

Análises físicas, bromatológicas, fitoquímicas e toxicológicas da *Hylocereus polyrhizus*

Physical, bromatological, phytochemical and toxicological analyzes of *Hylocereus polyrhizus*

Análisis físicos, bromatológicos, fitoquímicos y toxicológicos de *Hylocereus polyrhizus*

Recebido: 04/11/2023 | Revisado: 12/11/2023 | Aceitado: 13/11/2023 | Publicado: 16/11/2023

Juliana Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6646-3517>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: jjps2218@gmail.com

Monique Larissa Pinheiro Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2967-7250>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: moniquebarbosa920@gmail.com

Pedro Henrique Ribeiro Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3781-4547>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: pedrorv.2001@gmail.com

Juan Gonzalo Bardalez Rivera

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-6947>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: jgrivera@bol.com.br

Danilo Reymão Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0381-5064>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: alydan@hotmail.com

Gleicy Kelly China Quemel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1280-560X>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: gkcquemel@gmail.com

Resumo

A pitaya-rosa de polpa vermelha também chamada apenas de “pitaya vermelha” (*Hylocereus polyrhizus*) destaca-se entre muitas espécies devido a abundância de componentes existentes em sua casca e polpa. O objetivo deste trabalho é executar análises físicas, bromatológicas, fitoquímicas e toxicológicas em busca de obter dados e comprovações científicas dos compostos bioativos existentes no fruto da espécie *Hylocereus polyrhizus*. Os estudos realizados são de natureza experimental e mista, quantitativo e qualitativo, exercidos sobre amostras obtidas na Cidade de Belém, no Estado do Pará. A pitaya é uma fruta cítrica que contém compostos bioativos e essenciais que puderam ser confirmados nas análises como alcalóides, flavonóides, saponinas e antraquinonas, além de quantidades consideráveis de ácido ascórbico (vitamina C). Quanto ao teor de sólidos solúveis, a média observada foi de 3.43 (21°C) Brix e pH de 4.21 com a presença positiva de açúcares redutores. O carácter físico do fruto se mostrou promissor quando comparado a outras literaturas, com médias de diâmetro razoavelmente superiores a espécies de outras regiões com 83,47mm, algo que beneficia o comércio e consumo. No entanto, a ingestão exagerada de um alimento por parte da população pode acarretar quadros de toxicidade no organismo, sendo viável que pesquisas toxicológicas como a determinação de metemoglobina demonstrarem a confiabilidade de espécies exóticas como a pitaya, por conter concentrações seguras desta molécula, com uma média máxima de 1,85% contra 2% do parâmetro aceitável. Em vista disso, é importante buscar e comprovar novas fontes de compostos químicos benéficos a serem utilizados, tanto para possíveis fins farmacêuticos quanto ao uso nutricional, através do consumo in natura do fruto.

Palavras-chave: Pitaya vermelha; Bromatologia; Compostos bioativos; Toxicidade.

Abstract

The red-fleshed pitaya, also called “red pitaya” (*Hylocereus polyrhizus*), stands out among many species due to the abundance of components found in its skin and pulp. The objective of this work is to carry out physical, bromatological, phytochemical and toxicological analyzes in search of obtaining data and scientific proof of the bioactive compounds existing in the fruit of the species *Hylocereus polyrhizus*. The studies carried out are of an experimental and mixed nature, quantitative and qualitative, carried out on samples obtained in the city of Belém, in the State of Pará. Pitaya is a citrus fruit that contains bioactive and essential compounds that could be confirmed in analyzes such as alkaloids, flavonoids, saponins and anthraquinones, in addition to considerable amounts of ascorbic acid (vitamin C). As for the soluble solids content, the average observed was 3.43 (21°C) Brix and pH of 4.21 with the

positive presence of reducing sugars. The physical character of the fruit was promising when compared to other literature, with average diameters reasonably superior to species from other regions at 83.47mm, something that benefits trade and consumption. However, excessive intake of a food by the population can lead to toxicity in the body, and it is feasible for toxicological research such as the determination of methemoglobin to demonstrate the reliability of exotic species such as pitaya, as they contain safe concentrations of this molecule, with a maximum average of 1.85% against 2% of the acceptable parameter. In view of this, it is important to seek and prove new sources of beneficial chemical compounds to be used, both for possible pharmaceutical purposes and nutritional use, through fresh consumption of the fruit.

Keywords: Red pitaya; Bromatology; Bioactive compounds; Toxicity.

Resumen

La pitaya de pulpa roja, también llamada “pitaya roja” (*Hylocereus polyrhizus*), destaca entre muchas especies por la abundancia de componentes que se encuentran en su piel y pulpa. El objetivo de este trabajo es realizar análisis físicos, bromatológicos, fitoquímicos y toxicológicos en busca de la obtención de datos y evidencia científica de los compuestos bioactivos existentes en el fruto de la especie *Hylocereus polyrhizus*. Los estudios realizados son de carácter experimental y mixto, cuantitativos y cualitativos, realizados en muestras obtenidas en la ciudad de Belém, en el Estado de Pará. La pitaya es un cítrico que contiene compuestos bioactivos y esenciales que podrían ser confirmados en análisis, como alcaloides, flavonoides, saponinas y antraquinonas, además de cantidades considerables de ácido ascórbico (vitamina C). En cuanto al contenido de sólidos solubles, el promedio observado fue de 3,43 (21°C) Brix y pH de 4,21 con presencia positiva de azúcares reductores. El carácter físico del fruto fue prometedor en comparación con otra literatura, con diámetros promedio razonablemente superiores a las especies de otras regiones con 83.47 mm, algo que beneficia el comercio y el consumo. Sin embargo, la ingesta excesiva de un alimento por parte de la población puede generar toxicidad en el organismo, y es factible que investigaciones toxicológicas como la determinación de metahemoglobina demuestren la confiabilidad de especies exóticas como la pitaya, ya que contienen concentraciones seguras de esta molécula, con un promedio máximo de 1,85% contra 2% del parámetro aceptable. Ante esto, es importante buscar y probar nuevas fuentes de compuestos químicos benéficos para ser utilizados, tanto para posibles fines farmacéuticos como nutricionales, a través del consumo fresco de la fruta.

Palabras clave: Pitaya roja; Bromatología; Compuestos bioactivos; Toxicidad.

