



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**CAROLINA AYUMI TOMINAGA ESPINOZA**

**DETERMINAÇÃO DE FENOIS TOTAIS E AÇÃO ANTIOXIDANTE NA  
FARINHA DA CASCA DA PITAYA (*Hylocereus costaricensis*)**

**Assis/SP  
2020**



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**CAROLINA AYUMI TOMINAGA ESPINOZA**

**DETERMINAÇÃO DE FENOIS TOTAIS E AÇÃO ANTIOXIDANTE NA  
FARINHA DA CASCA DA PITAYA (*Hylocereus costaricensis*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a): Carolina Ayumi Tominaga Espinoza  
Orientador(a): Me. Elaine Amorim Soares**

**Assis/SP  
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

E77d

ESPINOZA, Carolina Ayumi Tominaga

**Determinação de Fenóis totais e Ação antioxidante na Farinha da casca da Pitaya (*Hylocereus costaricensis*)** / Carolina Ayumi Tominaga Espinoza. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, 2020.

56p.

1. Farinha-pitaya 2. Antioxidante 3. Fenóis

CDD: 664.19  
Biblioteca da FEMA

# DETERMINAÇÃO DE FENOIS TOTAIS E AÇÃO ANTIOXIDANTE NA FARINHA DA CASCA DA PITAYA (HYLOCEREUS COSTARICENSIS)

CAROLINA AYUMI TOMINAGA ESPINOZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

**Orientador:** \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Me. Elaine Amorim Soares

**Examinador:** \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Mary Leiva de Faria

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação, à minha mãe, ao meu irmão, minha vó e meu namorado por serem essenciais na minha vida e a toda minha família e amigos por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida. Sou grata à minha família pelo apoio e amor que sempre me deram durante toda a minha jornada, e principalmente à minha mãe que esteve comigo, me criou, me inspirou a crescer e querer sempre ser melhor, ao meu irmão que sempre me protegeu e me motivou a seguir meus sonhos. Agradeço ao meu namorado que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico, confiou em mim e me apoiou em minhas decisões, e esteve comigo independente das dificuldades. Agradeço aos meus amigos que me ajudaram durante minha vida acadêmica e no pessoal, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo. À minha professora orientadora pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo. Também agradeço aos funcionários da FEMA que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho. E sou grata a Deus por colocar todas essas pessoas na minha vida, pela minha vida, por me dar forças e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

“Serenidade para aceitar aquilo que não posso mudar; Coragem para mudar o que for possível; Sabedoria para saber discernir entre as duas.”

(Reinhold Niebuhr)

## RESUMO

A pitaya (*Hylocereus costaricensis*) é uma fruta exótica originária da América Central. Na indústria alimentícia, a pitaya é bastante utilizada na elaboração de produtos como bebida, sorvete, geléia e doces. Geralmente, a casca da fruta, que é rica em compostos fenólicos, é descartada. Vários estudos comprovam o benefício dos compostos fenólicos na saúde e nutrição humana, devido principalmente, as suas características antioxidantes, capazes de neutralizar radicais livre auxiliando na prevenção de doenças causadas pela oxidação. O objetivo deste trabalho foi obter a farinha de casca (subproduto na indústria) da pitaya (*Hylocereus costaricensis*), monitorando a quantidade de compostos fenólicos e a ação antioxidante durante armazenamento. Para preparação da farinha da casca da pitaya foram retiradas as polpas e as cascas foram cortadas em pedaços pequenos, espalhadas em bandejas metálicas e colocadas em estufa de secagem com circulação de ar na temperatura de 60°C/36 horas, as cascas foram trituradas em liquidificador doméstico e o pó resultante foi uniformizado em peneira 18 (ABNT) de 1,00 mesh. Os extratos metanólicos foram obtidos pesando-se 3g de farinha em 10 mL de solvente. A extração foi feita na ausência de luz à temperatura ambiente por 2 horas. Os extratos foram filtrados em papel de filtro diretamente para balões volumétricos de 25 mL e o volume completado com água destilada. O extrato foi dividido para realizar a quantificação de compostos fenólicos utilizando-se o método de Follin-Ciocalteu e a determinação da ação antioxidante realizada pelo método de sequestro de radicais livres (DPPH+). As análises foram realizadas em triplicata no primeiro, terceiro e nono mês da obtenção da farinha. O teor de compostos fenólicos totais nos extratos foi expresso em EAG (mg/100g) através da curva de calibração de ácido gálico. O valor médio de compostos fenólicos da farinha no primeiro mês foi de  $187,95 \pm 27,81$  o terceiro mês  $189,17 \pm 24,23$  e no nono mês  $232,67 \pm 36,11$  EAG (mg/100g). A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de eficiência do sequestro de radicais livres, sendo os valores médios obtidos na farinha de 26,31%, 56,88% e 85,16% no primeiro mês, terceiro mês e nono mês respectivamente. Os resultados mostram que o armazenamento da farinha não diminui a quantidade de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante. O preparo da farinha de casca de pitaya é uma solução possível para agregar valor nesse subproduto industrial.

**Palavras-chave:** Compostos Fenólicos, Atividade Antioxidante e Farinha da Casca da Pitaya.

## ABSTRACT

Pitaya (*Hylocereus costaricensis*) is an exotic fruit originally from Central America. In the food industry, pitaya is widely used in the production of drinks, ice cream, jam and sweets. Usually, the peel of the fruit, which is rich in phenolic compounds, is discarded. Several studies prove the benefit of phenolic compounds in human health and nutrition, mainly due to their antioxidant characteristics, capable of neutralizing free radicals, helping to prevent helping to prevent diseases caused by oxidation. The objective of this work is to obtain the shell flour (by-product in the industry) from pitaya (*Hylocereus costaricensis*), monitoring the amount of phenolic compounds and the antioxidant action during storage. To prepare the flour from the pitaya bark, the pulps were removed and the shells were cut into small pieces, spread in metal trays and placed in a drying oven with air circulation at a temperature of 60 ° C / 36 hours, the shells were crushed in domestic blender and the resulting powder was standardized on a 18 mesh (ABNT) of 1.00 mesh. Methanolic extracts were obtained by weighing 3 g of flour in 10 mL of solvent. The extraction was carried out in the absence of light at room temperature for 2 hours. The extracts were filtered on filter paper directly into 25 mL volumetric flasks and the volume completed with distilled water. The extract was divided to perform the quantification of phenolic compounds using the Follin-Ciocalteu method and the determination of the antioxidant action performed by the method of free radical scavenging (DPPH +). The analyzes were performed in triplicate in the first, third and ninth months of obtaining the flour. The content of total phenolic compounds in the extracts was expressed in EAG (mg / 100g) through the calibration curve of gallic acid. The average value of phenolic compounds in the flour in the first month was  $187.95 \pm 27.81$ , the third month  $189.17 \pm 24.23$  and in the ninth month  $232.67 \pm 36.11$  EAG (mg / 100g). The antioxidant activity was expressed as a percentage of free radical scavenging efficiency, with the mean values obtained in flour being 26.31%, 56.88% and 85.16% in the first month, third month and ninth month respectively. The results show that the storage of the flour does not decrease the amount of phenolic compounds and the antioxidant capacity. The preparation of pitaya husk flour is a possible solution to add value to this industrial by-product.

**Keywords:** Phenolic Compounds, Antioxidant Characteristics and Pitaya Husk Flour.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Pitaya de polpa vermelha ( <i>Hylocereus costaricensis</i> ). .....	16
Figura 2 Espécies de pitayas.....	17
Figura 3 Cacto da pitaya sem frutos, flor do cacto e cacto com os frutos .....	17
Figura 4 Produção dos 10 principais estados brasileiros produtores de pitaya .....	19
Figura 5 Estrutura genérica das moléculas dos flavonóides.....	22
Figura 6 Estrutura genérica das maiores classes dos flavonóides .....	23
Figura 7 Estruturas de flavonoides presentes na pitaya .....	24
Figura 8 Exemplos de ácidos hidroxibenzóicos (a) e hidroxicinâmicos (b).....	25
Figura 9 Estrutura química básica das betalainas .....	26
Figura 10 Estruturas das betacianinas presentes na pitaya .....	27
Figura 11 Estruturas das betaxantinas presente na pitaya.....	28
Figura 12 Redução tetravalente do oxigênio .....	29
Figura 13 Procedimento e resultado do teste de iodo.....	34
Figura 14 Pedacos das cascas da pitaya cortadas espalhadas em bandejas metálicas ...	37
Figura 15 Farinha da casca da pitaya.....	37
Figura 16 Soluções de ácido gálico em diferentes concentrações .....	39
Figura 17 Extratos das amostras .....	40
Figura 18 Cálculos para obtenção do resultado final de fenólicos totais .....	41
Figura 19 Curva de calibração construída de 5 a 25 mg/L .....	43
Figura 20 Gráfico dos compostos fenólicos totais da farinha da casca de pitaya.....	44
Figura 21 Comparativo da ação antioxidante da farinha da casca da pitaya.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Produção de pitaya entre as regiões brasileiras, 2017 .....	18
Tabela 2 Classes de compostos fenólicos em plantas .....	22
Tabela 3 Classificação dos principais agentes antioxidantes .....	30
Tabela 4 Datas das análises realizadas .....	39
Tabela 5 Concentrações (mg/L) versus as absorbâncias lidas a 760 nm.....	43
Tabela 6 Resultados de compostos fenólicos totais na farinha da casca de pitaya .....	44
Tabela 7 Percentual de redução do radical DPPH para farinha da casca da pitaya.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. PITAYA (<i>HYLOCEREUS COSTARICENSIS</i>)</b> .....	<b>16</b>
2.1.BOTÂNICA .....	16
2.2.MORFOLOGIA .....	17
2.3.COMERCIALIZAÇÃO .....	18
<b>3. FARINHA DA CASCA DA PITAYA</b> .....	<b>20</b>
<b>4. COMPOSTOS FENÓLICOS</b> .....	<b>21</b>
4.1.FLAVONÓIDES .....	22
4.2.ÁCIDOS FENÓLICOS .....	24
4.3 BETALAÍNAS.....	25
<b>5. AÇÃO ANTIOXIDANTE</b> .....	<b>29</b>
<b>6. IDENTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE CARBOIDRATOS</b> .....	<b>31</b>
6.1.MATERIAS E METÓDOS.....	32
6.1.1.Soluções.....	32
6.1.2.Reagentes.....	32
6.1.3.Materiais .....	32
6.1.4.Preparo das Soluções .....	33
6.1.5.Procedimento Experimental.....	33
<b>7. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
7.1.MATERIAIS .....	35
7.2.REAGENTES.....	35
7.3.EQUIPAMENTOS.....	36
7.4.MÉTODOS.....	36
7.4.1.Coleta de amostra.....	36
7.4.2.Preparo da farinha da casca da pitaya.....	36
7.4.3.Preparo das Soluções para a curva de Calibração de Ácido Gálico .....	37
7.4.4.Construção da Curva de Calibração de Ácido Gálico .....	38
7.4.5.Preparo da amostra .....	39
7.4.6.Determinação do teor de fenóis totais.....	40
7.4.7.Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).....	41

7.4.8. Determinação da capacidade antioxidante: atividade antioxidante total através do método do radical livre DPPH.....	42
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
9. CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

## 1. INTRODUÇÃO

Pitaya (*Hylocereus costaricensis*) ou “Dragon Fruit” (fruta do dragão) como é conhecida, vem da família *Cactácea*, sendo cultivada há milhares de anos pelos povos indígenas, originária da América Central e bastante cultivada no México. Contém aproximadamente 84 gêneros e 1.400 espécies, nativas das Américas e por conta da variedade de espécies pode conter diferentes formatos, presença de espinhos, variação de cor da casca e da polpa, um grande indicativo de variabilidade genética. A fruta é constituída por polpa, sementes e a casca que é o resíduo do processamento do fruto (RECH E BACKES E, GENENA AK,2018).

