



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO CONSUMO  
CURSO DE BACHARELADO DE CIÊNCIAS DO CONSUMO

AMANDA BARBOSA LIMA

**PLANO DE RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO  
(ESO) – OBTENÇÃO DE EXTRATO DA CASCA DE PITAYA RICO EM  
COMPOSTOS FENÓLICOS**

Recife,  
2022

AMANDA BARBOSA LIMA

**PLANO RELATÓRIO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO (ESO) –  
Obtenção de extrato da casca de pitaya rico em compostos fenólicos**

Relatório de Estágio Supervisionado (ESO) apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências do Consumo do Departamento de Ciências do Consumo, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador(a): Maria Inês Sucupira Maciel

Recife,  
2022

## RESUMO

A pitaya destaca-se como um fruto promissor na produção mundial de frutas por ser exótica, possuir coloração atraente, sabor agradável, conter compostos bioativos e grande potencial econômico. Por apresentar elevada perecibilidade necessita de processamento, e geralmente é comercializada na forma de polpa, geleias, doces, gerando resíduos, o que ocasiona sérios problemas econômicos e ambientais. É preciso aproveitar os resíduos para desenvolvimento de novos produtos, agregando valor e utilização. O objetivo dessa pesquisa foi extrair compostos fenólicos da casca da pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) por extração assistida por ultrassom. Os frutos foram coletados em uma fazenda no município de Garanhuns-PE, transportados para o LAFQA(DCC/UFRPE), onde foram lavados, higienizados e feita a retirada da casca. As cascas foram liofilizadas durante 48h sob pressão de 20 milibar. Em seguida, foi feita a caracterização físico-química, quanto umidade, proteínas, lipídios, carboidratos, cinzas, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, atividade de água, carotenóides totais, compostos fenólicos totais, ácido ascórbico e cor. Para se determinar a melhor condição de extração dos compostos fenólicos foi realizado 1 planejamento experimental  $2^2$ , composto por 8 pontos fatoriais (níveis  $\pm 1$ ) e 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 11 ensaios. As variáveis independentes foram concentração de etanol, taxa de solvente/amostra e tempo de imersão no ultrassom. A variável dependente foi o conteúdo de compostos fenólicos totais. A extração foi realizada utilizando sonda ultrassônica com 100 W, 30 kHz, em ambiente protegido de luz a 25°C, com água e etanol a 30%, 50% e 70%, como solvente. As análises estatísticas foram feitas em triplicata, com desvio padrão pelo auxílio do Excel, análise de variância (ANOVA) e superfície de resposta realizada com o auxílio do software Statistic 7.0 ao nível de 5% de significância. A caracterização da casca da pitaya ficou dentro dos parâmetros apresentados em outros trabalhos. Umidade (92,93 $\pm$ 0,25 g/100g), proteína (0,44 $\pm$ 0,04 g/100g), lipídios (0,06 $\pm$ 0,01 g/100g), carboidratos (5,33 $\pm$ 0,22 g/100g), cinzas (1,22 $\pm$ 0,01 g/100g), sólidos solúveis (3,33 $\pm$ 0,15 °Brix), acidez titulável (0,11 $\pm$ 0,00 g/100g de ácido málico), pH (5,24 $\pm$ 0,08), atividade de água (0,99 $\pm$ 0,00), carotenóides totais (3,57 $\pm$ 0,00 $\mu$ g /100g), ácido ascórbico (7,77 $\pm$ 0,46 mg/100 g), cor (CIELAB) L\*(30,11 $\pm$ 0,62), a\*(28,20 $\pm$ 0,18) e b\*(5,71 $\pm$ 0,21). O Ensaio 2 apresentou a maior quantidade de compostos fenólicos totais (550 $\pm$ 3,62 mg EAG/g) e em segundo lugar foi o Ensaio 1(494,06 $\pm$ 0,78 mg EAG/g). As variáveis utilizadas (concentração de etanol, taxa de solvente/amostra e tempo de imersão no ultrassom) não apresentaram influência significativa, o modelo não foi preditivo. Estes resultados comprovam que o extrato de casca de pitaya é considerado rico em compostos fenólicos e que apresenta um grande potencial de utilização. Estudos futuros sobre a microencapsulação e estabilidade são necessários para a sua utilização na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Pitaya. Compostos fenólicos. Ultrassom.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>A pitaya .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Métodos de extração.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Compostos Bioativos .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Matéria-prima .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Obtenção da casca de pitaya in natura.....</b>	<b>144</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização da composição química da casca in natura .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4</b>	<b>Caracterização físico-química da casca in natura.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4.1</b>	<i>Atividade de água: Foi determinada em analisador de atividade de água.....</i>	<i>14</i>
<b>3.4.2</b>	<i>(Operator's manual Decagon clevis, AQUA LAB - 4TE) a 25°C. ....</i>	<i>144</i>
<b>3.4.3</b>	<i>Acidez titulável.....</i>	<i>144</i>
<b>3.4.4</b>	<i>pH.....</i>	<i>1515</i>
<b>3.4.5</b>	<i>Sólidos solúveis.....</i>	<i>1515</i>
<b>3.4.6</b>	<i>Cor.....</i>	<i>15</i>
<b>3.4.7</b>	<i>Obtenção da casca de pitaya liofilizada.....</i>	<i>15</i>
<b>3.4.8</b>	<i>Obtenção do extrato de pitaya por extração assistida por ultrassom .....</i>	<i>15</i>
<b>3.4.9</b>	<i>Teor de compostos fenólicos .....</i>	<i>16</i>
<b>3.4.10</b>	<i>Determinação de cor do extrato .....</i>	<i>17</i>
<b>3.5</b>	<b>Análise Estatística.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Composição química .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Atividade de água (aw).....</i>	<i>211</i>
<b>4.1.2</b>	<i>Acidez.....</i>	<i>211</i>
<b>4.1.3</b>	<i>pH.....</i>	<i>222</i>
<b>4.1.4</b>	<i>Sólidos solúveis.....</i>	<i>222</i>
<b>4.1.5</b>	<i>Parâmetros de cor.....</i>	<i>233</i>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>300</b>

## INTRODUÇÃO

As frutas desempenham um papel fundamental na alimentação humana, pois proporcionam grandes benefícios à saúde e atuam na prevenção de doenças, isto porque são excelentes fontes de nutrientes como vitaminas, minerais, fibras e compostos com propriedades antioxidantes (VERRUCK; PRUDÊNCIO, 2018).

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, o País embarcou 1,217 milhão de toneladas de frutas em 2021, com 18% de aumento em relação ao ano anterior (G1, 2022). Em 2021 o Nordeste respondeu por o 21,58% da produção brasileira, da produção nacional de frutas (KIST *et al.*, 2018). Apresentando como uma das explicações para o bom desempenho da fruticultura, as condições de luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar, que conferem à região maior facilidade para o cultivo de determinados frutos (VIDAL; XIMENES, 2016). Brasil produz cerca de 1.493,19 toneladas de pitaya por ano, em 3.086 estabelecimentos (IBGE, 2019).

A tendência global do consumo de hortifruti sempre foi feita considerando os fatores importantes como: sabor, qualidade e preço no momento da compra. Mas há elementos novos que estão mudando o perfil dos consumidores, como a procura por uma alimentação saudável, com menos impacto ao meio ambiente, transparência e segurança. O consumidor ao adquirir as frutas considera primordial a disponibilidade, apresentação e preço, que são os atributos responsáveis por cerca de 33% da satisfação total (HORTIFRUTI BRASIL, 2019).

Há muito tempo é consolidado na ciência que a alimentação é capaz de impulsionar ou reduzir as chances do desenvolvimento de doenças, especialmente das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) (NCD-RisC, 2017). A alimentação saudável se baseia na diversidade de consumo de alimentos de boa qualidade e em alimentos ricos em antioxidantes, incluindo frutas e hortaliças, associado a exercícios físicos. Deste modo, uma alimentação adequada e balanceada é capaz de promover a saúde e prevenir doenças (WHO, 2018).

No que diz respeito à nutrição em sua página, o Conselho Federal de Nutricionistas reforçou a importância de uma alimentação balanceada e rica em nutrientes (CFN, 2020). Uma boa nutrição é um fator significativo na determinação do estado de saúde e longevidade, e isso envolve a compreensão da importância de uma alimentação adequada e equilibrada (OPAS, 2022).

Frutas frescas são essenciais em uma alimentação equilibrada. As evidências científicas apontam os efeitos nutricionais e terapêuticos da ingestão de frutos exóticos, pois a maior parte exibe um conteúdo rico em fitoquímicos, que podem reduzir, de forma eficiente, a incidência

de doenças crônicas e minimizar os danos causados por radicais livres (BHAT; PALIYATH, 2016).

O aumento adequado do consumo de fibra alimentar pode estimular a produção de ácidos graxos de cadeia curta e melhorar a abundância do microbioma intestinal benéfico, prevenindo assim distúrbios gastrointestinais ou associados (GILL *et al.*, 2020). O organismo humano está sujeito, frequentemente, ao contato com radicais livres, produzidos de forma endógena através de processos bioquímicos ou exógena por meio do estilo de vida. As principais espécies reativas de oxigênio (ERO) que podem ser mencionadas são o radical superóxido ( $O_2 \bullet^-$ ), peróxido de hidrogênio, peroxila ( $ROO\bullet^-$ ) e alcoxila ( $RO\bullet$ ), produzidos pelo metabolismo celular. As ERO's estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento e à progressão de várias doenças, como as doenças crônicas (BAO *et al.*, 2019).

Desenvolver alimentos que promovam a saúde e bem-estar é o objetivo principal das pesquisas na indústria de alimentos, em consequência disso tem levado ao aumento da produção e consumo de alimentos com ingredientes bioativos benéficos à saúde, capazes de modular funções fisiológicas, superando somente a função de atender as necessidades nutricionais, sendo estes denominados de alimentos funcionais (CHOO *et al.*, 2018).

Além das frutas tropicais, que são consumidas diariamente, algumas frutas exóticas têm sido mais consumidas pelo brasileiro. O cultivo e a comercialização de frutas exóticas vêm ganhando importância nos últimos anos, atraindo cada vez mais o interesse de consumidores e produtores de todo mundo (LESSA, 2019). As frutas exóticas têm alto valor agregado por não apresentarem a mesma disponibilidade de mercado que as frutas tradicionais, como por exemplo, a Pitaya (SEBRAE, 2017).

O setor de frutas, no Brasil, é considerado um dos mais diversificados do mundo em função da ampla extensão territorial e sua variabilidade de clima e solo. Além disso, as projeções de demanda de frutas nos mercados interno e externo para os próximos anos indicam que ocorrerá um potencial crescimento em ambos os mercados, ou seja, a fruticultura é uma atividade comercial em constante expansão (GERUM *et al.*, 2019).