1. Introdução

O Brasil, considerado um país de proporções continentais, se dispõe de climas variados e, portanto, vastas extensões de terras produtivas, estando entre os maiores produtores de alimentos do mundo (Ferreira et al., 2017). Sendo o terceiro maior produtor de frutas com 41.909.365 toneladas, atrás apenas da China e Índia (Paraná, 2020).

As condições favoráveis de um país tropical permitem o desenvolvimento de espécies frutíferas exóticas com um grande potencial para consumo in natura e industrial, como é o caso da famosa "Dragon Fruit (fruta-do-dragão)" ou mais comumente conhecida, pitaya (*Hylocereus spp.*), considerada uma novidade promissora e chamativa com suas características organolépticas, pertencendo à família das Cactaceas e originária de regiões do México, América Central e Sul. (Bicca, 2021).

Dentro do gênero *Hylocereus*, encontram-se as espécies mais cultivadas: *H. undatus*, *H. polyrhizus* e *H. costaricensis*. De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar características físicas e químicas diversificadas quanto ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH na polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (Cordeiro et al., 2015). A pitaya-rosa de polpa vermelha também chamada apenas de “pitaya- vermelha” (*Hylocereus polyrhizus*) destaca-se entre as muitas espécies devido a abundância de componentes existentes tanto em sua casca como polpa. Ambas são sugeridas como alternativas de compostos bioativos os quais estão associados a efeitos positivos na saúde dos consumidores, sendo ainda ricas em pigmentos de origem natural como as betalainas. (Dias, 2016; Lopes, 2022).

Considerado um alimento exótico, colorido e atrativo, desperta a curiosidade do paladar favorecido pela coloração natural, além do considerável teor de açúcares do fruto. Outro aspecto relevante é a composição de bioativos como os compostos fenólicos, flavonoides e a vitamina C, com quantitativas concentrações, além da elevada composição de fibras. Ao serem consumidos podem proporcionar ações funcionais auxiliando na imunidade e desempenhando atividades antimicrobianas, antioxidantes, hepatoprotetoras, hipoglicemiante, cicatrizante e antiproliferativa (Fernandes et al., 2017;

Rocha et al., 2020). Diante disso, o objetivo do trabalho é analisar as características físicas, bromatológicas, fitoquímicas e toxicológica do fruto da espécie *Hylocereus polyrhizus*.

2. Metodologia

2.1 Tipo de estudo

Trata-se de uma pesquisa básica, de natureza mista (qualitativa e quantitativa) de estudo e experimental (Pereira et al, 2018).

2.2 Coleta de Amostras

A coleta dos frutos foi realizada na Cidade de Belém, no estado do Pará, no Bairro da Campina, cujas coordenadas são de 1o28'30.3" S/48o29'05.0" W, situado na zona portuária de pequeno porte da cidade de Belém, o período de coleta foi em junho de 2023. Os frutos foram coletados no estágio de maturação maduro, na quantidade de 1 quilo de frutos, posteriormente, acondicionados em sacos plásticos de embalagem a vaco e levados ao Laboratório de análises bromatológicas e toxicológicas do Centro Universitário da Amazônia (UNIESAMAZ), Belém – PA para realização das análises. Todas as análises foram feitas em triplicatas.

2.3 Caracterização física do fruto

A caracterização física dos frutos foi determinada, conforme Chaves Neto & Silva (2019), por meio da média de 5 frutos para as variáveis: peso e diâmetro. O peso do fruto foi realizado através de pesagem individual de cada fruto em balança analítica Gehaka de modelo AG200, sendo os resultados expressos em gramas (g); o diâmetro do fruto foi determinado com auxílio de paquímetro mecânico 0-150mm, com os resultados expressos em cm. Nas análises bromatológicas de sólidos solúveis, pH, lipídios, cinzas e umidade foram determinadas pelo método IAL (2008), a quantificação de ácido ascórbico (vitamina C) a metodologia descrita por Costa (2016), a qualificação de proteínas, (método do biureto) adaptado de Almeida et al. (2013), e de carboidratos (reagente de Benedict) adaptado de Silva et al (2009).

2.4 Caracterização bromatológica do Fruto

2.4.1 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis totais é um índice de qualidade, sendo sua concentração e composição componente indispensável ao sabor do fruto. O material utilizado para identificação do teor de sólido solúveis foi o refratômetro - Brix 0 – 85%, (modelo HI 96801), e 3 gotas do suco in natura do fruto da pitiaia.

2.4.2 Identificação do pH

Na determinação de pH o fruto da pitiaia foi triturado em um gral e pistilo até a extração de 10 mL, em seguida filtrado para não conter a presença de baga, efetuando a leitura no pHmetro digital de bolso, marca Hanna Instruments modelo HI98108.

2.4.3 Reação de caracterização proteica

O método de biureto é utilizado comumente para determinação da concentração de proteínas totais em diversos meios, um exemplo dessa utilização são os alimentos. Na identificação foi adicionado a um tubo de ensaio 1mL do suco do fruto da pitiaia, em seguida foram adicionadas 1mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 20% e 0,25mL de solução de Sulfato de Cobre (CuSO₄) 0,25mol/L. Posteriormente a solução foi agitada e deixada em repouso por 3 minutos, para identificar a

possível mudança de cor. Foi utilizada a solução de leite líquido como padrão (adição de 1mL de água destilada, 1mL de solução de NaOH 20% , 0,25mL de solução de CuSO₄ 0,25mol/L e 1mL do leite líquido). A intensidade da coloração violeta varia em relação a concentração de proteínas, devido a presença das ligações peptídicas, contida na amostra. O material utilizado foi três tubos de ensaio, pipeta graduada e pêra de borracha.

2.4.4 Determinação de lipídeos totais pelo método de Bligh-Dyer

Foi utilizado o método de Bligh-Dyer, que emprega clorofórmio, metanol e água, para a determinação de lipídios totais em alimentos com alto teor de água. Foi pesado na balança analítica Gehaka de modelo AG200, 3,0g da amostra, transferido para um tubo de ensaio de 70mL, 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol, e 8mL de água e centrifugado por 30 minutos na centrífuga de tubos de ensaio modelo Q222T204 a 1000 rpm's. Após a centrifugação foi adicionado 10 mL de clorofórmio e 10mL de sulfato de sódio 1,5% (p/v), e agitou-se no agitador de soluções (vortex) de modelo AP56 por 2 minutos. O conteúdo foi transferido para o funil de decantação e aguardou-se até a separação em duas camadas. A camada superior foi descartada e a inferior foi filtrada. Após a filtração, mediu-se 5mL do filtrado, onde foi transferido para um bécker tarado e pesado, colocado na estufa Quimis de modelo: Q317B32 entre 80°C -100°C até total evaporação do solvente. Aguardou-se até resfriar em dessecador em seguida pesado.

