até obtenção de coloração rosada.

O cálculo para expressar o fator foi:

$$\frac{\text{mg de vitamina C utilizado na titulação}}{\text{mL de solução de Tillmans gastos}}$$

Posteriormente, as polpas de pitaiá foram filtradas com 10 mL de solução ácida. Em seguida adicionou-se 10 mL do filtrado e titulou-se com solução de Tillmans até coloração rosada.

O cálculo utilizado para esta análise foi:

$$\frac{V \times F \times 100}{A}$$

Onde,

V = volume da solução de Tillmans gasto na titulação

F = fator da solução de Tillmans (5,15)

A = ml da amostra utilizada

4.2.1.7 Liofilização

Para realizar as análises de proteínas e lipídios, as amostras foram previamente liofilizadas. Em primeiro lugar procedeu-se o congelamento das polpas de pitaia *in natura* e do creme de pitaia industrializado e em seguida, a desidratação das polpas de pitaia e do creme industrializado usando o liofilizador (Christ, modelo Alpha 1-2 LD plus), sob temperatura de -61°C e pressão -28,6 milibar, até secagem completa (80 horas). As amostras secas foram armazenadas em recipientes de plástico e mantidas em freezer até o momento das análises.

As análises de lipídios e proteínas foram realizadas no Laboratório Multiusuário da UTFPR, *campus* Londrina.

4.2.1.8 Lipídios

Foram pesadas, aproximadamente, 4 gramas de cada amostra em papel filtro e colocadas no aparelho Soxhlet (Foss, modelo Soxtec 2055), utilizando hexano como solvente, com duração de 4 horas de extração. Finalizada a extração, os cartuchos foram colocados em estufa a 105°C e pesados, seguindo a metodologia 032/IV do IAL (2008).

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o cálculo:

$$\frac{100 \times N}{P}$$

P

Onde,

N = gramas de lipídios

P = gramas da amostra

4.2.1.9 Proteínas

Foram utilizados, aproximadamente, 4 gramas de cada amostra e transferida para o balão de Kjeldahl e adicionado 25 mL de ácido sulfúrico e 6 g de mistura catalítica para serem colocados no digestor (Foss, modelo Tecator digestor auto, acoplado ao Foss, modelo Tecator Scrubber). Posteriormente, as amostras foram colocadas no destilador automático (Foss, modelo Kjeltex 8200), sendo titulado com hidróxido de sódio 40%. Para esta análise foi utilizado a metodologia 036/IV do IAL (2008).

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o cálculo:

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P}$$

Onde,

V = diferença entre o número de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o número de mL de hidróxido de sódio gasto na titulação

P = peso da amostra

f = fator de correção (6,25)

4.2.1.10 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença, sendo [100 – (umidade + proteínas + lipídios + cinzas)].

4.2.2 Análise Antioxidante

As amostras da polpa de pitaiá foram utilizadas na forma *in natura*, congelada e industrializada, sendo as análises realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina.

Foram utilizadas três metodologias de capacidade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) da EMBRAPA, sendo que a preparação das amostras foi a mesma para todas.

4.2.2.1 Preparação dos extratos da fruta

Foram pesados 25 g de cada amostra (*in natura*, congelada e do creme) em um béquer de 100 mL. Feito isso, adicionou-se 40 mL de metanol 50%, homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Passado o tempo de repouso, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos a 15.000 rpm, em centrífuga (FMG, 80-2B), e transferido o sobrenadante para um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo das amostras da primeira extração, foi adicionado 40 mL de acetona 70%, homogeneizado e deixado em repouso, novamente, por 60 minutos à temperatura ambiente.

As amostras foram centrifugadas nas mesmas condições da primeira, sendo o sobrenadante adicionado no balão volumétrico. Feito isto, o volume de 100 mL foi completado com água destilada. Obtido os extratos, foram feitas três diluições para cada amostra com 10%, 20% e 30% de extrato, completando o volume com água destilada.

4.2.2.2 DPPH

As amostras foram analisadas pela capacidade dos antioxidantes, presentes na amostra, captarem o radical livre DPPH, conforme a metodologia descrita por

Rufino *et al.* (2007a). Para a curva padrão de DPPH foram feitas diluições com diferentes concentrações, de 0 a 60 $\mu\text{M}/\text{mL}$, utilizando DPPH (0,06 mM) e metanol.

Para a curva padrão utilizando o Trolox, utilizou-se concentrações de 100 a 2000 μM de solução Trolox e etanol, seguindo a metodologia de Rufino *et al.* (2007b).

Após realizar a determinação das curvas, foi transferido uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição dos extratos, da pitáia (*in natura*, congelada) e do creme, para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH, deixando-as ao abrigo da luz por 30 minutos para posterior leitura em espectrofotômetro (FEMTO, 800XI) a 515 nm.

4.2.2.3 ABTS

O radical ABTS^{**} foi obtido através da reação da solução estoque de ABTS 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM, mantendo no escuro à temperatura ambiente por 16 horas. Para a curva padrão, foi realizado diluições com concentrações de 100 a 2000 μM utilizando solução padrão de Trolox e etanol. Para a determinação da atividade antioxidante foram transferidos 30 μL de cada diluição dos extratos da pitáia e do creme para tubos de ensaio com 3 mL do radical ABTS^{**}, sendo realizado a leitura a 734 nm, em espectrofotômetro (FEMTO, 800XI), após 6 minutos (RUFINO *et al.*, 2007);

4.2.2.4 FRAP

O reagente FRAP foi obtido através da junção do tampão acetato 0,3 M, da solução TPTZ e a solução aquosa de cloreto férrico 20 mM, utilizado imediatamente após a preparação. Foram feitas diluições de 500 a 2000 μM para a curva padrão de sulfato ferroso. Em tubos de ensaio, foram transferidos 90 μL de cada diluição do extrato e do creme, sendo acrescentado 270 μL de água destilada e 2,7 mL do reagente FRAP. Feito isto, as amostras foram colocadas em banho maria a aproximadamente 37°C, sendo realizado a leitura após 30 minutos, em espectrofotômetro (FEMTO, 800XI), a 595 nm.

4.2.2.5 Compostos fenólicos

Foi baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Primeiramente foi realizado a curva padrão utilizando solução de ácido gálico e água destilada, sendo a concentração final de 10 a 100 µg/mL.