No contexto do agronegócio brasileiro, a fruticultura é um dos setores produtivos que vem ganhando cada vez mais espaço, gerando mais empregos e lucros para as empresas do setor rural. O Brasil é um país rico em áreas com potencial produtivo e condições edafoclimáticas ideais para diversos tipos de frutas, principalmente as tropicais como a pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*), denominada nos países asiáticos como “Dragon Fruit” (CHAVES, 2016). A agroindústria de frutas é responsável pela produção de toneladas de resíduos

orgânicos, principalmente na produção de polpa e sucos de frutas congelados (BRASIL, 2019; MAZZA *et al.*, 2020).

A pitaya é um fruto pertencente à família Cactaceae e nativa do sul do México e América Central. Aspectos como coloração atraente, sabor agradável, perfil nutricional, potencial antioxidante e econômico, fazem com que o aumento da produção mundial seja promissor (GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2017; MERCADO-SILVA, 2018). Essa planta vem atraindo o interesse da fruticultura por razões, como a facilidade e baixo custo para o seu cultivo por ser uma espécie que tolera bem ambientes quentes e secos, possibilitando o seu plantio em áreas atingidas pela escassez de água (ZHOU *et al.*, 2020).

Esta fruta é rica em flavonóides, possui um alto teor de vitamina C e Vitaminas do Complexo B (B1, B2 e B3), elevados teores de fibra, nitrogênio, potássio, cálcio, ferro, manganês e zinco (CORDEIRO *et al.*, 2015). Por esta razão começou a ser apreciada pelo consumidor brasileiro, sendo considerada como superfruta por ser rica em nutrientes (MELQUIÁDES JÚNIOR, 2018). Ela é muito apreciada nos mercados de frutas exóticas, sendo consumida in natura, na forma de sorvetes, ponches, sucos e geleias. As grandes quantidades de resíduos geradas pela indústria de alimentos ocasionam sérios problemas econômicos e ambientais. O agronegócio brasileiro teve um crescimento de 1,3% em 2019, e cerca de 77 milhões de hectares de terra estão em cultivo no país, o que gera uma grande quantidade de resíduos agrícolas (cascas, folhas, talos e sementes), (BRASIL, 2019; MAZZA *et al.*, 2020). A fim de solucionar essas questões, está se desenvolvendo a cultura do reaproveitamento e uso dos resíduos industriais como matéria-prima para novos produtos e aplicações (ETXABIDE *et al.*, 2017). Entre essas matérias primas estão, por exemplo, as cascas, sementes e bagaços de frutas e hortaliças.

A extração de compostos químicos de alto valor agregado está se tornando cada vez mais comum, o que conduz a boas perspectivas econômicas para os resíduos alimentares (RAVINDRAN; JAISWAL, 2016). Assim, torna-se interessante o estudo da aplicação desses subprodutos nos mais diversos tipos de alimentos. A casca da pitaya vermelha é um resíduo resultante da extração da polpa ou processamento do suco do fruto, que representa 33% do seu peso. Mesmo havendo o descarte, a casca da pitaya é citada por diversos estudos como um resíduo aproveitável, sendo boa fonte de corantes naturais (ALVES; MONTEIRO; POMPEU, 2018), podendo ser submetida a métodos de purificação simples e econômicos para fornecer extratos com potencial antioxidante.

Os métodos convencionais de extração são simples e de fácil reprodução, no entanto demandam elevada quantidade de tempo e temperatura, o que pode levar à degradação de

compostos termolábeis, assim como a utilização de solventes tóxicos para seres humanos e meio ambiente (BARBA *et al.*, 2017; GARCIA-CASTELLO *et al.*, 2015; RAHMANIAN; JAFARI; WANI, 2015). Por muito tempo, metodologias tradicionais como a maceração, percolação ou destilação a vapor eram as únicas técnicas disponíveis para a extração dos compostos de interesse de uma dada matriz. No entanto, com o avanço da tecnologia e as novas formas de energia, metodologias mais verdes como ultrassom e micro-ondas começaram a ser desenvolvidas e empregadas em maior extensão (MASON; VINATORU, 2017).

Deste modo a extração assistida por ultrassom surge como uma técnica promissora na extração de compostos bioativos e pigmentos, pois utiliza menor quantidade de solventes, tempo de processo, maior penetração de solvente e maior rendimento (BARBA *et al.*, 2017). Tendo em vista o crescente interesse acerca da pitaya, este projeto teve como objetivo extrair e quantificar o teor de compostos fenólicos da casca da pitaya cultivada no Agreste de Pernambuco utilizando a extração assistida por ultrassom.

## 1.1 Objetivos

A seguir, serão apresentados os objetivos definidos para a presente pesquisa.

### 1.1.1 Geral

Obter extrato da casca de pitaya rico em compostos fenólicos a partir da extração assistida por ultrassom.

### Específicos

- a) Caracterizar físico-quimicamente a casca da pitaya in natura;
- b) Realizar extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos da casca de pitaya;
- c) Quantificar o teor de compostos fenólicos dos extratos obtidos por ultrassom;
- d) Realizar análise de cor dos extratos obtidos por ultrassom;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A pitaya

Figura 1



Fonte: Edilson Giacon (2018)

A *Hylocereus polyrhizus* é uma planta perene, semi-epífita, rupícola, com hábito de liana cujas raízes são superficiais, finas e ramificadas que se estendem favorecendo a captação de água; abertura floral noturna e caule do tipo cladódio, fotossintetizante, com metabolismo CAM; além disso, são plantas rústicas e aclimatam-se com facilidade, porém, necessitam de adubação rica em matérias orgânicas e nutrientes, tais como nitrogênio, potássio e fósforo (NUNES, 2014; ORTIZ-HERNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012). A pitaya pertence à família Cactaceae. As cactáceas encontram-se subdivididas em quatro subfamílias (Opuntioideae, Cactoideae, Pereskioideae e Maihuenioideae) e compreendem, de acordo com a *Working list of all Plants Species* 176 gêneros e 2.233 espécies aceitas (THE PLANT LIST, 2018).

De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar características físicas e químicas diversificadas, formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH da polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA *et al.*, 2013). Existem muitas espécies da fruta, porém o gênero *Hylocereus* é o mais conhecido e cultivado (MERCADO-SILVA, 2018). Entre as características físico-químicas utilizadas na avaliação da qualidade do estágio de maturação consideram-se as mais comuns: o teor de sólidos solúveis (SS), o pH, a acidez titulável (AT) e os compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essas características são influenciadas por diversos fatores como; as condições edafoclimáticas, os tratos culturais, a época e o local de colheita, a variedade e o manuseio pós-colheita.

Mais especificamente, o fruto da pitaya vermelha apresenta formato oval e pesa entre 300 e 600 gramas, polpa suave e doce com pequenas sementes pretas e uma intensa coloração

vermelho-roxa na polpa e na casca (NURUL; ASMAH, 2014; WONG; SIOW, 2015). A pitaya possui capacidade de adaptação ao clima tropical, subtropical ou árido, dessa forma, a umidade não é um fator limitante ao seu desenvolvimento (REZENDE *et al.*, 2017). Uma vantagem particular do cultivo de pitayas em regiões secas é o seu potencial em contribuir para o desenvolvimento agrícola nessas regiões em virtude de sua maior tolerância ao estresse de secas prolongadas e solos pobres (IBGE, 2017; HUA *et al.*, 2018). Sendo assim, é uma ótima alternativa para desenvolvimento do plantio em zonas áridas e semiáridas. Com a precificação presumida para comercialização regional, nacional e internacional incentiva a ampliação e fortalecimento da produção da pitaya em diversas plantações e diferentes países com clima tropical. Onde o valor do quilo da fruta varia conforme determinada época do ano, safra anual ou baixa safras, formato de manejo, demanda no país (CATUXO; COSTA, 2019).

Frutos desse gênero despertam muito interesse como fonte de cor e de nutrientes para a indústria de alimentos e de cosméticos. Devido à sua cor característica, também pode ser usada como corante natural nos alimentos (FATHORDOOBADY *et al.* 2019; CAVALCANTE *et al.*, 2019). A introdução de frutas nas práticas alimentares diárias abriu espaço para o consumo de diferentes espécies frutíferas, inclusive as exóticas, que possuem sabor diferenciado e interessante conteúdo de minerais, fibras e compostos antioxidantes (JERONIMO, 2016).

Do ponto de vista nutricional, a pitaya apresenta conteúdo diferenciado de compostos como vitaminas e compostos fenólicos (HO; LATIF, 2016 MELLO, 2014). Essa fruta é fonte de nutrientes capaz de exercer efeitos positivos na saúde dos consumidores (THIRUGNANASAMBANDHAM; SIVAKUMAR, 2017). A pitaya é rica em compostos fenólicos, esses compostos são metabólitos secundários das plantas capazes de eliminar os radicais livres e desempenha um papel importante na prevenção de doenças crônicas (GIRARD; AWIKA, 2018). Como também é fonte de vitaminas, como a vitamina C, oligossacarídeos com propriedades prebióticas, o que possibilita seu uso como ingrediente funcional, e contém alta quantidade de minerais, especialmente sódio, potássio, magnésio, fósforo, zinco e ferro (MAHAYOTHEE; KOMONSING; KHUWIKITJARU, 2018). A pitaya vermelha possui elevado conteúdo de compostos fenólicos, incluindo os flavonóides e ácido fenólicos (MORAIS *et al.*, 2019; ANNUNZIATA *et al.*, 2020).

Conforme Matakchione *et al.* (2020), o envelhecimento natural do ser humano é marcado por um processo inflamatório crônico, subclínico e sistêmico, sendo relatado que os polifenóis podem atenuar a inflamação, tornando-se um fator protetor contra uma variedade de doenças relacionadas à idade. Esses fitoquímicos, também, podem ser considerados prebióticos em virtude da capacidade de modular a microbiota intestinal e gerar benefícios à saúde, sendo

encontrados em ampla variedade de alimentos de origem vegetal, incluindo frutas (maçã, pera, cereja, ameixa, uvas etc.), hortaliças (cebola, brócolis, repolho, aipo etc.) além de alimentos industrializados, como azeite, vinho, chás e chocolate (DAWN; DEEP 2020; MOORTHY *et al.*, 2020).

Estudos recentes mostram o potencial uso da casca de pitaya para produção de embalagens inteligentes e produção de biofilmes (QIN *et al.*, 2020), fonte de pigmento e potencial antioxidante (FATHORDOOBADY *et al.*, 2019), clareamento de pele (VIJAYAKUMAR *et al.*, 2018), produção de pectina (RAHMATI; ABDULLAH; KANG, 2019) e ainda o uso da casca como material para produção de carvão ativo (LU *et al.*, 2020).

## 2.2 Métodos de extração

A agroindústria de frutas é responsável pela produção de toneladas de resíduos orgânicos, principalmente na produção de polpa e sucos de frutas congelados (BRASIL, 2020; MAZZA *et al.*, 2020). Com a crescente expansão da indústria de alimentos, a ciência e tecnologia de alimentos têm cada vez mais investido no desenvolvimento de técnicas promissoras de extração de compostos (BARBA *et al.*, 2017; GARCIA-CASTELLO *et al.*, 2015). Uma das possibilidades de aproveitamento de resíduos agroindustriais é a extração de compostos bioativos. A extração destes compostos de interesse presentes em resíduos de frutas pode aumentar o valor comercial da matéria-prima e a rentabilidade do processamento (GARCIA-CASTELLO *et al.* 2015).