Segundo Alves, Monteiro e Pompeu (2018) a pitaya na indústria alimentícia é bastante utilizada na elaboração de produtos como bebidas, sorvete, geleia e doces. Durante a fabricação desses produtos a casca é considerada um resíduo sendo assim descartada, porém é nelas onde se encontra os polissacarídeos presente na parede celular que contêm quantidades expressivas de metil-esterificado que são altamente solúveis em água e além disso contém substâncias pécticas, também relataram-se concentrações altas de betalaínas e que são existente tanto na casca quanto no mesocarpo da pitaya, mostrando o potencial da fruta como corante natural alimentos, e traz uma atratividade por ser abundante em compostos fenólicos o que evidencia a sua alta atividade antioxidante.

A casca é obtida após a extração da polpa, sendo caracterizada como uma fonte boa de fibras solúveis e insolúveis, contendo também consideráveis quantidades de pectina. A polpa e a casca apresentam altas quantidades de polifenóis, antioxidantes e fibra dietética (UTPOTT, 2018).

Na atualidade nota-se que grande parte das indústrias optam por desenvolver novos produtos que tenham qualidade e que não sejam perdidas durante o processo de fabricação, satisfazendo a tendência do mercado que vem dando destaque para alimentos nutritivos, menos calóricos e de sabor agradável, para que se consiga uma melhor economia na fabricação e que tenha um aproveitamento quase total da matéria-prima. Graças ao desenvolvimento de novas tecnologias isso tem sido mais acessível e as indústrias buscam maneiras para se reutilizar até mesmo o que antes era considerado resíduos gerados durante a fabricação de produtos, resultando em várias descobertas como ingredientes de alto valor agregado que podem vir a serem utilizados em diversos

tipos de indústrias principalmente na indústria de alimentos. Normalmente esses produtos são provenientes de frutos e vegetais, devido à grande quantidade de fibras dietéticas e substâncias antioxidantes. A forma mais usual é a farinha, pois, a indústria alimentícia introduz esses subprodutos como ingredientes para a fabricação de suas mercadorias. (UTPOTT, 2018).

Os compostos fenólicos agem como agentes antioxidantes geralmente, provenientes dos mecanismos de defesa contra o meio ambiente das plantas, além de serem doadores de hidrogênio e elétrons eles também possuem radicais intermediários estáveis. Os compostos são divididos: em flavonoides (polifenóis) e não flavonoides (fenóis simples ou ácido), os flavonoides são amplamente encontrados em frutas e vegetais (SILVA et al.,2010).

O objetivo desse trabalho é obter farinha de casca da pitaya (*Hylocereus costaricensis*), monitorando a quantidade de compostos fenólicos e a ação antioxidante durante armazenamento.

## 2. PITAYA (*Hylocereus costaricensis*)

A Pitaya (*Hylocereus costaricensis*) (Figura 1) é uma fruta originária da América Tropical e Subtropical como México, Guatemala, Colômbia dependendo da espécie. A fruta tem sido amplamente estudada e apenas recentemente a pitaya foi inserida na dieta do brasileiro. Apesar de muitos ainda não conhecerem, ganhou destaque no mercado brasileiro de frutas exóticas (DUARTE, 2013).



**Figura 1** Pitaya de polpa vermelha (*Hylocereus costaricensis*). (In: <https://www.gratispng.com/png-varvey/>, 2020)

### 2.1. BOTÂNICA

As pitayas pertencem à família das *Cactáceas*, subfamília *Cactoideae*, tribo *Hylocereeae*, gênero *Hylocereus*, inclui 19 espécies, as quais foram agrupadas plantas que pertenciam ao gênero *Selenicereus*. Por meio de estudos sobre o sequenciamento genético foi descoberto que várias plantas pertencem ao gênero *Hylocereus* (SILVA,2014).

As espécies de pitayas são diferenciadas pela cor da casca e também com a presença ou ausência de espinhos, existe pitayas ‘vermelha’, cujos frutos podem possuir casca e polpa vermelha (*H. polyrhizus*), casca vermelha e polpa branca (*H. undatus*), e uma variação da espécie (*H. undatus*) de casca amarela e polpa branca assim como mostra a figura 2. Pode ser cultivada desde que as temperaturas sejam em média de 18 a 26°C, adaptando-se também a climas mais secos aproximadamente 40°C. Necessita de cuidado com a

qualidade do solo, precisando de adubação, reposição de matéria orgânica e macronutrientes (DIAS, 2016).



**Figura 2** Espécies de pitayas (In:pitayadobrasil.com.br, 2020)

## 2.2. MORFOLOGIA

A planta é perene, trepadeira, com caule triangular do tipo cladódio ou filocládio, suculento e com espinhos de dois a quatro centímetros de comprimento como mostrado na figura 3. Do caule, derivam-se numerosas raízes adventícias que auxiliam na fixação da planta à sua estrutura (geralmente árvores ou pedras), ajudando também na absorção de nutrientes. Seu fruto é globoso ou subgloboso, mede de 10 a 20 centímetros de diâmetro, o epicarpo (casca) é constituído por brácteas é uma baga de tamanho médio, formato globuloso e subglobuloso, dentro das espécies da fruta pode se diferenciar pela casca as cores do amarelo ao vermelho e pela ausência ou presença de espinhos. No mesocarpo (polpa) 60% a 80% do peso da fruta no seu estado maduro se deve por conter pequenas sementes pretas dispostas de maneira homogênea. As sementes medem aproximadamente três milímetros de diâmetro e são muito numerosas, de coloração escura e se encontram distribuídas por toda a polpa (GOMES, 2014).



**Figura 3** Cacto da pitaya sem frutos, flor do cacto e cacto com os frutos (In: <https://www.agptea.org.br/2016/12/07/conheca-a-pitaya/>, 2020)

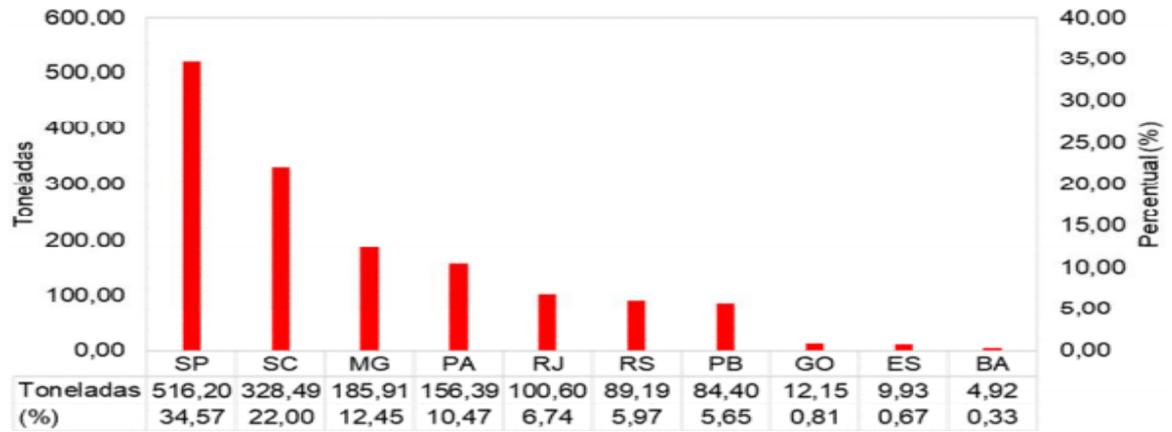
### 2.3. COMERCIALIZAÇÃO

A comercialização da pitaya geralmente é “*in natura*” para industrialização de doces, geleias e refrescos. É de interesse da indústria farmacêutica por conta da captina usada como tônico cardíaco que regula a pressão arterial. Outras propriedades atribuídas a fruta é capacidade antiinflamatória e antidiabética, sendo uma característica nutricional importante, pois possui uma grande quantidade de açúcares como glicose e a frutose que apresenta aproximadamente 30-55 a 4-20 g/L respectivamente, contem também compostos bioativos, compostos fenólicos e uma pequena quantidade de vitamina C. Quando comparado a outras frutas tropicais, existem especulações sobre a capacidade antioxidante da fruta, provavelmente proveniente do mecanismo de defesa da planta (LIMA et al, 2013).

No Brasil o estado que mais produz pitaya para a comercialização é o Sudeste (Tabela 1) que se deve a sua boa climatização na cultura. No Estado de São Paulo, como mostrado na figura 4, o mercado de fruta exóticas ganhou destaque pelo fato dos consumidores estarem aderindo essas frutas a sua dieta, tornando a cidade um dos maiores produtores de pitaya (SEBRAE, 2017).

Regiões	Produção (Ton.)	Participação (%)
Sudeste	812,64	54,42
Sul	502,08	33,62
Norte	157,01	10,52
Centro Oeste	12,35	0,83
Nordeste	9,12	0,61
<b>Brasil</b>	<b>1.493</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 1** Produção de pitaya entre as regiões brasileiras, 2017 (In: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>, 2020)



**Figura 4** Produção em toneladas e percentual dos 10 principais estados brasileiros produtores de pitaya no ano de 2017 (In: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>, 2020)

### 3. FARINHA DA CASCA DA PITAYA

Conforme consta na legislação brasileira, farinhas são os produtos provenientes de fragmentos comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros procedimentos tecnológicos considerados seguros para fabricação de alimentos, havendo de apresentar umidade máxima de 15,0 % (g /100 g) (ANVISA, 2005).

A casca da pitaya é 33% do peso total da fruta que geralmente são descartadas durante processamento. Particularmente nas indústrias de produção de polpas e bebidas, a casca é considerada um resíduo ou utilizado como alimento para animais. As cascas que se tornam resíduos necessitam de um gerenciamento de resíduos para tratamento elevando os custos para a indústria. Porém a casca da pitaya contem enzimas, como amilase, que poderia ser utilizada para produção comercial de tal enzima (UTPOTT, 2018).

Estudos foram realizados para determinar as propriedades físico-químicas da casca da pitaya que eram descartadas com o objetivo de classificar o seu potencial de reaproveitamento para um material de valor agregado. A casca apresentou baixo teor de sólidos solúveis totais, gordura, cinzas e proteínas sendo o teor de umidade de aproximadamente 92,7%. Nos estudos não foi possível detectar sacarose e galactose, porém, obtiveram valores elevados para betacianina e pectina que são pigmentos, foi feita a detecção de glicose, maltose e frutose, considerando assim a casca da pitaya uma fonte de fibra, corante natural e pectina (ZANCHET, 2017).