Para o preparo da análise, foi pipetado 0,5 mL da amostra dos extratos, sem diluir, em tubos de ensaio, adicionando 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteu. Em seguida, foi adicionado 2 mL da solução saturada de carbonato de sódio 4% (v/v). As amostras ficaram de repouso por 120 minutos em temperatura ambiente e após foram lidas em espectrofotômetro (FEMTO, 800XI) a 750 nm.

4.2.3 Análise estatística

Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o auxílio do programa Microsoft Excel versão 2019, sendo as médias comparadas através do teste de Tukey utilizando o software Statistica 12.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A partir das análises físico-químicas realizadas, foram obtidos os resultados presentes na Tabela 2.

Tabela 2- Características físico-químicas da polpa de pitaita (base seca)

PARÂMETROS	PBC	PBF	PVC	PVF
Umidade (%)	86,57 ± 0,12 ^c	86,90 ± 0,09 ^a	83,80 ± 0,18 ^d	84,99 ± 0,01 ^b
Cinzas (%)	0,74 ± 0,01 ^a	0,66 ± 0,04 ^a	0,81 ± 0,03 ^a	0,78 ± 0,05 ^a
pH	4,80 ± 0,01 ^{ab}	5,00 ± 0,04 ^a	4,61 ± 0,01 ^b	4,82 ± 0,02 ^{ab}
Acidez titulável (%)	1,09 ± 0,04 ^{bc}	0,51 ± 0,02 ^a	1,18 ± 0,01 ^c	0,61 ± 0,02 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	9,43 ± 0,04 ^c	15,27 ± 0,06 ^a	10,33 ± 0,12 ^d	8,17 ± 0,06 ^b
Lipídios (%)	-	0,51 ± 0,02 ^a	-	0,66 ± 0,01 ^a
Proteínas (%)	-	0,72 ± 0,04 ^a	-	0,78 ± 0,04 ^a
Carboidratos (%) ⁽¹⁾	-	11,21 ± 0,09 ^a	-	12,83 ± 0,09 ^b
Vitamina C (mg/100 mL)	29,50 ± 0,17 ^c	33,59 ± 0,73 ^a	48,87 ± 0,32 ^d	50,89 ± 0,34 ^b

Nota: (1) resultado calculado por diferença de [100 - (umidade + proteína + lipídios + cinzas)]. PBC: polpa branca congelada; PBF: polpa branca fresca; PVC: polpa vermelha congelada; PVF: polpa vermelha fresca. Médias das análises seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

5.1.1 Umidade

Estudos realizados sobre as características gerais e físico-químicas da pitaita mostram que os resultados obtidos neste trabalho, com relação a umidade, corroboram com os encontrados na literatura. Mizrahi (2014), estudou as polpas de pitaitas amarela e vermelha e encontrou valores para umidade de $84 \pm 1\%$. Oliveira *et al.* (2010) observou valores para umidade de $86,08 \pm 0,15 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para pitaita de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e $85,52 \pm 0,61 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para pitaita de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). A pesquisa de Cordeiro *et al.* (2015), sobre a caracterização física, química e nutricional da pitaita-rosa de polpa vermelha,

encontrou valores mínimo e máximo de umidade da fruta de 85,62 até 88,89 ($\pm 1,58$) g 100 g⁻¹. Já Mello (2014), em seu trabalho utilizando a pitiaia *Hylocereus undatus*, encontrou valores de umidade para a safra de 2012 de $86,21 \pm 0,32$ g/100g.

Todos os resultados de umidade, tanto para pitiaia de polpa branca fresca (PBF) e congelada (PBC) como para polpa vermelha fresca (PVF) e congelada (PVC), apresentaram diferença significativa, porém todos os resultados dos estudos de outros autores estão próximos ao encontrado neste trabalho para a fruta de polpas branca e vermelha, *in natura* e congelada, conforme a Tabela 2.

Segundo Rodrigues (2010), o teor de água entre as espécies da pitiaia tem grande variação, pois depende do suprimento ao tecido na época de colheita, temperatura e umidade relativa do ambiente.

5.1.2 Cinzas

Na pesquisa sobre desenvolvimento e processamento mínimo de pitiaia nativa do cerrado brasileiro, de Rodrigues (2010), para o teor de cinzas foi obtido o valor de 0,82 g.100 g⁻¹, assim sendo, os resultados encontrados neste trabalho não diferem significativamente entre si e estão próximos ao encontrado pelo autor. Abreu *et al.* (2012) e Mello (2014), encontraram valores bem inferiores na análise de cinzas para a pitiaia de $0,39 \pm 0,05$ e $0,06 \pm 0,005$, respectivamente, em comparação ao deste trabalho.

5.1.3 pH

No trabalho feito por Menezes *et al.* (2015), sobre características físicas e físico-químicas de pitiaia vermelha durante a maturação, foi encontrado valor para a análise de pH de 3,77 no 41° dia de maturação, onde a fruta está pronta para ser colhida. Para os resultados de Cristofoli *et al.* (2014), foi encontrado valor de pH de $4,63 \pm 0,03$.

Para o pH, os valores de Cristofoli *et al.* (2014) ficaram mais próximos para a pitaita de polpa vermelha congelada ($4,61 \pm 0,01$), e os demais apresentaram valores maiores quando comparado ao trabalho de Menezes *et al.* (2015).

Abreu *et al.* (2012) encontraram valor de pH para a pitaita de polpa vermelha de $4,88 \pm 0,12$. Sendo assim, os valores encontrados neste trabalho para pH são próximos para PVF ($4,82 \pm 0,02$), PBF ($5,00 \pm 0,04$) e PBC ($4,80 \pm 0,01$).

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que o pH pode variar de acordo com o acúmulo de ácidos orgânicos durante o amadurecimento dos frutos.

5.1.4 Acidez titulável

Menezes *et al.* (2015) encontraram valor para a análise de acidez titulável de 0,51%. Os resultados de acidez titulável obtidos neste trabalho ($0,52 \pm 0,04$ e $0,61 \pm 0,03$) mostram que os valores para polpas frescas das pitaitas branca e vermelha estão próximos e semelhantes ao encontrado por Menezes *et al.* (2015) para polpa vermelha (0,51%).

De forma análoga, as polpas congeladas também apresentaram resultados de valores de acidez titulável semelhante entre elas, porém não foram encontrados trabalhos de pesquisa sobre polpas congeladas na literatura que possibilitasse a comparação.

