



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO NÍVEL DOUTORADO EM
ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE EXTRATOS
OBTIDOS A PARTIR DO FRUTO DE *Pilosocereus chrysostele* (FACHEIRO)**

JOSÉ NILDO VIEIRA DEODATO

CAMPINA GRANDE / PB

DEZEMBRO, 2020

JOSÉ NILDO VIEIRA DEODATO

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE EXTRATOS
OBTIDOS A PARTIR DO FRUTO DE *Pilosocereus chrysostele* (FACHEIRO)**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

ORIENTADOR: PROF. D.Sc OSVALDO SOARES DA SILVA

ORIENTADORA: PROF. D.Sc ALFREDINA DOS SANTOS ARAUJO

CAMPINA GRANDE / PB

DEZEMBRO, 2020

D418p

Deodato, José Nildo Vieira.

Produção, caracterização e análise toxicológica de extratos obtidos a partir do fruto de *Pilosocereus chrysostele* (facheiro) / José Nildo Vieira Deodato. – Campina Grande, 2020.

85 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia, 2020.

"Orientação: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva, Prof.^a Dr.^a Alfredina dos Santos Araujo".

Referências.

1. Cactáceas. 2. *Pilosocereus chrysostele*. 3. Corantes Naturais. 4. Toxicologia. 5. I. Silva, Osvaldo Soares da. II. Araujo, Alfredina dos Santos. III. Título.

CDU 582.661.56(043)

JOSÉ NILDO VIEIRA DEODATO

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE EXTRATOS
OBTIDOS A PARTIR DO FRUTO DE *Pilosocereus chrysostele* (FACHEIRO)**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

Tese de Doutorado **Aprovada** em 28 de dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Profº. D.Sc Osvaldo Soares da Silva
Orientador/ PRODEP – UFCG



Profª. D. Sc Alfredina dos Santos Araújo
Orientadora / UATA – CCTA – UFCG



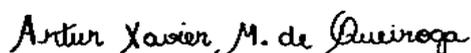
Profª. D.Sc. Maria Do Socorro Araújo Rodrigues
Examinadora externa/ SEMED-SB



Profª. D.Sc Rosilene Agra da Silva
Examinadora externa/ UATA – CCTA – UFCG



Profº. D.Sc Gilcean da Silva Alves
Examinador externo/ IFPB



Profº. D.Sc Arthur Xavier Mesquita de Queiroga
Examinador externo/ UFCG

“Se quiser triunfar na vida, faça da perseverança o seu melhor amigo; da experiência, o seu conselheiro; da prudência, o seu irmão mais velho; e da esperança, o seu anjo da guarda. “

Joseph Addison

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a toda minha família, minha esposa, meus pais, meus sogros, meus irmãos, meus sobrinhos, minhas tias e meus amigos por toda compreensão, confiança e amizade que sempre me dedicaram.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** sempre presente, me dando forças para vencer esta jornada, confortando nas horas difíceis, mostrando os melhores caminhos a serem seguidos nos obstáculos que a vida me apresentou e principalmente pelo dom da vida e a oportunidade deste momento;

A minha esposa **Larissa Pinheiro** pelo incentivo, carinho e compreensão de sempre.

Aos meus pais **Antônio Deodato** e **Maria Diva** pelo incentivo, o companheirismo, confiança e integridade agradeço.

Aos meus sogros **João Pinheiro** e **Lita** por ter conseguido os frutos da pesquisa e também pela força e apoio durante todo tempo.

Aos meus irmãos **George, Josinaldo** e **Jozimar**, pelo apoio e incentivo que me deram motivação em todos os momentos difíceis;

À Universidade Federal de Campina Grande, especialmente ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de processos**, pela acolhida;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pela concessão de bolsa de estudos.

A minha orientadora **D. Sc. Alfredina dos Santos Araújo** pelo apoio, tempo de dedicação, pela paciência em todas as etapas e amizade indispensáveis para a realização deste e por ter acreditado desde o início na conclusão deste trabalho;

Ao meu orientador prof. **D. Sc. Osvaldo Soares** pela oportunidade e incentivo para a realização deste sonho.

A minha amiga de *campus* **D. Sc Maria do Socorro** (Fernanda), pelas longas brigas, conversas e auxílio durante os trabalhos.

Aos alunos do centro vocacional tecnológico de Pombal: **Francisco Bruno, Glória Louine, Dauany Oliveira** e **Larissa pinheiro** pela colaboração na execução do trabalho, satisfação em fazê-lo e, pelo carinho, apoio e boa convivência.

Aos Professores **D. Sc. Rosilene Agra da Silva, D. Sc Artur Xavier** e **D. Sc. Gilcean Alves Silva** pelas colaborações na execução desse trabalho.

Enfim... A todos vocês o meu mais sincero e profundo agradecimento, MUITO OBRIGADO!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização biométrica do fruto do facheiro (<i>Pilosocereus chrysostele</i>)	41
Tabela 2 - Caracterização físico-química do fruto do facheiro (<i>Pilosocereus chrysostele</i>)	42
Tabela 3 - Caracterização físico-química do fruto do facheiro (<i>Pilosocereus chrysostele</i>)	45
Tabela 4 - Caracterização de compostos bioativos do fruto do facheiro (<i>Pilosocereus chrysostele</i>)	47
Tabela 5 - Caracterização físico-química dos extratos	49
Tabela 6 - Resultados para a análise de cor dos extratos de facheiro.....	52
Tabela 7 - Caracterização de compostos bioativos dos extratos.....	56
Tabela 8 - Resultados das análises microbiológicas do fruto in natura e dos extratos do fruto do facheiro.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resultados obtidos para acidez total titulável dos extratos.....	50
Figura 2 - Resultados obtidos de pH dos extratos	51
Figura 3 - Resultados obtidos de °Brix dos extratos	52
Figura 4 - Resultados obtidos para compostos fenólicos (mg/100g) dos extratos.....	56
Figura 5 - Resultados obtidos para flavonoides (mg/100g) dos extratos.....	59
Figura 6 - Resultados obtidos para antocianinas (mg/100g) dos extratos.....	59
Figura 7 - Resultados obtidos para clorofila (mg/100g) dos extratos	60
Figura 8 - Resultados obtidos para carotenoides (mg/100g) dos extratos	61
Figura 9 - Resultados obtidos para Ácido ascórbico (mg/100g) dos extratos	62
Figura 10 - Unidades formadoras de colônias de fungos filamentosos e leveduras por mL dos extratos	64
Figura 11 - Quantidade de náuplios vivos nas concentrações de 250µL (A), 500 µL (B) e 1000 µL (C), nos tempos de 24 horas e 48 horas para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais.....	65
Figura 12 - Concentração letal média (DL ₅₀) nos tempos de 24 horas e 48 horas para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais.	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES DA FAMÍLIA CACTÁCEAE .	19
3.2 FRUTOS DE <i>Pilosocereus chrysostele</i> (FACHEIRO)	20
3.3 USOS E RESTRIÇÕES DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS NAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS	21
3.4 EXTRATOS.....	25
3.5 ESTUDO DE TOXICIDADE POR <i>ARTEMIA SALINA LEACH</i>	26
4. METODOLOGIA	29
4.1 PRIMEIRA ETAPA.....	29
4.1.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	29
4.1.1.1 Umidade	29
4.1.1.2 Cinzas.....	30
4.1.1.3 Proteínas	30
4.1.1.4 Lipídios	30
4.1.1.5 Sólidos solúveis totais (SST)	30
4.1.1.6 Potencial hidrogeniônico (pH).....	31
4.1.1.7 Açúcares redutores totais (ART).....	31
4.1.1.8 Açúcares Totais	31
4.1.1.9 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	31
4.1.1.10 Acidez total titulável.....	32
4.1.1.11 Cor.....	32
4.1.1.12 Compostos Fenólicos Totais.....	32
4.1.1.13 Flavonoides	32
4.1.1.14 Antocianinas	33
4.1.1.15 Clorofila	33
4.1.1.16 Carotenóides	33
4.1.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	33

4.1.2.1	Teste Presuntivo.....	33
4.1.2.2	Coliformes a 35°C.....	34
4.1.2.3	Coliformes a 45°C.....	34
4.1.2.4	<i>Staphylococcus</i> ssp.....	34
4.1.2.5	Fungos Filamentosos e Leveduras.....	34
4.1.2.6	<i>Salmonella</i> sp.....	34
4.2	SEGUNDA ETAPA.....	34
	Produção de extratos a partir do fruto do facheiro para obtenção do corante e sua composição físico-química e microbiológica.	34
4.2.1	OBTENÇÃO DOS EXTRATOS.....	34
4.2.1.1	Extrato aquoso.....	34
4.2.1.2	Extrato cereal (Alcólico):.....	35
4.2.1.3	Extrato hidro alcólico 50%:.....	35
4.2.1.4	Extrato hidro alcólico 70%:.....	35
4.2.2	Análises Físico Químicas dos extratos do facheiro.....	36
4.2.2.1	Sólidos Solúveis Totais (SST).....	36
4.2.2.2	Potencial hidrogeniônico (pH).....	36
4.2.2.3	Ácido Ascórbico.....	36
4.2.2.4	Acidez total titulável.....	36
4.2.2.5	Cor.....	36
4.2.2.6	Compostos Fenólicos.....	36
4.2.2.7	Flavonoides.....	37
4.2.2.8	Antocianinas.....	37
4.2.2.9	Clorofila Total.....	37
4.2.2.10	Carotenoides.....	38
4.2.3	Análises Microbiológicas dos extratos do facheiro.....	38
4.2.3.1	Teste Presuntivo.....	38
4.2.3.2	Coliformes 35°C.....	38
4.2.3.3	Coliformes 45°C.....	38
4.2.3.4	Fungos filamentosos e leveduras.....	38
4.2.3.5	<i>Staphylococcus</i> ssp.....	39
4.2.3.6	<i>Salmonella</i> sp.....	39
4.3	TERCEIRA ETAPA.....	39
4.3.1	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E ENSAIO DE LETALIDADE	

EM <i>ARTEMIA SALINA</i> LEACH.....	39
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS.....	71

RESUMO

DEODATO, J. N. V. **Produção, caracterização e análise toxicológica de extratos obtidos a partir do fruto de *pilosocereus chrysostele* (facheiro)**. 2020. 86f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

As plantas da caatinga possuem entre seus componentes compostos que conferem uma cor exuberante e uma coloração natural que pode ser utilizado em diversas áreas alimentícias, como lácteos, licores entre outros. O facheiro é uma das plantas (cactáceas), bastante conhecidas pela população, porém, pouco estudada, principalmente em estudos sobre o seu potencial para corante. Objetivou-se obter o corante natural extraído do fruto do (Facheiro) *Pilosocereus chrysostele* em diferentes soluções extratoras, e avaliar quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, assim como avaliar a sua toxicidade frente a *Artemia salina* Leach. Os frutos dos facheiros foram colocados em uma solução com álcool a 50%, 70%, água e álcool de cereais, por seguinte as soluções foram levadas para o rotaevaporador onde os extratos foram concentrados, em seguida foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e de toxicidade. O fruto do facheiro e os extratos obtidos, apresentam fontes naturais de compostos bioativos, apresentando teores elevados de vitamina C, considerando que é uma fonte natural de carotenoides, compostos fenólicos, como também, teores significativos de antocianinas e flavonoides, conferindo uma pigmentação natural por sua coloração, além de não apresentarem nenhum tipo de contaminação microbiológica. Os extratos obtidos foram considerados tóxicos frente a larvas de *Artemia salina*. É necessário um maior estudo e aplicação desses extratos em testes in vivo para se ter a certeza em relação a sua toxicidade. Porém pode-se considerar que o facheiro pode se tornar uma fonte natural de corantes naturais, podendo os mesmos ser obtidos a partir de soluções hidroalcoólicas. Os corantes obtidos a partir das soluções alcoólicas a 50% e 70%, podem ser considerados os melhores, pois, os mesmos, conseguiram ser ótimos carreadores dos compostos que conferem a cor própria do fruto.

PALAVRAS-CHAVES: Cactáceas, *Pilosocereus chrysostele*, Corantes naturais, Toxicologia.

ABSTRACT

DEODATO, J. N. V. **Production, characterization and toxicological analysis of extracts obtained from the fruit of *Pilosocereus chrysostele* (facheiro)**. 2020. 86f. Thesis (Phd) - Graduate Program in Process Engineering, Federal University of Campina Grande, Campina Grande-PB

The caatinga plants have among their compounds compounds that give a lush color and a natural coloring that can be used in several food areas, such as dairy, liquors and others. The facheiro is one of the plants (cactáceas), well known by the population, however, little studied, mainly in studies about its potential for dye. The objective was to obtain the natural dye extracted from the fruit of (Facheiro) *Pilosocereus chrysostele* in different extractive solutions, and to evaluate as to the physical-chemical and microbiological parameters, as well as to evaluate its toxicity against *Artemia salina* Leach. The fruits of the facheiros were placed in a solution with alcohol to 50%, 70%, water and alcohol of cereals, for following the solutions were taken to the evaporator where the extracts were concentrated, then were carried out physical analyses-chemical, microbiological and toxicity. The fruit of the barnacle and the extracts obtained have natural sources of bioactive compounds with high levels of vitamin C, considering that it is a natural source of carotenoids, phenolic compounds, as well as significant levels of anthocyanins and flavonoids, conferring a natural pigmentation for its coloration, in addition to not presenting any type of microbiological contamination. The extracts obtained were considered toxic against larvae of *Artemia salina*. Further study and application of these extracts in in vivo tests is required to be sure of their toxicity. However, it can be considered that the butcher can become a natural source of natural dyes, which can be obtained from hydroalcoholic solutions. The dyes obtained from the alcoholic solutions at 50% and 70%, can be considered the best, because, the same, managed to be optimal carriers of the compounds that give the proper color of the fruit.

KEYWORDS: Cactuses, *Pilosocereus chrysostele*, Natural dyes, Toxicology.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é o bioma característico do Nordeste. A região do Semiárido é caracterizada por apresentar um clima quente e seco, com pouca ocorrência de chuvas. Por esse motivo, a Caatinga é vista muitas vezes como um ambiente escasso e inviável para a pesquisa. No entanto, apresenta muitas espécies vegetais com grandes potenciais biotecnológicos e que são pouco conhecidos (SILVA, 2019).

A região do semiárido é uma vasta área de 980 mil quilômetros quadrados, denominada de semiárido, corresponde a 60% de toda a Região Nordeste e parte de Minas Gerais. É nesse imenso território onde ocorre, naturalmente, uma grande e diversificada população de cactos, a maioria dotada de espinhos, representados por mais de vinte diferentes espécies (PINHEIRO et al., 2005). Cactáceas crescem em solos pedregosos e formam a paisagem típica da região semiárida do Brasil, sendo encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA, 2009).

As cactáceas têm sido frequentemente utilizadas como uma fonte alimentar alternativa, e são vários os estudos que demonstram a eficiência destas na alimentação para ruminantes (SANTANA NETO et al. 2015; PEIXOTO et al. 2018; BRAVO et al. 2018). No entanto, alguns frutos ainda não têm exploração comercial, gerando, assim, grandes desperdícios que se perpetua para além da perda da matéria-prima, como também renda e mão de obra que poderia ser agregada. Muitas dessas espécies são endêmicas no país e representam uma fonte promissora em nutrientes e compostos bioativos que cada vez mais, vem sendo objeto de estudo e interesse na busca pela prevenção e tratamento de doenças (INFANTE et al., 2016).

Entre as cactáceas destaca-se o (Facheiro) *Pilosocereus chrysostele* que pode atingir uma altura de até 10 metros (CORRÊA, 1984). Os frutos do facheiro possuem características atrativas em cor, aroma e sabor, com baga de formato ovoide, vermelho intenso, carnoso, de polpa vermelha, com inúmeras sementes pretas e bem pequenas e que podem ser facilmente encontrados em grandes quantidades no período chuvoso de cada ano. No entanto, a ausência de informações e de estudos técnicos desde o desenvolvimento até a pós-

colheita das cactáceas têm comprometido a conservação da espécie e a sua exploração que é de grande valor econômico, resultando assim no desperdício contínuo dos frutos por parte da população.

Entre os compostos bioativos presentes nas cactáceas têm-se os pigmentos naturais, tais como antocianinas e carotenoides que conferem cor aos alimentos, contribuindo para o seu aspecto visual. Sendo este, um atributo de fundamental importância na aceitação e escolha de um alimento por seus consumidores. As antocianinas têm grande aplicação como corante natural na indústria alimentícia (ROSSO, 2006; CASTRO, 2012).

O corante natural pode ser usado tanto industrialmente quanto na culinária, na forma de: derivados lácteos, embutidos, doces, licores e sorvetes. Para isso, faz-se necessária pesquisa quanto à presença de compostos lipossolúveis e hidrossolúveis em sua constituição, dessa maneira, podendo apresentar amplo espectro de aplicação.

O fruto do facheiro não é explorado comercialmente, acarretando desperdícios dos mesmos. Sendo assim, pesquisas com essa espécie poderão contribuir na elevação da qualidade dos corantes naturais produzidos pelas indústrias alimentícias. É importante ressaltar que, o uso de corantes artificiais está sendo limitado para alimentos, em decorrência dos efeitos negativos que provocam na saúde humana alergias, complicações respiratórias, problemas de pele, irritação gástrica e desenvolvimento de doenças degenerativas (GAMARRA et al., 2009).

A ênfase na busca por alimentos que contribuem para a obtenção de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo o mundo. É de conhecimento de todos, que para conseguir e manter uma boa saúde é necessário ingerir vários tipos de alimentos contendo nutrientes e não-nutrientes, cada qual seguindo diversas rotas metabólicas e desempenhando distintos efeitos biológicos e fisiológicos protetores à saúde humana (função bioativa). Uma alimentação variada, colorida, equilibrada em quantidade e qualidade é a garantia de ingestão de todos os nutrientes essenciais necessários e recomendados, bem como os não-nutrientes, a exemplo dos pigmentos (corantes) naturais (DECKER et al., 2005).