2.4.5 Identificação de açúcares redutores pela reação de Benedict

É uma reação qualitativa para identificação de açúcares redutores, nessa reação de Benedict os íons cúpricos são reduzidos pela carbolina dos carboidratos a íons cuprosos, formando óxido cuproso que tem cor vermelho tijolo. A solução padrão utilizada foi de glicose a 1%, em um tubo foi adicionado 5 mL de glicose e 5 mL do reativo de Benedict. Na amostra foi utilizado o suco in natura do fruto da planta *Hylocereus polyrhizus*, colocado 5 mL do suco in natura e 5 mL do reativo de Benedict, os quais foram aquecidos em banho maria por 3 minutos. A coloração vermelha tijolo indicará resultado positivo.

2.4.6 Determinação de vitamina C - Titulação Iodométrica

Para as análises de Vitamina C, a mais utilizada é a titulação de oxidorredução, foram utilizados para análise, suco in natura do fruto da pitáia, e um suco in natura de laranja, como padrão. O fruto foi triturado em um gral e pistilo, até que fosse extraído 20 mL do suco in natura, para que não apresentasse baga o suco foi coado com o auxílio de uma peneira e em seguida colocado no Erlenmeyer. O segundo passo foi utilizar 20 mL do suco de laranja in natura em um Erlenmeyer, para identificação padrão de ácido ascórbico. (IAL, 2008). Posteriormente foi adicionado 2 mL de ácido sulfúrico a 20% (v/v), 1 mL da solução de iodeto de potássio e 1 mL da solução de amido a 1% (p/v) em cada Erlenmeyer. Foi titulado imediatamente com uma solução de iodato de potássio 0,05 mol.L⁻¹. Ao final da titulação em caso positivo das amostras ocorrerá o aparecimento da cor azul intenso ou marrom.

2.4.7 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com o emprego de calor, o qual se baseia na perda de peso do material quando submetido a aquecimento de 105°C, até atingir peso constante. Foi pesado, na balança analítica Gehaka de modelo AG200, 5g do fruto da pitáia em cápsula de porcelana (cadinhos), em seguida levado a aquecimento por 4 horas na Estufa, Quimis de modelo: Q317B32, ao findar o tempo foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado. Repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

2.4.8 Cinzas

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado submetendo-se as amostras a 550°C. Os resultados foram expressos em g/100g (IAL, 2008). Foi pesado, na balança analítica Gehaka de modelo AG200, 5g do fruto da pitia em cápsula de porcelana(cadinhos), em seguida levado ao forno mufla à 550oC, modelo 0318M21, por 5 horas. Aguardou-se o resfriamento da amostra em dessecador até a temperatura ambiente e em seguida foi pesado. Repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

2.5 Análises fitoquímicas do fruto

São extremamente importantes pois estão intimamente relacionadas aos metabólitos secundários, que podem ser expressos como compostos bioativos, os quais dependem do ambiente que a planta se desenvolve, existindo estímulos maiores ou menores de síntese dos metabólitos secundários, estes por sua vez estão ligados ao desenvolvimento de substâncias com potenciais efeitos farmacológicos. (Oliveira, 2018). A identificação das seguintes substâncias no extrato hidro alcólico de 92% do fruto da planta *Hylocereus polyrhizus* foi baseado na metodologia apresentada por Simões et al. (2001) com algumas adaptações e o teste qualitativo de polissacarídeos descrito por Gomes, Martins & Almeida (2017).

2.5.1 Alcalóides

Foi adicionado em um tubo de ensaio 1 mL do extrato hidro alcólico a 92% na concentração de 0,2mg/mL, 6 mL de água destilada, 1 mL de ácido clorídrico (HCl) e quatro gotas do reagente de Bouchardat (solução de iodo e iodeto de potássio). O resultado esperado em caso de reação positiva é a presença de precipitados amorfos ou cristalinos, com diferenciação de cores variando de branco ao marrom-alaranjado.

2.5.2 Esteróides/Triterpenos

Para a identificação dos esteróides/triterpenos foi utilizada a reação de Liebermann-Burchard (anidrido acético – ácido sulfúrico concentrado). Em um tubo de ensaio foram colocados 1 mL do extrato na concentração de 0,2mg/mL, 6 mL de água destilada misturando-os a 2 mL de clorofórmio, em seguida 1 mL de anidrido acético, agitando suavemente, e acrescentou-se cuidadosamente três gotas de ácido sulfúrico concentrado, agitando- se suavemente para verificação do aparecimento de cor. Esperava-se em caso de uma reação positiva a coloração azul evanescente seguida de verde.

2.5.3 Flavonóides

Para detecção dos flavonóides foi utilizado o teste da Cianidina ou Shinoda (ácido clorídrico concentrado e magnésio). Em um tubo de ensaio adicionou-se 1 mL do extrato na concentração de 0,2mg/mL, 6 mL de água destilada, 2 mL de ácido clorídrico aproximadamente 0,5 cm de magnésio em fita com 2 mL de ácido clorídrico concentrado. Esperava-se em caso de uma reação positiva a coloração que varia de pardo a avermelhada, após o fim da efervescência (término da reação).

2.5.4 Taninos/Fenóis

Foi utilizado em um tubo de ensaio 1 mL do extrato na concentração de 0,2mg/ mL e 6 mL de água destilada, adicionaram- se três gotas de solução alcoólica de cloreto férrico, agitando fortemente para observar qualquer variação de cor. Precipitado de tonalidade azul indica a presença de taninos hidrolisáveis, e verde a presença de taninos condensados.

2.5.5 Saponinas

Em 1 mL do extrato na concentração de 0,2mg/mL foi adicionado 6 mL de água, adicionou-se 2 mL de água destilada e três gotas de ácido clorídrico, em um tubo de ensaio. Em seguida a solução foi agitada permanentemente por 3 minutos e observando-se a formação de espuma. Espuma persistente e abundante (colarinho) indica a presença de saponinas.