A extração representa a primeira etapa para a obtenção de materiais bioativos de uma planta e vários métodos são conhecidos para obter estes compostos de resíduos de casca (GARCIA-CASTELLO *et al.*, 2015). A extração convencional é realizada através da aplicação de solventes orgânicos agregados a aquecimento e/ou agitação, havendo variação no tipo de solvente, tempo de extração, temperatura e proporção de líquido/sólido (PIOVESAN, 2016). Um novo conceito de “processamento de alimentos verdes”, que utiliza técnicas inovadoras para o processamento, preservação e procedimentos de extração alternativos aos convencionais tem sido bastante estudado e pode aumentar a eficiência da produção, além de contribuir para a preservação ambiental (CHEMAT *et al.*, 2017). Dentre essas técnicas alternativas ou também chamadas de não-convencionais estão a extração por ultrassom, fluido supercrítico, líquido pressurizado, micro-ondas, campo elétrico pulsado, descarga elétrica de alta voltagem e alta pressão hidrostática (SOQUETTA; TERRA; BASTOS, 2018).

A extração assistida por ultrassom é um processo no qual ocorre o fenômeno de cavitação, ocasionando aumento da transferência de massa (DADAN *et al.*, 2018; VERRUCK; PRUDENCIO, 2018). Segundo Piovesan (2016), o método de extração por ultrassom, além de apresentar melhores resultados referentes a tempo e eficiência, também possibilita a redução do uso de solventes tóxicos, o que se torna desejável para a extração de compostos bioativos para consumo humano.

O ultrassom é uma tecnologia chave para atingir o objetivo da química verde de realizar uma extração sustentável. A técnica de ultrassom é bem conhecida por ter um efeito significativo no tempo de vários processos na indústria química e de alimentos. No geral, vários mecanismos têm sido identificados como atuantes na extração assistida por ultrassom: cavitação, fragmentação, erosão, efeito sonoro-capilar, sonoporação, estresse de cisalhamento local e destruição de texturação (CHEMAT *et al.*, 2017).

Dentre os métodos citados, destaca-se a extração assistida por ultrassom, que realiza o fenômeno da cavitação, onde ocorre a implosão de microbolhas, geradas por ondas acústicas em meio líquido, aumentando a área de contato entre o solvente e os compostos alvos (CARVALHO; BERGAMASCO; GOMES, 2018; DADAN *et al.*, 2018). A frequência utilizada no momento da implosão das microbolhas produz um efeito vibratório na célula vegetal, que é capaz de gerar ruptura e liberação do seu conteúdo. Esse tipo de processo proporciona melhor extração dos princípios ativos da matéria-prima com gasto energético relativamente pequeno e tempo reduzido, bem como maior segurança durante a operação e um processo de extração mais sustentável. O uso de ultrassom de alta potência proporciona maior penetração do solvente no material celular (BOEIRA *et al.*, 2018; VERRUQUE; PRUDENCIO, 2018).

### **2.3 Compostos Bioativos**

A possibilidade de reduzir o risco de doenças por meio da dieta tem atraído a atenção dos consumidores, assim como das indústrias alimentícias, com o objetivo de desenvolver os atualmente conhecidos “alimentos funcionais”, alimentos ricos em um ou mais compostos bioativos, que apresentam importantes efeitos na saúde (PETROPOULOS *et al.*, 2016). O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos é um hábito que auxilia na manutenção da saúde, sendo eficiente no tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, doenças metabólicas, inflamatórias e carcinogênicas (YILDIZA *et al.*, 2019).

Os compostos bioativos são definidos como componentes de alimentos capazes de regular processos metabólicos em humanos ou animais melhorando sua saúde. Suas principais fontes são hortaliças, frutas e grãos integrais. Vários efeitos benéficos de compostos bioativos foram relatados, incluindo a diminuição da inflamação, a neutralização de radicais livres e a regulação das vias de sinalização celular. O uso de compostos bioativos foi proposto para reduzir a incidência ou retardar a progressão de várias doenças. Alguns exemplos de compostos bioativos compreendem os polifenóis, carotenóides, fitoesteróis, prebióticos e as vitaminas (LI *et al.*, 2019).

Conforme Matacchione *et al.* (2020), o envelhecimento natural do ser humano é marcado por um processo inflamatório crônico, subclínico e sistêmico, sendo relatado que os polifenóis podem atenuar a inflamação, tornando-se um fator protetor contra uma variedade de doenças relacionadas à idade. Esses fitoquímicos, também, podem ser considerados prebióticos em virtude da capacidade de modular a microbiota intestinal e gerar benefícios à saúde, sendo encontrados em ampla variedade de alimentos de origem vegetal, incluindo frutas (maçã, pera, cereja, ameixa, uvas etc.), hortaliças (cebola, brócolis, repolho, aipo etc.) além de alimentos industrializados, como azeite, vinho, chás e chocolate (DAWN; DEEP 2020; MOORTHY *et al.*, 2020). A pitaya vermelha possui elevado conteúdo de compostos fenólicos, incluindo os flavonóides e ácidos fenólicos (ANNUNZIATA *et al.*, 2020; MORAIS *et al.*, 2019).

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, que podem ser formados por meio de condições de estresse ao qual elas são submetidas. Esses compostos são os principais responsáveis pela cor, amargor, adstringência e aroma nos alimentos, além de possuir papel importante na redução de oxidação lipídica (SANTOS *et al.*, 2017). Eles apresentam em sua composição química um anel aromático, com um ou mais grupos de hidroxilas, possuindo uma estrutura variável, que possibilita atividades multifuncionais, destacam-se como potentes antioxidantes e atuam como sequestradores de radicais livres no organismo (CARVALHO; BERGAMASCO; GOMES, 2018; SEPTEMBRE-MALATERRE; REMIZE; POUCHERET, 2018).

Uma vez que muitas ações benéficas no organismo estão associadas à capacidade antioxidante das substâncias fenólicas, principalmente ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, pode-se também relacionar esses compostos com uma atividade anticancerígena, antimicrobiana, antialérgica, hepatoprotetora, antitrombótica, antiviral, vasodilatadora, antimutagênica e atividade anti-inflamatória (OLIVEIRA, 2016).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Matéria-prima**

As frutas maduras de pitaya foram obtidas na Fazenda Santa Fé, Garanhuns Pe 08° 51'00"/08° 55'00"; de latitude sul e 36° 31'00"/36° 27'00"; de longitude oeste.

#### **3.2 Obtenção da casca de pitaya in natura**

As frutas foram lavadas e sanitizadas com hipoclorito de sódio por 10 minutos e as cascas foram separadas manualmente e embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade, congeladas e armazenadas a -22°C.

#### **3.3 Caracterização da composição química da casca in natura**

A umidade foi determinada em balança infravermelho (MARTE – IDSO Piracicaba/SP) a 105 °C durante 45 minutos. Cinzas, lipídeos e proteínas foram quantificados de acordo com a AOAC (2016). Carboidratos foram calculados por diferença (100g – gramas totais de umidade + cinzas + lipídeos + proteínas).

#### **3.4 Caracterização físico-química da casca in natura**

3.4.1 *Atividade de água:* Foi determinada em analisador de atividade de água

3.4.2 (*Operator's manual Decagon clevis, AQUA LAB - 4TE*) a 25°C.

##### **3.4.3 Acidez titulável**

Foi determinada de acordo com a metodologia da AOAC (2016).

#### **3.4.4 pH**

Foi determinado utilizando pH-metro TECNAL® TEC-3MP e com soluções tampão de pH 7 e 4 para a aferição do aparelho.

#### **3.4.5 Sólidos solúveis**

Foi determinado em refratômetro Automatic Refractometer Reichert e os valores expressos em °Brix.

#### **3.4.6 Cor**

Foi determinada em colorímetro Minolta, modelo CR-400, utilizando o sistema CIELAB. Também foi realizada a relação entre os valores de  $a^*$  e  $b^*$ , onde se obtém a cor real do objeto analisado (Croma) de acordo com equação:

$$C = \sqrt{(a^*2 + b^*2)}$$

Onde C: cromaticidade;  $a^*$ : intensidade da cor vermelha ou verde do extrato;  $b^*$ : intensidade da cor amarela ou azul do extrato.

O Hue-Angle (saturação da cor do produto) foi calculado segundo a equação:

$$H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$$

Onde  $H^\circ$ : ângulo de tonalidade;  $a^*$ : intensidade da cor vermelha ou verde do extrato;  $b^*$ : intensidade da cor amarela ou azul do extrato.

#### **3.4.7 Obtenção da casca de pitaya liofilizada**

Para a liofilização, as cascas foram raladas e acomodadas em placas de petri de plástico e envolvidas em plástico filme (PVC). Em seguida as amostras foram congeladas a -80 °C e liofilizadas em liofilizador (Christ Alpha 1-4 LD Plus), disponível no CENAPESQ (Centro de Apoio a Pesquisa da UFRPE) durante 48 h sob pressão de 20 milibar. A casca liofilizada foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenados a -22 °C.

#### **3.4.8 Obtenção do extrato de pitaya por extração assistida por ultrassom**

O extrato foi obtido a partir de planejamento experimental em ultrassom. Foi realizado um planejamento experimental de  $2^2$  composto por 8 pontos fatoriais (níveis  $\pm 1$ ) e 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 11 ensaios. Os dados obtidos foram ajustados à Equação 1:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 T + \beta_3 M + \beta_4 CT + \beta_5 CM + \beta_6 TM$$

Onde Y é a resposta,  $\beta_0$  é o coeficiente de regressão constante,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os coeficientes lineares, C (concentração de etanol), T (taxa de solvente/amostra) e M (tempo de maceração) são as variáveis independentes e  $\beta_4$ ,  $\beta_5$ ,  $\beta_6$  são os coeficientes de efeito de interação. A variável resposta (dependente) foi o teor de compostos fenólicos.

Tabela 1 – Planejamento experimental codificado e decodificado da extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos de pitaya

Ensaio	Concentração de etanol	Taxa de solvente/amostra (mL/g)	Tempo de imersão em ultrassom (min)
01	-1 (30%)	-1 (60)	-1 (10)
02	+1 (70%)	-1 (60)	-1 (10)
03	-1 (30%)	+1 (80)	-1 (10)
04	+1 (70%)	+1 (80)	-1 (10)
05	-1 (30%)	-1 (60)	+1 (20)
06	+1 (70%)	-1 (60)	+1 (20)
07	-1 (30%)	+1 (80)	+1 (20)
08	+1 (70%)	+1 (80)	+1 (20)
09	0 (50%)	0 (70)	0 (15)
10	0 (50%)	0 (70)	0 (15)
11	0 (50%)	0 (70)	0 (15)

Fonte: A autora (2021)

Foi realizado por uma sonda ultrassônica (QR1000 Ultronique, Ecosonics -Brazil) em ambiente protegido de luz a 100 W, 30 kHz e a 25°C. Após a exposição ao ultrassom, o sobrenadante foi centrifugado a 2000 rpm (20 min), filtrado em papel filtro e armazenado em vidro âmbar a -22°C.