5.1.5 Sólidos solúveis

Para os resultados de sólidos solúveis, todos os resultados diferem significativamente entre si. Menezes *et al.* (2015) encontraram valor para sólidos solúveis de 19,58%. Para os resultados de Cristofoli *et al.* (2014), foi encontrado valor de sólidos solúveis de $11,53 \pm 0,06$. Abreu *et al.* (2012) encontraram valor para sólidos solúveis de $10,83 \pm 0,40$ e $11,00 \pm 0,01$, para polpa branca e vermelha, respectivamente. Sendo assim, os valores encontrados neste trabalho para sólidos solúveis estão próximos ao da PBC ($9,43 \pm 0,04$) e da PVC ($10,33 \pm 0,12$).

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que o teor de sólidos solúveis depende do estágio de maturação do fruto, pelo fato da degradação de polissacarídeos.

5.1.6 Lipídios

O trabalho realizado por Nurr 'Aliaa; Mazlina e Taip (2009), sobre efeitos da aplicação comercial de pectinases em propriedades selecionadas em suco de pitaia vermelha, encontraram valores em sucos frescos, para lipídios de $0,10 \pm 0,00$. Abreu *et al.* (2012) encontraram valores de lipídios de $0,47 \pm 0,02$ e $0,36 \pm 0,01$ para polpa de pitaia branca e vermelha, respectivamente. Fernandes *et al.* (2017) também encontraram valores para lipídios, em pitaia orgânica, de $0,47 \pm 0,06$. Os resultados de lipídios deste estudo, para PBF de $0,51 \pm 0,02$, corroboram com os encontrados por Abreu *et al.* (2012), para pitaia de polpa branca, e Fernandes *et al.* (2017). Já a pitaia de polpa vermelha obteve resultado acima do encontrado pelos autores, de $0,66 \pm 0,01$ (Tabela 2). O valor de lipídios de suco fresco de pitaia vermelha, realizado por Nurr 'Aliaa; Mazlina e Taip (2009), ficou abaixo do encontrado neste estudo.

Autores como Chemah *et al.* (2010), afirmam que a pitaia, por apresentar pequenas sementes e em grande quantidade, tem maior capacidade de armazenamento de óleos, sendo os ácidos graxos poli-insaturados, como os linoleicos e linolênicos. Sendo assim, por conter grande quantidade de umidade e baixo teor lipídico, a pitaia vem sendo utilizada juntamente com outros alimentos e frutas para uma dieta funcional.

5.1.7 Proteínas

Os valores para proteínas não apresentaram diferença significativa, sendo encontrados valores de $0,72 \pm 0,04$ (PBF) e $0,78 \pm 0,04$ (PVF). Fernandes *et al.* (2017) encontrou valores para proteínas de 0,628% a 0,632%, no dia da colheita, e Mello (2014) encontrou valores de $0,84 \pm 0,01$ e $0,62 \pm 0,02$.

De acordo com Mello (2015) a variação de resultados de proteínas acontece devido uma possível interferência de outros compostos nitrogenados que podem

superestimar o valor final, como as betalaínas. Fatores como solo, clima e grau de maturação também podem influenciar diretamente no resultado das proteínas.

5.1.8 Carboidratos

De acordo com os valores encontrados neste trabalho para carboidratos (Tabela 2), pode-se afirmar que há diferença significativa entre eles e mostram que corroboram com o resultado encontrado por Oliveira *et al.* (2010) que encontrou valores para carboidratos para pitaias branca e vermelha de $11,82 \pm 0,22$ e $12,34 \pm 0,65$, respectivamente. Já Junior (2017), em sua pesquisa com a pitaias da espécie *Hylocereus undatus*, encontrou valor de $12,95 \pm 0,60$.

5.1.9 Vitamina C

Para a análise de vitamina C, Brunini e Cardoso (2011) realizaram trabalho sobre qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas, onde foram encontrados valores de 26,41 a 32,38 mg ácido ascórbico por 100 mg de polpa. Cristofoli *et al.* (2014), utilizando a pitaias *Hylocereus costaricensis* encontrou resultado de vitamina C de $27,07 \pm 0,41$ mg.100g⁻¹. Rodrigues (2010), realizou uma pesquisa com a pitaias *Selenicereus setaceus* Rizz. sendo encontrado valor para a vitamina C de 43,81 mg.100 g⁻¹ aos 21 dias de desenvolvimento da fruta. Abreu *et al.* (2012) encontraram valores de vitamina C de $17,73 \pm 0,80$ e $20,69 \pm 2,02$ para as polpas de pitaias branca e vermelha, respectivamente. Para os resultados encontrados neste trabalho, observa-se que todos diferem entre si significativamente. Em comparação com os dados da literatura, mostra que todos os valores estão próximos ou acima dos mencionados.

Em comparação com a quantidade de vitamina C da pitaias com outras frutas, de acordo com a TACO (2011), observa-se que frutas consideradas ricas em vitamina C, como a laranja pêra crua ($53,7$ mg.100 g⁻¹), o limão tahiti cru ($38,2$ mg.100 g⁻¹) e a pitanga crua ($24,9$ mg.100 g⁻¹) apresentaram valores próximos aos da pitaias de polpas

branca e vermelha fresca, encontradas neste trabalho.

A diferença dos valores entre polpas *in natura* e congeladas, refere-se a instabilidade do ácido ascórbico e a susceptível oxidação, durante o armazenamento (DUARTE, 2013). Uma outra observação, foi o fato que as polpas vermelhas apresentaram valores superiores de vitamina C em comparação as polpas brancas. Isto ocorre pela presença de pigmentos como as betalaínas, que apresentam em suas estruturas químicas a função do ácido carboxílico.

5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Para as análises antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP), pode-se obter os resultados, conforme Tabela 3. Observa-se que, para as análises de DPPH, não houve diferença significativa entre elas. Já para as análises de DPPH, utilizando Trolox, ABTS, FRAP e compostos fenólicos, houve diferença significativa em todos os resultados.

Tabela 3- Resultados das análises antioxidantes (DPPH, DPPH utilizando Trolox, ABTS e FRAP) e compostos fenólicos da polpa de pitáia.