A utilização de pigmentos naturais em alimentos tem se elevado devido a preocupação dos consumidores com os efeitos prejudiciais dos pigmentos

sintéticos e corantes à saúde. Portanto, a utilização de pigmentos naturais tem aumentado significativamente. Além disso, os pigmentos naturais apresentam vantagens no marketing, por serem mais benéficos à saúde (DUFOSSE, 2006).

A substituição de corantes artificiais por naturais é uma alternativa importante para o setor alimentício, tendo em vista que as exigências quanto à segurança dos alimentos, visando à saúde dos consumidores, tem aumentado, evidenciando assim uma tendência pela busca por produtos tidos como naturais e de qualidade superior.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obter o corante natural extraído do fruto do (Facheiro) *Pilosocereus chrysostele* em diferentes soluções extratoras, e avaliar quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, assim como avaliar a sua toxicidade frente a *Artemia salina* Leach.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar no fruto *in natura* as propriedades físicas: Peso da Massa Fresca (g), Diâmetro (mm), comprimento (mm), relação diâmetro e comprimento (mm);
- Caracterizar a polpa do fruto do Facheiro *Pilosocereus chrysostele* quanto aos parâmetros, microbiológicos e físico-químicos;
- Determinar os compostos bioativos da polpa do fruto do Facheiro (vitamina C, compostos fenólicos totais, Flavonoides totais, Antocianinas, Clorofila totais e Carotenoides totais);
- Obter o corante natural da polpa do fruto Facheiro;
- Caracterizar o corante produzido quanto aos parâmetros físico químico, microbiológico e compostos bioativos;
- Avaliar a toxicidade dos corantes dos frutos frente às larvas de *Artemia Salina* Leach.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES DA FAMÍLIA CACTÁCEAE

Cactaceae é a família considerada como tendo o maior número de gêneros dentro da ordem *Caryophyllales* (HERNÁNDEZ-LEDESMA *et al.*, 2015) e suas espécies ocupam uma ampla gama de habitats no continente americano. Embora o uso mais difundido seja ornamental, em vários países os frutos, flores e caules de 154 espécies são amplamente consumidos (GOETTSCHE *et al.*, 2015).

A família *Cactaceae* conta com 124 gêneros e aproximadamente 1.440 espécies de distribuição quase exclusivamente neotropical, com apenas uma espécie, *Rhipsalis baccifera*, ocorrendo nas Américas e atingindo a África, Madagascar e Sri Lanka (HUNT *et al.*, 2006). Além do importante valor para a biodiversidade mundial (GÓMEZ-HINOSTROSA; HERNÁNDEZ, 2000; ORTEGA-BAES; GODÍNEZ-ÁLVAREZ, 2006), exerce um importante papel nos ecossistemas constituindo um elemento essencial na paisagem, graças ao sistema radicular amplo e superficial que forma uma malha que interfere nos processos de erosão e desertificação do solo. Além disso, as raízes possuem pelos absorventes caducos que constituem uma fonte contínua de matéria orgânica para o solo (NOVOA, *et al.* 2005).

A Família *Cactaceae* faz parte das Angiospermas e representa o segundo grupo mais numeroso da região neotropical. São encontradas em uma diversidade de clima, solo e ecossistemas com maior ocorrência da Caatinga, Florestas Tropicais, Cerrado, Campos rupestres e restingas (CRUZ, 2011). Botanicamente é distribuída em aproximadamente 127 gêneros e 1500 espécies e subdivididas em quatro Subfamílias que são: *Maihuenoideae*, *Pereskeoideae*, *Opuntioideae* e *Cactoideae* (SANTOS *et al.*, 2013).

No Brasil, estão registradas 160 espécies pertencentes a 32 gêneros (BARROSO *et al.*, 1978), dentre as quais 80, subordinadas a 18 desses gêneros, ocorrem na região Nordeste (BARBOSA, *et al.* 1996). É considerado o terceiro maior centro de diversidade da família *Cactaceae* totalizando aproximadamente 200 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005), sendo muitas destas espécies

endêmicas da Caatinga Nordestina, e que necessitam de maiores estudos (TAYLOR; ZAPPI, 2004).

As cactáceas são plantas com características de regiões de clima árido. Além de sua diversidade chamam atenção por possuírem em sua composição química compostos com propriedades medicinais, nutricionais e funcionais, podendo ser utilizados, dentre outras, na indústria de alimentos (SHEDBALKAR, *et al* 2010).

No semiárido brasileiro ocorrem diversas cactáceas de grande importância para fauna e flora regional, Entre estas, destaca-se o mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), o facheiro (*Pilosocereus chrysostele*), o xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webwr ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) e a coroa de frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose), Estas cactáceas são utilizadas, principalmente na alimentação dos animais nos longos períodos de seca que ocorrem na região (CAVALCANTI; RESENDE, 2007 DEODATO, 2012).

3.2 FRUTOS DE *Pilosocereus chrysostele* (FACHEIRO)

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de frutos, em virtude da sua extensão continental e conseqüente diversidade climática e de solos, o que possibilita a ocorrência de muitas espécies frutíferas. A produção é extremamente ariada, contando desde frutos típicos de climas temperados a tropicais (FAO, 2015).

Dessa forma, o Nordeste brasileiro oferece condições ideais para o cultivo das mais diversas espécies frutíferas, de modo que a fruticultura contribui para o desenvolvimento socioeconômico da região (SOUSA *et al.*,2002). Porém a escassez de informações e de estudos técnicos na área de conservação da espécie e pós-colheita dos frutos de cactáceas tem comprometido as informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos.

Dentre esses frutos pouco explorados, têm-se, o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), o facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi), o xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*) e o quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy), cuja utilização reportada na literatura se refere principalmente ao uso nos períodos de seca, da planta como um todo, ou de

seus frutos para a alimentação animal (CAVALCANTI; RESENDE, 2007; SOUZA et al., 2007).

Pilosocereus chrysostele (facheiro) pode atingir uma altura de até 10m (CORRÊA, 1984); seu caule é suculento, carnoso e verde com capacidade fotossintetizante, seu formato externo é geralmente cilíndrico com projeções na forma de brotos, revestido na superfície por uma cutícula serosa (cobertura impermeabilizante), apresentando poucos estômatos e uma parede celular sinuosa com tubérculos (projeções do caule) e folhas reduzidas com aréolas (gemas laterais modificadas) contendo espinhos pontiagudos, chegando a alcançar até 2 cm de comprimento. Internamente, o caule apresenta cor amarelada, um parênquima armazenador de água e um cilindro vascular (tecido de transporte), responsável pela nutrição do vegetal, sendo constituído de líber e de lenho (GUIZZO, 1994 apud DEODATO, 2015).

Os frutos do facheiro possuem características atrativas em cor, aroma e sabor, como baga, de formato ovóide, de tamanho aproximadamente 10 cm de comprimento, vermelho intenso, carnoso, de polpa vermelha, com inúmeras sementes pretas e bem pequenas e pode ser facilmente encontrado em grande quantidade no período chuvoso de cada ano e não são explorados comercialmente, no que acarreta em desperdício dos mesmos.

A manutenção da qualidade dos frutos deve-se a técnicas de armazenamento pós-colheita que reduzem as taxas respiratórias e retardam o amadurecimento e prevenção de desordens. A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas pelo abaixamento da temperatura e modificação da atmosfera ambiente ou mesmo à combinação de ambos, imediatamente após a colheita (HILUEY et al., 2005).

3.3 USOS E RESTRIÇÕES DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS NAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

A aceitação do produto alimentício pelo consumidor está diretamente relacionada a sua cor. Esta característica sensorial, embora subjetiva, é fundamental na indução da sensação global resultante de outras características como o aroma, o sabor e a textura dos alimentos. Desta forma, a aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite. Além de necessária para sobrevivência, a alimentação também é fonte de prazer e

satisfação. Por essa razão, o setor alimentício preocupa-se tanto com a aplicação de cores e obtenção de alimentos que agradem aos olhos do consumidor (COLLINS; PLUMBLY, 1995; FREUND et al., 1988).

Corantes são aditivos alimentares definidos como toda substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento. De acordo com a resolução nº 44/77 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde de 1977, os corantes permitidos para uso em alimentos e bebidas são classificados em corante orgânico natural, obtido a partir de vegetal ou, eventualmente, de animal, cujo princípio tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado; corante orgânico artificial, obtido por síntese orgânica, mediante o emprego de processos tecnológicos adequados e não encontrado em produtos naturais; corante orgânico sintético idêntico ao natural, cuja estrutura química é semelhante a do princípio isolado do corante orgânico natural; e corante inorgânico ou pigmento, obtido a partir de substâncias minerais e submetido à processos de elaboração e purificação adequados ao seu emprego em alimentos.

Segundo o Item 1.2 da Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, aditivos é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos com o objetivo de modificar suas características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante sua fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação, sem o propósito de nutrir (BRASIL, 1997; SOUSA, 2012).

O uso de corantes artificiais está sendo limitado para alimentos em decorrência de estudos que comprovam efeitos negativos do seu consumo na saúde humana. De acordo com o estudo científico da área médica realizado pela Universidade de Southampton, cujo artigo foi publicado no Reino Unido em 2007, na revista *The Lancet*, há evidências que mostram uma relação entre o consumo de seis corantes artificiais: tartrazina (INS 102), amarelo quinolina (INS 104), amarelo crepúsculo (INS 110), azorrubina (INS 122), ponceau 4R (INS 124) e vermelho 40 (INS 129), juntamente com o conservante benzoato de sódio (INS 211), com o aumento da hiperatividade em crianças, síndrome que se caracteriza por desatenção, inquietude e impulsividade e que pode dificultar o seu desenvolvimento educacional, especialmente em relação à leitura (MCCANN et al., 2007; DUARTE et al., 2011). Além disso, foram divulgados estudos que

relacionam os corantes artificiais as alergias, dificuldades respiratórias, problemas de pele, irritação gástrica e desenvolvimento de doenças degenerativas (COLORIDO, 2009; GAMARRA et al., 2009; STRINGHETA, 2008).

No passado, os corantes artificiais eram os principais agentes de coloração dos produtos industrializados. Nos últimos quinze anos, com base nos resultados de estudos toxicológicos, o uso de inúmeros corantes tem sido proibido por legislações de países específicos e observa-se uma nova tendência no consumo de corantes que resultou em uma pequena substituição dos corantes sintéticos pelos naturais. O uso indiscriminado e cumulativo dos aditivos sintéticos aumentou as intoxicações por chumbo, arsênico e mercúrio, além do risco de se desenvolver câncer. Atualmente, nos EUA, o FDA (Food and Drug Administration) permite o uso de apenas sete corantes artificiais na indústria alimentícia e de cosmético. Este número já chegou a 80. Assim, o interesse e o consumo dos corantes naturais têm aumentado muito nos últimos anos (MORITZ, 2005).

A coloração é o atributo mais ativo para o consumidor no julgamento da qualidade de um alimento, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado, sendo, portanto, uma característica decisiva na escolha e aceitação do produto, assim o impacto visual gerado pela cor, muitas vezes, se sobrepõe ao causado por outros atributos como aparência e odor podendo ainda, apresentar efeito na própria intensidade com que é percebido ao sabor e odor dos alimentos (LIMA et al., 2005).

O uso de corantes para fins alimentícios exige avaliações de sua toxicidade; solubilidade (em água e/ou solventes alcoólicos); reatividade química com outros componentes do alimento; estabilidade quanto à luz, calor e umidade, entre outros. No Brasil, o Ministério da Saúde, tem permitido o uso de poucos corantes sintéticos em artigos alimentícios, em concentrações rigorosamente controladas (KAPOR, 2001).

Embora os corantes naturais apresentem desvantagens (baixa estabilidade e alto custo) frente aos corantes artificiais, os naturais têm sido utilizados há anos sem evidências de danos à saúde. Portanto, apesar das desvantagens, a substituição por corantes naturais é gradativa na indústria

alimentícia, pois conferem ao produto aspecto natural, o que aumenta a aceitação pelo consumidor (GOMES, 2012).

Os corantes naturais podem ser divididos em três grupos principais. Os compostos heterocíclicos com estrutura tetra-pirrólica, que compreendem as clorofilas presentes em vegetais, o heme e as bilinas encontradas em animais. Os compostos de estrutura isoprenóide, representados pelos carotenoides, encontrados em animais e principalmente em vegetais, e os compostos heterocíclicos contendo oxigênio como os flavonoides, que são encontrados exclusivamente em vegetais. Além desses existem outros dois grupos de corantes presentes unicamente em vegetais: as betalaínas que são compostos nitrogenados e os taninos, que agrupam diversos compostos de estruturas altamente variáveis (BOBBIO, 1992).

Os pigmentos vegetais podem ser classificados em três principais categorias: carotenoides, clorofilas e flavonoides. Os carotenoides são amplamente difundidos na natureza e são subdivididos em: carotenos e xantofilas. As clorofilas podem se apresentar em mais de uma forma. Quanto à solubilidade, os carotenoides e as clorofilas são solúveis em lipídeos e em solventes orgânicos (acetona, benzeno, clorofórmio, dissulfeto de carbono, etanol, e éter etílico) e estão localizados nos cromoplastos e cloroplastos, respectivamente. Os flavonoides compõem um grupo numeroso de pigmentos, subdivididos em antocianinas, flavonas, flavonóis, leucoantocianinas e compostos fenólicos relacionados. Os flavonoides encontram-se dissolvidos na seiva das células vegetais (mistura aquosa que contém ácidos orgânicos, açúcares, derivados aromáticos, polissacarídeos, e inúmeros pigmentos) (SALFIELD, 1974).

De acordo com Barros (2010) os pigmentos dos alimentos auxiliam em diversas funções do nosso organismo. O pigmento flavina dos alimentos brancos, por exemplo, pode proteger o sistema imunológico reforçando suas defesas, favorecer a renovação celular e colaborar na manutenção e formação dos ossos. O licopeno, presente nos alimentos vermelhos ajuda a regular os batimentos cardíacos, são primordiais ao funcionamento dos músculos e do sistema nervoso. Possuem efeito antioxidante atuando contra os radicais livres, cooperam na regulação dos batimentos cardíacos, na prevenção do stress, previnem contra o aparecimento de cânceres além de incitarem a circulação

sanguínea. O betacaroteno, um tipo de carotenoide e pigmento dos alimentos amarelados ou alaranjados, promove a manutenção dos cabelos e dos tecidos, melhoram a visão noturna, agem no metabolismo das gorduras. As antocianinas responsáveis pela cor arroxeada ou azulada dos alimentos auxiliam na transformação de carboidratos e outros nutrientes em energia. A clorofila dos alimentos verdes possui propriedades anticancerígenas, efeito desintoxicante das células e poder de inibição dos radicais livres. Alimentos marrons promovem o funcionamento regular do intestino e ajudam a controlar o colesterol, diabetes, entre outros.

Comercialmente os tipos de corantes mais largamente empregados pelas indústrias alimentícias têm sido os extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, antocianinas e as betalaínas (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002).

3.4 EXTRATOS

O Brasil possui reconhecimento mundial por ser um país com grande diversidade vegetal, proporcionando uma ótima estratégia de pesquisa em relação aos princípios bioativos (GUERRA; NODARI, 2010).

Os compostos bioativos fenólicos ou polifenóis, quimicamente são definidos como substâncias que apresentam um anel aromático unido a um ou mais grupos hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais que os confere o poder antioxidante (JIMÉNEZ, 2010; SOUSA et al., 2007). São substâncias amplamente distribuídas na natureza, no reino vegetal existem cerca de cinco mil fenóis, os que mais prevalecem são os flavonoides (antocianinas, flavonóis e seus derivados), ácidos fenólicos (ácido benzoico, cinâmico e seus derivados), cumarinas, fenóis simples, taninos, ligninas e tocoferóis (JIMÉNEZ, 2010).

Como, para identificação de compostos bioativos em fontes naturais é preciso obter um extrato, a extração pode ser realizada por métodos distintos, dentre eles, sendo os tradicionais os métodos de extração utilizando solventes orgânicos (como água, etanol, cetona, éter e metanol) e a extração supercrítica. Comumente etanol e água são os solventes mais empregados para a extração por razões de higiene e abundância (ANDREO; JORGE, 2006; SHAIDI; NACZK, 1995).

O etanol, apresenta as vantagens de ser obtido de fontes renováveis e não ser tóxico (FREITAS et al., 2007). A extração aquosa também é um método bastante reportado. Esse método apresenta algumas vantagens, pois elimina a necessidade de solventes orgânicos e permite a recuperação simultânea (CAMPBELL et al., 2011).

A extração dos compostos fenólicos depende da polaridade do solvente empregado. O rendimento da extração e a determinação da atividade antioxidante dos extratos dependem do tipo de solvente, devido à diferença nos potenciais antioxidantes e à polaridade dos compostos (ANDREO; JORGE, 2006).

3.5 ESTUDO DE TOXICIDADE POR ARTEMIA SALINA LEACH

A Resolução nº16 de 30 de abril de 1999 define como alimentos novos e/ou novos ingredientes, os alimentos ou substâncias sem histórico de consumo no País ou alimentos com substâncias já consumidas e que, entretanto, venham a ser adicionadas ou utilizadas em níveis muito superiores aos alimentos utilizados na dieta regular e, estabelece a exigência de comprovação de segurança de uso através de ensaios nutricionais e/ou fisiológicos e/ou toxicológicos em animais de experimentação, ensaios bioquímicos, entre outros (BRASIL, 1999).

Toxicidade é qualquer manifestação perceptível ou não, provocada por um agente externo capaz de alterar o equilíbrio fisiológico através de reações que podem ser tanto sutis quanto suficientemente grave ao organismo (BRITO, 1994). Entretanto, este conceito é relativo, pois depende da dosagem e do indivíduo (BUENO; PIOVEZAN, 2018).

A toxicidade de uma substância a um organismo vivo pode ser considerada como a capacidade de lhe causar dano grave ou morte. Para que este dano ocorra é indispensável a interação do agente químico com o organismo. A relação entre a intensidade do efeito, a concentração e o tempo de exposição, depende da idade e das condições de saúde do indivíduo ou organismo em risco (OGA, 2003).