2.5.6 Cumarinas

Em um papel filtro pingaram-se três gotas do extrato, aguardou-se a secagem do mesmo e, em seguida, adicionaram-se três gotas de uma solução aquosa de hidróxido de sódio um molar. O aparecimento de fluorescência azul-brilhante ou verde sob a luz ultravioleta (360 nm). As cumarinas em solução alcalina desenvolvem cor amarela, devido ao rompimento do anel lactônico.

2.5.7 Antraquinonas

Foi adicionado 0,5 mL de benzeno em 1 mL do extrato na concentração de 0,2mg/mL e 6 mL de água destilada, em seguida dez gotas de solução de hidróxido de amônio 10%. O aparecimento de coloração rósea, vermelha ou violeta na fase aquosa indicam a presença de antraquinonas.

2.5.8 Teste qualitativo para polissacarídeo

No teste para polissacarídeos foram adicionados 5 mL do extrato etanólico do fruto na concentração de 0,2mg/mL acrescido com 3 gotas de reagente de lugol, a coloração azul indica a presença de cadeias polissacarídicas nos extratos.

2.6 Análises toxicológicas do fruto

Os estudos de avaliação toxicológica sobre os compostos vegetais são de grande importância, pois caracterizam os mesmos, em compostos tóxicos e ou atóxicos. Isto porque, as plantas são denominadas tóxicas quando por meio de contato, inalação ou ingestão, atuam na quebra da homeostasia do corpo humano, causando efeitos tóxicos que podem causar irritações graves e até o óbito. (Sena et al, 2016). Sendo assim, foi realizada a análise toxicológica do extrato hidroalcolico e aquoso do fruto da planta *Hylocereus polyrhizus*., por meio da determinação do percentual de metemoglobina de amostra in vitro, que analisa e determina que os valores de referência para normalidade de metemoglobina (Methb) sejam até 2% em relação a hemoglobina (Hb) total.

A técnica consiste em empregar sais de cianeto (cianeto de sódio e ferrocianeto de potássio), no qual, bloqueia o transporte de oxigênio no metabolismo, pela afinidade do cianeto com a enzima citocromo-oxidase, responsável pela respiração celular. (Camargo et al, 2007). A análise foi efetuada em extrato hidroalcolico e aquoso, em separado, utilizando as seguintes concentrações: 1mg/mL, 900 µg/mL, 800 µg/mL, 700 µg/mL, 600 µg/mL e 500 µg/mL, em amostras sanguíneas in vitro. Estas análises foram feitas em triplicada, para cada concentração. Logo em seguida, foram efetuadas lavagem do material sanguíneo e transferidas para tubos de ensaio 0,5mL do sangue, que equivale a dez gotas, e completado com soro fisiológico até dois cm da superfície. Posteriormente ido foram centrifugadas por cinco min. a 2500 rpm's, sendo este procedimento repetido por mais duas vezes. Logo em seguida, os sedimentos sanguíneos foram transferidos para tubos de ensaios de 500µL e nele adicionado 100µL da solução mãe do extrato aquoso do fruto da planta *Hylocereus polyrhizus*, e incubado por 5 minutos. O mesmo procedimento foi adotado para as concentrações do extrato hidro alcóolico.

2.6.1 Procedimento de determinação de metemoglobina

Este procedimento consiste em adicionar 2,5mL de água destilada sobre 0,5mL de sedimento sanguíneo, o qual apresenta solução mãe da pitaita (extrato aquoso e hidroalcolóico), agitado por inversão três vezes e deixado em repouso por três minutos. Em seguida foi adicionado três gotas de Trinton X com uma pipeta Pasteur e um mL de tampão de fosfato com a pipeta automática (ajustável de 100 - 1000 µL), levado para agitação no vortéx de modelo AP 56 marca Phoenix por 30 segundos, posteriormente, foram adicionadas em duas cubetas, na cubeta um (A1) foi adicionado 2,4 mL da amostra, e na cubeta dois (A2) 0,2mL da amostra mais 2,2 mL do ferrocianeto de fosfato. Logo depois, foram efetuadas leitura no espectrofotômetro (modelo NOVA 2000UV), na absorbância de 632nm. Após a primeira leitura das absorbâncias foram adicionadas 100 µL de cianeto neutralizante, na cubeta um (A3) e na cubeta dois (A4) e levados para o vortéx por dez, e em seguida foi realizado novas leituras de absorbâncias em 632nm, no espectrofotômetro. Os resultados obtidos foram calculados utilizando a fórmula 1, a saber:

Fórmula 1: Fórmula para a obtenção da concentração de Metemoglobina

$$\% \text{ MeHb} = \frac{(A1 - A3) \times 100}{12 \times (A2 - A4)}$$

Onde: 12 = Fator de Diluição

A1-A3 = % de metemoglobina na amostra;

A2-A4 = 100% demetemoglobinas.

2.6.2 Análises estatísticas

Foram realizados testes paramétricos e não paramétricos, utilizando como programa estatístico o Bioestat 5.0

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização física do fruto

Os valores encontrados na caracterização física do fruto estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores Médios Com Seus Respective Valores Mínimos, Máximos, Desvios-Padrão (Σ) E Coeficientes De Variação (CV) Das Características Comprimento, Diâmetro E Massa Fresca Da Pitaya Rosa De Polpa Vermelha (*Hylocereus Polyrhizus*).

Determinações	Média	Mínimos	Máximos	Σ	CV (%)
Comprimento	90,40	80,45	97,85	7,33	8,10
Diâmetro	83,67	70,44	93,02	9,61	11,48
Massa Fresca	418,78	363,04	470,86	2,42	0,5

Fonte: Autores (2023).

Ao observar os números indicativos ao tamanho do fruto com comprimento e diâmetro médios de 90,40 e 83,67mm respectivamente. Na literatura se encontram medidas médias superiores como 107,06 mm de comprimento e para o diâmetro, relativamente igualitárias com 84,46 mm (Cordeiro, et al. 2015). Essas pequenas variações de valor em comparação a este experimento provavelmente são resultado das diferenças climáticas e condições do solo da região de Belém no Estado do Pará, em comparação aos cultivos na região norte do Estado de Minas Gerais onde foram coletadas as amostras do autor supracitado. Como exemplo das influências naturais sobre o desenvolvimento das espécies de pitaya no cultivo de cada região, também

podemos citar os estudos de Silva, Matias & Oliveira (2021) que determinaram um diâmetro médio de apenas 59,45mm para as amostras coletadas de *Hylocereus polyrhizus* na região da cidade de Campo dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro.