A extração que apresentou o maior teor de compostos fenólicos de acordo com o planejamento experimental foi escolhida para as etapas subsequentes.

### 3.4.9 Teor de compostos fenólicos

Foi determinado segundo Wettasinghe e Shahidi (1999) e os resultados expressos em  $\mu\text{g}$  em equivalente de ácido gálico por mL do extrato.

### **3.4.10 Determinação de cor do extrato**

Foi determinada em colorímetro Minolta, modelo CR-400, utilizando o sistema CIELAB. Também foi realizada a relação entre os valores de  $a^*$  e  $b^*$ , onde se obtém a cor real do objeto analisado (Croma) de acordo com equação:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Onde C: cromaticidade;  $a^*$ : intensidade da cor vermelha ou verde do extrato;  $b^*$ : intensidade da cor amarela ou azul do extrato. O Hue-Angle (saturação da cor do produto) foi calculado segundo a equação:  $H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$ . Onde  $H^\circ$ : ângulo de tonalidade;  $a^*$ : intensidade da cor vermelha ou verde do extrato;  $b^*$ : intensidade da cor amarela ou azul do extrato.

### **3.5 Análise Estatística**

As análises foram feitas em triplicata, realizando desvio padrão com o auxílio do Excel, análise de variância (ANOVA), o teste de falta de ajuste (teste F), a determinação dos coeficientes de regressão e a obtenção dos gráficos de superfícies de resposta foram realizadas com o auxílio do software Statistic 7.0 (StatSoft, Tulsa, EUA) ao nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição química

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos na composição química da casca de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) in natura.

Tabela 2 – Composição química da casca de pitaya (*Hylocereus polirhizus*) in natura em 100g

Constituintes	Casca
Umidade (g)	92,93 ± 0,25
Proteína (g)	0,44 ± 0,04
Lipídeos (g)	0,06 ± 0,01
Cinzas (g)	1,22 ± 0,01
Carboidratos (g)	5,33 ± 0,22
Carotenóides (µg)	3,57 ± 0,00
Ácido ascórbico (mg)	7,77 ± 0,46

Fonte: A autora (2021)

O teor de umidade é definido como o grau em que a água interage com os componentes químicos dos alimentos. É uma medida importante utilizada na análise de alimentos e está associada à estabilidade, qualidade, composição e estocagem (AMORIM; CARLOS; THEBAS, 2016; SILVA JÚNIOR, 2017). Alimentos que apresentam menor conteúdo de umidade podem ser conservados e armazenados com maior facilidade (EVANGELISTA, 2008). O teor de umidade é a medida da quantidade total de água contida em um alimento, e é geralmente expresso como uma porcentagem (%) do peso total (PHISUT, 2012).

A umidade desempenha um papel imprescindível na manutenção da qualidade da fruta, pois a perda de água pode propiciar o murchamento assim como reduzir a qualidade e o tempo de vida útil do fruto (DING *et al.*, 2021).

O teor de umidade da casca da pitaya para esse estudo foi de 92,93% estando acima do encontrado por Zanchet (2017) de 89,46% para a casca da (*Hylocereus undatus*). Para proteína, foi obtido teor médio 0,44 ± 0,04 g/100g. Valor maior foi encontrado por Abreu *et al.* (2012) para a casca da (*Hylocereus undatus*) de 0,78 ± 0,02 g/100g e 0,66 ± 0,04 g/100g para a casca da (*Hylocereus polyrhizus*).

Os lipídeos formam, juntamente com os carboidratos e as proteínas, o grupo de compostos mais importantes nos alimentos e mais frequentemente encontrados na natureza, tanto nos animais como nos vegetais. Desempenham papéis muito importantes em diversas funções biológicas e ainda se fazem presentes na composição de estruturas celulares,

principalmente membranas (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Estes compostos são de natureza anfotérica e são parcialmente solúveis em etanol. Além disso os lipídios obtidos a partir de plantas são insaturados por natureza. O teor de lipídeos encontrado no presente estudo foi de  $0,06 \pm 0,01$ g/100g. Valor diferente do que o encontrado por Utpott *et al.* (2020) para a casca de (*Hylocereus undatus*) que foi de  $0,98 \pm 0,00$  g/100g e para a casca da (*Hylocereus polyrhizus*)  $1,54 \pm 0,00$ g/100g.

Os carotenóides são pigmentos responsáveis pela cor alaranjada dos vegetais. Exemplos são licopeno, luteína, zeaxantina, bixina e norbixina, mas compreendem grande número de compostos, muitos dos quais com atividade biológica. Alguns carotenóides têm atividade pró-vitamina A, outros como o licopeno não possuem pró-vitamina A, mas tem atividade antioxidante (COSTA; ROSA, 2016). Por serem lipossolúveis os carotenóides encontrados no presente estudo  $3,57 \pm 0,00$  µg/100g indicam possível ligação com os lipídeos da casca. Vizzotto *et al.* (2014) encontraram para a casca da (*Hylocereus polyrhizus*) o valor de  $1,38 \pm 0,11$  µg/100g.

As cinzas representam o conteúdo total de minerais das frutas, sendo que os principais minerais encontrados em frutas são o cálcio, magnésio, sódio e potássio (KOBBLITZ, 2011). Os valores encontrados no presente estudo foram de  $1,22 \pm 0,01$ g/100g. O valor obtido para cinzas, foi maior que o encontrado por Esgote Junior (2017) para a casca da *Hylocereus Undatus* que foi de  $0,45 \pm 0,09$  g/100g, maior também do que a casca da *Hylocereus Costaricensi*  $0,51 \pm 0,06$  g/100g. No trabalho Nizamlioglu; Ünver; Kadakal (2021), ao determinarem os principais minerais e conteúdo de cinzas em sementes de pitaya das espécies *Hylocereus polyrhizus* Webb. Britton & Rose e *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose cultivadas na Turquia, eles encontraram  $2,78 \% \pm 0,62$  e  $4,09 \% \pm 0,10\%$  respectivamente.

De acordo com Serafim (2020) a pitaya apresenta um conteúdo relativamente alto de alguns minerais, como o potássio, cálcio e ferro que são fundamentais para o bom funcionamento do organismo, logo, o consumo do fruto pode ser uma boa fonte de minerais que contribuem para a saúde e o bem-estar dos consumidores.

Os carboidratos são os compostos orgânicos mais abundantes, eles variam em estrutura de açúcares simples a complexos de grande peso molecular e são amplamente utilizados por plantas e animais. Os carboidratos possuem grande importância para a dieta, pois são as principais fontes energéticas, formando a base da alimentação, abastecendo o sistema nervoso central e mantendo a homeostase do cérebro (MAHAN, ESCOTT-STUMP, RAYMOND, 2012).

O teor de carboidratos, em frutas, influência na estrutura, textura, valor calórico e dá sabor em frutas, também, está presente entre 10% e 25% (DUARTE, 2013). No presente estudo observa-se que o resultado para carboidratos foi de  $5,33 \pm 0,22$  g/100g mostrando assim, que há uma diferença significativa com o trabalho de Utpott *et al.* (2018) que encontraram o valor de carboidrato para a casca da pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) de  $0,72 \pm 0,15$  g/100g. Em estudo mais recente Utpott *et al.* (2020), avaliando pó da casca de pitaya vermelha, obtiveram resultado de  $8,92 \% \pm 1,15$  para esse nutriente.

Conforme Cordeiro *et al.* (2015) a pitaya apresenta baixo conteúdo de açúcares, e também menor quantidade de sacarose é encontrada em frutos de *Hylocereus*, compreendendo aproximadamente 2% do açúcar total. Os baixos níveis de açúcares em pitaya de diferentes espécies possibilita que seus frutos sejam recomendados para pessoas que precisam de uma alimentação com redução ou restrição de carboidratos (CONSTANTINO *et al.*, 2021). A vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel responsável por várias atividades fisiológicas no organismo humano e tem sido associada à redução do risco de várias doenças devido ao seu potencial antioxidante (ASHOR *et al.*, 2014). Em frutas, o ácido ascórbico é mais estável que em hortaliças por apresentarem maior acidez (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Os resultados encontrados nesse estudo foram superiores  $7,77 \pm 0,46$  g/100g ao encontrado por Mello (2014) para a casca da pitaya-tiú (*Selenicereus setaceus*)  $3,7 \pm 1,71$  g/100g.

De acordo com Paško *et al.* (2021), as diferenças no conteúdo e na quantidade de nutrientes em frutos estão relacionadas a vários fatores, como o genótipo, condições ambientais, maturidade do fruto, forma de colheita bem como o processamento pós-colheita, e esses fatores são determinantes para a qualidade dessas frutas.

Tabela 3 – Caracterização físico-química da casca de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) in natura (100g)

Análises físico-químicas	Casca
Atividade de água (aw)	0,99 ± 0,00
Acidez Titulável (g/100g ácido málico)	0,11 ± 0,0
pH	5,24 ± 0,08
Sólidos solúveis (°Brix)	3,33 ± 0,15
<b>Cor (CIELAB)</b>	
L*	30,11 ± 0,62
a*	28,20 ± 0,18
b*	5,71 ± 0,21
Croma	28,77 ± 0,19
Hue	11,44 ± 0,40

Fonte: A autora (2021)

#### 4.1.1 Atividade de água (aw)

A aw é classificada como um padrão de segurança e qualidade e possui relação direta com muitas reações que afetam o prazo de validade dos alimentos (METER GROUP, 2017). Quanto mais elevada for a atividade da água, mais rápido os microrganismos (como bactérias, leveduras e bolores) serão capazes de se desenvolverem (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Este parâmetro varia de 0 a 1. Valores próximos a 1 elevam as alterações químicas, físicas e microbiológicas ou enzimáticas, levam a deterioração da qualidade do produto e a inaceitabilidade, portanto, o controle da umidade e atividade de água são fatores essenciais na preservação da qualidade dos alimentos (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001).

A atividade de água para a casca no presente estudo foi de  $0,99 \pm 0,00$  para a casca de pitaya *in natura* indicando assim um alimento com alto conteúdo de água livre (aw 0,90).

#### 4.1.2 Acidez

A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, adicionados propositalmente e/ou daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos. Por meio da análise de acidez é possível obter dados do processamento e do estado de conservação dos alimentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A acidez titulável também tem influência no

sabor das frutas, pois os ácidos orgânicos geralmente são responsáveis pelo desenvolvimento do sabor (OLIVEIRA; ANDRADE NETO; ALMEIDA, 2015).