Os testes de toxicidade são elaborados com o objetivo de estabelecer os possíveis efeitos das substâncias em humanos e devem ser utilizados para cada nova substância a ser produzida ou utilizada. Em outras palavras, trata-se

de um bioensaio que consiste em avaliar as possíveis interações das substâncias com o organismo (VICTAL et al., 2014).

Os estudos de toxicidade são geralmente divididos em três categorias: estudos de toxicidade aguda, envolvendo a administração de uma dose única da substância teste ou diversas administrações em um período de 24 horas; estudos subagudos e subcrônicos, onde repetidas administrações são feitas em um período correspondente a 10% da vida média da espécie animal utilizada (3 meses para o rato) e estudos crônicos, cujo período de experimentação envolve a vida toda do animal ou a maior fração dela (24 meses para o rato) (BRITO, 1994; LU, 1996).

Toxicidade aguda é definida como os efeitos adversos que ocorrem dentro de um período curto após a administração de uma dose única ou doses múltiplas, dentro de 24 horas. A dose única é utilizada para determinar a potência da droga em casos de ingestão ou envenenamento acidental e as doses múltiplas são usadas para avaliarem se os efeitos são cumulativos (OGA, 2003).

Larini (1997), cita que a toxicidade aguda de um composto químico é expressa pela quantidade necessária, em mg/Kg de peso corpóreo, para provocar a morte de 50% de um lote de animais submetidos à experiência. É representada pela sigla CL (Concentração Letal) 50%. Para alguns autores, a CL50 não é um parâmetro toxicológico – representa apenas um parâmetro estatístico.

O ensaio de letalidade com o microcrustáceo *Artemia salina* Leach é uma ferramenta útil na avaliação preliminar de toxicidade de substâncias, e também é empregado para detectar compostos bioativos. Permite um teste toxicológico geral e de toxicidade aguda letal, além de ser um ensaio alternativo para a utilização de animais respeitando os 3R's (*Reduction, Refinement, Replacement*), podendo também ser usado como teste de triagem para substâncias altamente dispendiosas (HARADA, 2009; BEDNARCZUK, 2010; CUNHA, 2011; SILVEIRA et al., 2018).

A *Artemia spp* é um microcrustáceo da família Artemiidae encontrado em águas salgadas. As artemias são utilizadas como alimento vivo para peixes, desempenhando um papel importante na cadeia alimentar neste ambiente. Essa espécie de microcrustáceo marinho tem sido utilizada em ensaios biológicos como um bioindicador, por apresentar características que favorecem seu

emprego (BEZERRA et al., 2017).

Sua utilização em testes de toxicidade aguda se deve a sua capacidade de formar cistos dormentes, além da simplicidade de manuseio e cultivo, rapidez e baixo custo. Por estas razões, a *Artemia* spp. têm sido utilizada para ensaios de toxicidade em diversas substâncias (CUNHA, 2011; HIROTA, 2012).

4. METODOLOGIA

Os frutos foram coletados em um acervo particular na fazenda Batentes pertencente ao município de Nova Palmeiras (PB), os mesmos foram acondicionados em caixas isotérmica e conduzidas para a pesquisa no Laboratório do CVT- campus CCTA – da UFCG. Os frutos foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 200 mg/L por 15 minutos, em seguida, foram lavados em água corrente, posteriormente os frutos foram cortado ao meio e removido a polpa da casca com o auxílio de utensilio apropriado (faca inox), após isso foi iniciada a pesquisa em três etapas: A primeira é composta pelas análises biométrica, físico-químico, determinação do teor de compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas, clorofila totais, carotenoides e análises microbiológica do fruto; segunda, será feita a produção dos extrato do corante e sua caracterização físico-química e microbiológica; na terceira, ocorreu a realização de análise toxicológica e a identificação das vitaminas, carotenoides, clorofila, antocianinas, flavonoides, e compostos fenólicos presente no corante obtido.

4.1 PRIMEIRA ETAPA

Foi realizado as análises biométricas dos frutos do facheiro seguindo as características: peso total (g), comprimento (mm), diâmetro (mm) e relação diâmetro/comprimento e na caracterização físico-química procederão as análises de umidade (%), cinzas (%), proteínas (%), lipídeos (%), sólidos solúveis totais (°Brix) açúcares redutores totais (%), vitamina C (mg/100g), pH, acidez total titulável (%) e a presença de compostos fenólicos totais (mg/100g), flavonoides(mg/100g), antocianinas (mg/100g), clorofila(µg/100g), e carotenoides (µg/100g).

4.1.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

4.1.1.1 Umidade

O teor de água foi obtido pela diferença de massa da amostra antes e após secagem em estufa a 105°C até peso constante, de acordo com técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para essa análise, aproximadamente 5,0 g de polpa foram pesados em cadinho previamente tarado e seco. As amostras foram analisadas em triplicata.

Em seguida os cadinhos com as amostras foram levados para estufa a 105°C por 4 horas. Após esse intervalo, as amostras foram tiradas da estufa e levadas para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente, quando foram pesadas. Essa operação foi obtida até a obtenção do peso constante.

4.1.1.2 Cinzas

As cinzas de um material são um ponto de partida para análise mineral específica. O resíduo mineral fixo foi obtido pelo método gravimétrico preconizado pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Em triplicata, foram pesadas 5g das amostras em cadinhos previamente secos em mufla a 550° C e pesados. Os cadinhos com as amostras foram colocados em mufla a 150°C por 30 minutos e aumentou gradativamente a cada 30 minutos para carbonização da amostra. Quando completada a incineração da amostra a 550°C, estes foram resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados. O procedimento foi repetido até peso constante.

4.1.1.3 Proteínas

A determinação de proteína foi feita pelo método de Kjeldahl de acordo com Instituto Adolf Lutz (2008). Este método se baseia nas três etapas de determinação de nitrogênio: digestão, destilação e titulação. Neste método a matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é transformado em amônia e, finalmente, quantificado. O conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas é de aproximadamente 16%, por isso usa-se um fator empírico de 6,25 para transformar a massa de nitrogênio encontrada em massa de proteína.

4.1.1.4 Lipídios

O conteúdo de lipídios foi determinado por extração direta em Soxhlet, utilizando hexano como solvente, procedendo-se a extração de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008).

4.1.1.5 Sólidos solúveis totais (SST)

Foi utilizado para esta análise um refratômetro digital (ATAGO Hand refractometer, precisão, 0,2%) com escala de 0° Brix a 32° Brix, devidamente calibrado com água destilada. Algumas gotas da amostra foram colocadas sobre

o prisma do aparelho e obteve a leitura direta dos graus Brix indicado pelo aparelho.

4.1.1.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi feita pelo método potenciométrico, utilizando-se 5 g de polpa do fruto do facheiro diluída em 45 mL de água. A medição foi realizada em um pHmetro de bancada (Quimis, precisão 0,01) devidamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0 (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.1.1.7 Açúcares redutores totais (ART)

Esta análise foi feita seguindo o método descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Este método baseia-se na redução do cobre em solução cúprica (soluções de Fehling A e B) pelos açúcares. Para determinar os açúcares redutores, uma solução contendo 10 ml de cada solução de Fehling em 40 ml de água será titulada com a amostra diluída até atingir o ponto de viragem, que é o desaparecimento da cor azul e a formação de precipitado vermelho (Cu₂O) no fundo do recipiente. O resultado foi expresso em porcentagem de glicídios redutores em glicose. Para determinar os açúcares não-redutores, a amostra passará por uma hidrólise ácida em banho-maria a 100°C ± 2 por 30 minutos, sendo posteriormente neutralizada com solução de hidróxido de sódio a 30% m/v. A titulação será feita da mesma forma que para a determinação dos açúcares redutores, e o resultado expresso em porcentagem de glicídios não-redutores em sacarose.

4.1.1.8 Açúcares Totais

O método utilizado como referência será o método Lane-Eynon. De acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

4.1.1.9 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

A vitamina C, ou ácido ascórbico, foi determinada pelo método de Tillmans descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Este método é usado para amostras com baixo teor de vitamina C, e baseia-se na redução do corante sal sódico de 2,6- diclorofenol indofenol por uma solução ácida de vitamina C (solução da amostra). Os resultados são expressos em mg de vitamina C/100g.

4.1.1.10 Acidez total titulável

Foi titulado 10g de amostra com NaOH 0,1N padronizado, até pH 8,1. Procedimento descrito em Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos (CECCHI, 2001).

4.1.1.11 Cor

A cor foi medida por meio de análise direta em um colorímetro, seguindo a escala de cores internacional (CIE- Commissione Internationale en Illuminationne) que utiliza as coordenadas: L* que representa a luminosidade (capacidade de refletir a luz), variando de 0 a 100; a* que representa a 26 transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*); b* que representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*).

4.1.1.12 Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foi avaliado segundo a metodologia descrita por Swain e Hill (1959), em que, inicialmente, será medido 0,5 g das amostras, que deverão ser maceradas e homogeneizadas em 25 mL de água destilada. A mistura resultante foi centrifugada por 15 min e colocada em repouso por 30 min para ser filtrada. Das soluções produzidas retirou uma alíquota e colocou em um tubo de ensaio juntamente com água e o reagente de Folin-Ciocateou, ficando em repouso durante cinco minutos. Em seguida, acrescentou-se carbonato de sódio (20%) e agitou-se em Vortex, levando em banho Maria a 40°C por 30 min. Após esse tratamento a absorvância da mistura resfriada foi lida em espectrofotômetro a 765 nm e o teor de fenólicos totais calculada através da equação da reta da curva padrão em ácido gálico (0,1g/L) e expresso em mg/100g.

4.1.1.13 Flavonoides

Os Flavonoides presentes nas amostras foram determinados segundo método desenvolvido por Francis (1982), em que irá medir aproximadamente 0,5 g da amostra, e em seguida, adiciona cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95% HCl 1,5 N na proporção de 85:15. As amostras foram homogeneizadas e maceradas por 2 min, sendo, em seguida transferidas para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. Transcorrido o tempo, o material foi filtrado e acrescentou-se a solução etanol/HCl para atingir o volume de 10 mL. A absorvância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.1.1.14 Antocianinas

A quantidade de Antocianinas foi verificada de acordo com metodologia de Francis (1982), em que pesa aproximadamente 0,5 g da amostra e, em seguida, adiciona-se cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95% HCl 1,5 N na proporção de 85:15. As amostras foram homogeneizadas e maceradas por 2 min, sendo, em seguida, transferidas para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. Transcorrido o tempo, o material foi filtrado e acrescenta-se solução etanol/HCl para atingir o volume de 10 mL. A absorbância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.1.1.15 Clorofila

A clorofila foi determinada através do método desenvolvido por Higby (1962) com modificações. Para a extração, utiliza-se aproximadamente 1g da amostra em 10 mL de hexano, sendo macerada e homogeneizada por cerca de 2 min. Em seguida, transfere-se o conteúdo para um tubo com envoltório de papel alumínio e deixa-se descansar por 24 horas. Logo após, o material será filtrado e acrescentou-se hexano para atingir o volume de 10 mL. A absorbância da solução será obtida em espectrofotômetro a 625nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.1.1.16 Carotenóides

Os carotenoides foram verificados através do método desenvolvido por Higby (1962) com modificações. Para a extração, colocou-se aproximadamente 1g da amostra em 10 mL de hexano, sendo macerada e homogeneizada por cerca de 2 min. Em seguida, transferiu-se o conteúdo para um tubo com envoltório de papel alumínio e deixa-se descansar por 24 horas. Logo após o material será filtrado e acrescentado hexano para atingir o volume de 10 mL. A absorbância da solução será obtida em espectrofotômetro a 450nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.1.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para a detecção e quantificação dos parâmetros microbiológicos dos frutos de facheiro foram analisadas coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, *Staphylococcus aureus*, Fungos filamentosos e leveduras e *Salmonella sp.*

4.1.2.1 Teste Presuntivo

Utilizou a técnica de tubos múltiplos, no qual se utiliza o meio caldo lauril triptose (KASVI), com período de incubação a 35±2°C por 24 - 48 horas,

conforme a metodologia descrita por Silva (2015). Este teste não é confirmatório, mas permite uma estimativa preliminar da densidade do grupo bacteriano baseada no enriquecimento em meio minimamente restrito.

4.1.2.2 Coliformes a 35°C

Utilizou-se o meio de Caldo Verde Bile Brilhante, 2% (KASVI) com período de incubação a $35\pm 2^\circ\text{C}$ de 24 - 48 horas, conforme a metodologia descrita por Silva (2015).

4.1.2.3 Coliformes a 45°C

Para análise utilizou-se o meio caldo E.C., incubando a 45°C por 24 - 48 horas, segundo a metodologia descrita por Silva (2015).

4.1.2.4 *Staphylococcus* ssp

Para a determinação foram utilizados o método em superfície no meio de cultura Ágar Baid-Parker suplementado com solução de gema de ovo a 50% e telurito de potássio a 3,5%. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.1.2.5 Fungos Filamentosos e Leveduras

Para contagem de fungos e leveduras foram utilizados o método de plaqueamento direto em superfície, em meio Agar Batata Dextrose (BDA) (KASVI) incubadas a 22°C por 5 dias, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.1.2.6 *Salmonella* sp

Utilizou-se o método em superfície no meio de cultura *Salmonella* Diferencial Ágar HIMEDIA® incubando-se a temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.2 SEGUNDA ETAPA

Produção de extratos a partir do fruto do facheiro para obtenção do corante e sua composição físico-química e microbiológica.

Foram produzidos quatro extratos a partir dos frutos do facheiro. O primeiro foi o extrato aquoso, o segundo extrato produzido foi o extrato de álcool de cereais, o terceiro e o quarto extratos foram produzidos a partir de uma solução hidroalcoólicas a 50% e 70%, respectivamente.

4.2.1 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

4.2.1.1 Extrato aquoso

Foram utilizados aproximadamente 5g da polpa do fruto de facheiro in natura, previamente triturado, posteriormente foram adicionadas 50 mL de água destilada como solvente, a solução permaneceu em repouso por um período 48 horas, em seguida o conteúdo foi filtrado em papel filtro e então armazenado em vidro âmbar e colocado sobre refrigeração a 4^o C por 48 horas.

Posteriormente os extratos foram submetidos ao processo de rotaevaporação a 49°C por 4 horas. Os extratos rotaevaporados foram armazenados sobre refrigeração para as análises posteriores.

4.2.1.2 Extrato cereal (Alcólico):

Foram utilizados aproximadamente 5g da polpa do fruto de facheiro in natura, previamente triturado, posteriormente foram adicionadas 50 mL de álcool de cereal como solvente, a solução permaneceu em repouso por um período 48 horas, em seguida o conteúdo foi filtrado em papel filtro e então armazenado em vidro âmbar e colocado sobre refrigeração a 4^o C por 48 horas. O álcool de cereal foi obtido no comércio local da cidade de Patos- PB. Posteriormente os extratos foram submetidos ao processo de rotaevaporação a 49°C por 4 horas. Os extratos rotaevaporados foram armazenados sobre refrigeração para as análises posteriores.

4.2.1.3 Extrato hidro alcólico 50%:

Foram utilizados aproximadamente 5g da polpa do fruto de facheiro in natura, previamente triturado, posteriormente foram adicionadas 50% de álcool etílico e 50% água destilada como solvente, a solução permaneceu em repouso por um período 48 horas, em seguida o conteúdo foi filtrado em papel filtro e então armazenado em vidro âmbar e colocado sobre refrigeração a 4^o C por 48 horas. Posteriormente os extratos foram submetidos ao processo de rotaevaporação a 49°C por 4 horas. Os extratos rotaevaporados foram armazenados sobre refrigeração para as análises posteriores.

4.2.1.4 Extrato hidro alcólico 70%:

Foram utilizados aproximadamente 5g da polpa do fruto de facheiro in natura, previamente triturado, posteriormente foram adicionadas 70% de álcool etílico e 30% água destilada na proporção como solvente, a solução permaneceu em repouso por um período 48 horas, em seguida o conteúdo foi filtrado em papel filtro e então armazenado em vidro âmbar e colocado sobre refrigeração a 4^o C por 48 horas. Posteriormente os extratos foram submetidos ao processo de rotaevaporação a 49°C por 4 horas. Os extratos rotaevaporados foram armazenados sobre refrigeração para as análises posteriores.

4.2.2 Análises Físico Químicas dos extratos do facheiro

4.2.2.1 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.5, utilizando um refratômetro digital (ATAGO Hand refractometer, precisão, 0,2%) com escala de 0º Brix a 32º Brix, devidamente calibrado com água destilada. Algumas gotas da amostra foram colocadas sobre o prisma do aparelho e obteve a leitura direta dos graus Brix indicado pelo aparelho.

4.2.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi feita pelo método potenciométrico, utilizando-se 5 ml do extrato do fruto do facheiro diluída em 45 mL de água. A medição foi realizada em um pHmetro de bancada (Quimis, precisão 0,01) devidamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0 (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.2.2.3 Ácido Ascórbico

A vitamina C, ou ácido ascórbico, foi determinada pelo método de Tillmans descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Este método é usado para amostras com baixo teor de vitamina C, e baseia-se na redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol por uma solução ácida de vitamina C (solução da amostra). Os resultados são expressos em mg de vitamina C/100g.

4.2.2.4 Acidez total titulável

Foi titulado 10ml de amostra com NaOH 0,1N padronizado, até pH 8,1. Procedimento descrito em Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos (CECCHI, 2001).

4.2.2.5 Cor

A cor foi medida por meio de análise direta em um colorímetro, seguindo a escala de cores internacional (CIE- Commisione Internationale em Illuminationne) que utiliza as coordenadas: L* que representa a luminosidade (capacidade de refletir a luz), variando de 0 a 100; a* que representa a 26 transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*); b* que representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*).

4.2.2.6 Compostos Fenólicos

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.12, em que, inicialmente, foi medido 0,5 ml das amostras e homogeneizadas em 25 mL de água destilada. A mistura resultante foi centrifugada por 15 min e colocada em repouso por 30 min para ser filtrada. Das soluções produzidas retirou uma alíquota e colocou em um tubo de ensaio juntamente com água e o reagente de Folin-Ciocateou,

ficando em repouso durante cinco minutos. Em seguida, acrescentou-se carbonato de sódio (20%) e agitou-se em Vortex, levando em banho Maria a 40°C por 30 min. Após esse tratamento a absorvância da mistura resfriada foi lida em espectrofotômetro a 765 nm e o teor de fenólicos totais calculada através da equação da reta da curva padrão em ácido gálico (0,1g/L) e expresso em mg/100g.