Alguns trabalhos elaborados apontam uma quantidade considerável de composto fenólicos, mostrando a relação do conteúdo fenólico total, atividades antiproliferativa e antioxidantes nas células de melanoma. Isso mostra o potencial da casca da pitaya em auxiliar nas prevenções de doenças crônicas (WU et al., 2006).

Converter a casca em um ingrediente facilmente manipulável, como sua forma em pó, é um benefício. A aplicação potencial deste pó de casca é muito ampla e este pode ser adicionado a vários tipos de alimentos e bebidas, como chá e bebidas à base de leite, sorvetes e iogurte, bebidas à base de frutas, pães, barras saudáveis e molhos. Em razão de sua coloração também pode ser utilizado como corante (ZANCHET, 2017).

## 4. COMPOSTOS FENÓLICOS

Compostos fenólicos são aqueles compostos que são formados por um anel aromático contendo também um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo o grupo funcional podendo ser ésteres e glicosídeo. Possuem estrutura química heterogênea, podem ser achados em sua forma livre ou conjugada, esse aumento da variabilidade se dá pelas substâncias naturais como, xilose, ramose, galactose e glicose todas são monossacarídeos (PICCIN, 2004).

Esses compostos são sintetizados durante o desenvolvimento da planta, como um meio de respostas as ações do ambiente em que ela se encontra, como por exemplo, estresse e radiação ultravioleta, entre outras (NACZK; SHAHIDI, 2004). São considerados de um grupo diverso de moléculas classificadas como metabólitos secundários em plantas. Sendo classificados em compostos solúveis em água (ácidos fenólicos, fenilpropanóides, flavonóides e quinonas) e em compostos insolúveis em água (taninos condensados, lignina e ácidos hidroxicinâmicos) (RISPAIL; MORRIS; WEBB, 2005)

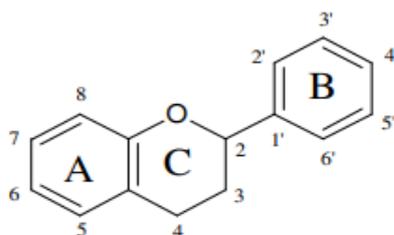
Atualmente são de grande benefício a saúde e nutrição humana, devido as suas características antioxidantes de neutralizar radicais livres. Dentre dos compostos que tem larga distribuição pela natureza, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos e cumarinas; comparados com fenóis mais simples como o resorcinol, a hidroquinona e o pirocatecol que são encontrados em pequenas quantidades. Dentre os cinco mil fenóis existentes na natureza, outros que se destacam são tanino, ligninas e tecoroferóis. A diversidade estrutural dos compostos fenólicos deve-se à grande variedade de combinações que acontece na natureza e os compostos provenientes são denominados de polifenóis. Estas combinações fenólicas podem ser categorizadas em várias classes como mostradas na Tabela 2. Entre os fenólicos, destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais habituais antioxidantes fenólicos de fonte natural. (ANGELO; JORGE, 2007).

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	$C_6$
Ácidos hidroxibenzóicos	$C_6-C_1$
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	$C_6-C_2$
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	$C_6-C_3$
Nafitoquinonas	$C_6-C_4$
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

**Tabela 2** Classes de compostos fenólicos em plantas (In: ANGELO; JORGE, 2007 p. 3)

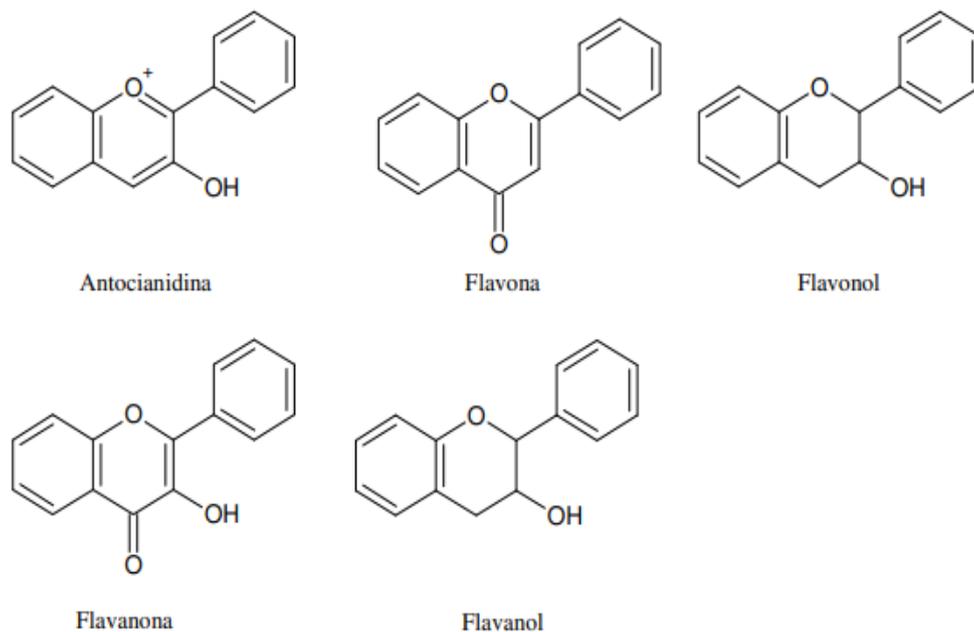
#### 4.1. FLAVONÓIDES

Os flavonóides compõem o maior grupo de compostos fenólicos de plantas. Existem inclusive informações de sua presença em algumas algas e fungos. São compostos de baixo peso molecular, sendo de 15 átomos de carbono arranjados em uma configuração C6-C3-C6 (Figura 5).



**Figura 5** Estrutura genérica das moléculas dos flavonóides. (In: BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006, p. 3)

Sua estrutura é essencialmente de dois anéis aromáticos A e B ligados por uma ponte de três carbonos, comumente na forma de anel heterocíclico. O anel aromático A é derivado da via metabólica do acetato/malonato, enquanto que o anel B é derivado da fenilalanina através da via metabólica do shikimato. Sucessões nas configurações de substituição do anel C originam a maioria das subclasses dos flavonóides: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas (Figura 6). Flavonóides têm expresso atividade contra alergias, hipertensão, viroses, inflamações, artrites, mutações e carcinogênese, câncer e AIDS. (MERKEN e BEECHER, 2000; KATSUBE et al., 2003).

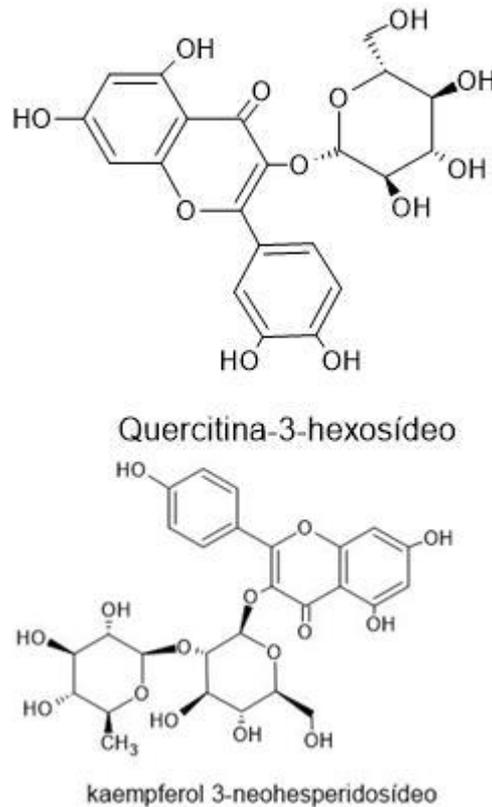


**Figura 6** Estrutura genérica das maiores classes dos flavonóides. (In: BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006, p. 3.)

Dentre os compostos bioativos, destacam-se os flavonoides nas atividades ligadas à fisiologia do Sistema Nervoso Central. Conforme a bibliografia, os flavonoides são capazes de modular numerosas enzimas, têm ação no sistema vascular, ademais ação anti-inflamatória, redução de placas ateroscleróticas, inibição da agregação plaquetária, promoção da vasodilatação, ação hormonal (especificamente isoflavonas) e importante atividade antioxidante. Esses compostos transpassam a Barreira Hemato-Encefálica por diversas vias, a maioria está sendo investigada, e atingem aproximadamente todos os

núcleos cerebrais. Além de serem capazes de enriquecer a capacidade antioxidante do cérebro, melhorar sua perfusão sanguínea, interagir com genes neuronais e modular a atividade de determinados receptores neuronais. (DOVICH, 2009).

Na composição da pitaya tem diversos flavonoides como a catequina, epicatequina, quercetina, miricetina, kaempferol e rutina, e na figura 7 podemos observar os flavonoides presentes na fruta (DASAESAMOH; YOURAVONG; WICHIENTHOT, 2016).

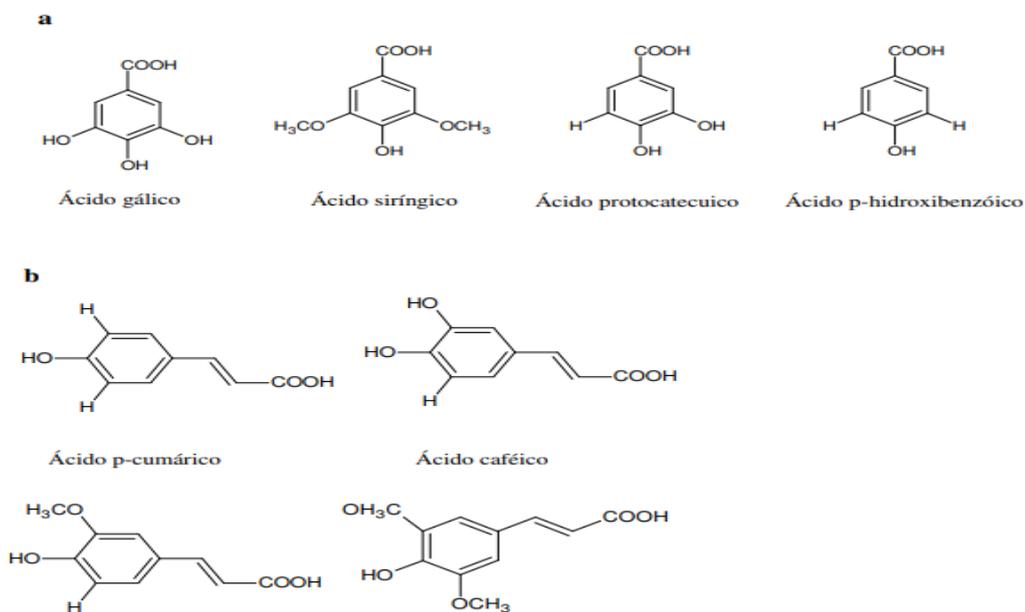


**Figura 7** Estruturas de flavonoides presentes na pitaya (In: <https://www.blogs.unicamp.br/quimikinha/2019/10/27/projeto-pitaya/>, 2020)

## 4.2. ÁCIDOS FENÓLICOS

Os ácidos fenólicos são compostos simples formados por um anel aromático e os substituintes ligados à sua estrutura, ofertando capacidade de sequestrar espécies reativas, como o radical hidroxila e o oxigênio singlete. O primeiro é composto pelos ácidos hidroxibenzóicos, que apresentam sete átomos de carbono (C6-C1) e são os ácidos fenólicos mais simples achados na natureza, o segundo é constituído pelos ácidos hidroxicinâmicos, que possuem nove átomos de carbono (C6-C3), sendo sete os mais

comumente encontrados no reino vegetal. Atividade antioxidante dos ácidos fenólicos procede do número e posição de grupos hidroxila em relação ao grupo funcional carboxila. A atividade antioxidante dos ácidos fenólicos eleva com o crescimento do grau de hidroxilação, como é o caso do trihidroxilado ácido gálico, que indica alta atividade antioxidante. Em compensação a substituição dos grupos hidroxila nas posições 3 e 5 por grupos metoxila, como no caso do ácido siríngico, reduz a atividade. (BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006). A figura 8 mostra exemplos de ácidos hidroxibenzóicos e de ácidos hidroxicinâmicos.