Em relação ao seu peso ou massa total, consistindo nos valores somados da casca e polpa do fruto, obteve-se uma média de 418,78g, uma pequena quantidade a mais do encontrado por Cordeiro et al. (2015) com 411,22g. Para os estudos de caracterização durante a maturação de Menezes et al. (2015), foi encontrado uma determinação máxima de 442,47g da pitaya no final de seu processo de maturação, ocorrendo perda de massa nos dias seguintes devido a desidratação e amadurecimento do fruto. Visto que nesse estudo o maior valor de uma amostra de pitaya foi 470,86g é viável dizer que compartilhando um mesmo processo de maturação com a mínima influência das variáveis ambientais, a pitaya coletada se porta como uma amostra de conteúdo abundante para o prosseguimento de pesquisas.

Os valores encontrados na caracterização bromatológica do fruto estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises bromatológicas e seus resultados compostos pelo valor numérico da média feita a partir de três amostras do extrato de pitaya rosa de polpa vermelha (*Hylocereus Polyrhizus*).

Análises	Resultados EAP*	Média ± Desvio Padrão
Identificação de PH	5.21	0,020
Identificação de Sólidos Solúveis	3.43 (21°C)	0,169
Teste Qualitativo de Proteínas	Positivo	-
Determinação de Lipídios Totais	33,33%	0,569
Determinação de Açúcares Redutores	Positivo	-
Determinação de Vitamina C	3.5%	0,081
Umidade do Fruto	13.33g	0,007
Cinzas	33,33%	0,026
Acidez Total Titulável	1.83g	0,339

*EAP (Extrato Aquoso da Polpa). Fonte: Autores (2023).

As análises realizadas com o suco da pitaya tem a importância para comprovar que o pH não cause danos e riscos em indivíduos que optam pelo consumo contínuo desta fruta, como o aumento da acidez estomacal, podendo ocasionar doenças como gastrites ou úlceras gastrointestinal, no entanto, segundo Duarte (2013) frutas frescas possuem teores baixo de acidez total entre 2,4 a 3,4%, porém os estudos de Santos et al.(2017) afirma que os frutos da pitaya contém alta quantidade de betalaína e estabilidade no pH deste fruto é de 3 a 7, através das análises pode comprovar que sua acidez foi de 5.21, este teor elevado (Tabela 1) está acima em comparação aos estudos de Santos et al. (2017) que teve alta concentração de betalaínas (101,04mg equivalente a betanina/100g) nas quais obtiveram-se estáveis em uma vasta faixa de pH (3,2 - 7,0), portanto este fruto é seguro para consumo in natura e não causa riscos estomacais com este pH.

Segundo Maciel et al. (2021) a qualidade do pH é necessária, já que demonstra o estágio de maturação do fruto, mostrando sua acidez ou basicidade. Existem vários fatores que podem causar essa diferença entre os valores de pH, como sazonalidade da planta, período de colheita, estágio de maturação e características intrínsecas da planta, como cor de casca e polpa (Silva-Matos et al., 2020). Os valores de pH apresentados com resultados utilizados da polpa do fruto in natura foi de 5.21 (Tabela 2), pelo método de Balentine, valor acima comparado ao de Giannoni et al. (2022) que em suas análises apresentou variação de 4.83 a 5.0 ($p > 0,05$) pH, indicando ser menos ácida para consumo.

A identificação de teor de sólidos solúveis é necessária para verificar a qualidade, indicando a concentração e componentes necessários do fruto (Maciel et al., 2021). Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela consequente aceitação por parte dos consumidores, sendo que os mais importantes são os açúcares e os ácidos orgânicos. Como indicador de maturidade do fruto, o teor de sólidos solúveis pode ser determinado

através de equipamento denominado refratômetro, que fornece os valores em °Brix. Indicadores químicos, como o teor de sólidos solúveis, podem ser mais precisos para a caracterização dos estádios de maturação e posterior definição do ponto de colheita, porém, à semelhança da firmeza e da cor da polpa são utilizados em sistema de amostragem, o que implica na destruição dos frutos (Lima, 2021). O valor das pitayas referente a sólidos solúveis é de 3.43 °Brix, resultado distante dos estudos realizados por Giannoni et al. (2022) que foi de 10.50 a 12° Brix e 14.74 por Cordeiro et al. (2015), sendo assim, a pitaya apresentou neste trabalho um resultado positivo.

O teste quantitativo de proteínas realizado por Silva et al. (2020) não obteve em seus estudos uma afirmativa após suas características físico-químicas dos frutos sofrem alterações que os afetam, além do que a diferença de origem dos frutos, fatores climáticos e colheita em seu período de maturação, no entanto apresentou valor de 4,08 g/100g de *Hylocereus polirhizus*. Com 1 ml do extrato da pitaya com o Biureto houve uma variação da intensidade de coloração violeta no teste qualitativo de proteína, sendo positivo para este estudo diferente dos resultados do autor supracitado.

A determinação de lipídeos totais indicou na análise Bromatológica pelo método Bligh-Dyer, porcentagem média de 33,33% para 3 g do fruto pesado conforme a abela 4, sendo que nas análises de Lopes et al. (2022) tendo apenas 1,97 g/100 g teor de lipídeos, evidenciando que neste estudo presente a pitaya tem uma quantidade significativa de lipídeos em comparação ao estudo anterior.

Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis em forma de glicose, frutose e sacarose (Cordeiro et al., 2015). A identificação qualitativa de açúcares redutores no suco in natura do fruto da pitaya vermelha é positiva, porém não significativa com a reação de Benedict. Esta é semelhante com o valor médio de 5,56% em estudos de Cordeiro et al. (2015).

A Determinação da Vitamina C teve o resultado apresentado após a análise de titulação feita pelo método de Balentine com 2 ml do suco in natura, significa que a cada 0,5 mg de extrato de pitaya, tem 3,5% (Tabela 2) de vitamina C presente na polpa do fruto, mostrando-se positiva com maior concentração de ácido ascórbico, em relação aos estudos obtidos em outras literaturas, como de Giannoni et al. (2022) com teor de ácido ascórbico elevado no nono dia, valor médio foi de 14,70 recorrente ao aumento da atividade hidrolítica da enzima poligalacturonase, havendo a liberação de ácido poligalacturônico dando início ao ácido ascórbico, porém houve ao decorrer do armazenamento e temperatura oscilações que diminuíram a quantidade de vitamina C no final do experimento valor médio de 2,7. A redução do teor de vitamina C, durante o armazenamento pode ser atribuída a mudanças na atmosfera ao redor dos frutos, principalmente devido ao oxigênio, pois esta vitamina é uma substância redutora (Giannoni et al., 2022).