4.2.2.7 Flavonoides

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.13, em que foi medido aproximadamente 0,5 ml da amostra, e em seguida, adicionou cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95% HCl, 1,5 N na proporção de 85:15. As amostras foram homogeneizadas por 2 min, sendo, em seguida transferidas para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. Transcorrido o tempo, o material foi filtrado e acrescentou-se a solução etanol/HCl para atingir o volume de 10 mL. A absorvância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.2.2.8 Antocianinas

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.14, em que foi pesado aproximadamente 0,5 ml da amostra e, em seguida, adicionou-se cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95% HCl 1,5 N na proporção de 85:15. As amostras foram homogeneizadas e maceradas por 2 min, sendo, em seguida, transferidas para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. Transcorrido o tempo, o material foi filtrado e acrescenta-se solução etanol/HCl para atingir o volume de 10 mL. A absorvância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.2.2.9 Clorofila Total

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.15. A clorofila foi determinada através do método desenvolvido por Higby (1962) com modificações. Para a extração, utiliza-se aproximadamente 1ml da amostra em 10 mL de hexano, sendo homogeneizada por cerca de 2 min. Em seguida, transferiu-se o conteúdo para um tubo com envolto de papel alumínio e deixa-se descansar por 24 horas. Logo após o material será filtrado e acrescentou-se hexano para atingir o volume de 10 mL. A absorvância da solução será obtida em espectrofotômetro a 625nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.2.2.10 Carotenoides

Seguiu a metodologia descrita no tópico 4.1.1.16. Para a extração, colocou-se aproximadamente 1ml da amostra em 10 mL de hexano, sendo homogeneizada por cerca de 2 min. Em seguida, transferiu-se o conteúdo para um tubo com envolto de papel alumínio e deixou-se descansar por 24 horas. Logo após o material será filtrado e acrescentado hexano para atingir o volume de 10 mL. A absorbância da solução será obtida em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

4.2.3 Análises Microbiológicas dos extratos do facheiro

Para a detecção e quantificação dos parâmetros microbiológicos dos extratos dos frutos do facheiro foram analisadas coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, *Staphylococcus aureus*, Fungos filamentosos e leveduriformes e *Salmonella sp.*

4.2.3.1 Teste Presuntivo

Utilizou a técnica de tubos múltiplos, no qual se utiliza o meio caldo lauril triptose (KASVI), com período de incubação a 35±2°C por 24 - 48 horas, conforme a metodologia descrita por Silva (2015). Este teste não é confirmatório, mas permite uma estimativa preliminar da densidade do grupo bacteriano baseada no enriquecimento em meio minimamente restrito.

4.2.3.2 Coliformes 35°C

Utilizou-se o meio de Caldo Verde Bile Brillhante, 2% (KASVI) com período de incubação a 35±2°C de 24 - 48 horas, conforme a metodologia descrita por Silva (2015).

4.2.3.3 Coliformes 45°C

Para análise utilizou-se o meio caldo E.C., incubando a 45°C por 24 - 48 horas, segundo a metodologia descrita por Silva (2015).

4.2.3.4 Fungos filamentosos e leveduras

Para contagem de fungos filamentosos e leveduras foram utilizados o método de plaqueamento direto em superfície, em meio Agar Batata Dextrose

(BDA) (KASVI) incubadas a 22^o C por 5 dias, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.2.3.5 *Staphylococcus ssp*

Para a determinação foram utilizados o método em superfície no meio de cultura Ágar Baid-Parker suplementado com solução de gema de ovo a 50% e telurito de potássio a 3,5%. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.2.3.6 *Salmonella sp*

Utilizou-se o método em superfície no meio de cultura *Salmonella* Diferencial Ágar HIMEDIA® incubando-se a temperatura de 35 ± 1 °C por 48 horas, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2015).

4.3 TERCEIRA ETAPA

4.3.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E ENSAIO DE LETALIDADE EM *ARTEMIA SALINA* LEACH

O ensaio de letalidade em *Artemia salina* Leach foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Meyer (1982), com algumas modificações.

A eclosão dos cistos de *Artemia salina* ocorreu em solução de água e cloreto de sódio (NaCl) uma concentração de 40 g/L. A solução salina (pH 8-9) foram adicionados 100 mg de cistos para a eclosão dos ovos, que se deu em temperatura ambiente e sob luz de 100 W por um período de 48h.

No preparo das soluções a serem testadas foram utilizados 40 mL de todas as amostras, os quais foram transferidos para balões de 50mL e completados seu volume com água destilada. A partir da solução preparada anteriormente (40 mg mL⁻¹) foram realizadas diluições para tubos de ensaio de 10 mL de forma a obter as seguintes concentrações: 1000 µg mL⁻¹, 500 µg mL⁻¹ e 250 µg mL⁻¹. O controle negativo (0 mg mL⁻¹) foi preparado utilizando apenas água salina. O teste foi realizado em triplicata. Após o preparo das soluções, 10 náuplios foram coletados com micropipeta e transferidos para os tubos nos quais estavam presentes os extratos e frações nas diferentes concentrações. Os tubos foram deixados em temperatura ambiente por 48 horas. Passado este período, estes foram analisados para registrar a quantidade de

larvas vivas. O número de larvas vivas em relação ao aumento da concentração dos extratos e frações foram utilizados para calcular os valores da CL50.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os resultados das análises físico-químicas dos extratos do fruto de *pilosocereus chrysostele* (facheiro) foi utilizado o programa computacional ASSISTAT 7.7, onde os tratamentos foram comparados através da Análise de Variância (ANOVA) seguido da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$) a 5% de probabilidade.

A determinação da concentração letal média (CL50) dos extratos de plantas do sertão Paraibano foi obtida por regressão não-linear do número de núprios viáveis para cada concentração dos extratos. O ensaio foi realizado em triplicata para cada concentração dos extratos. Todos os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão e analisados estatisticamente empregando-se o Teste-t, onde os valores de $p < 0,05$ foram considerados significantes e analisados pelo programa GraphPad Prism 8.4.3.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características biométricas dos frutos são de fundamental importância para uma boa aceitação do produto pelo consumidor. De maneira geral, a qualidade dos frutos é atribuída as características físicas, as quais se destacam na aparência externa, como tamanho, forma, cor de casca e polpa, características estas ligadas a atributos como aparência, sabor, odor, textura, bem como seu valor nutricional (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na Tabela 1 estão inseridas as médias e desvio padrão de forma descritivas referente à biometria dos frutos do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*).

Tabela 1: Caracterização biométrica do fruto do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*).

ANÁLISES BIOMÉTRICAS	FRUTO
Massa (g)	40,37 ± 7,87*
Comprimento (mm)	32,1 ± 0,28
Diâmetro(mm)	42,9 ± 0,42
Relação diâmetro / comprimento	1,34 ± 0,14

*Média ± desvio padrão.

Observa-se na Tabela 1 que o fruto do facheiro apresentou massa de 40,37g. Em frutos destas espécies de facheiro, Medeiros et al. (2015) encontrou uma média de massa de 34,13 g em frutos provenientes de diversas localidades da Paraíba. Abud et al., (2012) apresentaram massa fresca médias de 53,85 ± 10,0 g em frutos de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), evidenciando que espécie de cactáceae tem paridade com o fruto do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*) tanto em aparência quanto ao peso dos mesmos.

ABUD et al. (2010) avaliando as características físicas dos frutos, concluiu que o fruto de facheiro apresenta em média comprimento de 38,13 mm e diâmetro de 50,53 mm, valores que corroboram com o comprimento do fruto do presente trabalho apresentando média geral de 32,1 mm de comprimento e 42,9 mm de diâmetro, ressaltando que, frutos no início da pigmentação apresenta diâmetros maiores. Os valores encontrados na tabela 1, são similares com ABUD

et al. (2012), afirmando que frutos de xique-xique, apresentaram comprimento de 40,67 mm e 48,09 mm de diâmetro.

Em relação a análise biométrica correlacionando o diâmetro/comprimento o resultado foi de 13,4mm, ao qual não foi encontrado na literatura científica valores que reportasse ao fruto do facheiro suas características físicas. A análise das características físicas dos frutos como o comprimento e o diâmetro são parâmetros importantes, pois refletirão na aceitabilidade do produto pelo consumidor, Segundo Coelho (2004).

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios e desvios padrão da caracterização físico-química da polpa dos frutos do facheiro.

Tabela 2: Caracterização físico-química do fruto do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*).

ANÁLISES	FRUTO
pH	4,70±0,15*
SST (°Brix)	6,7±0,70
Acidez (%)	0,24±0,02
Cinzas (%)	0,56±0,07
Umidade (%)	87,38±0,17
Sólidos Totais (%)	12,62±0,17

*Média ± desvio padrão.

Conforme a tabela 2, o valor de pH foi de 4,70, próximo ao obtido por Souza (2014), em que a polpa do fruto do facheiro da espécie (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) em estágio de maturação final ou totalmente roxa foi 4,76. Lima (2016), encontrou valores de 4,57 e 4,44 para a polpa e a casca do fruto do mandacaru, resultados inferiores ao do presente estudo.

Neto et al. (2019), constatou pH de 3,73, em frutos de mandacaru (*Cereus Jamacaru P. Dc.*), valor menor que o encontrado na polpa do fruto do facheiro, indicando que o fruto do mandacaru são alimentos muito ácidos, ocasionando a redução da capacidade de crescimento de microrganismos. NASCIMENTO (2014), trabalhando com espécies do fruto do facheiro, relata que a polpa do fruto é classificada como alimentos de baixa acidez.

O resultado médio de sólidos solúveis totais encontrados na (Tabela 2) foi de 6,7, corroborando com Silva (2019), que analisou a farinha do xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) obtendo um teor de sólidos solúveis de 7,0 °Brix. Deodato (2015), encontrou na farinha do facheiro, 11°Brix, valor superior ao encontrado neste trabalho. Contudo, para a obtenção da farinha, a polpa dos frutos das cactáceas passaram por um processo de secagem fazendo com que ocorresse uma redução na quantidade de água, podendo justificar a concentração maior de sólidos solúveis totais.

Silva et al. (2019) conferiu valores de 8,0 e 8,40 para a polpa dos frutos verdes e maduros do mandacaru, respectivamente. Gonçalves et al. (2015) estudando o *Pilosocereus arrabidae*, obteve um teor de 9,00 °Brix da polpa. Essas alterações de valores, podem ser explicadas por Silva, Alves (2009), afirmando que essas diferenças podem ser atribuídas as variações climáticas do ano em que foram coletados.

Observa-se que os valores médios de acidez total obtidos da caracterização físico-química da polpa do fruto do facheiro, foi de 0,24%, resultado semelhante ao encontrado por (SOUSA, 2017), na qual encontrou valor de 0,26% na polpa do facheiro.

No trabalho realizado por Rodrigues (2016) utilizando frutos do facheiro na qualidade, atividade antioxidante e atividade da peroxidase durante a maturação de frutos de facheiro, no estágio de maturação totalmente roxa observou acidez da polpa com 0,21%, valor inferior ao encontrado neste trabalho, contudo, o autor explica que ao passo que se avança a maturação do fruto há um aumento de acidez titulável.

De acordo com Fagundes e Yamanishi (2001), algumas das características físico-químicas dos frutos, como pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável são influenciadas diretamente do meio, variando de acordo com local do cultivo, clima, condições do solo, variedade, assim como técnicas empregadas na colheita e pós colheita de frutos. Com isso pode-se justificar as variações ocorridas nos respectivos resultados da tabela 2.

O resultado médio de cinza na (Tabela 2), expressa a quantidade de minerais totais. Para este parâmetro físico químico foi encontrado valor médio de 0,56%, corroborando com, Silva et al. (2019) que obteve valores de 0,49 e 0,46% da polpa dos frutos verdes e maduros do mandacaru. Os valores de

cinzas encontrados por Santos (2018), é superior (1,3%) ao referente trabalho, visto que o mesmo está relacionado a casca do fruto do mandacaru in natura.

Sousa (2017), encontrou quantidades significativas de elevadas concentrações de resíduo mineral na polpa do mandacaru 0,48%, xiquexique 0,66%, facheiro 0,68% e quipá 0,85%, sendo possível identificar que as cinzas da polpa do mandacaru, foi menor quando comparada, respectivamente as outras cactáceas que apresentaram valores superiores ao respectivo estudo.

Os resíduos minerais nos alimentos é um parâmetro de qualidade, na qual identificará alguns dos principais minerais como cálcio, ferro, fósforo, sódio e outros componentes minerais. (WANG; ZHENG, 2003). Além de fornecer uma indicação da importância dos elementos minerais no alimento.

Percebe-se na Tabela 2, que a polpa do fruto do facheiro apresentou um alto teor de umidade de 87,38 %. Nascimento (2014) reporta que o elevado teor de água ocasiona excessivas perdas na estabilidade química, nas alterações fisiológicas, na deterioração microbiológica e, na qualidade geral dos alimentos, o mesmo, apresentou teores de umidade médios de 95,89% e 92,45% para a polpa e a casca do facheiro.

Neto et al (2019) e Bahia et al. (2010), avaliaram na polpa do fruto do mandacaru um teor elevado de água de 85,79% e 83,29% respectivamente, afirmando que o fruto pode ser considerado úmido pela porcentagem encontrada. Oliveira et al. (2011) argumentam que a elevada quantidade de água livre não favorece a sua conservação, carecendo de armazenamento sob refrigeração, principalmente se for utilizado para o consumo in natura e elaboração de novos produtos.

O teor de sólidos totais para a polpa do fruto do facheiro foi 12,62%. Na literatura, Souza (2014), encontrou resultado superior para polpa do facheiro de 19,97%, entretanto para a polpa do Figo da Índia (*Opuntia ficus indica*), que também é uma cactácea, o valor foi de 11,20%, semelhante ao presente trabalho. Jeronimo (2016) trabalhou com a polpa dos frutos da pitáia, relatando teor de sólidos totais de 13,97%, resultado superior ao encontrado na polpa do fruto do facheiro.

Tabela 3: Caracterização físico-química do fruto do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*).

ANÁLISES	FRUTO
Lipídeos (%)	2,52±0,23*
Proteínas (%)	5,41±0,59
Açúcares Totais (%)	5,76±0,13
Açúcares Redutores (%)	5,10±0,19
Açúcares Não Redutores (%)	0,63±0,21

*Média ± desvio padrão.

A Tabela 3 apresenta a fração lipídica para a polpa dos frutos do facheiro de 2,52%. Comparando com o resultado de Souza (2017), que utilizou o facheiro, encontrando um teor de 3,16%, o mesmo afirma, que o número elevado de sementes do fruto pode justificar o resultado obtido. Deodato (2015) obteve resultado superior, com teor de lipídeos em torno de 6% na farinha da polpa de facheiro em uma temperatura a 60°C, porém o fruto foi submetido a elevada temperatura de secagem.

Podemos justificar o valor elevado de lipídeos obtidos na tabela 3, com Nascimento (2014), que avaliou a polpa do fruto do facheiro liofilizado a diferentes temperaturas de congelamento, havendo aumento significativo no teor de lipídeos, devido a diminuição da temperatura no armazenamento. Ressaltando que o fruto do facheiro neste estudo, foi armazenado em baixas temperaturas.

O teor de proteínas da polpa do fruto do facheiro conforme a Tabela 3 foi 5,41%, valor superior quando comparado ao estudo realizado por Jeronimo (2016) que foi 2,27% para a polpa de pitaiá vermelha in natura. Reis et al. (2018) relatou teor proteico de 7,34% para formulação (F1) com 100% de polpa de xique xique. Essas diferenças encontradas podem ser justificadas pelo fato de haver alterações nas temperaturas, que os frutos foram armazenados, as espécies cactáceas e as questões climáticas das regiões.

Os açúcares encontram-se nos frutos na forma livre ou dependente e são responsáveis pelo sabor e doçura do alimento consumido. A polpa do fruto do facheiro apresentou porcentagem de 5,76% de açúcares totais, O valor encontrado é inferior ao resultado de Silveira et al. (2014), que apresentou valor

médio de 18,23% de açúcares totais em um estudo feito do genótipo de puçá (coroa de frade) da vegetação litorânea de Beberibe-ce. Rufino et al. (2009) mencionou valores mais baixos, de 16,63 % e 15,69 % em puçá Coroa de Frade e puçá-preto, respectivamente. Diante das literaturas citadas, podemos ressaltar que a polpa do fruto do facheiro contém baixo teor de açúcares totais.

Os açúcares existentes nos alimentos, são representados pela classe dos chamados açúcares redutores, o mesmo confere ao fruto possível potencial para utilização de processos, incluindo fermentações alcoólica. O teor de glicose conforme a tabela 3, foi de 5,10%, corroborando com os valores encontrados por Nascimento (2014), apresentando teores de 3,16 e 2,90%, para a polpa e casca de facheiro. O autor explica que a maioria dos açúcares encontrados nos frutos de facheiro é do tipo redutor, todavia, sabe-se que a glicose é a substância energética das células do cérebro e nervosas, e que na fruta de facheiro, assim como outros tipos de frutos, está presente como açúcar livre que é absorvido diretamente pelo corpo.

Rufino et al. (2009) relataram valores superior de 9,81% para o fruto do puçá Coroa de frade e 9,92% para o puçá- preto. Barreiros (2012), explica que a frutose e a glicose, considerados açúcares redutores, proporcionam maior doçura nos frutos, já que a frutose tem uma potencialidade maior de adoçar, comparado com a sacarose.

O resultado de açúcares não redutores apresentado na Tabela 3, expresso pelo teor de sacarose foi 0,63%, justificando que o poder adoçante da sacarose é menor quando comparado a glicose. Bahia et al. (2010) ao analisarem a polpa do fruto do mandacaru obtiveram teor maior de 2,93%.