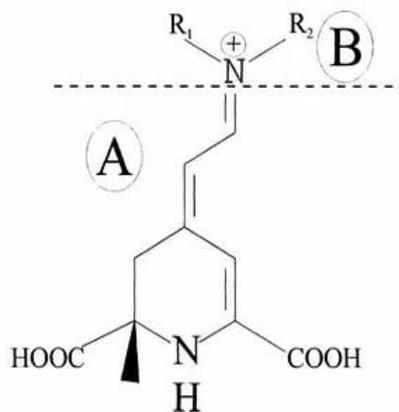
**Figura 8** Exemplos de ácidos hidroxibenzóicos (a) e hidroxicinâmicos (b)(In: BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006, p. 2.)

### 4.3 BETALAÍNAS

As betalaínas pertencem a pigmentos naturais, assim como as antocianinas e os carotenoides, que fazem parte da biologia das angiospermas, pois funcionam como sinais visuais para atrair insetos, pássaros, abelhas entre outros animais, para a polinização e dispersão de sementes. Desempenham também a função de proteger a planta contra danos que podem ser causados por conta da luz visível e ultravioleta, podendo danificar o sistema fotossintético. Porém as betalaínas são encontradas em famílias Caryophyllales, além de

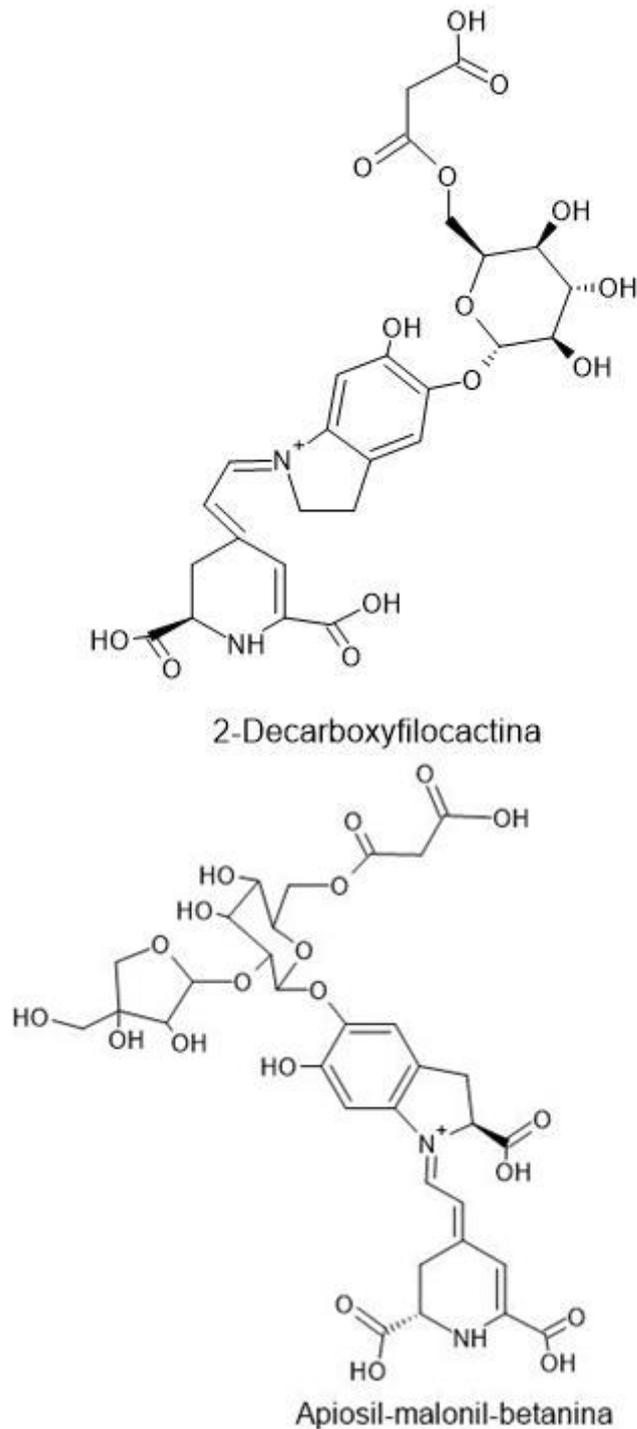
estarem presentes na beterraba, no espinafre, em alguns fungos basidiomicetos como por exemplo *Amanita muscaria* e em alguns cactos (TANAKA; SASAKI; OHMIYA, 2008).

Essas substâncias são nitrogenadas e hidrossolúveis que, se assemelha as antocianinas, pois estão localizadas no mesmo lugar vacúolo de células vegetais, existem estudos para explicar filogeneticamente o porquê das betalaínas e antocianinas nunca estarem presentes na mesma planta, porém ainda se tem pouco entendimento dos mecanismo evolutivos e bioquímicos, para a compreensão dessa ocorrência. Existem duas classes de betalaínas que são sintetizadas a partir do ácido betalâmico (Figuras 9). São classificadas em 2 grupos: as betacianinas (coloração vermelho-púrpura) e as betaxantinas (coloração amarela). Cada grupo de pigmentos se caracteriza por conter radicais R1-N-R2 específicos, que podem ser hidrogênio, grupos aromáticos ou outro substituinte, mantendo a mesma estrutura básica (ALVES; MONTEIRO; POMPEU, 2018).



**Figura 9** Estrutura química básica das betalaínas: (A) porção de ácido betalâmico presente em todas as moléculas das betalaínas. (B) dependendo da identidade dos resíduos R1 e R2, a estrutura representará uma betacianina ou uma betaxantina. (In: <https://augustobene.com/betalainas-pigmento-natural-com-aco-es-antioxidante/>, 2020)

Os compostos que são responsáveis pela coloração dos pigmentos da pitaya, são as betalaínas que são uma classe de compostos nitrogenados derivados do ácido betalâmico que é o cromóforo comum nesse pigmento. A natureza do resíduo de adição desse ácido é o que classifica em betacianina ou betaxantina. As betacianinas de modo geral derivam sua cor ( $\lambda_{\text{max}}$  540 nm) da conjugação do anel aromático do sistema indol com o cromóforo betalâmico. As betacianinas são os compostos fenólicos presentes na Pitaya. A figura 10 apresentam alguns desses compostos (SOUSA, 2015).



**Figura 10** Estruturas das betacianinas presentes na pitaya (In: <https://www.blogs.unicamp.br/quimikinha/2019/10/27/projeto-pitaya/>, 2020)

As betaxantinas amarelas ( $\lambda_{\max}$  480 nm) que é outra classe do grupo betalainas são formadas pela condensação do ácido betalâmico com uma amina ou um aminoácido que são responsáveis por diferenças estruturais, e também não apresentam o anel fenólico em

sua estrutura. Na figura 11 está apresentada a estrutura de algumas betaxantinas presentes na pitaya (SILVESTRE, 2019).



**Figura 11** Estruturas das betaxantinas presente na pitaya (In: <https://www.blogs.unicamp.br/quimikinha/2019/10/27/projeto-pitaya/>, 2020)

## 5. AÇÃO ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes são compostos enzimáticos ou não que tem como função impedir o processo oxidativo por substâncias reativas mais conhecidas como radicais livres, funcionando como agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. (DEGÁSPARI et al, 2004).

Esses compostos são divididos em classes como compostos fenólicos, que dentro desta classe se encontram os flavonoides que são de interesse para estudos pela sua capacidade de sequestro de radicais livres. Os radicais livres são provenientes da produção de energia no organismo humano, quando há a ausência de agente neutralizadores como os compostos antioxidantes, chamamos esse estado de estresse oxidativo (ADTIVOS&INGREDIENTS, 2003).

A cadeia respiratória é um meio de produção de energia ao organismo humano, e cada cadeia respiratória reduz completamente ou parcialmente o oxigênio molecular, tendo como produto dessa reação duas moléculas de água e energia. A reação que realiza parcialmente essa redução, sintetizam produtos de reações secundária, tendo intermediários com alto poder oxidativo (MESSIAS, 2009). A reação de redução do oxigênio molecular mostrada abaixo figura 12:



**Figura 12** Redução tetravalente do oxigênio (In: SCHNEIDER, OLIVEIRA, 2004, p. 2)

Para cada composto, com certas propriedades e classificação, o mecanismo de ação varia. Os mecanismos de ação dos antioxidantes podem ser: remoção do oxigênio do meio, sequestro dos metais catalizadores de formação de radicais livres da produção de radicais livres e varredura de ROS (espécies reativas do oxigênio). Outra característica é que os antioxidantes podem ser classificados como enzimáticos e não enzimáticos. A classificação dos antioxidantes é dada em removedores de oxigênios, biológicos, sinergista, compostos primários, agente quelantes e antioxidantes mistos (BIANCHI, 1999).

A tabela 3 mostra os principais antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos:

<b>Não Enzimático</b>	<b>Enzimático</b>
$\alpha$ -tocoferol (vitamina E)	Superóxido Dismutase
$\beta$ -caroteno	Catalase
Ácido ascórbico (Vitamina C)	NADPH – quimonaoxidoreductase
Flavonoides	Glutathione Peroxidase
Proteína do Plasma	Enzimas de reparo
Selênio	
Glutathione	
Clorofilina	
L-cisteína	
Curcumina	

**Tabela 3** Classificação dos principais agentes antioxidantes em enzimáticos e não enzimáticos. (In: BIANCHI,1999, p. 3)

## 6. IDENTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE CARBOIDRATOS

Frequentemente os professores do ensino médio, questionam seus alunos sobre o porquê eles acham que estudar química é importante mesmo que estes não necessitaram dela para suas futuras profissões (CARDOSO, 1999).