ANÁLISES	PBC	PBF	PVC	PVF
DPPH (mg DPPH/g fruta)	0,461 ± 0,01 ^a	0,234 ± 0,01 ^a	0,385 ± 0,01 ^a	0,14 ± 0,01 ^a
DPPH (µM trolox/g fruta)	25,2 ± 0,05 ^c	42,74 ± 0,06 ^a	37,04 ± 0,02 ^d	53,68 ± 0,02 ^b
ABTS (µM trolox/g fruta)	12,83 ± 0,86 ^c	21,54 ± 0,91 ^a	24,09 ± 0,58 ^d	32,47 ± 0,68 ^b
FRAP (µM sulfato ferroso/ g de fruta)	29,81 ± 0,40 ^c	51,03 ± 0,37 ^a	91,12 ± 0,58 ^d	107,44 ± 0,55 ^b
FRAP (mM sulfato ferroso/ L de extrato)	7,45 ± 0,43 ^c	12,76 ± 0,27 ^a	22,78 ± 0,48 ^d	26,86 ± 0,50 ^b
Compostos Fenólicos (mg AG/ 100g de fruta)	64,74 ± 0,02 ^c	73,5 ± 0,06 ^a	84,8 ± 0,50 ^d	110,83 ± 0,49 ^b

Nota: PBC: polpa branca congelada; PBF: polpa branca fresca; PVC: polpa vermelha congelada; PVF: polpa vermelha fresca; AG: ácido gálico. Médias das análises seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

5.2.1 DPPH

Em comparação com a pesquisa de Rodrigues (2010), este autor encontrou valores de 1,18 mg DPPH.g fruta⁻¹, resultado maior que o encontrado neste trabalho para pitaias de polpas vermelha e branca, congelada e *in natura*. Quando se compara o resultado de pitaias nativas em seu estágio ótimo de maturação (63 dias) de 1,4 mg DPPH.g⁻¹, com outras frutas como abacaxi (41,14 mg DPPH.g fruta⁻¹) e acerola (68 mg DPPH.g fruta⁻¹), nota-se que a atividade antioxidante da pitaias pode ser considerada baixa (KUSKOSKI *et al.*, 2006). Halimoon; Hasan (2010) compararam a porcentagem de inibição de DPPH entre a pitaias e o kiwi, sendo inibido cerca de aproximadamente 60% e 90% de DPPH, respectivamente, em 2 minutos em extrato etanólico, resultado maior que o encontrado neste trabalho, 51,69% para a pitaias de polpa vermelha fresca (PVF). Com o processo de maturação, os compostos antioxidantes tendem a diminuir, pois originam moléculas insolúveis em água, e como consequência ocorre a redução do poder adstringente presente em frutas, como a pitaias, dando um sabor mais agradável (COOMBE, 1976).

Em comparação das análises de DPPH utilizando Trolox como padrão, Orazco *et al.* (2009), encontraram valores menores a este trabalho sendo 11,0 µM trolox/g fruta e 17,3 µM trolox/g fruta para pitaias vermelha e branca, respectivamente, do gênero *Stenocereus stellatus*.

O método de captura de DPPH é considerado, por muitos autores, rápido, fácil e simples, porém uma das principais desvantagens é a falta de padronização e as diversas formas de interpretar e determinar a capacidade antioxidante de uma substância (CHENG; MOORE; YU, 2006; PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2008; ALAM; BRISTI; RAFIQUZZAMAN, 2013).

5.2.2 ABTS

Os valores deste trabalho para análise de ABTS (Tabela 3) estão acima dos encontrados para polpas vermelha e branca, como observado por Beltrán-Orozco *et al.* (2009), 11,0 ± 0,20 µM trolox/g fruta e 17,3 ± 0,14 µM trolox/g fruta, e por García-

Cruz *et al.* (2016), $4,91 \pm 0,28$ μmol trolox/g fruta e $2,93 \pm 0,43$ μmol trolox/g fruta, respectivamente. García-Cruz (2017), em seu trabalho sobre atividade antioxidante utilizando pitaia da espécie *S. stellatus*, encontrou valores inferiores a esta pesquisa, de $9,21 \pm 0,84$ $\mu\text{mol TE/g}$ polpa fresca para polpa vermelha e, aproximadamente, 3 $\mu\text{mol TE/g}$ polpa fresca para polpa branca. Já valores de Wu *et al.* (2006), de 28,3 μM trolox/g fruta para pitaia vermelha, e Esquivel; Stintzing; Carle (2007), de 24,5 a 36,1 μM trolox/g fruta, corroboram com os valores encontrados neste trabalho para PVC e PVF.

Em comparação com outras frutas, a acerola é uma das frutas com alta atividade antioxidante. Um estudo realizado por Prado (2009), utilizando o método de ABTS, mostrou que a atividade antioxidante da acerola em base úmida (39 ± 3 μM trolox/g polpa) está próximo ao resultado encontrado para PVF (Tabela 3).

5.2.3 FRAP

Junior (2017) utilizou o método FRAP para determinar a atividade antioxidante em amostras de polpa e casca de pitaia em base seca, obtendo valores para a espécie *Hylocereus undatus* de $59,27 \pm 2,33$ μmol sulfato ferroso/ g de fruta, e para *Hylocereus costaricensis* de $46,21 \pm 3,80$ μmol sulfato ferroso/ g de fruta, valores inferiores aos encontrados nesta pesquisa (Tabela 3). Ao contrário de Pinto *et al.* (2016), que ao utilizar a pitaia vermelha *Hylocereus undatus*, encontraram valor maior, de 176,52 μM sulfato ferroso/g, se comparado a este trabalho, tanto para polpa da fruta *in natura* como para congelada.

Ao comparar os resultados das polpas vermelhas (PVC e PVF) deste estudo, com o trabalho realizado por Souza *et al.* (2018), sobre atividade antioxidante de vinhos de fruta tropical utilizando a pitaia do gênero *Hylocereus*, obtiveram valor para a análise aplicando o método FRAP de 15,35 mM sulfato ferroso/L, menor que o presente trabalho de 22,78 mM sulfato ferroso/L de extrato (PVC) e 26,86 mM sulfato ferroso/L de extrato (PVF).