De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010), a quantidade de açúcares de frutas, muda de irrelevante para mais de 20% em base úmida. Geralmente as frutas e hortaliças abrange mais açúcares redutores que sacarose. Essa afirmação, justifica a presença do açúcar não redutor, encontrado em poucas quantidades na polpa dos frutos do facheiro.

Tabela 4: Caracterização de compostos bioativos do fruto do facheiro (*Pilosocereus chrysostele*).

ANÁLISES	FRUTO
Compostos Fenólicos (mg/100g)	303,44±0,34*
Flavonoides (mg/100g)	18,79±0,07
Antocianinas (mg/100g)	8,16±0,05
Clorofila Total (µg/100g)	0,39±0,03
Carotenoides (µg/100g)	524,64±0,66
Vitamina C (mg/100g)	33,44±0,89

*Média ± desvio padrão.

Os resultados obtidos na Tabela 4, da polpa dos frutos de facheiro apresentou teor de compostos fenólicos (303,44 mg/100g). Ao avaliarem a casca do fruto do mandacaru Santos et al. (2020) encontraram 275,98 mg/100g, valor inferior ao apresentado neste trabalho. Reis et al (2016), determinou compostos em frutos da espécie de *Opuntia dillenii* e determinaram valores de 379,03mg/100g, condizente com o fruto estudado.

Santos (2018), analisando cactáceas da mesma família, apresentou (326,78 mg/100g), semelhante com o do estudo, podendo ser justificado pelo estágio de maturação do mesmo. Todavia, sabe-se que, quanto mais avançado o estágio de maturação, maior será a concentração dos compostos fenólicos. Assim como, o tempo de armazenamento do fruto do facheiro sob refrigeração pode ter influenciado no resultado, diminuindo a quantidade de compostos fenólicos.

Os flavonoides são compostos bioativos presentes na alimentação humana em grande abundância, nas quais absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais, podendo ajudar na prevenção de doenças (FARIAS, 2013).

Os resultados para presença de flavonoides nos frutos do facheiro (18,79mg/100g), corroboram com (LIMA et al., 2013), relatando em frutos de pitaita, concentrações inferiores de compostos fenólicos, entre 0,9 e 6,0 mg/100g.

Semedo (2012), relata que os flavonoides possuem princípio amargos, contribuindo para o sabor, cor, adstringência e o amargor de diferentes tipos de frutas e legumes. Não foram encontrados na literatura científica valores comprobatórios de compostos fenólicos no fruto do facheiro.

O resultado de antocianinas da polpa do fruto do facheiro na Tabela 4, apresentou uma média de 8,16 mg/100g. Resultados similares foi verificado por Sousa (2017), utilizando a polpa e casca do mesmo fruto, de 10,34 e 8,34 mg/100g, respectivamente.

Bragança et al. (2017) utilizou a polpa do fruto de *Opuntia elata Salm-Dyck*, reportando valor médio de 1,56 mg/100g de antocianinas. Essas diferenças significativas de valores encontrados na literatura e comparada ao *Pilosocereus chrysostele*, pode ser justificada pela coloração menos intensa de cada espécie das cactáceas. Ressaltando que o fruto do facheiro é rico em antocianinas, devido ao fato do mesmo apresentar uma pigmentação natural, vermelho intenso.

Conforme observado na tabela 4, a polpa dos frutos do facheiro apresentou 0,39 µg/100g de clorofila total, resultado inferior ao relatado por Pereira (2017) em polpa de frutos de mandacaru submetidos a diferentes tempos de hidrosfriamento, variando de 8,9 a 26,8 mg/100g. Essa discrepância encontrada neste estudo e o relatado pelo autor, pode ser justificado pela utilização de quantificações de metodologias diferentes, como também, diferentes famílias de cactácea utilizadas nas literaturas.

Os carotenoides são substâncias responsáveis por conceder ao alimento cor e aroma, além de serem fontes de vitamina A. Conforme a tabela 4, o teor de carotenoides foi 524,64 (µg/100g). Dias et al. (2009) confirma que a quantidade de carotenoides contido nos alimentos, pode sofrer variações de acordo com a espécie, variedade, luminosidade, como também estágio de maturação do alimento.

De acordo com, Formiga et al. (2016), Vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, utilizada como parâmetro de qualidade em frutas e hortaliças. É encontrada em alguns frutos frescos, sendo de grande importância para a nutrição dos seres humanos. O resultado de ácido ascórbico obtido neste trabalho foi de 33,44 mg/100g, semelhante ao reportado por

Bulhões (2020), que encontrou no fruto de quipazeiro totalmente maduro valor de 36,73 mg/100g.

Silva et al. (2015) e Melo et al. (2015) encontraram médias de 19,6 mg/100mg e 4,0 mg/100g de vitamina C, em frutos de figo-da-índia e mandacaru, respectivamente, valores inferiores ao encontrado no estudo, conforme a tabela 4.

Silva et al. (2009) relata que frutos cítricos contém teores variados de ácido ascórbico, podendo ser classificadas em diferentes níveis: fontes elevadas (100 a 300 mg/ 100g); fontes médias (50 a 100 mg/100g); fontes baixas (25 a 50 mg/100g) e fontes muito baixas quando menores que 25mg/100g de polpa. Com isso podemos assegurar que a polpa do fruto do facheiro apresenta fontes baixas de ácido ascórbico, indicando uma menor estabilidade e conservação dos frutos, já que a presença elevada de ácido ascórbico, indica que os nutrientes presentes estão sendo preservados.

Na Tabela 5, estão expressos os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos avaliados nos extratos elaborados.

Tabela 5: Caracterização físico-química dos extratos.

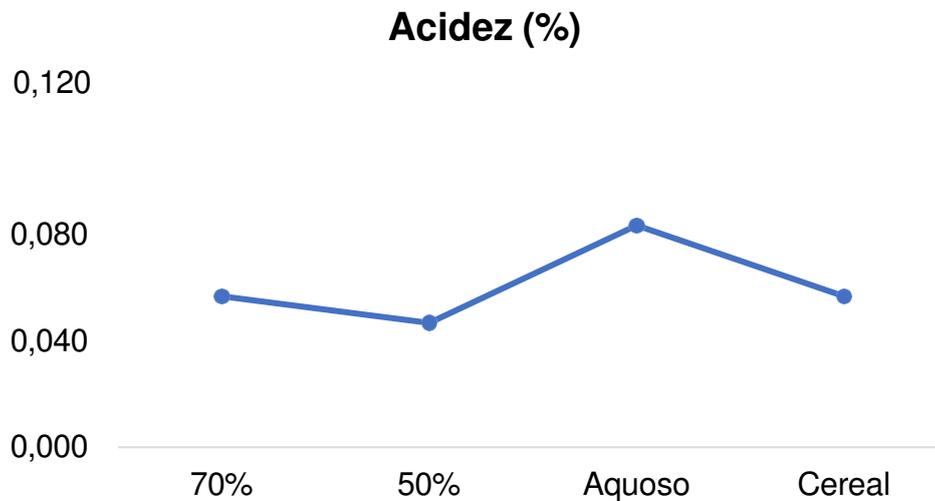
ANÁLISES	EXTRATOS			
	Aquoso	70%	50%	Álcool de cereais
Acidez (%)	0,08 ^a ±0,02*	0,06 ^{ab} ±0,01	0,05 ^b ±0,01	0,06 ^{ab} ±0,01
Ph	3,34 ^b ±0,03	4,08 ^a ±0,05	4,06 ^a ±0,12	3,51 ^b ±0,05
°Brix	0,33 ^d ±0,06	4,03 ^c ±0,06	6,50 ^b ±0,43	20,33 ^a ±0,15

*Média ± desvio padrão.

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para análise de acidez total titulável, as amostras variaram de 0,05% para o extrato com álcool a 50% a 0,08% para o extrato aquoso. Somente as amostras do extrato aquoso e do extrato 50% apresentaram diferenças significativas entre si.

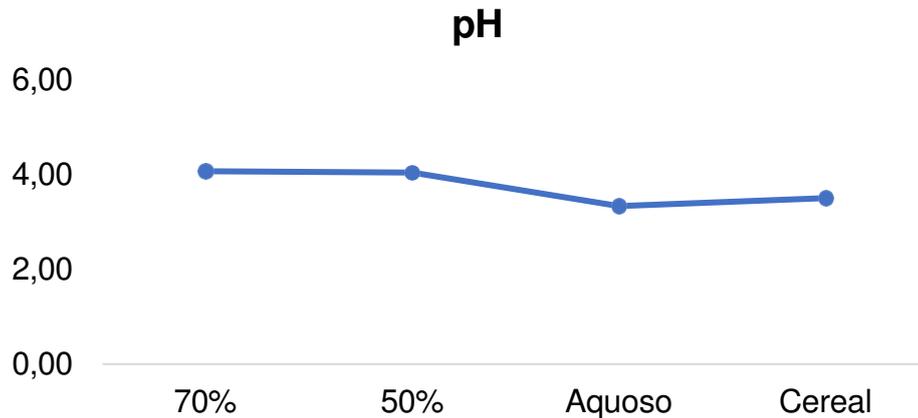
Figura 1: Resultados obtidos para acidez total titulável dos extratos.



Como pode ser observado na Figura 1, os valores obtidos para acidez, mesmo diferindo estatisticamente, encontram-se bastante próximos. A baixa acidez dos extratos, os tornam um adequado aditivo na produção de diversos alimentos e alguns de seus compostos podem vir a ser usados também como corantes alimentares, dentre eles estão os pigmentos. A determinação da acidez total pode fornecer dados referentes ao processamento e ao estado de conservação dos frutos antes do processo de rotaevaporação para obtenção dos extratos.

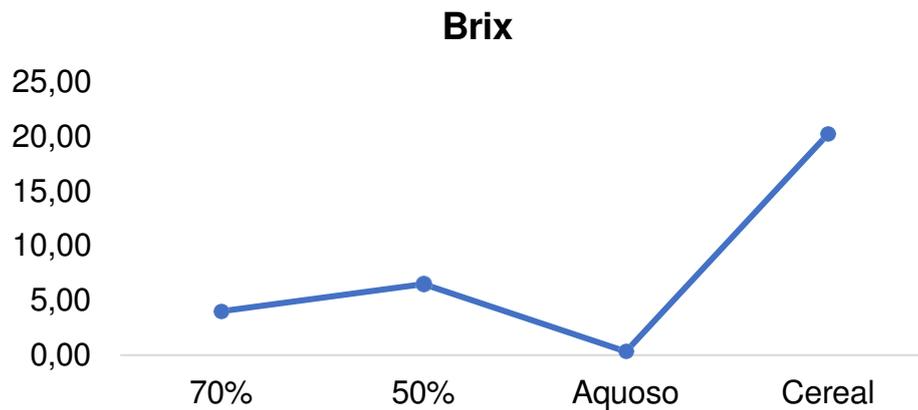
Os valores de pH variaram de 3,34 para o extrato aquoso, a 4,08, para o extrato etanólico a 70%. A medida do pH é importante porque indica a susceptibilidade dos extratos em relação ao crescimento de microrganismos, é desejável um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação dos mesmos. Estatisticamente, os extratos a 50% e 70% obtiveram pH superior e diferiram dos extratos aquoso e do extrato com álcool de cereais. Mandelli (2016), encontrou valores semelhantes de 3,35 para extratos do fruto de *ora-pro-nobis*. Por outro lado, Vicente (2017), desenvolveu extratos a partir da *P. grandifolia* e obteve média de 5,62 para o parâmetro de pH, resultados superiores aos encontrados nesta pesquisa.

Figura 2: Resultados obtidos de pH dos extratos.



Ao compararmos os valores de pH dos extratos com o valor obtido para o fruto, nota-se uma diminuição do valor. O fruto, com pH inicial de 4,70 estava susceptível ao crescimento de microrganismos deteriorantes, após a obtenção dos extratos, com o decréscimo do pH as amostras tornaram-se mais estáveis a proliferação de microrganismos. Na Figura 2, pode-se observar que os valores referentes ao pH dos extratos obtiveram uma variação mínima entre si, mesmo com a ocorrência das diferenças estatísticas, tendo o extrato aquoso o menor valor, de 3,34.

Em relação aos sólidos solúveis totais (SST), expressos em °Brix, os valores encontrados variaram entre 0,33 °Brix para o extrato aquoso a 20,33 °Brix para o extrato de álcool de cereais. Todas as amostras avaliadas diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Silva (2017), desenvolveu extratos aquoso, etanólico e cetônico a partir da *Hylocereus undatus* (Haw.), encontrando valor de 0,40 °Brix para o extrato aquoso, resultado semelhante ao obtido neste trabalho. Os sólidos solúveis são compostos responsáveis pelo sabor, entre eles estão os ácidos, sais, vitaminas, aminoácidos e algumas proteínas, porém os açúcares compõem a maior fração encontrada (BANERJEE et al., 2008), além de possuírem influência nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas dos alimentos.

Figura 3: Resultados obtidos de °Brix dos extratos.

Na Figura 3, pode-se notar que o extrato do fruto obtido a partir do álcool de cereais obteve um valor consideravelmente superior as demais amostras, tal resultado pode ter sido influenciado pelo estado de maturação da matéria-prima do extrato, visto que, o teor de sólidos pode ser influenciado pelo grau de maturação da fruta e pelo período de armazenamento após a colheita: quanto maior o grau de maturação, maior a porcentagem de sólidos solúveis presentes, devido à biossíntese de açúcares, à degradação de polissacarídeos ou à conversão dos ácidos em açúcar (MEYER et al., 1982).

Na tabela 6, estão expressos os valores para a análise de cor dos extratos obtidos a partir do facheiro.

Tabela 6: Resultados para a análise de cor dos extratos de facheiro

Extratos	Parâmetros				
	a	b	L	C	h
50%	12,53 ^a ±0,21	12,77 ^b ±0,40	33,33 ^{ab} ±0,25	17,9 ^b ±0,3	77,1 ^a ±2,34
70%	13,03 ^a ±1,47	16,83 ^a ±1,50	27,73 ^b ±0,64	21,3 ^a ±0,85	52,17 ^b ±5,16
Aquoso	2,63 ^b ±0,65	15,23 ^{ab} ±2,57	39,3 ^a ±4,71	14,07 ^c ±0,06	79,83 ^a ±3,59
Cereal	3,8 ^b ±0,78	16,6 ^{ab} ±0,26	35,4 ^a ±0,46	17,03 ^b ±0,40	77,1 ^a ±2,34

A primeira característica observada em um alimento é a cor, e essa pré-determina expectativas de sabor e qualidade (Henry, 1996). A qualidade de uma cor é obtida pela tonalidade (h^*), saturação (C^*) e luminosidade (L^*). A tonalidade é uma grandeza que caracteriza a qualidade da cor, como vermelho, verde e azul, por exemplo, permitindo que elas sejam diferenciadas. A saturação, também chamada de pureza, descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade, indicando a proporção em que ela está misturada com o preto,

branco ou cinza; permitindo diferenciar cores fortes de fracas. Luminosidade é a qualidade que caracteriza o grau de claridade da cor, indicando se as cores são claras ou escuras ($L^* = 0$, preto a 100, branco) (PONTES, 2004; RAMOS e GOMIDE, 2007).

A partir dos resultados observados na tabela 6, é possível perceber que para o parâmetro a, variou de 2,63 para o extrato aquoso de facheiro a 13,03 para o extrato a 50% de facheiro. É possível observar também que as amostras de extratos a 50% e a 70% não deferiram entre si, mas deferiram das amostras de extrato aquoso e de álcool de cereais.

O parâmetro a, analisa as cores variando do espectro do verde-vermelho, como todos os resultados das amostras deram positivas, as mesmas se encontram no espectro do vermelho, mudando apenas a sua tonalidade. É perceptível que as amostras de extratos aquosos e de álcool de cereais obtiveram médias menores se comparadas as medias obtidas pelos extratos de facheiro a 50% e a 70%. Com isso é notável que as amostras de extrato aquoso e de álcool de cereais obtiveram uma cor tendendo ao vermelho mais claro, próximo ao branco, enquanto as outras duas amostras de extratos produzidas obtiveram valores tendendo a um vermelho um pouco mais forte.

Esses resultados podem ser explicados pela força de carreamento dos compostos que conferem a cor ao facheiro, possivelmente a água e o álcool de cereais não são bons carreadores desses compostos, ou o tempo em que o solvente ficou em contato com a polpa do facheiro não foi suficiente para conseguir extrair toda a coloração. Ao contrário do álcool a 50% e o álcool a 70%, onde os mesmos foram capazes de extrair uma maior coloração do fruto, porém, vale ressaltar que essa extração, ainda foi pouca, pois o valor do parâmetro a, mesmo sendo considerada estatisticamente diferente das demais, ainda é um valor baixo.

O parâmetro b na análise de Colorimetria, equivale ao espectro de cor amarelo-azul, é possível perceber que para esse parâmetro os valores dos extratos variaram de 12,77 para o extrato a 50% a 16,83 para o extrato a 70%, sendo que as amostras de extrato aquoso e de álcool de cereais não diferiram entre si e não deferiram entre as amostras restantes. Logo, como todos os valores são positivos, percebe-se que as amostras tenderam a uma coloração, para o parâmetro b, mais amarelo, porém, uma cor mais fraca, próximo ao branco.

Para o parâmetro de luminosidade (L), as amostras de extrato de facheiro variaram 27,73 para a amostra de extrato de facheiro a 70% a 39,3 para a

amostra de extrato aquoso. Para este parâmetro quanto mais próximo o valor de 100, maior será a luminosidade, ou seja, a amostra de extrato aquoso dentre as amostras estudadas foi a que apresentou a maior luminosidade, enquanto a amostra de extrato de facheiro a 70%, foi a que apresentou a menor luminosidade.

Pode-se observar, que as amostras que apresentaram o maior valor para o parâmetro a, ou seja, obtiveram uma coloração mais rósea, apresentando uma luminosidade mais baixa, podendo ser decorrente da extração e carreamento dos extratos. Outro motivo que pode explicar esses valores, é pelo processo de concentração do extrato, processo de rotaevaporação, em que consiste reduzir e concentrar os extratos, apenas as amostras de 50% e 70% foram rotaevaporadas, para a retirada do álcool remanescente. Ao ocorrer a concentração dos compostos que conferem a cor, a luminosidade e brilho dos extratos são eliminados, deixando as amostras mais foscas e densas, com uma coloração rósea, porém turvo.