Muitas vezes os alunos não veem a ligação entre a matéria de química com o cotidiano, tendo meramente em mente apenas a memorização de conceitos. “Um das propostas atuais em ensino de química visam à aprendizagem por meio da descoberta, onde os professores, através de experimentos induzem o aluno a tirar suas próprias conclusões a respeito do processo tratado” (REMIÃO, SIQUEIRA, AZEVEDO, 2003).

Os polissacarídeos, um tipo de carboidrato, são compostos pela união de centenas ou milhares de monossacarídeos. Os principais polissacarídeos são o amido e o glicogênio considerados como reserva e estocagem de energia química, em vegetais e animais, respectivamente (SANTOS, BORGES, SANTOS, 2017).

Os alimentos ricos em carboidratos são: cereais; pães; farinhas; doces; frutas e tubérculos (mandioca, batata, inhame, entre outros). No ensino médio esse tema é abordado, no conteúdo de macromoléculas, essas moléculas biológicas feitas de carbono, hidrogênio e oxigênio em uma proporção de aproximadamente um átomo de carbono (C) para uma molécula de água ( $H_2O$ ). As cadeias de carboidrato podem variar de tamanho, e os carboidratos biologicamente importantes pertencem a três categorias: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos (BOBBIO, BOBBIO, 2013).

Algumas pesquisas indicam que a pitaya vermelha apresenta valores consideráveis de carboidratos expressos em %p/p (g/100g) foi de  $85,70 \pm 1,12$ . Outra importância nutricional dessa fruta está relacionada também com a presença de quantidades formidáveis de vitamina E, beta-caroteno, licopeno, ácido ascórbico, além de conter de vitaminas B1, B2 e B3, polifenóis, potássio, magnésio e cálcio (DIAS, 2016).

O teste de iodo pode ser utilizado para identificar a existência de amido em uma amostra. O amido é constituído por dois outros polissacarídeos estruturalmente diferentes, a amilose e a amilopectina, com o teste de iodo esses polissacarídeos sofreram reações de complexação, tendo como resultado a formação de compostos coloridos. A amilose e

amilopectina com iodo resultara em um complexo azul (amido), se for avermelhado (glicogênio), roxo avermelhado (dextrinas) e incolor (inulina), dessa forma a presença de cor nas amostras mostra um resultado positivo para presença de polissacarídeos e a não coloração resultarem um resultado negativo (SILVA,2013).

Na produção de uma farinha, uma das características importantes seria a presença de polissacarídeos, por ter amido em sua composição. Para abordar esse tema no ensino médio, o professor poderá realizar uma experiência para obter informações sobre o tamanho e grau de ramificação da molécula de carboidrato, utilizando uma reação com iodo, abordando temas como carboidratos, moléculas orgânicas e polissacarídeos (BOSCOLO,2003).

Segue o experimento que pode ser utilizando no terceiro ano do ensino médio:

## 6.1. MATERIAS E METÓDOS

### 6.1.1. Soluções

- Solução de amido 1% \*
- Solução de glicose 2%
- Solução de lugol \*\*

### 6.1.2. Reagentes

- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1M
- Solução de ácido clorídrico (HCl) 1M
- água destilada

### 6.1.3. Materiais

- 03 tubos de ensaio
- Conta-gotas ou pipeta Pasteur
- Pipetas de 2 mL

#### 6.1.4. Preparo das Soluções

Amido: Como o amido é de difícil dissolução, preparar a solução da seguinte maneira: misturar 1 g de amido com 10 mL de água. Derramar a pasta em um recipiente que contenha 100 mL de água fervente. Cessar a ebulição e deixar esfriar e sedimentar. Separar a parte sobrenadante (sem grumos) por decantação. A solução ganha maior estabilidade se for adicionada de 1g de ácido salicílico (1%).

Lugol: 5 g de iodo (I<sub>2</sub>) + 10 g de iodeto de potássio (KI). Completar o volume para 100 mL com água destilada. Diluir 1:10 no momento da utilização.

#### 6.1.5. Procedimento Experimental

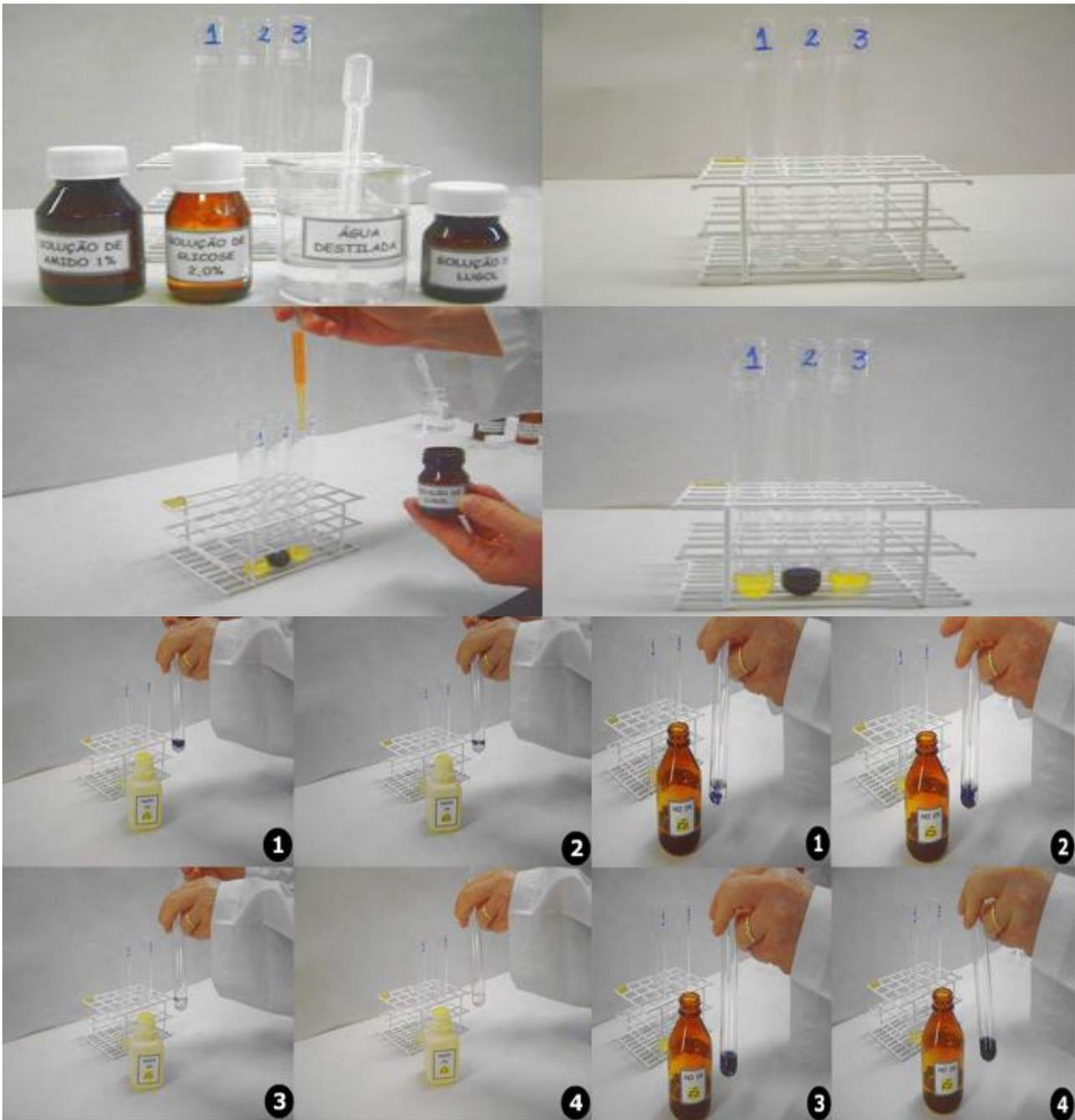
Identificar cada tubo com a solução e colocar 2 mL em cada tubo de ensaio, 1 (água destilada), 2 (amido), 3 (glicose).

Adicionar 4 gotas de lugol em cada tubo de ensaio.

Observar a mudança de coloração e anotar

Após isso pegar o tubo de ensaio 2 que está com amido e lugol adicione 5 gotas da solução de NaOH observe e anote. Como mostrado na figura 13.

Depois de esse procedimento adicionar 5 gotas de HCl observar e anotar.



**Figura 13** Procedimento e resultado do teste de iodo  
(In: [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_ch/teste\\_amido.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm), 2019)

## 7. MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.1. MATERIAIS

Peneira 18 ABNT

Balão volumétrico 25 mL, 100 mL, 1.000 mL

Proveta de 50 mL

Tubos de ensaio com tampa rosqueada (8 mL)

Bastão de vidro

Funil

Cubeta de quartzo de 10 mm de caminho óptico

Erlenmeyer de 125 mL

Pipeta volumétrica de 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 10 mL e 25 mL

Agitador de tubos de ensaio

### 7.2. REAGENTES

Acetona P.A. (Êxodo científica)

Álcool metílico P.A. (Dinâmica)

Água destilada

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil) (PM = 394,3) - Sigma, código 095K1452, ou equivalente

Ácido Gálico (AG) (Sigma)

Folin-Ciocalteu (Dinâmica)

Carbonato de Sódio (Dinâmica)

### 7.3. EQUIPAMENTOS

Estufa de secagem com circulação de ar (Marca MARCONI; Modelo MA 035)

Balança analítica (Marca SHIMADZU; Modelo AUY220)

Liquidificador

Cronômetro digital

Cubetas de vidro (4 x 1 cm)

Espectrofotômetro (Marca NOVA; Modelo 1800UV)

Pipeta automática (10 1000 µL)

### 7.4. MÉTODOS

#### 7.4.1. Coleta de amostra

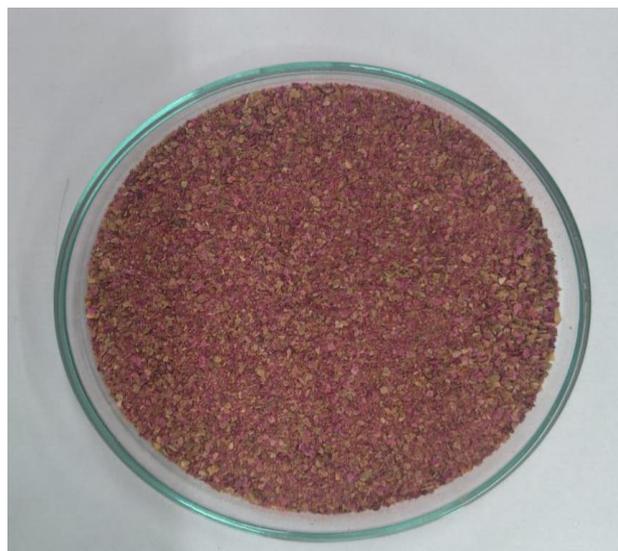
As pitayas foram compradas em um mercado de Assis-SP. As polpas das pitayas foram retiradas, sendo os resíduos (cascas) cortados para serem utilizados na produção da farinha. As análises e as extrações serão realizadas no Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI) na Fundação Educacional do Município de Assis, em Assis-SP.