O teor de acidez encontrado para a casca da pitaya foi de  $0,11 \pm 0,0$  g/100g. Segundo Oliveira *et al.* (2020) o valor encontrado para a casca da pitaya “golden” (*Hylocereus undatus*) foi de 0,34 g/100g; valor próximo ao resultado encontrado também por Abreu *et al.* (2011), que verificaram maior teor de acidez para a casca 0,39 g/100g ambos são diferentes do valor encontrado para esse estudo, mas que aproximam entre si.

A acidez titulável em muitos frutos é utilizada como critério para a classificação dos mesmos quanto ao sabor, juntamente com os teores de sólidos solúveis, sendo, portanto, um importante fator de qualidade. A acidez decresce com o amadurecimento dos frutos em decorrência do processo respiratório e da utilização de ácidos orgânicos, como substratos nas reações metabólicas (BRUNINI; SILVA, 2010).

#### **4.1.3 pH**

O pH ou potencial hidrogeniônico é responsável por medir o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução. Valores entre 0 e 6 indicam acidez e valores entre 8 e 14 indicam alcalinidade, sendo o valor 7 o que expressa a neutralidade (DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2009). O valor encontrado no estudo para pH foi de  $5,24 \pm 0,08$  mostrando leve acidez; Abreu *et al.* (2011) obtiveram o resultado de  $4,76 \pm 0,00$  para pH da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*).

#### **4.1.4 Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis são compostos responsáveis pelo sabor do vegetal, entre eles estão os ácidos, sais, vitaminas, aminoácidos e algumas proteínas, porém os açúcares compõem a maior fração encontrada (BANERJEE *et al.*, 2008). O teor de sólidos solúveis pode ser definido através de um equipamento denominado refratômetro que fornece os valores em °Brix e são usados como índice de maturidade dos frutos e designa a quantidade de substâncias encontradas (LIMA, 2021).

A escala °Brix é calibrada pelo número de gramas de açúcar contidos em 100g de solução. Quando se mede o índice de refração de uma solução de açúcar, a leitura em percentagem de °Brix deve combinar com a concentração real de açúcar na solução. As

escalas em percentagem de °Brix apresentam as concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos em uma amostra (solução com água). Os sólidos solúveis contidos é o total de todos os sólidos dissolvidos na água, começando com açúcar, sais, proteínas, ácidos, etc. A leitura do valor medido é a soma total desses (MORAES, 2006).

Oliveira et al. 2020 encontraram o valor de 4,5°Brix para a casca da pitaya “golden”(Hylocereus undatus). O resultado dos sólidos solúveis da casca da pitaya no presente estudo foram de 3,33 °Brix  $\pm$  0,15, estando de acordo com o resultado encontrado no estudo de Abreu et al. (2012) que foi 3,66 °Brix  $\pm$  0,51 para a casca da pitaya branca (Hylocereus undatus) e de 2,16  $\pm$  0,41 para a casca da pitaya vermelha (Hylocereus polyrhizus). Para Frölech (2018), os teores de sólidos solúveis e acidez titulável são de suma importância no mercado de mesa, pois são indicadores de maturidade da fruta, influenciando diretamente em sua qualidade e, conseqüentemente, no sabor.

#### 4.1.5 Parâmetros de cor

Um atributo relevante na qualidade dos alimentos é a cor, desse modo a indústria de alimentos utiliza substâncias com propriedades pigmentantes com a finalidade de intensificar, realçar ou restaurar a cor dos alimentos durante o seu processamento. Atualmente, cresce o interesse da substituição de corantes de origem sintética por pigmentos naturais, pois os corantes artificiais são relatados na literatura associados a efeitos adversos à saúde. Por outro lado, os pigmentos naturais podem ser usados como ingredientes ao invés de aditivos na preparação de alimentos sem causar prejuízos à saúde (VARGAS-CAMPOS *et al.*, 2018).

As cores desempenham papel crucial na aceitação dos produtos, podendo exercer efeito estimulante ou inibidor de apetite (GIMÉNEZ *et al.*, 2015). Devido à sua cor característica, também pode ser usada como corante natural nos alimentos (CAVALCANTE *et al.*, 2019; FATHORDOOBADY *et al.*, 2019).

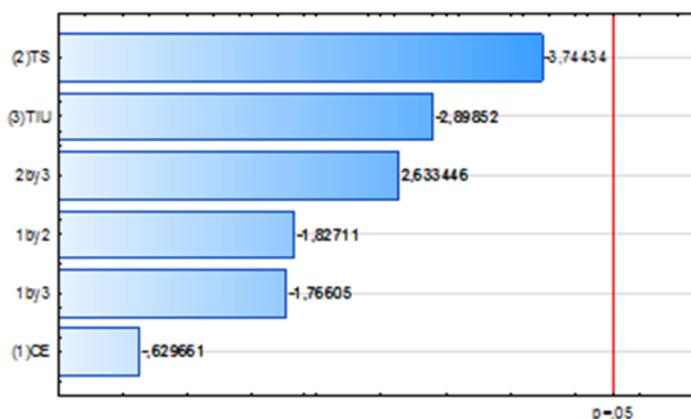
A determinação da coloração dos frutos pode ser realizada por métodos subjetivos, que têm como base a intensidade e as variações da cor perceptíveis ao olho humano, como também pode ser feita por métodos objetivos, através de equipamentos capazes de medir a quantidade e qualidade da luz refletida do produto, sendo este um método que garante maior confiabilidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Quanto a determinação de cor, foi realizada a partir dos parâmetros de luminosidade (L\*) que varia entre 0 (preto) a 100 (branco), intensidade de vermelho/verde (a\*) e de intensidade de amarelo/azul (b\*).

Os resultados obtidos para  $L^*$   $a^*$   $b^*$  foram de  $30,11 \pm 0,62$ ;  $28,20 \pm 0,18$ ;  $5,71 \pm 0,21$ , respectivamente. Conforme encontrado na literatura tais valores variam muito, pois dependem das condições climáticas, manejo, de plantio entre outros. A casca da pitaya apresentou baixos valores de  $b^*$  (variação entre azul e amarelo) e altos valores de  $a^*$  (variação entre vermelho e verde) indicando a presença de cor rosada. A intensidade de azul ( $b^*$ ) para a casca de pitaya apresentou maior predominância da cor do que o constatado por Zanchet (2017) que foi de  $-0,33 \pm 0,26$ .

Os compostos fenólicos estão associados a inúmeros benefícios para a saúde humana, além de serem componentes indispensáveis em uma variedade de aplicações nutracêuticas, farmacêuticas, medicinais e cosméticas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2021; PANCHE; DIWAN; CHANDRA, 2016). Além disso, esses compostos também possuem atividade antibacteriana e antiviral (ENKHTAIVAN *et al.*, 2015; SALIH *et al.*, 2017; TANASE; COSARCĂ; MUNTEAN, 2019).

Figura 2– Diagrama de Pareto da extração de Compostos Fenólicos de casca de Pitaya por Extração Assistida por Ultrassom



Fonte: Autor (2021)

Observa-se na Figura 2 que nenhuma das variáveis estudadas influenciaram, apresentando um  $p$  menor que 0,05. Os dados obtidos foram ajustados à Equação 2.

$CF = 365,96 - 7,92CE - 47,1 TS - 36,46 TIU - 22,98 CE*TS - 22,21 CE*TIU + 33,13TIU*TS$ .

CF= coeficiente de retenção

CE = concentração de etanol

TS = taxa de solvente/amostra

TIU = tempo de imersão no ultrassom

Tabela 4 – Planejamento experimental do extrato da casca da pitaya (*Hylocereus Polyrhizus*) obtido por ultrassom

<b>Ensaio</b>	<b>CF<math>\mu</math>g EAG/mL)</b>
01	494,06 $\pm$ 0,78
02	550,65 $\pm$ 3,78
03	361,57 $\pm$ 3,78
04	362,17 $\pm$ 13,1
05	381,317 $\pm$ 3,12
06	384,99 $\pm$ 1,37
07	417,32 $\pm$ 8,19
08	293,08 $\pm$ 6,55
09	221,45 $\pm$ 3,48
10	291,45 $\pm$ 0,00
11	267,59 $\pm$ 1,59
<b>Anova</b>	
R <sup>2</sup>	49,49
Fcal	0,65
F(tab)	4,53

Fonte: A autora (2021)

De acordo com a Tabela 4 observa-se que os ensaios que obtiveram maior extração de compostos fenólicos foram os ensaios 2, 1 e 7. O ensaio 2 obteve a melhor extração de compostos fenólicos com o resultado de 550,65  $\pm$  3,62 mg EAG/g, o ensaio 1 em segundo lugar, com 494,06  $\pm$  0,78 mg EAG/g e o ensaio 7 com 417,32  $\pm$  8,19 mg EAG/g.

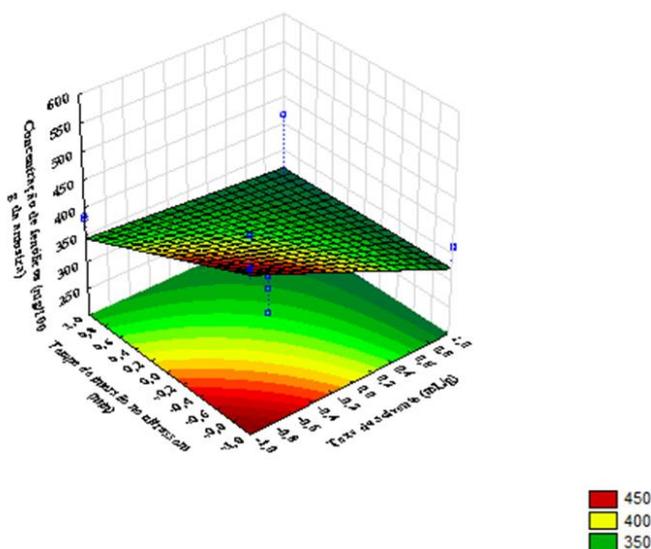
Para a casca de *Hylocereus undatus*, Mattos *et al.* (2019) encontraram valor inferior ao do presente estudo, porém próximo, o resultado para compostos fenólicos totais foi de  $387,58 \pm 2,1$  mg/100g. No estudo de Rech, Backes e Genena (2018), os autores encontram o valor de  $0,708 \pm 0,026$  mg EAGg de compostos fenólicos para a casca da (*Hylocereus megalanthus*). Já para a casca da pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*) foi apresentado maior conteúdo de fenólicos totais ( $0,530 \pm 0,002$ mgEAGg).

No estudo de Shima *et al.* (2022) sobre a *Opuntia fícus* que é uma cactácea foi encontrado na casca as quantidades de compostos fenólicos no peso seco do material vegetal de 51,11, 40,49 e 28,27 mg EAG/100g. Os resultados encontrados por Santos (2021) para o teor de compostos fenólicos para as cascas de pitaya liofilizadas foram de  $377,09 \pm 26,09$  mg EAG/g para a branca (*Hylocereus undatus*) e  $401,86 \pm 2,66$  mg EAG/g para a vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). Verifica-se que a pitaya branca apresentou um resultado inferior em relação à pitaya vermelha, porém os resultados não apresentaram diferença significativa estatisticamente.