Rodrigues (2019), em seu trabalho sobre qualidade, atividade antioxidante e atividade da peroxidase durante a maturação de frutos de facheiro (*pilosocereus pachycladus ritter*), avaliando os parâmetros de cor (a, b e L), para o facheiro em estado de maturação mais roxo, utilizando a polpa, estado esse o mesmo utilizado no presente trabalho, encontrou para os parâmetros valores de 17,33, 22,60 e 18,83 para os parâmetros de a, b e L respectivamente. Observa-se que para o valor de a, as amostras de extrato a 50% e 70% foram as que mais mantiveram os valores próximos ao original da polpa, enquanto os extratos de facheiro aquoso e de álcool de cereais, perderam a coloração muito fácil.

Para o parâmetro b, as amostras discutidas no presente trabalho, apresentaram valores um pouco menores se comparadas ao trabalho de Rodrigues (2019), podendo ser explicado a perda decorrente do processo de rotaevaporação, onde alguns compostos que são responsáveis por conferir a cor podem ser destruídos pelo processo de aplicação de temperatura para que ocorresse a concentração, outro fator que pode explicar é a incidência luminosa, os extratos foram armazenados em fracos de vidro âmbar, porém, no processo de rotaevaporação, o balão recebia um pouco de luminosidade, onde esse fator pode ser o causador dessa perda e coloração.

Comparando os resultados apresentados no presente trabalho, com o trabalho de Rodrigues (2019) para o parâmetro de luminosidade (L), as amostras de extratos apresentaram valores superiores, podendo novamente ser explicados pelo processo de rotaevaporação para as amostras a 50 e 70%, e

pelo mal carregamento dos compostos que conferem a coloração pelos solventes utilizados. Vale ressaltar também que Rodrigues (2019), realizou a análise na polpa in natura, os extratos apresentados no presente trabalho, passaram pelo processo de diluição da polpa nos solventes correspondentes e por fim pelo processo de rotaevaporação, o que influencia no resultado final.

Calado (2017), em seu trabalho sobre pós-colheita de frutos de mandacaru colhidos em dois estádios de maturação e submetidos ao hidrorresfriamento, analisando os parâmetros de cor (a, b e L), encontrou resultados de 1,61, 53,91 e 7,61 respectivamente, onde os resultados para o parâmetro a, ficaram próximos dos resultados encontrado nesse trabalho para os extratos aquoso e de álcool de cereais, enquanto para os outros extratos os resultados ficaram muito abaixo, podendo ser explicado pela diferença de frutos, pois, o fruto do mandacaru é um fruto com uma polpa mais branca, logo o seu valor de a deverá ser menor.

Para o parâmetro b, os valores encontrados por Calado (2017), ficaram muito acima dos resultados encontrados no presente trabalho, explicado pelo fato de como a polpa do mandacaru é branca, logo a polpa do fruto maduro apresentou uma coloração tendendo para o amarelo, devido ao escurecimento da polpa em um estágio mais avançado de maturação. Calado (2017), encontrou valor de L muito inferior se comparados aos encontrados pelo presente trabalho, pois, o mesmo explica que o fruto escolhido já estava em processo de maturação se tornando opaco, logo, diminuindo assim a luminosidade.

Os resultados da saturação, que representam a pureza da cor, croma (C), variaram de 14,07 para a amostra de extrato de facheiro aquoso, a 21,3 para o extrato a 70%. Percebe-se que as amostras de extratos todos diferiram estatisticamente entre si, mostrando que a saturação foi diferente para todas as amostras. É perceptível que o extrato a 70% apresentou uma maior quantidade da tonalidade rosa/vermelho, já que sua saturação apresentou a maior das amostras, quanto a amostra do extrato aquoso apresentou com uma menor tonalidade, podendo ser explicado pelo fato de que esse extrato não foi levado ao rotaevaporador, logo não houve uma maior concentração da tonalidade.

Os resultados para o parâmetro do ângulo Hue (H) variaram de 52,17 para o extrato do facheiro a 70% a 79,83 para o extrato aquoso, apenas o extrato a 70% diferiu estatisticamente entre os outros extratos. O ângulo Hue representa a tonalidade, ou seja, o quão o extrato possui uma determinada cor, com os resultados descritos na tabela (TAL), percebe-se que as amostras de extratos de 50%, aquoso e de álcool de cereais, tenderam a uma cor próximo ao amarelo,

ou vermelho claro, enquanto a amostra de extrato a 70% apresentou uma tonalidade mais próximo ao vermelho escuro, próximo ao rósea.

Os resultados para os compostos bioativos dos extratos do fruto de *pilosocereus chrysostele* (facheiro), encontram-se na tabela 7.

Tabela 7: Caracterização de compostos bioativos dos extratos.

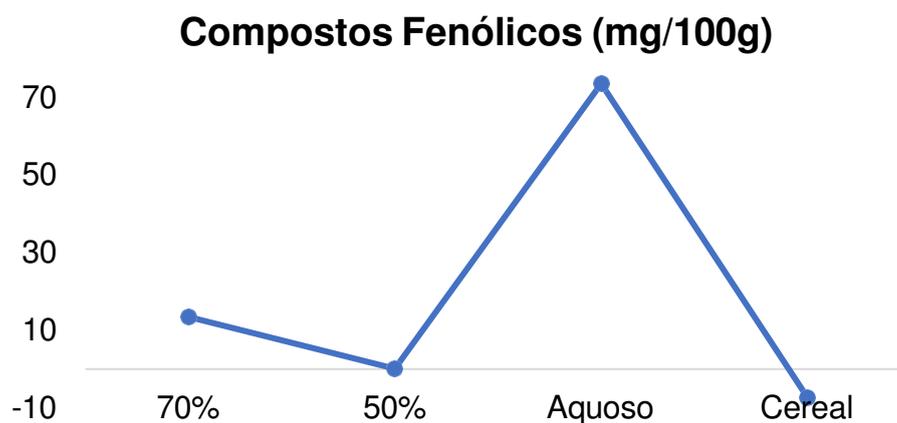
ANÁLISES	EXTRATOS			
	Aquoso	70%	50%	Álcool de cereais
Compostos Fenólicos(mg/100g)	70,11 ^a ±0,70*	13,45 ^b ±0,33	0,10 ^c ±0,03	-7,31±0,03
Flavonoides(mg/100g)	0,60 ^b ±0,00	1,00 ^a ±0,01	0,55 ^c ±0,01	0,03 ^d ±0,00
Antocianinas(mg/100g)	0,36 ^c ±0,00	2,39 ^a ±0,00	0,93 ^b ±0,00	0,05 ^d ±0,00
Clorofila Total(µg/100g)	0,01±0,00	0,57±0,00	0,09±0,00	0,003±0,00
Carotenoides(µg/100g)	19,16 ^c ±0,28	407,31 ^a ±0,30	166,79 ^b ±1,00	10,46 ^d ±0,50
Vitamina C	9,52 ^c ±0,00	25,87 ^a ±0,55	13,65 ^b ±0,73	6,19 ^d ±0,48

*Média ± desvio padrão.

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos para a análise de compostos fenólicos encontram-se na figura 4.

Figura 4: Resultados obtidos para compostos fenólicos (mg/100g) dos extratos.



Os valores de compostos fenólicos para os extratos obtidos variaram de 70,11 mg/100g para o extrato aquoso à -7,31 mg/100g para o extrato de cereais. Todos os extratos diferiram significativamente entre si na análise estatística, é de suma importância ressaltar que o extrato de cereais não foi possível ser analisado estatisticamente, pois, o resultado encontrado foi negativo.

O extrato aquoso apresentou o maior teor de compostos fenólicos (70,11 mg/100g) entre os extratos analisados. Podendo ser explicado pelo possível teor

elevado de carreamento de compostos que a água possui.

Souza (2014), analisando a funcionalidade de espécies comestíveis do semiárido nordestino, encontrou para o extrato aquoso um teor de compostos fenólicos totais de 82,23 mg/100g, valor próximo ao encontrado no presente trabalho, a diferença existente pode ser explicada pela maturação do fruto utilizado para o preparo dos extratos. Também pode explicar essa diferença a localização da região onde foi colhido o fruto, logo, que a quantidade de minerais e outros fatores no solo, como tipo, quantidade de água afetam diretamente na concentração desses compostos no fruto.

Sousa (2014), ainda determina os teores de compostos fenólicos em extrato aquoso para o figo da Índia (*Opuntia ficus-indica*), cactácea parecida com o facheiro, foi encontrado o valor de 12,34 mg/100g para a massa úmida e 110,20 mg/100g para a massa seca. Como são frutos parecidos, porém de plantas diferentes, ocorre essa discrepância maior. Porém é importante ocorrer essa comparação para ser perceptível a diferença entre essas duas cactáceas.

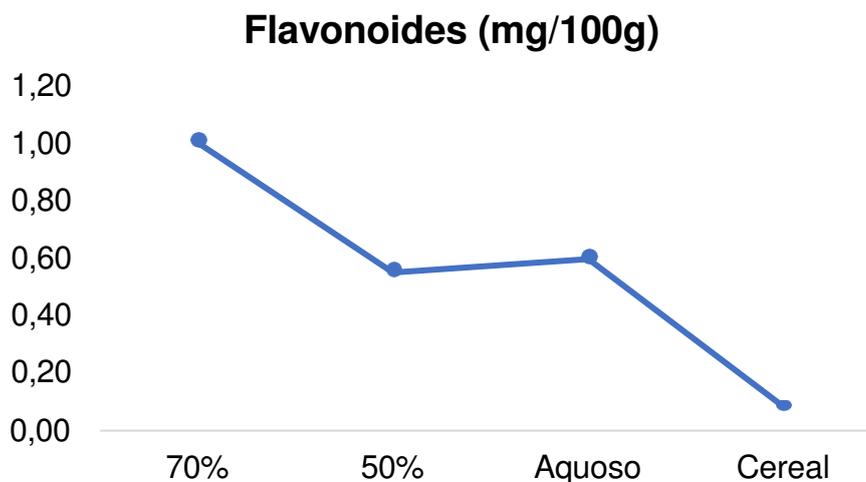
O extrato a 70% apresentou um teor de compostos fenólicos de 13,45 mg/100g, enquanto o extrato realizado com a concentração de 50% apresentou um teor de 0,10 mg/100g para compostos fenólicos, logo, é possível analisar que nesse trabalho quanto menor a concentração de álcool no extrato menor os teores de compostos fenólicos. Vale ressaltar que os dois extratos foram feitos com as mesmas proporções de polpa do fruto do facheiro, passando pelo mesmo processo para a obtenção do extrato final.

Sousa (2014), elaborou um extrato a 70% do facheiro, e analisando os teores de compostos fenólicos dos mesmos foi encontrado um valor de 112,25mg/100g. Esse valor encontrado é superior ao presente estudo, sendo explicado pela diferença de maturação dos frutos, pela região em que os frutos foram coletados, e pelo tempo de extração do mesmo.

O extrato do fruto do facheiro utilizando álcool de cereais apresentou um teor de compostos fenólicos negativo, esse resultado mostra que o álcool de cereais possivelmente não seja um bom carreador de compostos, fazendo com que ocorra a perda, ou a volatilização dos compostos.

Encontra-se na figura 5 os resultados obtidos para flavonoides dos extratos do fruto de *Pilosocereus chrysostele* (facheiro).

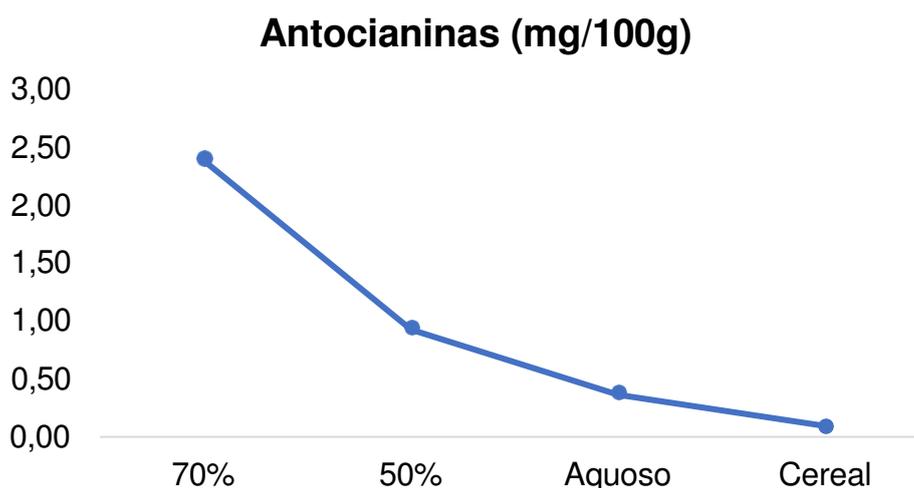
Figura 5: Resultados obtidos para flavonoides (mg/100g) dos extratos.



Os resultados para flavonoides totais variaram 0,03mg/100g para o extrato a base de álcool de cereais a 1,00mg/100g para o extrato a 70%. Os quatro extratos analisados diferiram significativa entre si na análise estatística. Em decorrência de poucas literaturas estudadas cientificamente, não foi possível uma discussão aprofundada no respectivo trabalho.

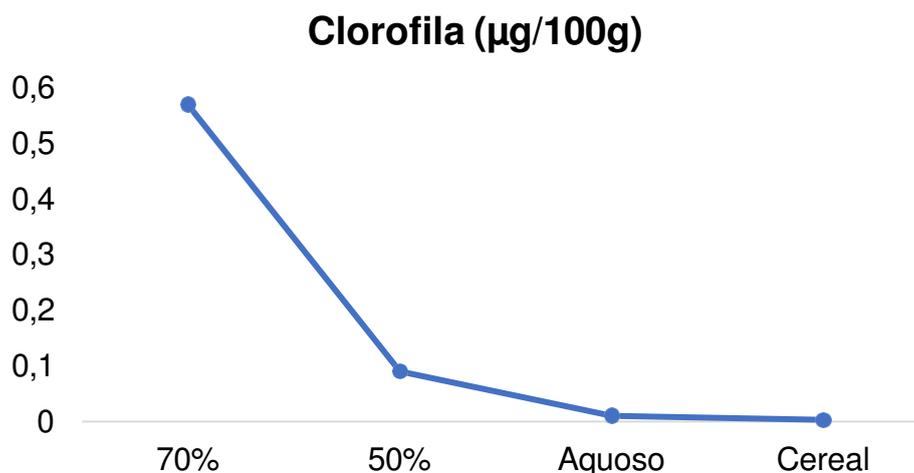
Os resultados obtidos para a análise de antocianinas dos extratos do fruto do facheiro encontram-se dispostos na figura 6.

Figura 6: Resultados obtidos para antocianinas (mg/100g) dos extratos.



Na Figura 6, está evidenciado os resultados obtidos para o parâmetro de antocianinas dos extratos. Os valores variaram de 0,05 mg/100g para o extrato com álcool de cereais a 2,39 mg/100g para o extrato a 70%. Todas as amostras apresentaram diferenças estatísticas entre si. Como pode ser observado no gráfico, os extratos elaborados a partir de do etanol obtiveram resultados superiores aos outros solventes utilizados.

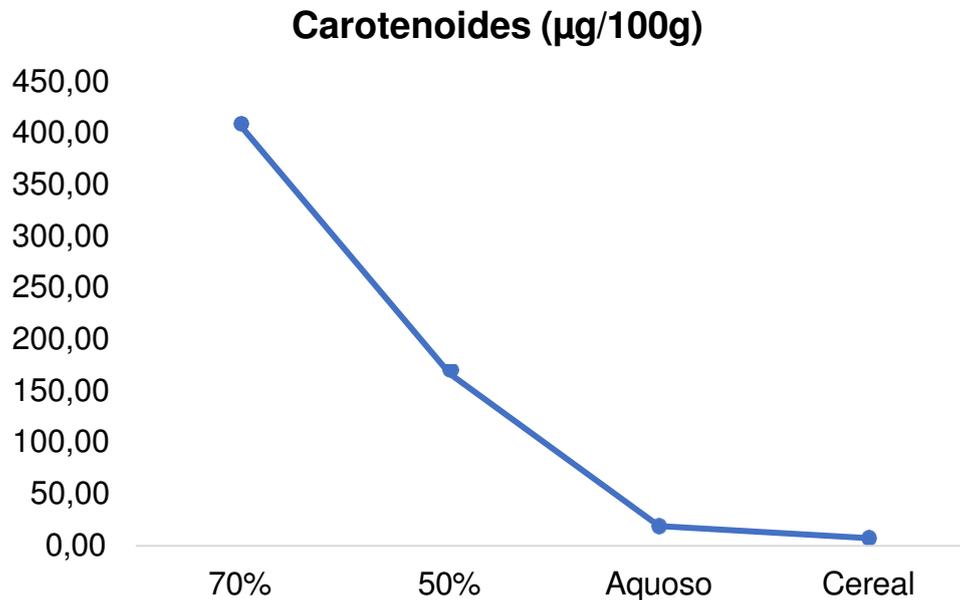
Figura 7: Resultados obtidos para clorofila (mg/100g) dos extratos.



Para o parâmetro de clorofila total, os resultados mostrados na Figura 7, obtiveram variação de 0,003 $\mu\text{g}/100\text{g}$ a 0,57 $\mu\text{g}/100\text{g}$ para as amostras de extratos com álcool de cereais e álcool 70%, respectivamente. Os extratos obtiveram resultados consideravelmente próximos a zero para a análise de clorofila. Desta forma, o software estatístico utilizado não identificou tais resultados como válidos para a avaliação do teste de Tukey a 5% de significância, tornando da clorofila um componente traço nos extratos elaborados.

Os resultados para a análise de carotenoides estão dispostos na figura 8.