#### 7.4.2. Preparo da farinha da casca da pitaya

As cascas de pitaya, foram cortadas em pedaços pequenos (aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>), espalhadas em bandejas metálicas (Figura 14) e colocadas em estufa de secagem com circulação de ar sob temperatura de 60°C, durante 36 horas. Após a secagem, analisou-se o rendimento do produto através da quantidade de fruta para a quantidade de farinha obtida (Figura 15).



**Figura 14** Pedacos das cascas da pitaya cortadas espalhadas em bandejas metálicas



**Figura 15** Farinha da casca da pitaya

### **7.4.3. Preparo das Soluções para a curva de Calibração de Ácido Gálico**

#### **7.4.3.1. Solução mãe de Ácido Gálico**

Para obtenção da solução mãe, pesou-se em um béquer 0,4 g de ácido gálico monohidratado 99%. Com auxílio de um bastão de vidro homogeneizou-se com água destilada e transferiu-se para um balão volumétrico de 200 mL, completou-se o volume com água destilada.

#### 7.4.3.2. Solução de Carbonato de Sódio 4%

Pesou-se 4 g do reagente carbonato de sódio em um béquer e com auxílio de um bastão homogeneizou-se com água destilada. Em seguida transferiu-se para um balão de 100 mL completando-se o volume com água destilada.

#### 7.4.3.3. Solução de Folin-Ciocalteu 1:10 (v/v)

Pipetou-se 10 mL do reagente de Folin-Ciocalteu em um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

#### 7.4.4. Construção da Curva de Calibração de Ácido Gálico

Para construção da curva de calibração, foram preparadas soluções, de cinco concentrações (5,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 25,0 mg/L), a partir da solução mãe de ácido gálico 200 mg/L. Para preparar estas soluções alíquotas desta solução (1,25 mL; 2,5 mL; 3,75 mL; 5,0 mL e 6,25 mL) foram transferidas para balões de 50 mL, completando-se o volume dos balões com água destilada. Depois 0,5 mL de cada solução, em triplicata, foi transferida para um tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por 5 minutos. Decorrido este tempo, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e completou-se o volume para 15 mL com água destilada. Em seguida os tubos com as amostras foram imersos em banho Sonic, durante 5 min para desgaseificação. Depois os tubos foram agitados e envoltos por papel alumínio. As amostras permaneceram em repouso na ausência de luz e em temperatura ambiente durante 2 horas e as leituras das soluções padrão foram realizadas em espectrofotômetro a 760 nm, utilizando-se água destilada, folin e carbonato de sódio como solução-branco. A figura 16 mostra os pontos da curva de calibração ácido gálico e as respectivas concentrações em (mg/L).



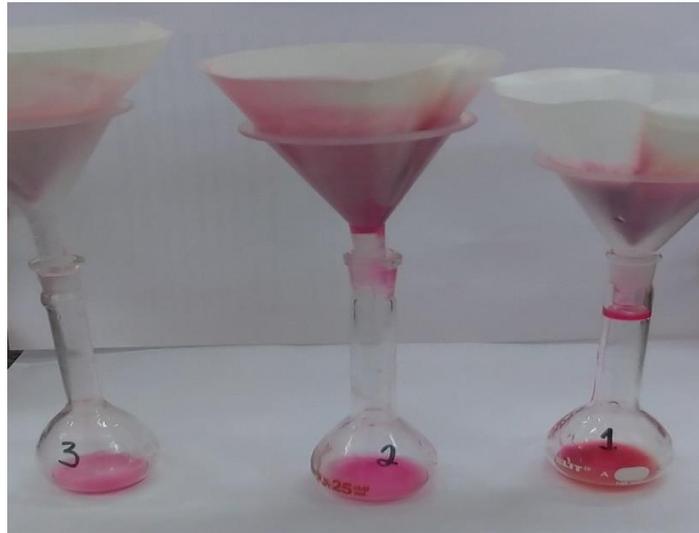
**Figura 16** Soluções de ácido gálico em diferentes concentrações

#### 7.4.5. Preparo da amostra

Para a extração dos compostos fenólicos da farinha da casca da pitaya foi utilizado o metanol como solvente. Para cada solvente testado, foram pesados 3 g da farinha e homogeneizada em erlenmeyer de 125 mL, aos quais foram adicionados 10 mL de solvente, em triplicata. A extração dos compostos fenólicos foi feita com proteção da luz à temperatura ambiente por 3 horas. Os extratos foram filtrados em papel de filtro diretamente para balões volumétricos de 25 mL (Figura 17); o volume foi completado com água destilada. Para cada solvente avaliado, foram realizados os brancos da amostra, que seguiram os procedimentos acima, sem adição de amostra. A extração e análises foram feitas a partir do preparo da farinha da casca da pitaya como mostra na tabela 4.

<b>Análises e extração</b>	
<b>Fabricação da farinha</b>	04 de novembro de 2019
<b>1° mês</b>	19 de novembro de 2019
<b>3° mês</b>	10 de fevereiro de 2020
<b>9° mês</b>	14 de agosto de 2020

**Tabela 4** Datas das análises realizadas



**Figura 17** Extratos das amostras

#### **7.4.6. Determinação do teor de fenóis totais**

A análise do teor de compostos fenólicos totais foi feita conforme o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, utilizando-se ácido gálico como padrão (SINGLETON & ROSSI, 1965 apud MORAES-DE-SOUSA et al., 2011). Uma alíquota de 0,5 mL do extrato, foi transferida para tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida a 760 nm em espectrofotômetro. A análise de cada extrato foi feita em triplicata. Os resultados dos teores de compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g) (Figura 18).

$$y = ax + b \text{ (equação da reta)}$$

y = absorvância

x = massa equivalente de ácido gálico

Cálculo

Peso da amostra (g) — Volume do balão (100 mL)

\_\_\_\_\_ (g) — Aliquota do extrato (0,150 mL)

Resultado = \_\_\_\_\_ g x 10<sup>3</sup> = \_\_\_\_\_ mg de amostra

\_\_\_\_\_ mg amostra \_\_\_\_\_ X (µg equivalentes de ácido gálico obtidos na curva padrão)

100 mg amostra \_\_\_\_\_ µg

**Resultado de fenólicos totais na amostra = µg .100 mg<sup>-1</sup> ou mg .100 g<sup>-1</sup>**

**Figura 18** Cálculos para obtenção do resultado final de fenólicos totais (mg equivalentes de ácido gálico. 100 g<sup>-1</sup> de amostra) (In: SILVEIRA; OSTER; MOURA; SILVA; SILVA; SOUSA, 2018, p. 37)

#### 7.4.7. Preparo do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Para preparação do DPPH, foi utilizado procedimento proposto por BRANDWILLIAMS et al. (1995) com algumas alterações. O método está baseado na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio. Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe H<sup>+</sup> sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém quando reduzido passa a ter coloração amarela.

Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido a sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH e a amostra, em solução. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH, ou seja, evitar sua oxidação, é evidenciado pela porcentagem de DPPH restante no sistema. Então a porcentagem de DPPH restante é proporcional à concentração de antioxidante (BRANDWILLIAMS et al, 1995; BONDET et al., 1997).

Nessa etapa do trabalho, foram dissolvidos em um balão volumétrico de 100mL (protegido da luz com papel alumínio) 2,4 mg de DPPH em álcool metílico 100%.

#### **7.4.8. Determinação da capacidade antioxidante: atividade antioxidante total através do método do radical livre DPPH**

A leitura foi realizada em um espectrofotômetro, calibrado a 515 nm com álcool etílico 100%; No tempo 0 (zero) somente a solução do DPPH foi colocada na cubeta para leitura; Num tubo de ensaio, 0,1mL do extrato foi misturado a 3,9 mL da solução de DPPH; A leitura foi realizada 5 minutos após ser preparada a primeira solução (DPPH + extrato); o desaparecimento do radical DPPH foi monitorado ao medir-se o decréscimo da absorbância a 515 nm, que foi lida e registrada após 5 e 45 minutos quando o radical deverá estabilizar. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH, conforme fórmula abaixo.

$$\% \text{ de proteção} = (\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}) / \text{Abs controle} \times 100.$$

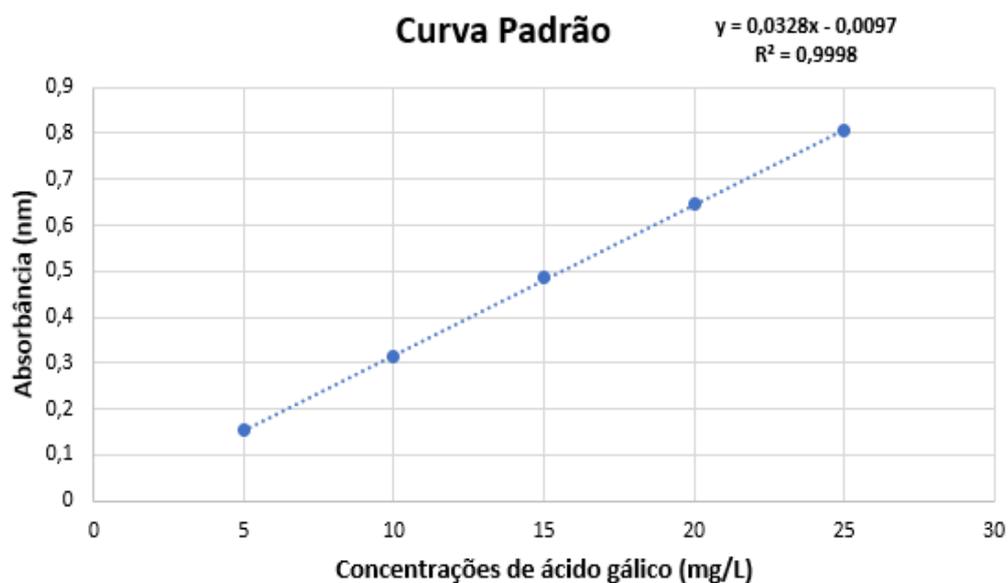
## 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento a partir de seis frutas maduras foi de 55 g de farinha da casca da pitaya.

Foi feita a curva de calibração, com concentrações conhecidas de ácido gálico. A tabela 5 mostra a médias das leituras de absorvância em cada concentração. A curva obtida com  $R^2 = 0,9998$ , que foi utilizada como padrão para a análise de compostos fenólicos totais, está apresentada na figura 19.