Os teores de compostos fenólicos encontrados neste trabalho correspondem com os encontrados na literatura, na qual verifica-se que a pitaya é uma fruta rica em compostos fenólicos, (RAMLI *et al.*, 2014; SOM *et al.*, 2019; TANG *et al.*, 2021). Tang *et al.* (2021) também apuraram o teor de compostos fenólicos para as cascas da pitaya vermelha (*H. costaricensis*) e branca (*H. undatus*), verificando um valor de  $1.482 \pm 107$  mg EAG/g para a pitaya vermelha e  $1.594 \pm 93$  mg EAG/g para a pitaya branca.

Em outro estudo, Morais *et al.* (2020) verificaram o teor de compostos fenólicos presentes nas cascas de diversos frutos não convencionais presentes no Cerrado, incluindo a pitaya, produzida pela espécie *Hylocereus costaricensis*, o teor de compostos fenólicos totais foi de  $6,59 \pm 0,63$  mg EAG/g. Portanto, os resultados de ambos os estudos foram bastante divergentes comparados ao obtido no presente trabalho. É possível que essas diferenças tenham ocorrido devido às diferentes localidades e tipo de clima onde os frutos foram produzidos, outro fator que traz diferença para os resultados, é o tipo de solvente utilizado e o próprio método de extração.

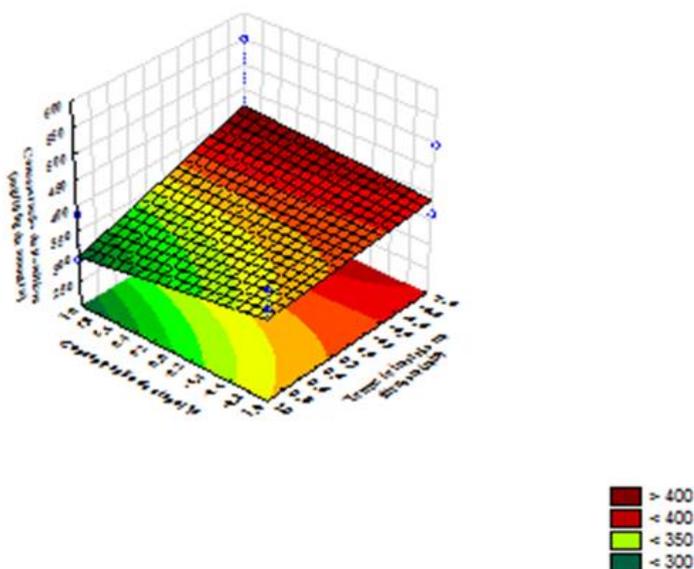
Figura 3 – Influência do Tempo de imersão no ultrassom x Taxa de solvente/amostra na extração de Compostos Fenólicos da Casca de Pitaya por Extração Assistida por Ultrassom



Fonte: Autor (2021)

Na Figura 3 observa-se que quando há diminuição na taxa de solvente/amostra há um aumento na extração de compostos fenólicos e quando há um aumento na taxa de solvente/amostra há uma diminuição na extração de compostos fenólicos.

Figura 4 – Influência do Tempo de imersão no ultrassom x Concentração de etanol na extração de Compostos Fenólicos da Casca de Pitaya por Extração Assistida por Ultrassom



Fonte: Autor (2021)

Na Figura 4 pode-se observar que quando houve diminuição no tempo de imersão no ultrassom, houve aumento na extração de compostos fenólicos, quando houve aumento na concentração de etanol, maior foi a extração de compostos fenólicos.

A casca da pitaya constitui cerca de 21% do fruto. Das 2 variáveis analisadas no presente estudo, o tempo foi o que afetou de forma mais intensa a extração dos compostos fenólicos.

Neste estudo verificou-se que as melhores condições para a extração de compostos fenólicos foram respectivamente: concentração de solvente a 70% com 10 minutos no ultrassom, 30% concentração de solvente também com 10 minutos no ultrassom e por fim concentração de solvente a 30% com 20 minutos no ultrassom.

Segundo Jiang (2021) que realizou uma revisão abrangente sobre as cascas da pitaya, estas têm demonstrado grande potencial para serem reutilizadas na indústria de alimentos como fortificante nutricional ou ingredientes funcionais. As cascas da pitaya são ótimos reservatórios de materiais de alto valor agregado, incluindo pectina, fibra dietética, betacianinas e compostos fenólicos.

Portanto, ensaios clínicos de cascas de pitaya ou produtos à base de cascas de pitaya em humanos são essenciais com o objetivo de garantir ainda mais a segurança, o que melhorar o potencial das cascas de pitaya para aplicação na indústria alimentícia.

## 5 CONCLUSÃO

Mediante os resultados da caracterização físico-química da casca de pitaya conclui-se que é um resíduo valioso e ficou dentro dos parâmetros apresentados em outros trabalhos. Os resultados comprovam que o extrato da casca é considerado rico em compostos fenólicos e que apresenta um grande potencial de utilização. Estudos futuros sobre a microencapsulação e estabilidade são necessários para a sua utilização na indústria de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. de *et al.* Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo v. 71, n. 4, p. 656-661, 2012.
- ADNAN, L.; OSMAN, A.; HAMID, A. A. Antioxidant Activity of Different Extracts of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Seed. **International Journal of Food Properties**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 1171-1181, 2011.
- ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges. **Food & Function**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 14-29, 2021.
- ALMEIDA, M. B. **Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão siciliano produzidos no estado do Ceará**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- ALVES, A. C. B.; MONTEIRO, L. B.; POMPEU, D. R. Otimização da extração sólido-líquido de compostos fenólicos totais e betalaínas da casca de frutos de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 2556-2577, jan./jun. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/4668>. Acesso em: 31 ago. 2022.
- AMORIM, L. C.; CARLOS, M. C.; THEBAS, A. M. M. Prática medindo o teor de umidade de alimentos. **Revista Univap**, Vale do Paraíba, v. 22, p. 635, 2016.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.
- ANNUNZIATA, G. *et al.* Microencapsulation as a tool to counteract the typical low bioavailability of polyphenols in the management of diabetes. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 139, p. 111248, 2020.
- ASHOR, A. *et al.* Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Atherosclerosis**, [s. l.], v. 235, n. 1, p. 9-20, 2014.
- AZEREDO, H. M. C. **Betalains: Properties, sources, applications, and stability**. *International Journal of Food Science & Technology*, [s. l.], v. 44, n. 12, p. 2365-2376, 2009.
- BANERJEE, A. *et al.* Concentration dependent antioxidant/pro-oxidant activity of curcumin studies from AAPH induced hemolysis of RBCs. **Chemico-Biological Interactions**, [s. l.], v. 174, p. 134-139, 2008.
- BAO, T. *et al.* Systematic evaluation of polyphenols composition and antioxidant activity of mulberry cultivars subjected to gastrointestinal digestion and gut microbiota fermentation. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 58, p. 338-349, 2019.

- BARBA, F. J. *et al.* Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 49, p. 96–109, 2016.
- BARBATO, M. W. **Atividade antioxidante de sementes de pitaia**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Processos Químicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2021.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; JULIANO, P. Physical and chemical properties of food powders. *In*: ONWULATA, C. **Encapsulated and powdered foods**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. p. 39-71.
- BHAT, R.; PALIYATH, G. Fruits of tropical climates: dietary importance and health benefits. *In*: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. **Encyclopedia of Food and Health**. [S. l.]: Academic Press, 2016. p. 144-149.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Editora Varela, 2003. p. 218-233.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais”. Brasília, DF: ANVISA, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura: setor impulsiona crescimento no Brasil. **MAPA**, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/acoes-2019/materias-especiais/agricultura>. Acesso em: 31 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 1.812, de 08 de fevereiro de 1996**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite em pó. Brasília, DF: MAPA, 1996. Disponível em: [http://www.agais.com/normas/leite/leite\\_po.htm](http://www.agais.com/normas/leite/leite_po.htm). Acesso em: 07 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da política de alimentação e nutrição. **Guia alimentar para população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigitel Brasil 2011: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012.
- BRUNINI, M. A.; SILVA, F. P. Qualidade de polpa de goiaba, manga e de suco de caju, laranja e uva congelados e armazenados a -18 °C. **Nucleus**, Ituverava, v. 7, n. 1, p. 285-294, 2010.
- CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray dried amaranthus betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 65, p. 1248-1252, 2000.
- CANAL RURAL. Estudo ressalta papel do Brasil como um dos maiores produtores agrícolas do mundo. **UDOP**, Araçatuba, 07 jun. 2021. Disponível em:

<https://www.udop.com.br/noticia/2021/06/07/estudo-ressalta-papel-do-brasil-como-um-dos-maiores-produtores-agricolas-do-mundo.html#:~:text=Em%202020%2C%20o%20Brasil%20foi,com%20crescimentos%20na%20participa%C3%A7%C3%A3o%20mundial>. Acesso em: 07 jun. 2021.

CARNEIRO, B. L. A. **Estabilidade química e funcional dos compostos bioativos da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo, 2016.

CASTRO, V A. de. **Produção e caracterização físico química de licor artesanal de pitaya**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

CARVALHO, M. T. de; BERGAMASCO, R.; GOMES, R. G. Métodos de extração de compostos bioativos: Aproveitamento de subprodutos na agroindústria. **Revista Uningá Review**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 66 - 84, mar. 2018. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1534>. Acesso em: 07 set. 2022.

CATUXO. A. L. T.; COSTA. F. B. **Análise sensorial e pesquisa de mercado sobre o potencial de comercialização de pitaya no município de Parauapebas-PA**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2019.

CAVALCANTE, A. M. de M. Conscientizando com o exemplo: propostas de gestão e aproveitamento de resíduos vegetais na Escola Municipal Maria José Vicente, no município de Barreiros-PE. **Revista Caravana**, Pernambuco, v. 4, n. 2, p. 2019.

CAVALCANTI, A. L. *et al.* Determinação dos sólidos solúveis totais (OBRIX) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, Paraíba, v. 6, n. 1, p. 57-64, 2006.

CHAVES, M. S. **Plantas alimentícias não convencionais em comunidades ribeirinhas na Amazônia**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

CHEMAT, F. *et al.* Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 34, p. 540-560, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>. Acesso em: 31 ago 2022.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CHOO, J. C.; KOH, R. Y.; LING, A. P. K. Medicinal properties of Pitaia: a review. **Spatula DD**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 69-76, 2016.

CHOO, K. Y. *et al.* Studies on the storage stability of fermented red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) drink. **Food science and biotechnology**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 1411-1417, 2018.

CONSELHO FEDERAL DE NUTRIÇÃO (CFN). **Recomendações do Conselho Federal de Nutrição**: boas práticas para a atuação do nutricionista e do técnico em nutrição e dietética durante a pandemia do novo coronavírus (COVID-19). 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: CFN, 2020.