5.2.4 Compostos fenólicos

Os valores para compostos fenólicos no presente estudo (Tabela 3), mostraram-se superiores aos de Lima *et al.* (2013) para espécies *Hylocereus undatus* (11,56 e 17,28 mg ác. gálico/100 g) e *Hylocereus costaricensis* (23,15 mg ác. gálico/100 g), também se destaca em relação aos valores encontrados por Mello (2014), 52,13 ± 4,16 mg ác. gálico/100 g (polpa) e por Junior (2017), 52,36 ± 5,30 mg ác. gálico/100 g, ambos utilizando a espécie *Hylocereus undatus*.

Já Rodrigues (2010) encontrou resultados para compostos fenólicos de 101,8 mg ác. gálico/100 g⁻¹, sendo este próximo ao encontrado neste trabalho para PVF (110,83 ± 0,49 mg ác. gálico/100 g fruta).

Ao contrário de Abreu *et al.* (2012) encontraram valores maiores do que o presente estudo para pitaias de polpa branca (118,18 ± 6,03 mg ác. gálico/100 g fruta) e vermelha (124,55 ± 2,95 mg ác. gálico/100 g fruta). Também Castro-Enríquez *et al.* (2020), utilizando o extrato de pitaias da espécie *Stenocereus thurberi*, destacam-se pela alta capacidade de compostos fenólicos de 1389 ± 0,75 a 2070 ± 0,81 mg AG/100 g fruta. Sarmiento (2017) afirma que a diferença nos resultados encontrados pode estar relacionada à variação ambiental, utilização de frutos de diferentes origens e grau de maturação.

A relação da atividade antioxidante das polpas vermelha e branca, demonstrou que a polpa vermelha apresenta um valor superior ao encontrado para a branca. Esquivel; Stintzing; Carle (2007) e Garcia-Cruz *et al.* (2017) ressaltam em seus trabalhos que a atividade antioxidante da pitaias pode ser atribuída as betalaínas, presentes na polpa da pitaias vermelha. Outro fator importante a ser observado, são os valores de pH na faixa de 4-5 (Tabela 2), sendo estes considerados ótimos para a estabilidade das betalaínas.

Segundo Zainoldin e Baba (2009), a pitaias vermelha é rica em licopeno, um antioxidante natural que, segundo estudos, ajuda a combater o câncer, doenças cardíacas e melhora a pressão arterial. Também, nesta fruta contém polifenóis, substância responsável por sua maior capacidade antioxidante (ESQUIVEL; STINTZING; CARLE, 2007). Um dos antioxidantes considerados como polifenóis são os flavonoides que, na pitaias, são encontrados tanto na casca quanto na polpa. (VAILLANT *et al.*, 2004).

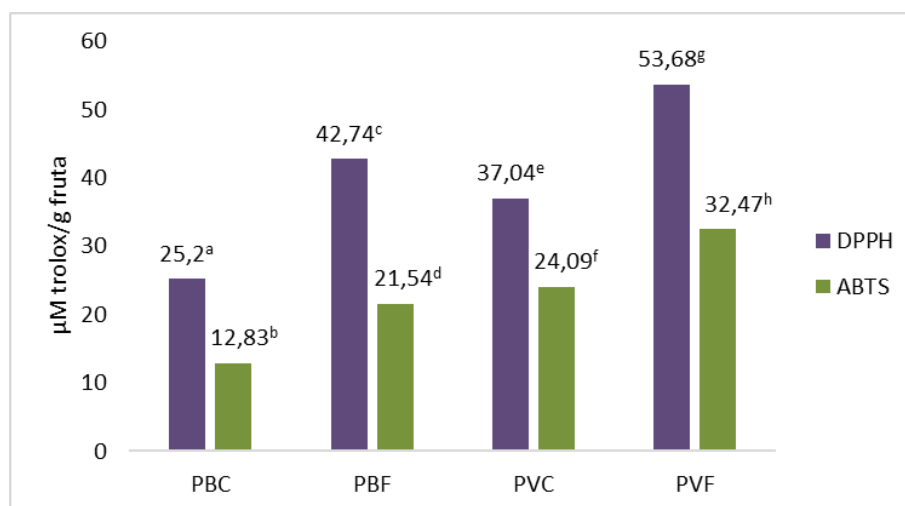
O óleo da semente é rico em ácido linoléico, sendo uma fonte de antioxidantes naturais e contém fenólicos, tocoferóis e esteróis (LIM *et al.*, 2010) com valores maiores do que a linhaça e canola (ARIFFIN *et al.*, 2009).

5.2.5 DPPH X ABTS

Em relação aos métodos utilizados neste trabalho, o DPPH e ABTS medem a capacidade de sequestro de radicais livres, enquanto o FRAP mede a capacidade de redução de metais na amostra (MELLO, 2014).

Ao comparar os métodos DPPH e ABTS, utilizando Trolox, observa-se que há diferença estatística entre todas as polpas vermelha e branca (congelada e *in natura*) (Gráfico 1), sendo que o método de DPPH obteve maior capacidade de atividade antioxidante.

Gráfico 1 - Comparação dos métodos DPPH e ABTS, utilizando Trolox, na polpa de pitaia.



Nota: PBC: polpa branca congelada; PBF: polpa branca fresca; PVC: polpa vermelha congelada; PVF: polpa vermelha fresca. Médias das análises seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

Em contrapartida, o ABTS foi considerado mais rápido, apresentou mais resultados reproduzíveis e com grande quantidade de comparação na literatura, além disso pode ser utilizado em compostos lipofílicos como hidrofílicos (KUSKOSKI *et al.*, 2005). O método DPPH ainda vem sofrendo muitas modificações, sendo que vários procedimentos contam com a inclusão de diferentes solventes para a dissolução do DPPH, diferentes alíquotas utilizadas, diferentes tempos de reação e absorbâncias (OLIVEIRA, 2015).

O trabalho realizado por Castro (2012) estudou a atividade antioxidante de frutas nativas e exóticas brasileiras, onde obteve a comparação entre os métodos DPPH e ABTS. O autor também ressalta a melhor utilização do método ABTS para realização da análise antioxidante e com bons resultados.

6 COMPOSIÇÃO PROXIMAL E AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE DO CREME DE PITAIA INDUSTRIALIZADO

Atualmente, a pitáia vem sendo utilizada para diversas finalidades, como sucos, compotas, fermentados, geleias e entre outros, além disso, com o mercado cada vez mais competitivo, é necessário a presença de novos produtos no ramo alimentício, como é o caso do creme de pitáia vermelha (KLEINHEINZ *et al.*, 2009).