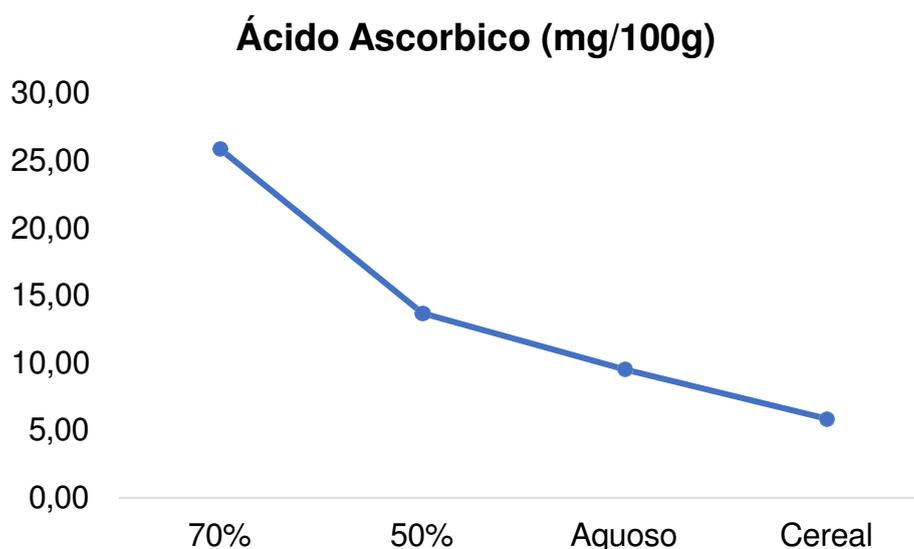
Figura 8: Resultados obtidos para carotenoides (mg/100g) dos extratos.



Na Figura 8 estão destacados os resultados relacionados ao parâmetro de carotenoides dos extratos. Houve uma variação de 7,46 $\mu\text{g}/100\text{g}$ a 407,31 $\mu\text{g}/100\text{g}$ para as amostras de extratos de álcool de cereais e álcool 70%, respectivamente. Todas as amostras diferiram estatisticamente entre si a 5% de significância. Como relatado no gráfico anterior, os extratos elaborados a partir do etanol mostraram-se superiores em relação aos valores de compostos bioativos.

Verifica-se que a concentração do álcool interferiu no teor dos carotenoides, apresentando resultados que variam proporcionalmente com a concentração do solvente. Os valores encontrados mostraram que o álcool atua aumentando a eficácia na extração dos carotenoides. Com poucas exceções, carotenoides são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como acetona, álcool, éter etílico, clorofórmio e acetato de etila. Por isso, quanto maior a concentração do álcool, maior será a sua interação com o carotenoide.

Os resultados para a análise de ácido ascórbico encontram-se dispostos na figura 9.

Figura 9: Resultados obtidos para Ácido ascórbico (mg/100g) dos extratos.

Como pode ser observado na Figura 4, o teor de Vitamina C dos extratos demonstrou uma variação de 6,19 mg/100g a 25,87 mg/100g, para as amostras de extrato de álcool de cereais e álcool 70%, respectivamente. Todas as amostras diferiram estatisticamente entre si. Os extratos etanólicos, em geral, apresentaram maior teor de ácido ascórbico. A vitamina C, encontra-se, em maior quantidade na casca do fruto, dessa forma, pelo fato dos extratos terem sido elaborados a partir da polpa do fruto e não da casca, os valores obtidos eram esperados.

Os resultados das análises microbiológicas do fruto e dos extratos estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Resultados das análises microbiológicas do fruto in natura e dos extratos do fruto do facheiro

	Coliformes a 35° (NMP/mL)	Coliformes a 45° (NMP/mL)	Salmonella sp/25g (UFC/mL)	Staphylococcus spp (UFC/mL)
Fruto	<1100	200	AUSENTE	AUSENTE
Extrato 70%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Extrato 50%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Extrato Aquoso	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Extrato Cereal	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Os resultados obtidos nas contagens de coliformes totais (35°C) e termotolerantes (45°C) (Tabela 8), expressos como Número Mais Provável por

grama/mililitro (NMP/g/mL), demonstraram que os extratos da polpa do fruto facheiro apresentaram ausência em todas as amostras analisadas, estando estas dentro dos padrões estabelecidos pelo regulamento técnico RDC nº 12, 69 de 02/01/2001 que preconiza valor máximo de 10^2 NMP/g (BRASIL, 2001), indicando que o produto foi elaborado utilizando-se as boas práticas de fabricação. Observa-se que o fruto in natura quando comparado aos extratos elaborados, apresentou altos níveis de contaminação microbiana, no entanto, há poucos estudos relacionados aos microrganismos existentes em locais de clima semiárido, mas vem crescendo o interesse por este tema nos últimos anos.

Analisando a tabela 8, observa-se que todas as amostras analisadas obtiveram ausência para *Salmonella* e *Staphylococcus*.

Os extratos hidroalcoólicos e alcoólicos por apresentarem em sua composição uma porcentagem de álcool etanoico, contribuíram para o não aparecimento desses microrganismos contaminantes.

O álcool, principalmente os 70% e 50% possuem propriedades que são eficazes contra microrganismos envolvidos em infecções e surtos alimentícios, como por exemplo *Salmonella* e *Staphylococcus* spp, sendo bastante utilizado na antissepsia de mãos. Logo os extratos que apresentaram em suas formulações álcool, não apresentaram nenhuma contagem para esses microrganismos.

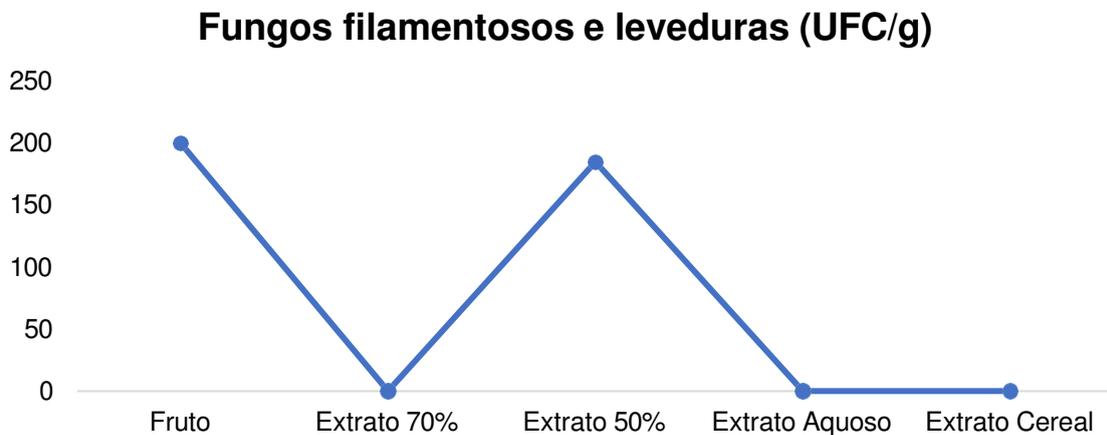
A temperatura aplicada durante a rotaevaporação dos extratos, 49°C, juntamente com a concentração alta de compostos bioativos capazes de eliminar ou de servirem como um antimicrobiano natural frente a esses microrganismos, também foram um fator determinante para a ausência de *Salmonella* e *Staphylococcus*, uma vez que essa temperatura e a alta concentração de compostos não é a adequada para o crescimento ou fase exponencial desses microrganismos indicadores, ocorrendo então a morte e diminuição desses contaminantes.

Os *Staphylococcus* são bactérias mesófilas, cuja temperatura de crescimento varia entre 7°C a 47,8°C, não possuindo resistência a tratamentos térmicos. Já a *Salmonella* possui uma temperatura de multiplicação que fica entre 5°C e 47°C sendo que a ideal é 35-37°C (FRANCO, 2008).

O fruto por apresentar uma alta quantidade de compostos bioativos, foi capaz de deter a contaminação microbiológica que possivelmente o mesmo poderia estava exposto. Antes que o fruto passasse por qualquer procedimento ou extração o mesmo foi lavado, sanitizado em solução clorada, ocorrendo esse processo para diminuir a carga microbiana presente no fruto.

Encontram na figura 10 os resultados obtidos nas análises microbiológicas de fungos filamentosos e leveduras do fruto e dos extratos do fruto do facheiro

Figura 10: Unidades formadoras de colônias de fungos filamentosos e leveduras por mL dos extratos.



Frutos são amplamente contaminados por fungos filamentosos e leveduras. Nota-se na figura 10 um teor elevado de fungos no fruto in natura e no extrato a 50%. Observa-se também que nos extratos de 70%, aquoso e de cereal, não foram encontradas contaminações dos mesmos.

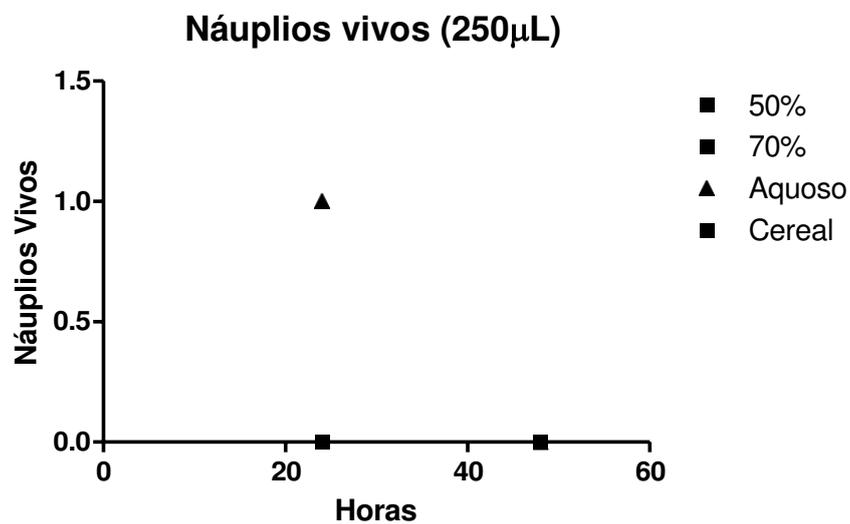
Foster (2003), relata que Fungos filamentosos e leveduras são os principais causadores de deterioração de frutos, devido sua tolerância a elevados teores de acidez e a habilidade de muitas delas crescerem anaerobicamente, podendo justificar o elevado teor de contaminação do extrato a 50%, já que o mesmo apresentou menor porcentagem de acidez.

Averiguou-se a toxicidade dos extratos obtidos a partir das polpas do facheiro uma vez que são consumidos por algumas populações e não verificou-se na literatura até a redação do presente estudo investigações ligadas a compostos com potencial atividade biológica presentes nestes. Dentre os ensaios disponíveis para verificar a toxicidade o teste com *Artemia Salina* é dos mais utilizados, considerado como um bioensaio preliminar que permite avaliar a toxicidade geral utiliza-se como ferramenta um minúsculo crustáceo, o camarão de água salgada e tem a vantagem de ser um teste simples não oneroso e de rápida realização (ARAUJO; CUNHA; VENEZIANI, 2010; MEYER et al., 1982).

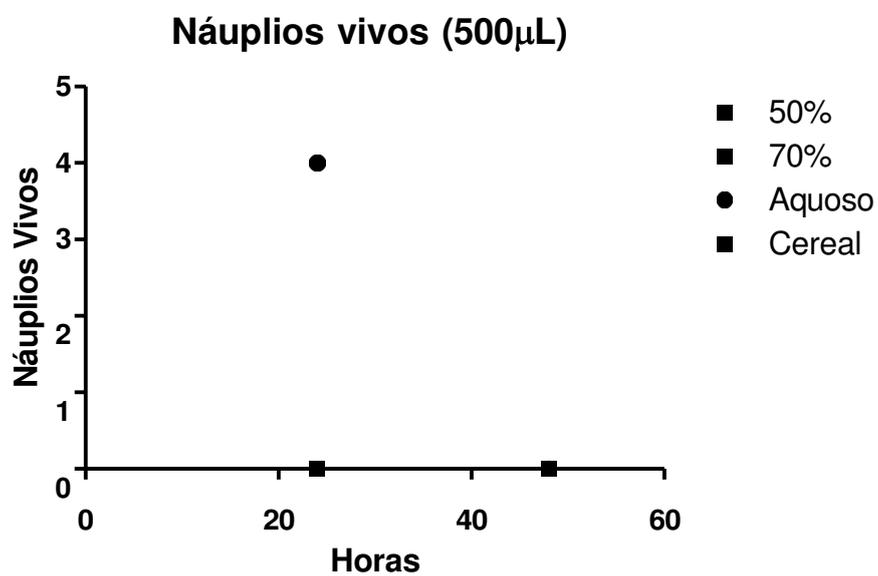
Os resultados para a quantidade de nauplios vivos nas concentrações testadas (250µL, 500 µL e 1000 µL), nos tempos de 24 horas e 48 horas, para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais, estão dispostos na figura 11.

Figura 11: Quantidade de náuplios vivos nas concentrações de 250 μ L (A), 500 μ L (B) e 1000 μ L (C), nos tempos de 24 horas e 48 horas para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais.

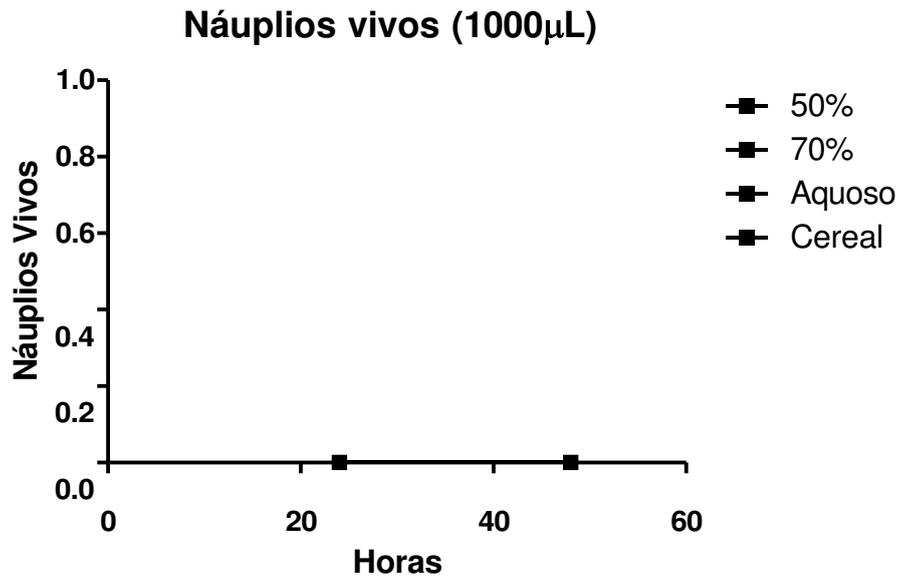
(A)



(B)



(C)



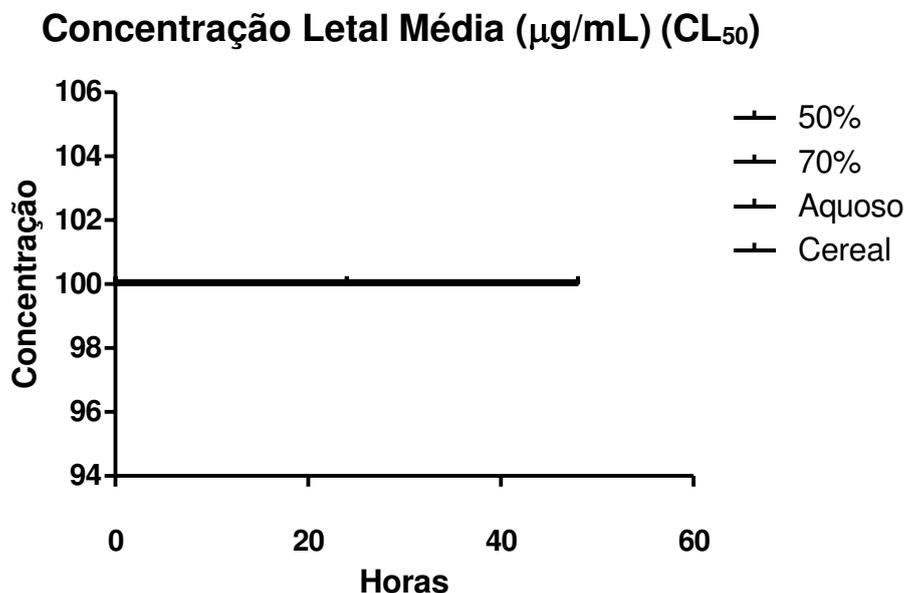
Para a concentração de 250 μ L (A), observa-se que apenas um náuplio da *Artemia Salina* do extrato aquoso sobreviveu a concentração estudada, esse resultado pode ser explicado pela utilização do álcool na preparação dos extratos a 50%, 70% e de cereais, onde, mesmo sendo utilizado a rotaevaporação, possa ser que o álcool não tenha sido eliminado e evaporado por completo, fazendo com que os náuplios não resistam e venham a morte.

Analisando o gráfico B, percebemos que na concentração de 500 μ L, novamente apenas náuplios colocados sobre o extrato aquoso sobreviveram (4), e nenhum náuplio de *Artemia Salina*, sobreviveu aos extratos de 50%, 70% e de cereais, podendo ser explicado pelo uso do álcool na produção dos extratos.

Enquanto para a concentração de 1000 μ L, nenhum náuplio disposto sobre os extratos, tanto para o aquoso, o de 50%, 70% e de cereais, sobreviveu a uma concentração considerada alta, logo, observa-se que os extratos mesmo sem álcool se tornaram tóxicos para as larvas.

Os resultados para a Concentração letal média (DL₅₀) nos tempos de 24 horas e 48 horas para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais, encontram-se dispostos na figura 12.

Figura 12: Concentração letal média (DL₅₀) nos tempos de 24 horas e 48 horas para os extratos de facheiros a 50%, 70%, aquoso e de álcool de cereais.



De acordo com a figura 12, observa-se que a concentração letal média para todos os extratos de facheiro, foi de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$, concentração considerada toxica de acordo com a literatura. uma vez que Meyer et al., (1982) estabeleceu o valor de referência para ser considerado atóxico quando a CL₅₀ é maior que 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Essa concentração letal média se manteve tanto para os ensaios a 24 horas quanto para os ensaios a 48 horas. Porém mesmos os resultados apresentando os extratos como tóxicos, ocorre a necessidade de ocorrer testes *in vivo* para que seja comprovada a toxicidade dos extratos do facheiro.