CONSTANTINO, L. V. *et al.* Nutritional quality and technological potential of pitaya species Qualidade nutricional e potencial tecnológico de espécies de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias Londrina, Londrina**, v. 42, n. 3, sup. 1, p. 2023-2030, 2021.

CORDEIRO, M. H. M. *et al.* Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. **Alimentos Funcionais**: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010.

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

DADAN, M. *et al.* Selected chemical composition changes in microwave-convective dried parsley leaves affected by ultrasound and steaming pre-treatments – An optimization approach. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 239, p. 242-251, 2018.

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

DAWN, A.; DEEP, S. Thinking beyond tradition: Polyphenols as effective refolding modulators. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 148, p. 969-978, 2020.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (USA). **Code of foods**. College Park: HHS, 2009. Disponível em: <https://www.como.gov/health/wpcontent/uploads/sites/13/2017/12/C%C3%B3digo-de-alimentos-Servicio-de-SaludP%C3%BAblica-FDA-2009.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2019.

DING, X. *et al.* BTH Treatment Delays the Senescence of Postharvest Pitaya Fruit in Relation to Enhancing Antioxidant System and Phenylpropanoid Pathway. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 846, abr. 2021.

DUARTE, M. H. **Armazenamento e qualidade de pitaiá** [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] submetida à adubação orgânica. 2013. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ENKHTAIVAN, G. *et al.* AntiInfluenza (H1N1) potential of leaf and stem bark extracts of selected medicinal plants of south India. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 22, p. 532-538, 2015.

ESGOTE JUNIOR, J. D. **Composição química e atividade antioxidante de diferentes espécies de pitaias**. 2017. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Biotecnológicos) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2017.

ESTUDO revela que em 2020, Brasil era o terceiro produtor de frutas. **Terra**, [s. l.], 8 jul. 2021. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/climatempo/estudo-revela-que-em-2020-br-era-o-terceiro-produtor-de-frutas,8f91e77936ccfa55a30bc39edd7f881f27v7ff0x.html>. Acesso em: 31 ago. 2022.

ETXABIDE, A. *et al.* Development of active gelatin films by means of valorisation of food processing waste: A review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 68, p. 192–198, 2017.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagem de espécies do gênero Cynodon**. Lavras: UFLA, Boletim Técnico, 86, 1999. Disponível em: [http://www.editoraufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_86.pdf](http://www.editoraufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_86.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

FATHORDOOBADY, F. *et al.* Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by supercritical fluid extraction and solvent extraction. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 202, p. 70–80, 2016.

FERREIRA, B. G. A. *et al.* Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.

FRÓES JÚNIOR, P. S. M. *et al.* Aspectos da produção, comercialização e desenvolvimento da cultura da Pitaya no Estado do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 264-279, 2019.

FRÖLECH, D. B. **Evolução da maturação, físico-química e sensorial de uvas e sucos de videiras *Vitis labrusca* e híbridas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

G1. Pitaya: fruta ganha espaço em Uberaba com produção, consumo e estudo. **ABRAFRUTAS**, Brasília, 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/04/pitaya-fruta-ganha-espaco-em-uberaba-com-producao-consumo-e-estudo/>. Acesso em: 20 fev. 2021.

GARCIA-CASTELLO, E. M. *et al.* Optimization of conventional and ultrasound assisted extraction of flavonoids from grapefruit (*Citrus paradisi* L.) solid wastes, **LWT. Food Science and Technology**, [s. l.], v. 64, n. 2, p. 1114-1122, 2015.

GENGATHARAN, A.; DYKES, G. A.; CHOO, W. S. The effect of pH treatment and refrigerated storage on natural colourant preparations (betacyanins) from red pitahaya

and their potential application in yoghurt. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 80, p. 437-445, 2017.

GERUM, A. de A. *et al.* **Fruticultura tropical**: potenciais riscos e seus impactos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

GILL, S. K. *et al.* Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 101-116, nov. 2020.

GIMÉNEZ, P. J. *et al.* Published Comparative thermal degradation patterns of natural yellow colorants used in foods. **Plant Foods for Human Nutrition**, [s. l.], v. 70, n. 4, p. 380–387, 2015.

GIRARD, A. L.; AWIKA, J. M. Sorghum polyphenols and other bioactive components as functional and health promoting food ingredients. **Journal of cereal science**, [s. l.], v. 84, p. 112-124, 2018.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N.; GUNASENA, H. P.M.; SINGH, V. P. (ed.). **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. India: World Agroforestry Centre, South Asia Office, 2007. p. 110-142.

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**, [s. l.], v. 2, jan. 2016.

HORTIFRUTI BRASIL. O consumo não é mais o mesmo! Quais as novas tendências que vão nortear o consumo de frutas? **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA**, São Paulo, p. 34, 2019. Disponível em: [www.cepea.esalq.usp.br/htbrasil](http://www.cepea.esalq.usp.br/htbrasil). Acesso em: 31 ago. 2022.

HUA, Q. *et al.* Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. **Plant Physiology and Biochemistry**, [s. l.], v. 126, p. 117-125, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resultados do Censo Agropecuário 2017. **Censo Agro 2017**, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 31 ago. 2022.

JAMILAH, B. *et al.* Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 279–285, 2011.

JERONIMO, M. C. **Caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e avaliação dos efeitos citotóxicos da pitáia-vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] cultivada no Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JIANG, H. *et al.* Nutrition, phytochemical profile, bioactivities and applications in food industry of pitaya (*Hylocereus spp.*) peels: A comprehensive review. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 116, p. 199-217, 2021.

KIST, B. B. *et al.* **Anuário brasileiro de Horti & Fruti 2019**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. Disponível em: [https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti\\_2019\\_DUPLA.pdf](https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf). Acesso em: 31 ago. 2022.

LESSA, F de O. **Caracterização e avaliação sensorial de frutos de pitaya (*Hylocereus spp.*)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LI, L. *et al.* Development and characterization of irradiated-corn-starch films. **Carbohydrate polymers**, [s. l.], v. 194, p. 395-400, 2018.

LIMA JÚNIOR, L. C. Alimentação saudável e exercícios físicos em meio à pandemia da COVID-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 3, n. 9, p. 33–41, 2020. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/62>. Acesso em: 21 ago. 2022.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaia com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1066-1072, 2013.

LIMA, M. A. C. D. Teor de sólidos solúveis. Embrapa, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/producao/colheita/indicadores/teor-de-solidos-soluveis>. Acesso em: 31 ago. 2022.

LINO, D. L. *et al.* Ultrassom e manutenção de compostos bioativos. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 10, p. 1-12, 2020.

LU, W. *et al.* Activated carbon derived from pitaya peel for supercapacitor applications with high capacitance performance. **Materials Letters**, [s. l.], v. 264, n. 33, p. 127339, 2020.

MACHADO, F. G. A. **Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaia vermelha**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia-Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MAHAN, L. K; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MAHAYOTHEE, B.; KOMONSING, N.; KHUWIKITJARU, P. Influence of drying conditions on colour, betacyanin content and antioxidant capacities in dried red-fleshed

dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **International Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 1–11, 2018.

MARQUES, V. B. *et al.* Correlação dos fatores ambientais e o período reprodutivo da pitaiá (*Hylocereus undatus*) em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal, RN. **Anais [...]**. Natal, RN: [s. n.], 2010.

MASON, T. J.; VINATORU, M. Ultrasonically Assisted Extraction in Food Processing and the Challenges of Integrating Ultrasound into the Food Industry. In: VILLAMIEL, M. *et al.* **Ultrasound in Food Processing: Recent Advances**. Chichester: John Wiley & Sons, 2017. p. 329-353.

MATACCHIONE, G. *et al.* Pleiotropic Effects of Polyphenols on Glucose and Lipid Metabolism: Focus on Clinical Trials. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 61, p. 101074, 2020.

MATTOS, M. G. *et al.* Características químicas da polpa e casca de pitaya de polpa branca. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 21., 2019, Pelotas, RS. **Anais [...]**. Pelotas, RS: UFPel, 2019.

MAZZA, P. H. S. *et al.* Effect of dehydrated residue from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit pulp in lamb diet on intake, ingestive behavior, digestibility, ruminal parameters and balance. **Livestock Science**, [s. l.], p. 103938, 2020.

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

MELLO, F. R. de *et al.* Evaluation of the chemical characteristics and rheological behavior of pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Fruits**, [s. l.], v. 69, n. 5, p. 381-390, 2014.

MELQUÍADES JÚNIOR. Pitaya: Beleza poderosa. **Diário do Nordeste**, Ceará, fev. 2018. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/verso/pitaya-beleza-poderosa-1.1898296>. Acesso em: 31 ago. 2022.

MERCADO-SILVA, E. M. Pitaya—*Hylocereus undatus* (Haw). **Exotic fruits**, [s. l.], p. 339-349, 2018.

METER GROUP. Introduction to water activity (aw): the beginner's guide to water activity's role in food production. **Meter Food**, USA, 2021. Disponível em: <https://www.metergroup.com/food/articles/introduction-to-water-activity/>. Acesso em: 07 fev. 2021.

MOORTHY, M. *et al.* Prebiotic potential of polyphenols, its effect on gut microbiota and anthropometric/clinical markers: A systematic review of randomised controlled trials. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 99, p. 634-649, 2020.

- MORAES, R. R. Refratometria. **FAPEPI**, Piauí, 2006. Disponível em: <http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/REFRAT%D4METRO.PDF>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- MORAIS, R. A. *et al.* Determinação dos compostos fenólicos totais em cascas de frutas encontradas no Cerrado brasileiro. **Revista Desafios**, Tocantins, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/8493/16547>. Acesso em: 08 set. 2022.
- MORAIS, S. G. G. *et al.* Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. **Food Research International**, [s. l.], v. 126, p. 108681, 2019.
- MORELLI, D. C. **Extração assistida por ultrassom e em ponteira descartável para a determinação de contaminantes fecais em amostras de sedimentos por GC-MS**. 2019. Dissertação (Mestrado em química) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.
- MORENO, T., *et al.* Spray Drying Formulation of Polyphenols-Rich Grape Marc Extract: Evaluation of Operating Conditions and Different Natural Carriers. **Food and Bioprocess Technology**, [s. l.], v. 9, p. 2046–2058, 2016.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. FAO: 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo. Nações Unidas Brasil, Brasília, 14 nov. 2017. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/78207-fao-30-de-toda-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo>. Acesso em: 04 dez 2020.
- NCD RISK FACTOR COLLABORATION (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, [s. l.], v. 390, n. 10113, p. 2627-2742, 2017.
- NIZAMLIOĞLU, N. M.; ÜNVER, A.; KADAKAL, Ç. Mineral Content of Pitaya (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*) Seeds Grown in Turkey. **Erwerbs-Obstbau**, [s. l.], v. 63, n. 2, p. 209–213, 2021.
- NOGUEIRA, J. P.; JESUS, M. A. C. L. Development, sensory, physical-chemical and colorimetric characteristics of diet seriguela jam. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [s. l.], v. 8, p. 1531-1544, 2014.
- NOWACKA, M. *et al.* Effect of ultrasound treatment during osmotic dehydration on bioactive compounds of cranberries. **Ultrasonics**, [s. l.], v. 83, 18-25, 2018.
- NUNES, E. N. **Qualidade e compostos bioativos em frutos de pitáia (*Hylocereus polyrhizus*) produzidos na Chapada do Apodí, Ceará**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

NURUL, S. R.; ASMAH, R. Variability in nutritional composition and phytochemical properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) from Malaysia and Australia. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 1689–1697, 2014.