Concentração (mg/L)	Absorbância (nm)
5	0,153
10	0,315
15	0,488
20	0,648
25	0,806

**Tabela 5** Concentrações (mg/L) versus as absorvâncias lidas a 760 nm.

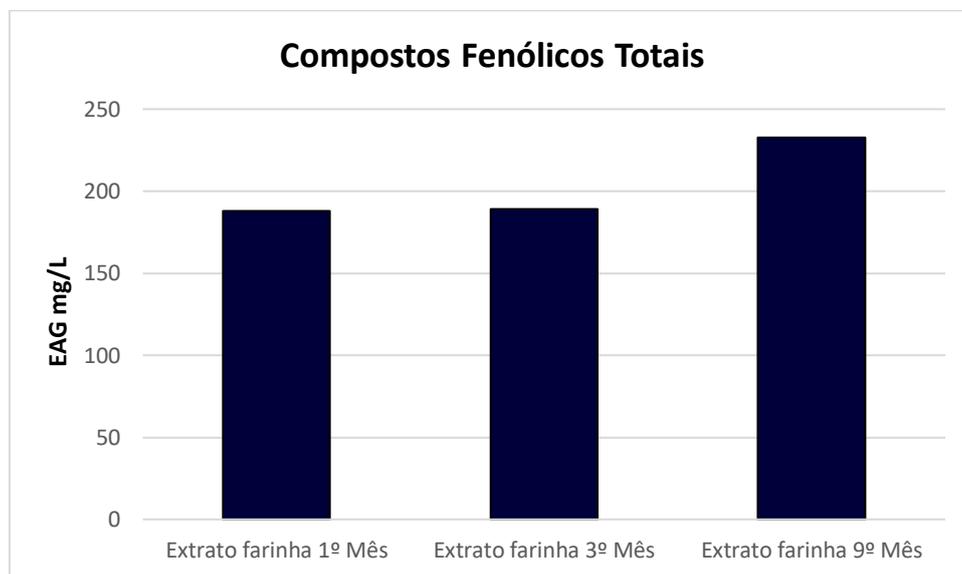


**Figura 19** Curva de calibração construída de 5 a 25 mg/L

Com as leituras obtidas foram calculados os teores de compostos fenólicos em EAG conforme o cálculo da figura 18. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 6 e Figura 20.

<b>Compostos fenólicos EAG</b>	<b>Metanol</b>
<b>Extrato farinha 1º Mês</b>	<b>187,95 ± 27,81</b>
<b>Extrato farinha 3º Mês</b>	<b>189,17 ± 24,23</b>
<b>Extrato farinha 9º Mês</b>	<b>232,67 ± 36,11</b>

**Tabela 6** Resultados de compostos fenólicos mg EAG.100g<sup>-1</sup> totais na farinha da casca de pitaya



**Figura 20** Gráfico dos compostos fenólicos totais durante monitoramento da farinha da casca de pitaya em armazenamento

ABREU et al. (2012), estudaram o teor de fenólicos em polpa e na casca de Pitaya e os valores médios de compostos fenólicos totais na polpa e casca foram de 124,55±2,95 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> e 77,22±2,23 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Levando-se em consideração que o estudo foi realizado na casca “in natura”, e a quantidade de fenólicos foi quantificada após secagem e moagem da farinha, o teor obtido foi maior do que o estudo em questão. É importante salientar que diferenças no teor de fenólicos totais podem ocorrer devido à utilização de frutos com diferentes origens e grau de maturação.

O teor de compostos fenólicos permaneceu sem diferença significativa no do primeiro para o terceiro mês de produção da farinha.

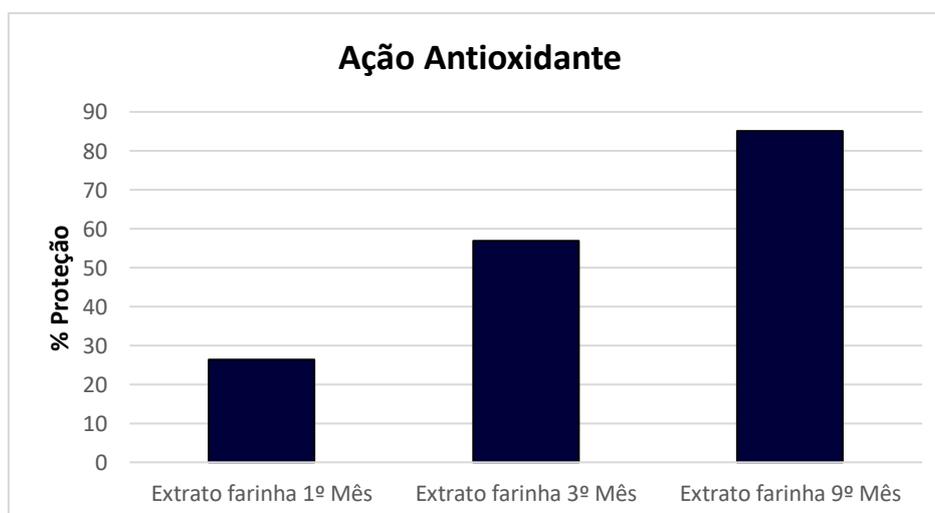
A farinha foi armazenada à temperatura ambiente, porém a temperatura na última análise estava mais elevada, podendo justificar a quantidade mais alta de compostos fenólicos na

última análise. SOETHE et al (2016), estudaram a estabilidade de compostos fenólicos em amoras armazenadas em diferentes temperaturas. Observaram que o teor de compostos fenólicos totais aumentou com o incremento da temperatura de armazenamento, nas duas cultivares das amoras. Isso pode ser explicado, pois a síntese de compostos fenólicos deriva da oxidação parcial de açúcares e ácidos orgânicos na glicólise e no ciclo dos ácidos tricarboxílicos. Então, parte dos ácidos e açúcares não consumidos na respiração, podem ter sido utilizados como fonte de esqueletos de carbono para a síntese de compostos fenólicos, uma vez que as temperaturas mais elevadas de armazenamento apresentaram maior redução da acidez titulável e de sólidos solúveis, bem como maior taxa respiratória. Porém em temperaturas mais baixas, pôde haver produção de espécies reativas de oxigênio, resultando em maior consumo de compostos fenólicos.

A tabela 7 e a Figura 21 apresentam os resultados da determinação da atividade antioxidante baseada na redução do radical DPPH.

DPPH	Metanol
Extrato farinha 1º Mês	26,31 ± 11,98
Extrato farinha 3º Mês	56,88 ± 7,52
Extrato farinha 9º Mês	85,16 ± 1,34

**Tabela 7** Percentual de redução do radical DPPH· ± desvio padrão para os extratos da farinha da casca da pitaya



**Figura 21** Comparativo da ação antioxidante durante armazenamento da farinha da casca da pitaya

As análises comprovam a alta atividade antioxidante da farinha obtida. Os valores encontrados (Tabela 7) mostram que o produto obtido não perdeu sua atividade antioxidante como mostra a figura 22.

No estudo de ABREU *et al.* (2012), foi comprovado que a pitaya vermelha apresentou a maior atividade antioxidante, com destaque para sua polpa. Isto pode estar associado ao alto teor de betacianinas presente na pitaya de polpa vermelha e os autores atribuíram a alta atividade antioxidante ao seu alto conteúdo de compostos fenólicos e betacianinas.

Soehte *et al* (2016), estudando compostos antioxidantes em amoras, comprovaram que independentemente da cultivar e do método de avaliação (DPPH e ABTS), o incremento da temperatura de armazenamento aumenta a atividade antioxidante. Isso ocorre pela ação de uma variedade de compostos que são degradados ou sintetizados durante o armazenamento, em resposta a estresses bióticos e abióticos.

Pode se dizer que com o aumento de compostos fenólicos totais por conta da elevação de temperatura, faz com que haja também um aumento da ação antioxidante na farinha da casca de pitaya.

## 9. CONCLUSÃO

As análises realizadas na farinha da casca da pitaya (*Hylocereus costaricensis*) comprovaram a estabilidade dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante. O teor de fenólicos totais e vitamina C presentes na fruta podem contribuir para uma dieta benéfica à saúde humana devido a sua ação antioxidante. Tais fatos mostram que a utilização da casca da pitaya na forma de farinha é uma boa opção de aproveitamento deste subproduto nas indústrias, deixando de ser um descarte e atribuindo valor agregado ao produto.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Wilson César de, LOPES, Cristiane de Oliveira, PINTO, Kelly Moreira, OLIVEIRA, Leticia Almeida, CARVALHO, Gustavo Bacelar Moreira de, BARCELO, Maria de Fatima Piccolo. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v.71, nº.4,2012, p.656-661.

Aditivos&Ingredients. **Os flavonoides como antioxidantes**. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/200.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/200.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2019.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html#:~:text=Os%20produtos%20devem%20ser%20obtidos,de%20Boas%20Práticas%20de%20Fabricação](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html#:~:text=Os%20produtos%20devem%20ser%20obtidos,de%20Boas%20Práticas%20de%20Fabricação)>. Acesso em: 16 nov. 2019.

AGPTEA- A Associação Gaúcha de Professores Técnicos do Ensino Agrícola. **Conheça a pitaya**. Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.agptea.org.br/2016/12/07/conheca-a-pitaya/>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

ALVES A.C.B, MONTEIRO L.B, POMPEU D.R. Otimização da extração sólido-líquido de compostos fenólicos totais e betalainas da casca de frutos de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, v.12, nº.1, jan/jun 2018. p. 2556-2577

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos Fenólicos em alimentos – Uma breve Revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. V 66. N. (1), 2007, p. 1-9.

ANJO, Douglas Faria Corrêa. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Revista da saúde**. v.3, nº.2, 2004. p.145- 154

ARAUJO, N, PEREIRA, K, ANDRADE, L, ARAUJO, P. **Contextualização do tema carboidratos ao ensino de química orgânica**. 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI – Estado do Piauí Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2013/trabalhos/1811-13371.html>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, 2006, p. 191-203.

BENE, Augusto. **Betalainas: pigmento natural com ações antioxidante**. Disponível em: <<https://augustobene.com/betalainas-pigmento-natural-com-acoes-antioxidante/>>. Acesso: 15 ago 2020

BIANCHI, Maria de Lurdes Pires, ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. Radicais Livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr**, v.12, nº.2, maio/ago, 1999, p. 123- 130

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3ª. ed. São Paulo: Varela, 2003.

BOSCOLO, Mauricio. Sucroquímica: síntese e potencialidades de aplicações de alguns derivados químicos. **Quim. Nova**, Vol. 26, nº. 6, 2003, p- 906-912.

BONDET, V., BRAND-WILLIAMS, W., BERSE, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH.Free Radical Method. **LWT - Food Science and Technology**, v.30 nº.6, 1997, p. 609–615.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, 1995, p. 25-30.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p.368-369

CARDOSO, Sheila Pressentin, COLINVAUX, Dominique. Explorando a motivação para estudar química, **Química Nova**, v.2, nº. 23, dezembro, 1999, p 401- 403.

CIÊNCIAS da Nutrição UAtlântica. **Betalainas e cactos do género Opuntia na alimentação e farmacologia.** Disponível em: <<https://cinutri.wordpress.com/2013/05/15/betalainas-e-cactos-do-genero-opuntia-na-alimentacao-e-farmacologia-2/>>. Acesso em: 20 ago 2020.

CORDEIRO, Maria Helena Menezes, SILVA, Juceliandy Mendes da, MISOBUTSI, Gisele Polete, MISOBUTSI, Edson Hiydu, MOTA, Wagner Ferreira da. Caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha. **Rev. Bras. Frutic.** v. 37, n. 1, março, 2015, p. 020-026

DASAESAMOH, R.; YOURAVONG, W.; WICHIENTHOT, S. Digestibility, fecal fermentation and anti-cancer of dragon fruit oligosaccharides. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 6, 2016, p. 2581–2587.