O teor de umidade é uma das maneiras de maior relevância na análise dos alimentos, devendo ser determinado a partir de métodos gravimétricos, que tem como base a perda de peso da amostra após a retirada da água pelo processo de evaporação podendo ser realizada com ou sem emprego de calor (Cordeiro et al., 2015). A literatura de Rocha (2022) possui um valor elevado de 85,26 % é característica de frutas carnosas, e dados extraídos de (Sato et al., 2014) com valores exacerbados de teor de água 87,03%, 86,99% e 86,62%, em confirmação a este estudo, pode se dizer que a umidade obtida da polpa extraída da *Hylocereus polirhizus* está baixa, seu percentual médio de 13,33 % (Tabela 2) neste fruto em comparação aos autores mencionados é muito distinta.

As cinzas de um alimento é o nome proveniente de um resíduo inorgânico que se conserva após a combustão da matéria orgânica, transformando-se em CO₂, H₂O e NO₂, as cinzas de um material é o alvo inicial para estudos de minerais específicos, sendo esses analisados para fins nutricionais quanto para a segurança alimentar (Moreira et al., 2021). Quanto ao valor de cinzas obtidos do fruto da *Hylocereus polirhizus* com a porcentagem dos valores médios de 33,33% presente na Tabela 4, sendo mais elevado e significativo em comparação aos estudos de Moreira et al. (2021) que apresentou de 0,0% a 0,6% e Silva et al. (2020) com valor de 0,49 g/100g de pitaya tendo menor teor apresentado, para este estudo o valor de cinzas obtidos é positivo para minerais orgânicos encontrados.

O suco in natura da pitaya apresentou acidez de 1.83 mg/ 100 g, obteve-se teor acima comparando as outras literaturas, apresentou baixa acidez 0,40 mg de ácido málico/100g (Sarmiento, 2017). Já Cordeiro et al. (2015) com 0,29 mg/100 g de ácido málico 100-1 ml de suco da *Hylocereus polyrhizus*.

Os resultados encontrados na análise fitoquímica do fruto estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Substâncias naturais presentes e ausentes nas amostras do fruto da pitaya rosa de polpa vermelha (*Hylocereus Polyrhizus*) descobertas a partir dos testes para detecção das classes fitoquímicas.

Classes de fitoquímicos	Resultados do Extrato Aquoso da Polpa
Alcalóides	+
Esteróides/Triterpenos	-
Flavonóides	+
Taninos/Fenóis	-
Saponinas	+
Cumarinas	-
Antraquinonas	+
Polissacarídeos	-

*+ (Positivo) e - (Negativo). Fonte: Autores (2023).

O Quadro 1 apresenta os resultados qualitativos dos testes fitoquímicos feitos no extrato hidroalcolico a 92% do fruto da planta *Hylocereus polyrhizus*. A triagem fitoquímica qualitativa do extrato hidroalcolico do fruto da planta *hylocereus polyrhizus* a 92%, comprovou a presença de alguns metabolitos secundários como Alcaloides, Flavonoides, Saponinas e Antraquinonas e apresentou resultado negativo nas análises feitas em Esteróides/Triterpenos, Taninos/Fenóis, Cumarinas e Polissacarídeos. Em Lira et al (2019), o qual utilizou o extrato aquoso na polpa e na casca do fruto, e Rodrigues, Soares Junior e Souza (2021), apresentando resultados semelhantes para flavonoides, fenóis, alcalóides e triterpenos. Os resultados apresentados são bastante semelhantes, com uma variação que pode ser explicada pela concentração do extrato analisado, metodologias diferentes e períodos de coletas diferentes (Maciel et al, 2021; Gonçalves et al, 2016).

A análise da toxicidade de um produto ou um alimento é fundamental para identificar os parâmetros toxicológicos bem como a relação dose- resposta, e assim esclarecer os mecanismos da toxicidade de um composto químico e sua segurança clínica (Klaassen, 2008). A Norma Regulamentadora n°7 (NR-7) que trata do programa de controle de saúde ocupacional e dispõe dos parâmetros para o controle biológico da exposição ocupacional a alguns agentes químicos, preconiza o percentual de metemoglobina em 2%, indicando que acima dessa porcentagem o indivíduo encontra-se potencialmente intoxicado (Silva, 2015).

A Tabela 3 apresenta o resultado em percentuais de metemoglobina para cada concentração de pitaya diluída em meio aquoso. Essas concentrações foram triplicadas sendo analisadas de maneira progressiva e individual nos valores de 15, 30 50 e 80µg/mL, tendo aplicação em quatro amostras da mesma pitaya. A partir deste método foi possível distinguir que em concentrações menores de diluição (15 e 30µg/mL) os níveis da molécula de metemoglobina se mantiveram seguros e consideravelmente abaixo do número de referência, em comparação aos testes com uma alta concentração (50 e 80µg/mL) cuja algumas exceções chegaram a oscilar acima do limite de segurança de 2%.

Tabela 3 - Resultado das Análises Toxicológicas.

Concentração	A1	A2	A3	A4	%METHB
80	0,144	0,241	0,112	0,063	1,49
80	0,159	0,245	0,126	0,069	1,56
80	0,205	0,248	0,151	0,067	2,48
50	0,177	0,237	0,163	0,078	2,06
50	0,192	0,277	0,156	0,077	2,4
50	0,191	0,232	0,190	0,074	0,05
30	0,177	0,237	0,163	0,078	0,73
30	0,173	0,185	0,140	0,072	0,95
30	0,171	0,234	0,162	0,081	0,49
15	0,110	0,235	0,099	0,068	0,54
15	0,107	0,236	0,102	0,068	0,24
15	0,146	0,238	0,128	0,069	0,89

Fonte: Autores (2023).

Já na Tabela 4, é representado os valores da média das porcentagens de metemoglobina seguida de seus respectivos números de desvio-padrão e coeficiente de variação. Podemos observar um desempenho favorável desde a menor concentração de pitaya diluída, com o valor de mínimo de 0,55 da média de produção da molécula de metemoglonina, e um valor máximo de 1,84 na maior concentração, trabalhando dentro dos conformes da NR-7 sobre o limite de referência de 2% da mesma molécula para evitar a possíveis intoxicações.