OLIVEIRA, B. A. dos S. *et al.* Physicochemical characterization of 'Golden' pitaya pulp and bark. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 14, p. e550101422540, 2021.

OLIVEIRA, J. R.; ANDRADE NETO, R. C.; ALMEIDA, U. O. Época de plantio e sistemas de cultivo: influência sobre a acidez dos frutos de abacaxi. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO ABACAXI, 6., 2015, Conceição do Araguaia. **Anais [...]**. Belém, PA: SEDAP, 2015.

OLIVEIRA, M. M. T. Sombreamento na fisiologia, produção e qualidade e efeito da temperatura nos aspectos moleculares da pitaya. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

OLIVEIRA, S. B. A. *et al.* Caracterização química de polpa e casca de pitaya 'golden'. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, Campanha, v. 16, p. 28-34, 2020.

OLIVEIRA, V. B. *et al.* Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clausenina de *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook, Dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Medicina**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 230- 239, 2016.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Folha Informativa Alimentação Saudável. **CHOO**, [s. l.], ago. 2022. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5964:folha-informativa-alimentacao-saudavel&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5964:folha-informativa-alimentacao-saudavel&Itemid=839). Acesso em: 01 set. 2022.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

PANCHE, A. N.; DIWAN, A. D.; CHANDRA, S. R. Flavonoids: an overview. **Journal of Nutritional Science**, [s. l.], v. 5, n. 47, p. 1-15, 2016.

PAŠKO, P. *et al.* Bioactivity and cytotoxicity of different species of pitaya fruits – A comparative study with advanced chemometric analysis. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 40, p. 100888, 1 abr. 2021b.

PAŠKO, P. *et al.* Dragon Fruits as a Reservoir of Natural Polyphenolics with Chemopreventive Properties. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 8, abr. 2021a.

PETROPOULOS, S. *et al.* Phytochemical composition and bioactive compounds of common purslane (*Portulaca oleracea* L.) as affected by crop management practices. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 55, p. 1-10, 2016.

PHISUT, N. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. *International Food Research Journal*, [s. l.], v. 19, p. 1297-1306, 2012.

PIOVESAN, N. **Influence of different parameters in blueberry bioactive compounds extraction methods (*Vaccinium ashei* Reade) and antioxidant and antimicrobial activity**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

PRIATNI, S.; PRADITA, A. Stability study of betacyanin extract from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Procedia Chemistry*, [s. l.], v.16, p. 438-444, 2015.

QIN, Y. *et al.* Development of active and intelligent packaging by incorporating betalains from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel into starch/polyvinyl alcohol films. *Food Hydrocolloids*, [s. l.], v. 100, p. 105410, 2020.

QUEIROGA, V.P. *et al.* (org.). **Pitahaya (*hylocereus spp.*): sistema produtivo de cactos trepadeiras**. Campina Grande: AREPB, 2021.

RAHMATI, S.; ABDULLAH, A.; KANG, O. L. Effects of different microwave intensity on the extraction yield and physicochemical properties of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, [s. l.], v. 18, n. 11, p. 100186, 2019.

RAHMANIAN, N.; JAFARI, S. M.; WANI, T. A. Bioactive profile, dehydration, extraction and application of the bioactive components of olive leaves. *Trends Food Sci. Technol.*, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 150-172, 2015.

RAMLII, N. S. *et al.* Influence of Conventional and Ultrasonic-Assisted Extraction on Phenolic Contents, Betacyanin Contents, and Antioxidant Capacity of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *The Scientifica World Journal*, [s. l.], 2014.

RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A. K. Exploitation of Food Industry Waste for High Value Products. *Trends in Biotechnology*, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 58–69, 2016.

REBOUÇAS, C R da S. **Aplicação de corante natural obtido de extrato em pó da casca de pitaia em sorvete**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

RECH, E.; BACKES, E.; GENENA, A. K. Cascas de pitaya de diferentes espécies para obtenção de extratos antioxidantes. *Blucher Proceedings*, São Paulo, v. 1, n. 5, 2018.

REZENDE, I. F. *et al.* **O cultivo da Pitaya**. Boletim de Extensão. 2017. Boletim de Extensão – Universidade Federal de São João del Rei, 2017.

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

SALIH, E. *et al.* Tannins, flavonoids and stilbenes in extracts of african savanna woodland trees *Terminalia brownii*, *Terminalialaxi* flora and *Anogeissus leiocarpus*

showing promising antibacterial potential. **South African Journal of Botany**, Africa do Sul, v. 108, p. 370-386, 2017.

SAMMUGAM, L.; PASUPULETI, V. R. Balanced diets in food systems: emerging trends and challenges for human health and wellbeing. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, [s. l.], v. 59, n. 17, p. 2746-2759, 2019.

SANTIAGO, V. M. D. S. **Secagem por aspersão da polpa de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*)**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campo Grande, 2015.

SANTOS NETO, J. P. dos S. *et al.* Características físico-químicas de frutos de mandacaru (*Cereus Jamacaru P. Dc.*) cultivados no sertão alagoano. **Rev Craib Agroecol**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1-4, 2019.

SANTOS, A. L. dos . **Influência da irradiação na composição da farinha de casca de pitaya vermelha (*Hylocereus Costaricensis*)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.

SANTOS, B. F. dos; MARINHO, H. A. Composição centesimal e determinação de carotenoides em Pitaias (*Hylocereus costaricensis*) comercializadas nas Feiras da Cidade de Manaus/AM. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO DO INPA-CONIC, 5., 2016, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: INPA, 2016.

SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

SANTOS, F. S. dos *et al.* Drying kinetics and physical and chemical characterization of white-fleshed ‘pitaya’ peels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 21, n. 12, p. 872-877, 2017.

SANTOS, G. B. M. **Abordagem metabolômica e quimiométrica para avaliação dos componentes voláteis e não voláteis da Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza , 2019.

SARANTÓPOULOS. C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. **CETEA/ITAL**, v. 1, n. 1, p. 213, 2001.

SEPTEMBRE-MALATERRE, A. S.; REMIZE, F.; POUCHERET, P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. **Food research international**, [s. l.], v. 104, 86-99, 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Boletim de inteligência. **Agronegócio – Fruticultura**. [S. l.]: SEBRAE, 2015. Disponível em:

[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf). Acesso em: 31 ago. 2022.

SILVA A., F. M., SMITH-MENEZES, A., SILVA D. M. D. F. Consumo de frutas e vegetais associado a outros comportamentos de risco em adolescentes no Nordeste do Brasil. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 309-315, 2016.

SILVA JÚNIOR, M. E. **Polpa mista de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) e seriguela (*Spondias purpurea* L.) obtida por diferentes métodos de secagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2018.

SILVA, A. C. T. *et al.* **Determinação de parâmetros físico-químicos e análise antioxidante da polpa de pitaia (*Hylocereus polyrhizus*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

SILVA, A. V. da.; MIRANDA, A. M. de C.; SILVA, D. M. T. **Processo agroindustrial da geleia de pitaya**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Agroindústria) – ETEC Padre José Nunes Dias, Monte Aprazível, São Paulo, 2021.

SILVA, F. T. de S. **Efeito hipoglicemiante do extrato concentrado de pitaia vermelha (*Hylocereus* spp.) em modelo de zebrafish (*Danio rerio*)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, 2021.

SOM, A. M. *et al.* A comparative study on foliage and peels of *Hylocereus undatus* (white dragon fruit) regarding their antioxidant activity and phenolic content. **Heliyon**, [s. l.], v. 5, p. 1-13, 2019.

SOQUETTA, M. B.; TERRA, L. de M.; BASTOS, C. P. Green technologies for the extraction of bioactive compounds in fruits and vegetables. **CYTA – Journal of Food**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 400–412, 2018.

SURDO, J. S. **Uso da farinha de casca da pitaya vermelha como fonte de fibras em macarrão fresco**. 2019. Resumo (Iniciação Científica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

TANASE, C.; COSARCĂ, S.; MUNTEAN, D. L. A Critical Review of Phenolic Compounds Extracted from the Bark of Woody Vascular Plants and Their Potential Biological Activity. **Molecules**, [s. l.], v. 24, p. 1182, 2019.

TANG, W. *et al.* Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Capacity of Pitahaya Fruit Peel from Two Red-Skinned Species (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*). **Foods**, [s. l.], v. 10, p. 1-16, 2021.

THE PLANT LIST. Cactaceae. **The Plant List**, [s. l.], c2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Cactaceae/>. Acesso em: 31 ago. 2022.

THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SIVAKUMAR, V. Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 41-48, 2017.

UTPOTT, M. **Desenvolvimento da farinha de pitaya de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e microcápsulas de betalaínas como ingredientes alimentares**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

UTPOTT, M. *et al.* Characterization and application of red pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. e14420, 2020.

VARGAS-CAMPOS, L. *et al.* Potencial de encapsulação e pigmentação de betalaínas de frutos de pitaya (*Stenocereus pruinosus*). **Jornal de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 55, n. 7, p. 2436–2445, 2018.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S. **Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processamento e conservação**. [S. l.]: Atena, 2018. *E-book*.

VIDAL, M de F. Fruticultura na área de atuação do BNB: produção, mercado e perspectivas. **Caderno Setorial ETENE**, [s. l.], ano 5, n. 136, p. 1-9, 2020.

VIDAL, M. D.; XIMENES, L. J. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, Banco do Nordeste, v. 1, p. 18-26, 2016.

VIJAYAKUMAR, R *et al.* Optimization of the antioxidant potentials of red pitaya peels and it's in vitro skin whitening properties. **Applied Sciences**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 1516, 2018.

WEIZEMANN, J. **Determinação do teor de compostos fenólicos e avaliação do potencial antitumoral de citrus reticulata blanco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2016.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 47, p. 1801-1812, 1999.

WONG, Y. M.; SIOW, L. F. Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. **Journal of food science and technology**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 3086-3092, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. **World Health Organization**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 02 set. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Health Statistics 2018:** monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: WHO; 2018.

YILDIZA, S. *et al.* Identification of equivalent processing conditions for pasteurization of strawberry juice by high pressure, ultrasound, and pulsed electric fields processing. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [s. l.], v. 57, p. 102195, 2019 .

ZANCHET, A. Utilização de Farinha de Casca de Pitaia Vermelha (*Hylocereu undatus*) na substituição parcial de gordura em biscoito tipo biscoito. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ZHOU, J. *et al.* Proteogenomic analysis of pitaia reveals cold stress-related molecular signature. **PeerJ**, [s. l.], v. 8, p. e8540, 2020.