De acordo com a reportagem realizada por Food Service News (2016), a fruta exótica e possui cor atraente aos olhos do consumidor sendo considerada marcante e intensa. Além disso é rica em ferro, vitamina A, vitamina C e antioxidantes.

O creme de pitáia utilizado neste estudo foi Frooty Pitaya® (Figura 6) composto por água, polpa de pitáia, açúcar, glicose de milho, estabilizante carboximetilcelulose sódica, acidulante ácido cítrico, emulsificante goma xantana e aromatizantes.

Figura 6 - Creme de pitáia

Informação Nutricional - Porção 60g (1 bola)		
Quantidade por porção		%VD*
Valor energético	60 kcal = 252 kJ	3
Carboidratos	14 g	5
Proteínas	0,0 g	0
Gorduras totais	0 g	0
Gorduras saturadas	0 g	0
Gorduras trans	0g	**
Fibra alimentar	0 g	0
Sódio	11 mg	1

* % Valores Diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 KJ.
Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.
**VD não estabelecido



Fonte: https://frooty.com.br/produtos_pitaya/100ml/

Na Tabela 4 pode-se observar, os resultados obtidos para a composição proximal. Quando comparado o creme de pitáia com as polpas frescas (Tabela 2), observa-se menor teor de umidade, cinzas, pH, acidez titulável, lipídios e proteínas.

O teor menor de umidade presente no creme de pitáia pode referir-se à quantidade de carboidratos presente na formulação. Este resultado já era esperado

por se tratar de um creme, o que também é observado com relação a maior quantidade de sólidos solúveis ($22,6 \pm 0,1$).

Tabela 4 - Características físico-químicas do creme de pitaia

PARÂMETROS	Creme de pitaia
Umidade (%)	$74,49 \pm 0,05$
Cinzas (%)	$0,11 \pm 0,01$
pH	$4,33 \pm 0,01$
Acidez titulável (%)	$0,41 \pm 0,03$
Sólidos solúveis (°Brix)	$22,6 \pm 0,1$
Lipídios (%)	$1,44 \pm 0,02$
Proteínas (%)	$0,61 \pm 0,02$
Carboidratos (%) ⁽¹⁾	$23,35 \pm 0,1$
Vitamina C (mg/100 mL)	$338,33 \pm 22,38$

Fonte: Autoria própria (2020).

Os valores de pH, acidez titulável e vitamina C podem ser justificados pela mistura de ingredientes e aditivos encontrados neste produto, em especial o acidulante ácido cítrico presente, que pode ocasionar uma maior acidez e aumento na vitamina C.

Em relação a atividade antioxidante, o creme de pitaia teve resultados próximos aos da pitaia de polpa vermelha, congelada e *in natura* (Tabelas 3 e 5).

Tabela 5 - Resultados das análises antioxidantes (DPPH, DPPH utilizando Trolox, ABTS e FRAP) e compostos fenólicos do creme de pitaia.

Análises	PI
DPPH (mg DPPH/g fruta)	$0,472 \pm 0,11$
DPPH (μ M trolox/g fruta)	$117,79 \pm 0,27$
ABTS (μ M trolox/g fruta)	$25,56 \pm 0,81$
FRAP (μ M sulfato ferroso/ g de fruta)	$89,04 \pm 0,32$
Compostos Fenólicos (mg AG/ 100g de fruta)	$104,36 \pm 0,09$

Fonte: Autoria própria (2020).

Rodrigues (2010) ressalta em seu trabalho a relação da quantidade de vitamina C e compostos fenólicos. Contudo, esses altos valores, tanto para a atividade antioxidante como para compostos fenólicos, podem estar relacionados pela adição de aditivos, como o acidulante ácido cítrico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises laboratoriais, a pitáia apresenta alto teor de umidade e carboidratos e baixo teor de lipídios, bem comuns a outras frutas também consumidas pela população brasileira. Sendo assim, a pitáia pode contribuir para uma dieta mais saudável.

O teor de vitamina C ficou próximo de outras frutas consumidas mais corriqueiramente pela população em geral, como laranja, limão e pitanga, mostrando-se uma ótima opção como fonte de vitamina C.

Observou-se que há diferença significativa nos resultados de umidade, sólidos solúveis, carboidratos e vitamina C, nas pitaias de polpas branca e vermelha (congelada e *in natura*). Os resultados obtidos ajudam para um maior conhecimento da composição da pitáia, como também mostra que há alteração após o processo de congelamento da polpa *in natura*.

No geral, a composição proximal da pitáia vermelha mostrou-se levemente superior à polpa da pitáia branca e, também, a pitáia vermelha apresentou maior potencial antioxidante e de compostos fenólicos. Também, observou-se que a vitamina C, a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos têm relação entre si, sendo que neste estudo quanto maior foi a vitamina C, maior foram os parâmetros antioxidante e fenólicos.

Em comparação entre os métodos DPPH e ABTS, o ABTS foi considerado melhor pela sua maior rapidez, pelos resultados reproduzíveis e condizentes com a literatura.

Analisando a diferença entre as polpas puras e o creme de pitáia, nota-se resultados superiores do creme para as análises antioxidantes e de vitamina C, contudo há ingredientes, como a adição de ácido cítrico, que pode aumentar essa capacidade, mas que ajuda para a conservação do produto. Também a quantidade de cinzas presente nas polpas congelada e *in natura* são maiores, dando indícios no maior número de minerais. Desta forma, há a necessidade da realização da análise de minerais para quantificação e melhor comparação nos resultados.

A quantidade de carboidratos presente no creme de pitáia é superior aos resultados das polpas puras, porém em seus ingredientes contém a adição de açúcar. Assim, esta adição pode interferir nos resultados e faz com que o produto se torne

menos saudável e com menor valor nutricional aos olhos do consumidor, fazendo com que a preferência cresça pelas frutas frescas.

Sendo assim, ao final da pesquisa, espera-se que um maior número de pessoas adote o costume de consumir outras frutas tropicais, como as frutas consideradas exóticas, aumentando, assim, a variedade de frutas disponíveis no mercado alimentício.