DEGÁSPARI, Claudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos, **Visão acadêmica** v.5, nº. 1, Jan/Jun,2004, p.33-40.

DIAS, Priscila Santos Martins. **Composição centesimal, atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e ecotoxicidade da polpa de frutos de pitáia branca (*Hylocereus undatus*) e a pitáia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*).** 2016. 63p. Trabalho de conclusão – Faculdade de Farmácia – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

DOVICH, Selma Sanches. **Estudo dos Efeitos dos Flavonóides provenientes do quiabo (*Abelmoschus esculentum*) em comportamentos relacionados à ansiedade em camundongos.** 147p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DUARTE, Mariene Helena. **Armazenamento e qualidade de pitaia submetida à adubação orgânica**. 2013. p.118.Dissertação (Mestrado)- Agroquímica-Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Lavras, 2013.

GOMES, Guilherme Renato. Família Cactea: Breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico-Cientista**, Paraná, CREA, 2 edição, setembro, 2014. p. 1-10.

GRATISPNG. **Suco De Pitaia Fruto De Alimentos - Corte a fruta do dragão**. Disponível em:< <https://www.gratispng.com/png-varvey>>. Acesso em: 14 de fev. de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados do Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

KATSUBE, N.; IWASHITA, K.; TSUSHIDA, T.; YAMAKI, K.; KOBORI, M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 51, 2003, p. 68-75.

LIMA, Cristiane Andréa de, FALEIRO, Fabio Galape, JUNQUEIRA, Nilton Tadeu Vilela, COHEN, Kelly de Oliveira, GUIMARÃES, Tadeu Graciolli. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic**, v. 35, nº. 2, Jun, 2013. p. 565- 570.

LÓPEZ O.P.; JIMÉNEZ A.R.; VARGAS F.D. et al. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, *Critical Reviews Food Science Nutrition*, v. 40, nº. 3, 2000, p.173-289.

MERKEN, Howard M., BEECHER, Gary R. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, nº. 3, 2000, p. 577-599.

MESSIAS, Karina L. da Silva. Dossiê dos Antioxidantes. Revista **Food Ingredients Brasil**. nº. 06, jun. 2009, p. 16-30.

MORAES-de-Souza RA, Oldoni TLC, Cabral ISR, Alencar SM de. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, 2011, p. 229-236.

NACZK, Marian, SHAHIDI, Fereidoon. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, 2004, p. 95–111.

PEREIRA, André Lopes. **Determinação de fenóis totais na farinha do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)**. 2019. 43p. Monografia. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA/Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA, São Paulo, Assis, 2019.

PICCIN, Evandro. **Determinação de polifenóis totais utilizando sistemas de análise por injeção em fluxo**. 2004. 115 p. Dissertação (mestrado em química) - Centro de Ciências exatas e tecnologia-Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, São Carlos, 2004.

PIRES, Janaína, S.; TORRES, Priscila B.; SANTOS, Déborah Y. A. C. dos; CHOW, Fungyi. **Ensaio em microescala de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas**, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2017, p. 1-5.

PITAYA BRASIL. **Tudo sobre pitaya**. Uberaba, Minas Gerais. Disponível em:< <https://www.pitayadobrasil.com.br/sobre-a-pitaya/>>. Acesso em: 21 fev. de 2020.

RECH E, BACKES E e GENENA AK. Cascas de pitaya de diferentes espécies para obtenção de extratos antioxidantes, In.XII Congresso brasileiro de engenharia química e XVII encontro brasileiro de engenharia química, 2018, São Paulo, Brasil. **Anais dos XII Congresso brasileiro de engenharia química e XVII encontro brasileiro de engenharia química**, setembro, 2018.p.1-4.

REMIÃO, José Oscar dos Reis, SIQUEIRA, Antônio João Sá de, AZEVEDO, Ana Maria Ponzio. **Bioquímica: guia de aulas práticas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

RISPAIL, Nicolas, MORRIS, Phillip, WEBB, K Judith. Phenolic compounds: extraction and analysis. **Lotus Japonicus Handbook**, 2005, p.349–354.

ROCKENBACH, Ismael Ivan. **Compostos fenólicos, ácidosgraxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (Vitis vinifera L. e Vitis labrusca L.)**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30372221.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2020.

RUFINO, Maria do Socorro Moura; ALVES, Ricardo Elesbão; BRITO, Edy Sousa de; MORAIS, Selene Maia de; SAMPAIO, Caroline de Goes; JIMÉNEZ, Jara Pérez; CALIXTO, Fulgencio Diego Saura. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do Radical Livre DPPH. In: **Comunidade Técnico online**. Embrapa Ceará, Fortaleza, 2007, 4 p.

SANTOS, Natalino Laredo dos, BORGES, Fabio Cardoso, SANTOS, Lorivaldo da Silva. Os carboidratos no cotidiano: Teoria e Prática no ensino da bioquímica para alunos do 9 ano em escolas de baixo Tocantins-PA. **Revista Conexão**, v.13, nº. 3, set/dez, 2017. p. 530-547.

SCHNEIDER, Cláudia Dornelles, OLIVEIRA, Alvaro Reischak. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Bras Med Esporte**, v.10, nº. 4, jul/ago,2004. p. 308-313

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas. **Análise de Tendência**: Produza e comercialize frutas que estão conquistando o mercado. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/produza-e-comercializefrutas-que-estao-conquistando-o-mercado,ce7375d380a9e410VgnVCM100>>. Acesso em: 16. Abr. 2020.

SINGLETON, V. L; J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid eragents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, nº. 3, 1965, p. 144-158.

SILVA, Adriana de Castro Correia da. Pitaya: **Melhoramento e produção de mudas**. 2014. 142p. Tese – Campus de Jaboticabal– Universidade Estadual Paulista/UNESP, Jaboticabal, 2014.

SILVA M.L.C, COSTA R.S, SANTANA A.S, KOBLITZ M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, nº. 3, jul./set. 2010 p. 669-682

SILVA, Gabriel Bedinotte e. **Extração e quantificação de pectina a partir da farinha da casca do maracujá**. 2013. 47p. Trabalho de Conclusão - Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA/Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA, São Paulo, Assis, 2013.

SILVA, Maria Jose Silveira da, LISBOA, Jemima Ferreira, LEITE, Daniela Dantas de Faria, SILVA, Vidina de Melo, FIGUEIREDO, Rossana Maria Feitosa de Figueiredo. Pitaya: Cactea com Características Exóticas. **Congresso Nacional de pesquisa e ensino em ciências –CONAPESC–** Estado do Paraíba. Disponível em:[https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO\\_EV058\\_MD4\\_SA97\\_ID1408\\_12052016215551.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_SA97_ID1408_12052016215551.pdf). Acesso em: 10 set. 2019.

SILVEIRA, Márcia Régia Souza de, OSTER, Andreia Hanser, MOURA, Carlos Farley Herbster, SILVA, Ebenezer de Oliveira, SILVA, Lorena Mara Alexandre e, SOUSA, Aline Ellen Duarte de. **Protocolos para Avaliação das Características Físicas e Físico-Químicas, dos Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante do Pedúnculo do Caju**. Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza-CE. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175343/1/DOC18004.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2020.

SILVESTRE, Gisele. **Química da pitaya**. Embrapa – CE. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/quimikinha/2019/10/27/projeto-pitaya/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SOETHE, Cristina, STEFFENS, Cristiano André, AMARANTE, Cassandro Vidal Talamini do, MARTIN, Mariuccia Schlichting de, BORTOLINI, Anderson José. Qualidade, compostos

fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas 'Tupy' e 'Guarani' armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. Bras**, v. 51, nº. 8, agosto, 2016, p. 950-957.

SOUSA, Cleyton Marcos de M; SILVA, Hilris Rocha e; JUNIOR, Gerardo Magela Viera, AYRES, Mariane Cruz C.; COSTA, Charllyton Luis S. da; ARAUJO, Delton Sérvulo; CAVALCANTE, Luis Carlos D.; BARROS, Elcio Daniel S.; ARAUJO, Paulo Breitner de M; BRANDÃO, Marcela S.; CHAVES, Mariana H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, vol. 30, nº. 2, junho, 2007, p. 351-355.

SOUSA, Erika Milene Pinto de. **Extração, estabilidade, reologia e higroscopicidade do corante de pitaya (*Hylocereus costaricensis*)**, 2015, p. 166. Tese de doutorado – PRODERNA- Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2015.

SOUSA, Layonel Alves de, KONRAD, Lea Eduarda Koltermann, VEECK, Ana Paula de Lima, PIOVEZAN, Marcel. **Extração e Purificação de Betalaínas de *Beta Vulgaris* L. e Aplicação Cosmética**. Instituto Federal de Santa Catarina- Lages. Disponível em: <<http://docente.ifsc.edu.br/michael.nunes/MaterialDidatico/Analises%20Quimicas/TCC%20II/TCC%202016%202/Lea-Layonel.pdf>>. Acessado em: 24 jul 2020.

SOUZA, Angela Vacaro de Souza; VIEIRA, Marcos Ribeiro da Silva Vieira; PUTTI, Fernando Ferrari. Correlações entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. **Brazilian Journal off Food Technology**. Campinas, 13 de setembro, 2018, p. 1-6.

SOUZA, Karina Ap. de Freitas Dias de, NEVES, Valdir Augusto. **Pesquisa de polissacarídeos: reação de iodo**. UNESP-Araraquara. Disponível em: <[http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_ch/teste\\_amido.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm)>. Acesso em: 23 fev. 2020

TAIRA, Junsei, TSUCHIDA, Eito, KATOH, Megumi C., UEHARA, Masatsugu, OGI, Takayuki. Antioxidant capacity of betacyanins as radical scavengers for peroxy radical and nitric oxide. **Food chemistry**, v. 166, 2015, p. 531-536.

TANAKA, Yoshikazu, SASAKI, Nobuhiro, OHMIYA, Akemi. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. **The Plant Journal**, v.54, 2008, p. 733-749.

UNIVASF – Núcleo de estudos e pesquisas de plantas medicinais. **Atividade Antioxidante**. Neplame, Disponível em: <<http://www.neplame.univasf.edu.br/atividade-antioxidante.html>>. Acesso em: 18 out 2020.

UTPOTT. M, KRIGGER. S, DIAS C.Z, THYS R.C.S, RIOS A.O, FLORES S. H. Utilização da farinha da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) como substituto de gordura em pães de forma. In: Simpósio de segurança alimentar, 6, 2018, Gramado, Brasil. **Anais dos 6º Simpósio de segurança alimentar**, 6, maio 2018, p.1-6.

WU, Li-chen, HSU, Hshiu-Wen, CHEN, Yun-chen, CHIU, Chih-Chung, LIN, Yu-in, HO, Jan Annie. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, nº. 2, 2006, p. 319-327.

ZANCHET, Alana. **Utilização de farinha de casca de Pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*) na substituição parcial de gordura em biscoito tipo cookie**. 2017. 46 p. Trabalho de conclusão – Instituto de ciência e tecnologia de alimentos- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio grande do sul, Porto Alegre, 2017.