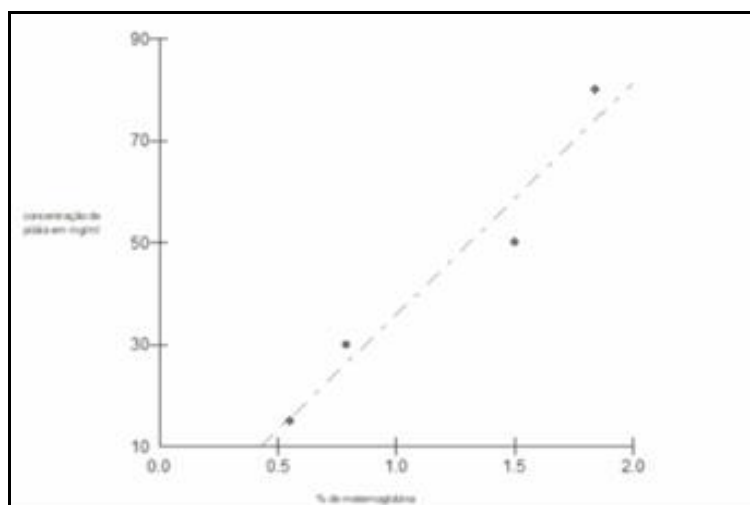
Tabela 4 - Média da % de Methb dos extratos aquosos.

Concentração	Média	METHB DP	METHB CV
80	1,84	0,55	29,97%
50	1,50	1,27	84,46%
30	0,79	0,26	32,91%
15	0,55	0,32	58,44%

Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 1 mostra a correlação de Pearson realizada entre as concentrações estudadas e os extratos aquosos. Com uma elevação diretamente proporcional ao valor das concentrações estudadas, o extrato aquoso da pitaya obteve uma correlação forte e positiva com $r=0,97$ e sendo constatado um valor p significativo para este tipo de extrato ($p=0,02$) pois apresenta valor $p < 0,05$. Os resultados obtidos e interpretados por esta análise refletem positivamente em pesquisas e análises futuras pois ainda pode ser observado uma carência em materiais de referência e apoio nacionais para o estudo toxicológico da espécie de pitaya em vigência, destacando sua importância para a demanda científica. Como poucos e limitados estudos foram encontrados para a utilização dos resultados obtidos, será levado em consideração abordagens e dados que demonstram veracidade para a ausência ou presença da toxicidade do fruto da pitaya rosa de polpa vermelha, *Hylocereus polyrhizus*.

Gráfico 1 - Correlação da concentração de pitaita e o valor do % metemoglobina.



Fonte: Autores (2023).

Para a avaliação da letalidade dos compostos bioativos frente a organismos menos complexos, Dias (2016) relatou em seus testes com o uso do microcrustáceo *Anemia salina*, que o valor DL50 (dose letal do extrato para 50% da população) foi de 1,515,98 μ g/mL, portanto, não sendo considerado tóxico pois apresenta valor maior que 1,000 μ g/mL. Algo esperado pelo autor, já que o material testado era a polpa de um fruto comestível. Em adição, para a análise em organismos mais desenvolvidos, Silva (2021) utilizou a espécie de zebrafish, *Danio rerio*, para aplicar diversas concentrações do extrato de pitaya vermelha (5%, 25%, 50%, 75% e 100%) e nenhuma delas causaram mortalidade de 50% dos zebrafish adultos. Os resultados são condizentes com estudos anteriores que avaliaram a segurança clínica de partes e outros produtos derivados da pitaya, como os estudos de Lira et al. (2020) que avaliou a toxicidade da polpa e casca da pitaya vermelha liofilizadas, com o uso do modelo experimental zebrafish e, em ambos os produtos não encontraram toxicidade. Em consideração as evidências científicas exemplificadas, é seguro considerar a fruta da pitaya um alimento atóxico, com estudos e dados suficientes para confirmar sua segurança clínica em um consumo in natura.

4. Conclusão

Indubitavelmente com a soma de todos os dados científicos obtidos pelas análises executadas, a pitaya rosa de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) possui um potencial explorável como alternativa na obtenção de substâncias bioativas, estas cuja presença se mostra em abundância e elevada em comparação as outras literaturas abordando as diferentes espécies. Tem utilidade tanto em consumo in natura, quanto na obtenção de subprodutos fabricáveis pela indústria farmacêutica e alimentícia, que irão isolar e/ou reforçar a capacidade particular do metabólito secundário almejado. Sua baixa toxicidade perante uma grande quantidade de consumo garante uma boa adesão e segurança clínica para as tecnologias voltadas ao tratamento, prevenção e promoção da saúde. Portanto, são necessários mais estudos quanto à fitoquímica da pitaya, para que se possam ratificar suas propriedades farmacológicas.

Referências

- Almeida, V. V et al. (2013). Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico. *Revista Química Nova na Escola*. 35(1):34-40
- Bicca, M. L. (2021) *Revisão sobre a cultura da pitaya e concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies*. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas - RS, 2021.