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. *et al.* Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-661. 2012.
- ALAM, M. N.; BRISTI, N. J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 21, n. 2, p. 143-152, 2013.
- AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. **Nutr. Res**, v. 22, n. 9, p. 1041-1047, sep. 2002.
- ALMEIDA, E. I. B. *et al.* Linha fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional da pitaiá. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 744-754, out-dez. 2016.
- ARAÚJO, J. M. A. Antioxidantes. In: _____. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3ª ed. Viçosa: UFV, p. 69-100. 2004.
- ARIFFIN, A. A. *et al.* Essencial fatty acids of pitaiá (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**, v. 114, p. 561-564, set. 2009.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113, 2006.
- BASTOS, D. C. *et al.* Propagação da pitaiá “vermelha” por estaquia. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, nov./dez. 2006.
- BELOTI, G. M. **Caracterização *in vitro* de compostos bioativos de partes aéreas da cana-de-açúcar e sua capacidade antioxidante**. 2019. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BELTRÁN-OROZCO, M. C. *et al.* Ascorbic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of red, cherry, yellow and white types of pitaiá cactus fruit (*Stenocereus stellatus Riccobono*). **Agrocienc.**, v. 43, n. 2, p. 153-62. 2009

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidante power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. v. 239, p. 70-76. 1996.

BOBBIO, P. A; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3ª edição. São Paulo: Varela Editora e Livraria LTDA, 1992.

BRAGA, M. F. et al. Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de Passiflora. **Bras. Frutic**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 284-288, ago. 2006.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2011.

CAI, Y. Z; SUN, M.; CORKE, H. Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae. **Trends Food Sci. Technol.**, n. 16, p. 370-376, 2005.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya em Yucatán**. Yucatan: Universidade Autónoma Chapingo, 1993.

CASTRO, J. F. A. **Estudo da atividade antioxidante em frutas nativas e exóticas brasileiras**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araraquara.

CAVALCANTE, Í. H. L. **Pitaiá: Propagação e crescimento de plantas**. 2008. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

CAYE, M. T. *et al.* **Utilização da Vitamina C nas alterações estéticas do envelhecimento cutâneo**. UNIVALI- Balneário Camboriú. 2013.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora Unicamp, 2003.

CHEMAH, T.C. *et al.* Determination of pitaia seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids. **International Food Research Journal**, n. 17, p. 1003-1010, 2010.

CHENG, Z.; MOORE, J.; YU, L. High-Throughput Relative DPPH Radical Scavenging Capacity Assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 20, p. 7429-7436, 2006.

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

CHOO W. S; YONG W. K. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Adv Appl Sci Res.**, v. 2, n. 3, p. 418-425. 2011.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, jun. 1976.

CORDEIRO, M. H. M. *et al.* Caracterização física, química e nutricional da pitaia-rosa de polpa vermelha. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 020-026, mar. 2015.

COSTA, L. C. B; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atroveran. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1157-1160, jul-ago. 2007.

COSTA, A. C.; MAIA, J. P.; INOUE, T. Y. Pitaia: uma alternativa para a fruticultura mato-grossense. **Revista MT Horticultura**, v. 3, n. 2, p. 06-07, 2017.

CRISTOFOLI, N. L. *et al.* **Pitaia (*H. costaricensis*): um fruto com características atrativas para a indústria de processamento**. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

CTENAS, M. L. B.; CTENAS, A. C.; QUAIST, D. **Fruits of Brazil**. São Paulo: C2 Editora e Consultoria em Nutrição, 2000.

DONADIO, L. C. Pitaia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 637-929, 2009.

DUARTE, M. H. **Armazenamento e qualidade pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] submetida à adubação orgânica**. 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2013.

CASTRO-ENRÍQUEZ, D. D. *et al.* Effect of ultrafiltration of pitaya extract (*Stenocereus thurberi*) on its phytochemical content, antioxidant capacity, and UPLC-DAD-MS profile. **Molecules**, v. 25, n. 281, p. 1-13, 2020.

ESCRIBANO, J. *et al.* Characterization of monophenolase activity of table beet polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 4209–4214, 1997.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. **Z. Naturforsch**, Tübingen, v. 62, p. 636-644, fev./mar. 2007.

FERNANDES, L. M. S. *et al.* Caracterização do fruto de pitaia orgânica. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 167-178, 2017.

FOOD SERVICE NEWS. **Creme de pitaya o novo “açaí”?**. 2016. Disponível em: <<https://www.foodservicenews.com.br/creme-de-pitaya-o-novo-acai/>> Acesso em: 28 jun. 2020.

FU, L. *et al.* Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, London, v. 129, n. 2, p. 345-350, 2011.

GARCÍA-CRUZ, L. *et al.* Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. **Postharvest. Biol. Technol.**, v. 111, p. 69–76, 2016.

GARCÍA-CRUZ, L. Betalains and phenolic compounds profiling and antioxidant capacity of pitaya (*Stenocereus spp.*) fruit from two species (*S. Pruinosus* and *S. stellatus*). **Food Chemistry**, v. 234, p. 111-118. 2017.

GEREMIAS, G. **Pesquisa e desenvolvimento de produtos nutracêuticos para atletas com utilização de extratos vegetais**. 2004. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Docência em Fitomedicina) - Asociación Argentina de Fitomedicina, Videira. 2004.

GLANGKARN, S. Antioxidant Activity in Red Dragon Fruit Jelly. **Food and Public Health**, v. 5, n. 5, p. 203-206, 2015.

HALIMOON, N.; HASAN, M. H. A. Determination and evaluation of antioxidative activity in red dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and green kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **American Journal of Applied Sciences**, New York, v. 7, n. 10, p. 1432-1438, dec. 2010.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. Clarendon Oxford: Clarendon Press, 3 ed. 2000.

HERBACH, K. M.; STINTZING F.; CARLE R. Betalain Stability and Degradation – Structural and Chromatic Aspects. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 4, 2006.

HERBACH, K. M. et al. Effects of processing and store on juice color and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice. **European Food Research and Technology**, Berlim, v. 224, n. 5, p. 649-658, mar. 2007.

HO, L; LATIF, N. W. A. Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. **Cogent food & Agriculture**, v. 2, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. In:_____. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. cap. 4, p. 83-160.

_____. Conservas vegetais, frutas e produtos de frutas. In:_____. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. cap. 15, p. 567-587.

JAYAPRAKASHA, G. K; PATIL, B. S. *In vitro* evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.

JUNIOR, J. D. E. **Composição química e atividade antioxidante de diferente espécies de pitaias**. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Biotecnológicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo. 2017.