- Camargo, T. M. et al. (2007). Estudo Comparativo entre duas técnicas de dosagem de metemoglobina (MeHB). *Revista Brasileira de Análises Clínicas*. 39(2): 95-98
- Chaves Neto, J. R. & Silva, S. de M. (2019). Caracterização física e físico-química de frutos de Spondias Dulcis Parkinson de diferentes microrregiões do estado da Paraíba. *Colloquium Agrariae*. 15(2): 18–28.
- Costa, J. O. (2016). *Determinação do teor de vitamina C em polpas de frutas congeladas por Iodimetria: Uma opção para o controle de qualidade?* 2016 f.32. Graduação em Nutrição (UFP (Universidade Federal de Pernambuco). Pernambuco, 2016.
- Cordeiro, M. H. M. et al. (2015) Caracterização física, química e nutricional da pitaiá- rosa de polpa vermelha. *Rev. Bras. Frutic*. 37(1): 020-026.
- Dias, P. S. M. (2016). *Composição, atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e ecotoxicidade da polpa de frutos de pitaiá branca (Hylocereus undatus) e pitaiá vermelha (Hylocereus polyrhizus)*. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – MG, 2016.
- Duarte, M. H. (2013) *Armazenamento e qualidade de pitaiá [Hylocereus undatus(Haw.) Britton & Rose] submetida a adubação orgânica*. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2013.
- Fernandes, L. M. de S. et al. (2017). Caracterização do fruto de pitaya orgânica. *Biodiversidade*. 16(1): 167–178
- Ferreira, L. A. et al. (2017). Utilização de resíduos das agroindústrias de suco de abacaxi para a produção de bromelina. *Revista Sítio Novo*.1(16):247- 57.
- Ferreira, L. (2018). *Caracterização anatômica e fitoquímica da Physalis angulata L. e seu efeito sobre células de indivíduos com mielopatia associada ao htlv-1*. Bahia 2018.
- Giannoni, J. A. et al (2022). Caracterização física, química, bioquímica e microbiológica da pitaya vermelha (Hylocereus costaricensis) minimamente processada armazenada sob refrigeração. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 438–449.
- Gomes, N. M., Martins, R. L. & Almeida, S. S. M. da S. (2017). Análise preliminar fitoquímica do extrato bruto das folhas de Nephrolepis pectinata. *Estação Científica (UNIFAP)*. 7(1): 77-85.
- Gonçalves, A. N. P. et al (2016). Caracterização fitoquímica e atividade antimicrobiana de extratos de Solanum subinerme (Solanaceae). *Rev. Bras. Pesq. Saúde*. 18(2): 8-16
- IAL. (2008). (Instituto Adolfo Lutz). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (4a ed.), IAL, 2008. 1018p.
- Klaassen, C. D. (2008). *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poison*. (7a ed.) McGraw Hill.
- Lima, M. A. C. (2021). Teor de sólidos solúveis. EMBRAPA. 2021. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/cultivos/manga/producao/colheita/indicadores/teor-de-solidos-soluveis>.
- Lira, S. M. et al (2019). *Caracterização fitoquímica dos extratos bruto e aquoso da polpa e da casca de pitaya vermelha (Hylocereus polyrhizus)*. A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 4. Capítulo 8, p.67-78. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211201/1/CLV19050.pdf>
- Lira, S. M. et al. (2020). Merabolic profile of pitaiá (Hylocereus polyrhizus (F. A. C. Weber) Britton & Rose) by UPCL-QTOF-MSE and assessment of its toxicity and anxiolytic like-effect in adult zebrafish. *Food Research International*. 127:108701
- Lopes, M. R. S. et al. (2022). Espécies e aplicações tecnológicas da pitaiá: uma revisão. *Multitemas*, 27(67): 167-187.
- Maciel, M. P, Tavares, M. L, Quemel, G. K. C., & Rivera, J. G. B. (2021). Análises físicas, bromatológicas, fitoquímicas e toxicológicas do fruto da planta Physalis angulata Lin. *International journal of Development Research*. 11(03): 45488-45493
- Menezes, P. et al. (2015). Características físicas e físico-químicas de pitaiá vermelha durante a maturação. *Semina: Ciências Agrárias*. 36(2): 631-644.
- Moreira, et al. (2021). Determinação Do Teor De Cinzas Em Alimentos E Sua Relação Com A Saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*. 7(10): 3041–3053
- Oliveira, A. A. L. A. (2018). *Caracterização agrônômica do camapu (Physalis angulata L.), qualidade pós-colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos*. 2018. f. 105. Mestrado Agricultura no Trópico Úmido (Ministério da ciência, tecnologia, inovação e comunicações instituto nacional de pesquisas da Amazônia- INPA programa de pós-graduação em agricultura no tropico úmido). Manaus, Amazonas, 2018.
- Paraná. (2020) DERAL - Departamento de Economia Rural. *Fruticultura: análise da conjuntura*. Prognóstico. https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf
- Pereira, A.S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. 119f.
- Rocha, L. J. F. G., Godoy, R. L. O. & Cunha, C. P. (2020) Estudo de alguns compostos bioativos das pitaiás de polpas branca e vermelha (Cereus undatus, Sinonímia:Hylocereus guatemalensis, Hundatus). *Brazilian Journal of Development*. 6(9): 66217-66223.
- Rocha, S. C. V. (2022). *Elaboração e estabilidade de kefir adicionado de pitaiá vermelha*. 2022. 60f. Monografia (Graduação em Biotecnologia), Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2022.
- Rodrigues, A. M., Soares Junior, R. G. & Souza, G. O. (2021). Avaliação do perfil químico e biológico de frutos de Hylocereus polyrhizus. *Research, Society and Development*. 10(9): e47110918290
- Santos, F. S. et al. (2017). Estudo do potencial de betalainas nas cascas da pitaya. IN: *CONAPESC – II Congresso Nacional de Pesquisas e Ensino em Ciências*. Campina Grande/PB, 2017.

- Sarmento, J. D. A. (2017) *Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaita (Hylocereus polyrhizus) no semiárido Brasileiro*. Tese (Doutorado). 145f. UFRSA. Mossoró, 2017.
- Sato, S. T. A. et al. (2014). Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*). *Journal of Bioenergy and Food Science*. 1(2): 46-56
- Sena, S. B. et al (2016). Plantas Tóxicas: Análise In Loco Da Existência No Bairro Areal Em Porto Velho – RO. *Saber Científico*. 1(1): 1-13.
- Silva, B. C., et al. (2015). Adaptation of method of analysis of methemoglobin as a biomarker of effect of exposure to the pesticide diflubenzuron. *Revista Quím. Nova*, 38(4), 533-537
- Silva, J. T. L. (2009). et al. Química dos alimentos: aula experimental na graduação como ferramenta facilitadora para o processo ensino- aprendizagem. In: *IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão*, 2009, Recife.
- Silva-Matos, R. R. S et al. (2020). *Tecnologia de Produção em Fruticultura 2*. Atena Editora, 2020.
- Silva, F. T. S. (2021). *Efeito hipoglicemiante do extrato concentrado de pitaita vermelha (Hylocereus spp.) em modelo de zebrafish (Danio rerio)*. Dissertação (Mestrado em em Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, 2021.
- Silva, P. M., Matias, R., & Oliveira, A. D. M. (2021). O Efeito de Substratos Orgânicos no Crescimento Inicial de Pitaya Vermelha Cultivada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Uniciências*, 24(1): 51–57
- Simões, C. M. O. et al. (2001). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. (3a ed.), Editora da Universidade UFRGS/ Editora da UFSC, Capítulo 11, p.185-196.