JUNQUEIRA, K. P. *et al.* **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaiá do Cerrado**. Brasília: Embrapa Cerrados, 1 ed, 2002.

KLEINHEINZ, A. *et al.* Anaphylactic reaction to (mixed) fruit juice containing dragon fruit. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 124, n. 4, p. 841-842, 2009.

KLIMCWAC, I. *et al.* Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.

KOLEVA, I. I. *et al.* Screening of Plant Extracts for Antioxidant Activity: a Comparative Study of Three Testing Methods. **Phytochemical Analysis**, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.

KUSKOSKI, E. M. *et al.* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

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

LE BELLEC; F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

LIM, H. K. *et al.* Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1326-1331, set. 2010.

LIMA, C. A. *et al.* Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 35, n. 2, p. 565-570, jun. 2013.

LORENZI, H. *et al.* **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda. 1 ed, 2006.

MAHATTANATAWEE, K. *et al.* Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. **J Agric Food Chem.**, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, 2006.

MANACH, C. *et al.* Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MENEZES, P. *et al.* Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **UEL. Semina: Ciências agrárias**, v. 36, n. 2, p. 631-643, mar-abr. 2015.

MELLO, F. R. *et al.* Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaia (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 323-328, fev. 2015.

MELLO, F. R. **Avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante da pitaia e determinação do potencial do mesocarpo como corante natural para alimentos**. 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

MILLER, N. J. *et al.* A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, London, v. 84, p. 407-412, 1993.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitaias – the new crops of the world. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, jan-mar. 2014.

MOLINA, D.J.; CRUZ, J. S. V.; QUINTO, C. D. V. **Producción y expertación de la pitahaya hacia el mercado europeo**. 2009. 115 f. Monografía (Especialización en Finanzas) – Facultad de Economía y Negocios, Quito, 2009.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin J. Sci. Technol.**, v. 26, n. 2, p. 211-219. 2004.

MOREIRA, R. A. *et al.* **Cultivo da pitaia: implantação**. Boletim Técnico, n. 92, p. 1-16, Lavras, 2012.

NAKASHIMA, K. K. **Estudo do mecanismo de ação antirradicalar de betalainas**. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

NASCIMENTO, V. E. **Caracterização de plantas de mamey**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2008.

NERD, A. MIZRAHI, Y. Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaia. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 99-105, fev. 1999.

NETZEL, M. *et al.* Native Australian fruits – a novel source of antioxidants for food. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 8, p. 339-346, 2007.

NUNES, E. N. *et al.* Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 90-98. 2014.

NUR 'ALIAA, A. R.; MAZLINA, M. K. S.; TAIP, F. S. Effects of comercial pectinases application on selected properties of red pitaia juice. **Journal of Food Process Engineering**, Malaysia, v. 34, p. 1523-1534, feb. 2009.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* **Composição química da pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*)**. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais *in vitro* pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 17, n. 1, p. 36– 44, 2015.

ORAZCO, M. C. B. *et al.* Ácido ascórbico, contenido fenólico, y capacidad antioxidante de las variedades roja, cereza, anarilla y blanca del fruto del cactus de la pitaya (*Stenocereus stellatus Riccobono*). **Agrociencia**, Montevideo, v. 43, n. 2, p. 153-162, feb./mar. 2009.

PEDREÑO, M. A.; ESCRIBANO, J. Correlation between antiradical activity and stability of betanine from *Beta vulgaris* L. roots under different pH, temperature and light conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 627– 631, 2001.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. *et al.* Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v. 41, n. 3, p. 274-285, 2008.

PINTO, M. K. N. A. **Quantificação de polifenóis totais e atividade antioxidante total em pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*)**. In: Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, 2016.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais.** 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

RAZAK, M. S. A. **Ultrasonic Extraction of antioxidant compound from red pitaya.** 38 f. Tese (Bacharelado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química e Recursos Naturais. Universidade da Malásia, Pahang. 2009.

RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying na improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos.** São Paulo: Editora Blucher. 2007.

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

ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan-mar. 2007.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais.** 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2008.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de Redução do Ferro (FRAP). **Comunicado Técnico**, Fortaleza, 2006.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico**, Fortaleza, 2007a.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{**}. **Comunicado Técnico**, Fortaleza, 2007b.

SANTANA, A. T. M. C. *et al.* Avaliação sensorial de iogurte à base de pitaiia (*Hylocereus undatus*), enriquecido com quinoa (*Chenopodium quinoa*) e sucralose. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 389, p. 21-25, 2012.

SARMENTO, J. D. A. **Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaita (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2017.

SCHOEFS, B. Determination of pigments in vegetables. **J. Chromatogr.**, v. 1054, p. 210-226, 2004.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17. **Fruticultura**, mar. 2017.

SIES, H., STAHL, W. Vitamins E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 62, n. 6, p. 1315-1321, 1995.

SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaita em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, 2011.

SONG, H. *et al.* White pitaya (*Hylocereus undatus*) juice attenuates insulin resistance and hepatic steatosis in diet-induced obese mice. **Plos One**, San Francisco, v. 11, n. 2, p. 1-14, 2016.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 19–38, 2004.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. UNICAMP, 4ª edição, Campinas, 2011.

TAIRA, J. *et al.* Antioxidant capacity of betacyanins as radical scavengers for peroxy radical and nitric oxide. **Food Chemistry**, v. 166, p. 531-536, 2015.

TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potencial and antioxidante benefits of red pitaita (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **Journal of functional foods**, v. 4, n. 1, p. 129-136, 2012.

URREA-VICTORIA, V. U. *et al.* Ensaio antioxidante em microplaca do poder de redução do ferro (FRAP) para extratos de algas. **Instituto de biociências**, São Paulo, set. 2016.

VAILLANT, F. *et al.* Colorant and antioxidante properties of red-purple pitahaya. **Fruits**, v. 60, n. 1, p. 3-12, oct. 2004.

VILAS-BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 2006. 68 p.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização de frutas exóticas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 23-38, mar. 2014.

WATERHOUSE, A. L. **Polyphenolics: determination of total phenolics**. In: Wrolstad RE. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: J. Wiley; 2002.

WU, L. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaia. **Food Chemistry**, v. 95, p. 319-327. 2006.

ZAINOLDIN, K. H.; BABA, A. S. The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidante activity in yogurt. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 3, n. 12, p. 884-889. 2009.