Sousa (2017), analisando em seu trabalho frutos de cactáceas da caatinga piauiense: potencial bioativo e tecnológico, realizando o teste de toxicidade com artemias no fruto do facheiro, encontrou para a CL₅₀ valores maiores que 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$, sendo considerado o fruto um produto atóxico, resultado diferente do encontrado no presente trabalho. Vale a pena ressaltar que os extratos testados por Sousa (2017), eram apenas aquosos, ou seja, no presente trabalho a utilização dos álcoois a 50 e 70% e o álcool de cereais, mesmo os de 50 e 70% tendo passado pelo processo de rotaevaporação e retirada do álcool, pode ocorrer que alguma parte do álcool não ter evaporado por completo, o que pode ocasionar a morte dos nauplios e consequentemente a diminuição da CL₅₀ dos extratos de facheiro. Além de que os facheiros

utilizados por Sousa (2017), era de regiões e estados diferentes, logo o fruto pode conter substâncias e compostos em concentrações diferentes.

6. CONCLUSÃO

Foram avaliadas características físicas do fruto, físico-químicas e microbiológicas da polpa do fruto do facheiro e do extrato elaborado. Apresentando elevados teores de umidade, sólidos totais, resíduos minerais e baixos teores de açúcares, proteínas e lipídios. Quanto aos parâmetros microbiológicos a solução extratora de álcool 70%, aquoso, e o de cereal, não apresentaram nenhum tipo de contaminação.

Diante das literaturas citadas e os resultados encontrados na pesquisa, o fruto do facheiro e os extratos obtidos, apresenta fontes naturais de compostos bioativos, apresentando teores elevados de vitamina C, considerando que é uma fonte natural de carotenoides, compostos fenólicos, como também, teores significativos de antocianinas e flavonoides, conferindo uma pigmentação natural por sua coloração.

A partir dos resultados da análise de cor, o extrato obtido a partir dos solventes a 70% e 50%, obtiveram a melhor extração dos corantes do fruto do facheiro, pois, apresentaram valores que demonstraram e constataram que os mesmos obtiveram uma coloração mais próxima a da polpa original (rosa, próximo ao vermelho).

Os compostos bioativos presente na sua composição torna-se esta cactácea, uma importante fonte nutricional alimentar, visto que, o fruto do facheiro tem potencial farmacológico, físico, químico e alimentício, sendo de fundamental importância a elaboração de um corante natural, uma vez que o uso excessivo de corantes artificiais alimentares, estão sendo utilizados de forma reduzida, em decorrência de efeitos negativos na saúde humana e as exigências do consumidor por produtos naturais tem aumentado cada vez mais, proporcionando o bem estar e a aceitabilidade do produto pelo consumidor.

Percebe-se que os extratos obtidos a partir do facheiro, são consideradas tóxicas a partir dos ensaios de toxicidade em *Artemia Salina* que resultou em uma DL₅₀ de 100 µg/mL, ou seja, valores bem abaixo do padrão considerado não tóxico (1000 µg/mL).

É necessário um maior estudo e aplicação desses extratos em testes *in vivo* para se ter a certeza em relação a sua toxicidade. Porém pode-se considerar

que o facheiro pode se tornar uma fonte natural de corantes naturais, podendo os mesmos ser obtidos a partir de soluções hidroalcoólicas.

Os corantes obtidos a partir das soluções alcoólicas a 50% e 70%, podem ser considerados os melhores, pois, os mesmos, conseguiram ser ótimos carreadores dos compostos que conferem a cor própria do fruto.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R. G.E.; PEREIRA, D.S.; BEZERRA, A. M.E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycgttladius* Ritter. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.41, n.3, p.468-474, jul.-set., 2010. ISSN 1806-6690.

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N R.; PEREIRA, M. S.; PEREIRA, D. S.; REIS, R. G. E.; BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*, *Brazilian Journal of Botany*, v. 35, n. 1, p.11-16, 2012.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. *Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos*, v.24, n.2, p.319-326, 2006.

ARAÚJO, M. G. F.; CUNHA, W. R.; VENEZIANI, R. C. S. Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de extrato obtido de frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hill (Solanaceae). *Revista de Ciencias Farmaceuticas Basica e Aplicada*, v. 31, n. 2, p. 205-209, 2010.

BAHIA, E. V. DE A.; MORAIS, L. R. V DE; SILVA, M. P. DA; ONILDA BERNARDO VIEIRA DE LIMA, O. B. V DE; SABRINA DE FREITAS SANTOS, S DE, F. Estudo das características físico-químicas do fruto do Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) cultivado no Sertão Pernambucano. *Anais do VIII SEMEALI. UEFS. Feira de Santana*, 2010.

BANERJEE, A.; KUNWARB, A.; MISHRAB, B.; PRIYADARSINIB, K.I. Concentration dependent antioxidant/pro-oxidant activity of curcumin studies from AAPH induced hemolysis of RBCs. *Chemico-Biological Interactions*, v. 174, p. 134-139, 2008.

BARBOSA, M., MAYO, S., CASTRO, A., FREITAS, G., PEREIRA, M., NETO, P. & MOREIRA, H. 1996. Checklist preliminar das angiospermas. In *Pesquisa botânica nordestina. Progresso e perspectivas*. (E. Sampaio, S. Mayo & M. Barbosa, eds.). *Pesquisa SBB, Recife*, p.253-415. 1996.

BARREIROS, R. C. Adoçantes nutritivos e não nutritivos. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 5 - 7, 2012.

BARROS, N. Cores na alimentação. 2010. Disponível em: <<http://nutricao-nob.blogspot.com.br/search/label/prato%20colorido>>. Acesso em: 10 de set. 2020.

BARROSO, G., GUIMARÃES, E., ICHASO, C., COSTA, C. & PEIXOTO, A. 1978. Sistemática das Angiospermas do Brasil, v 1. LTC/ Edusp, São Paulo. 1978.

BEDNARCZUK, V. O.; VERDAM, M. C. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Testes in vitro e in vivo utilizados na triagem toxicológica de produtos naturais. Visão Acadêmica, v. 11, n. 2, p. 43-50, 2010.

BEZERRA, J. W. A.; COSTA, A. R.; SILVA, M. A. P.; ROCHA, M. I.; BOLIGON, A. A.; ROCHA, J. B. T.; BARROS, L. M.; KAMDEM, J. P. Chemical composition and toxicological evaluation of *Hyptis suaveolens* (L.) Poiteau (LAMIACEAE) in *Drosophila melanogaster* and *Artemia salina*. South African Journal of Botany, v.113, p. 437-442, 2017.

BRAGANÇA, G. C. M; ZAGO, A. C.; MOYSÉS, A.; IMTHON, N.D.; OLIVEIRA, S. H. S.; SCHIRMANN, G. S.; SANTOS, M. L. P. Caracterização física e determinação de compostos bioativos em frutos de *Opuntia elata* proveniente do bioma pampa de Bagé. Revista da Jornada da Pós-graduação e Pesquisa – CONGREGA, 2017.

BRASIL, Resolução Normativa nº16, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para registro de alimentos e ou Novos Ingredientes. Diário oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, 03 de dez, 1999.

BRASIL. Secretaria de vigilância do Ministério da Saúde. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, 28 out. 1997.

BRASIL. RDC n.12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasília, DF: ANVISA, 2001.

BRAVO FILHO, E.S, SANTANA, M. C, SANTOS, P. A. A, & RIBEIRO, A. S., 'Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe', Revista Fitos Eletrônica, vol. 12, no. 1, pp. 41-53. 2018.

BRITO, A. S. Manual de ensaios toxicológicos in vivo. Campinas: Ed UNICAMP, 1994, 122p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.A. Introdução à química de alimentos. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. 234 p.

BUENO, A. C.; PIOVEZAN, M. Bioensaio toxicológico utilizando Artemia salina: fatores envolvidos em sua eficácia. Instituto Federal de Santa Catarina, jan. 2018.

BULHÕES, T. L. Qualidade e compostos bioativos chaves em porções de frutos de Tacinga inamoena (K. Schum) durante a maturação. [Monografia]- Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2020.

CALADO, J. A. Pós-colheita de frutos de mandacaru colhidos em dois estádios de maturação e submetidos ao hidrorresfriamento. 2017. 31 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

CAMPBELL, K. A.; GLATZ, C. E.; JOHNSON, L. A.; JUNG, S.; MOURA, J. M. N.; KAPCHIE, V.; MURPHY, P. Advances in aqueous extraction processing of soybeans. Journal of American Oil Chemists Society, v. 88, p. 449-465, 2011.

CASTRO, R. W. Caracterização de açaí obtido de frutos de euterpe edulis martius tratados termicamente. 2012. 57. (trabalho de conclusão de curso) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, 2012.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (Cereus jamacaru P. DC.), facheiro (Pilosocereus pachycladus RITTER), xiquexique □Pilosocereus gounellei (A.

WEBER EX K. SCHUM.) BYL. EX ROWL. □ e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* (BRITTON & ROSE). *Revista Caatinga*. Mossoró, v. 20, n.1, p.28-35, 2007.

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas: Unicamp, 2001. 212p.

CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio, 2 ed. Lavras – MG, Ed. UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 2004.

COLORIDO natural. São Paulo, *Doce Revista*, v.22, n.172, p.9, 2009.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors: stable future? *Food Tech Europe*, v.49, n.2, p.64-70, 1995.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 203-220, jul./dez. 2002.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. v. 3, 646 p.

CRUZ, B. M. Estudos de longevidade e germinação em sementes de espécimes do gênero *Melocactus* (Cactaceae) de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia. Feira de Santana, 90f. 2011. Dissertação de Mestrado [Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais], Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Feira de Santana. 2011.

CUNHA, B. M. Avaliação ecotoxicológica de distintos tipos de efluentes mediante ensaios de toxicidade aguda utilizando *Artemia salina* e *Lactuca sativa*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) UFRGS, Porto Alegre. 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENEMA, O.R. Química de alimentos de Fennema. 4.ed, porto Alegre: Artmed, 2010.

DECKER, E. A.; WARNER, K.; RICHARDS, M. P.; SHAHIDI, F. Measuring antioxidant effectiveness in food. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 53, p. 4303-4310, 2005.

DEODATO, J. N. V. PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E TOXICOLÓGICA DE FARINHA DE PILOSOCEREUS CHRYSOSTELE E SUA UTILIZAÇÃO COMO ADITIVO NA FORMULAÇÃO DE BROA PRETA. Pombal/PB. Dissertação [Mestrado em Sistema Agroindustriais] – Universidade Federal de Campina Grande. 2015.

DIAS, M.G; CAMOES, M. F. G. F.C.; OLIVEIRA, L. Carotenoids in traditional portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, v.113, n.3, p.808-815,2009.

DUARTE, M. O.; SILVA, L. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L. Estudo de estabilidade física de corante natural, livre e microencapsulado, em sistemas açucarados. 2011.

DUFOSSE, L. Microbial Production of Food Grade Pigments. *Food Technol. Biotechnol.*, v.44, p. 313-321, 2006.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo "Solo" comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FAO (2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 10 agosto. 2020.

FARIAS, V.F.S. Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp) para o consumo humano. Dissertação: Mestrado em Sistemas Agroindustriais. Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2013, 74f. Disponível em: < <http://periodicos.ccta.ufcg.edu.br/index.php/PPSA/article/view/42> > Acesso em: 28 agosto, 2020.

FORMIGA, A. S.; COSTA, F. B.; SILVA, M. S.; PEREIRA, E. M.; Brasil, Y.L. Aspectos físicos e químicos de frutos de Quipá (*Tacinga inamoena*). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.11, n.5, p.25-29, 2016.

Disponível em:
 <https://www.researchgate.net/publication/312035442_Aspectos_fisicos_e_quimicos_de_frutos_de_Quipa_Tacinga_inamoena> Acesso em: 08 jul, 2018.

FOSTER, T.; VASAVADA, P. C. Beverage Quality and Safety. Institute of Food Technologists. [S.I.]: CRC Press, 2003. 248p

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

FRANCO, B. D. G. de M. Microbiologia dos Alimentos. 2 ed. São Paulo: Atheneu. p. 43-60, 2008

FREITAS, S. P.; SILVA, O. F.; MIRANDA, I. C.; COELHO, M. A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.27(supl.), p.14-17, 2007.

FREUND, P.R.; WASHAN, C.J.; MAGGION, M. Natural color for use in foods. Cereal Foods World, v.33, n.7, p.553-559, 1988.

GAMARRA, F. M. C. et al. Extração de corantes de milho (*Zea mays* L.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.29, n.1, p.62-69, 2009.

GOETTSCHECH, B, et al. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. Nature Plants 1: 15142. 2015.

GOMES, L. M. M. Inclusão de Carotenoides de Pimentão Vermelho em Ciclodextrinas e Avaliação da Sua Estabilidade, Visando Aplicação Em Alimentos. 2012. 108p. Dissertação (Mestre em Ciências Aplicadas), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Orientadora: Kátia Gomes de Lima Araújo. 2012.

GÓMEZ-HINOSTROSA, C. & HERNÁNDEZ, H. M. Diversity, geographical distribution and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. Biodiversity and Conservation 9(3): 403-418. 2000.

GONÇALVES, A. S. M.; PEIXE, R. G.; SATO, A.; MUZITANO, M. F.; SOUZA, R. O. M. A.; MACHADO, T. B.; AMARAL, A. C. F.; MOURA, M. R. L.; SIMAS, N. K.;

LEAL, I. C. R. *Pilosocereus arrabidae* (Byles & Rowley) of the Grumari sandbank, RJ, Brazil: Physical, chemical characterizations and antioxidant activities correlated to detection of flavonoids. *Food Research International*, v. 70, p. 110-117, 2015.

GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Biodiversidade e matérias primas farmacêuticas. In: SIMÕES, C.M.O., et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS/ Editora da UFSC, v. 6, p.13-26, 2010.

GUIZZO, J. *Série atlas visual das plantas*. 3.ed. São Paulo: Ed. Ática, 1994. 50 p.

HARADA, T. N. *Correlação entre os ensaios de citotoxicidade em Artemia salina Leach e atividade antineoplásica sobre linhagens de células tumorais para algumas classes de produtos naturais*. 2009. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2009.

HENRY, B. S. *Natural food colours*. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. *Natural Food Colorants*, 2. ed. Great Britain: Chapman e Hall, 1996. p. 40 – 79.

HERNÁNDEZ-LEDESMA P, BERENDSOHN WG, BORSCH T, VONMERING S, AKHANI H, ARIAS S, CASTAÑEDA-NOA I, EGGLI U, ERIKSSON R, FLORES-OLVERA H, FUENTES-BAZÁN S, KADEREITG, KLAK C, KOROTKOVA N, NYFFELER R, OCAMPO G, OCHOTERENA H, OXELMAN B, RABELER RK, SANCHEZ A, SCHLUMPBERGER BO, UOTILA P. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order Caryophyllales. *Willdenowia* 45:281-383. 2015.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene – fortified orange juice. *Journal of Food Science*, v.27, n.1, p.42-49, 1962.

HILUEY, L. J.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, M. S. ALEXANDRE, H. V.; avaliação do rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.7, n.2, p.151-157, 2005.

HIROTA, B. C. K.; DA SILVA, P. C.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Avaliação de toxicidade in vitro: aplicabilidade do ensaio de letalidade frente á *Artemia salina*. *Visão Acadêmica*, v. 13, n. 2, p. 42-48, 2012.

HUNT, D.R.; TAYLOR, N.; CHARLES, G. 2006. *The New Cactus Lexicon*. Text. dh Publications, Milborne Port. 2006.

INFANTE, J.; ROSALEN, P. L.; LAZARINI, J. G.; FRANCHIN, M.; ALENCAR, S. M. Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored Brazilian native fruits. *PLoS ONE*, v. 11, n. 4, p. 1-13, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos / (coord.) Odair Zenebon, Neus Sadocco Paucuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JERONIMO, M. C. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CITOTÓXICOS DA PITAIA-VERMELHA [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] CULTIVADA NO BRASIL. Dissertação [Mestrado em Ciência da Saúde]- Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JIMÉNEZ, F. E. G. Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia Hispanica* L.), mediante electroforesis capilar. 101p. Tese (Mestrado) - Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Cidade do México, 2010.

KAPOR, M. A.; YAMANAKA, H.; CARNEIRO, P. A.; ZANONI, M. V. B. Eletroanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina. *Eclética Química*, São Paulo, v. 26. 2001.

LARINI, Lourival. *Toxicologia*. 3ª edição. Editora Manole. SP, 1997.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MARCIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chemistry*, v. 90, n. 4, p. 565-568, 2005.

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COHEN, K.O.; GUIMARÃES, T.G. Características físicoquímicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

LIMA, R. K. B. Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (Tancinga inamoena) e do mandacaru (Cereus jamacaru). Dissertação [Mestrado em Fitotecnia]- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

LU, F. C. Basic toxicology: fundamentals organs and risk assesment. 3^a ed. Washington: Taylor & Francis, 1996.

MANDELLI, M. K. L. M. Avaliação Dos Parâmetros Nutricionais e Potencial Antioxidante Do Fruto De Ora-Pro-Nobis (Pereskia Aculeata Miller). 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

MCCANN, D. et al. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9- year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet*, v.370, n.9598, p.1560-1567, 2007.

MEYER, B.N.; FERRIGNI N.R.; PUTNAM J.E.; JACOBSEN L.B.; NICHOLS, D.; MCLAUGHLIN, J.L. Brine Shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Médica*, v. 45, p. 31-34, 1982.

MORITZ, D. E. Produção do pigmento Monascus Por *Monascus ruber* CCT 3802 em Cultivo Submerso. 2005. 150p. Tese (Doutor em Engenharia Química). 2005.

MELO, R.S.; SILVA, S.M.; LIMA, R.P.; SOUSA, A.S.B.; DANTAS, R.L.; DANTAS, A.L. Qualidade física e físicoquímicas de frutos de mandacaru (Cereus jamacaru P.DC.) colhidos na região do Curimataú Paraibano. Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 2015, 001.

NASCIMENTO, M. A. G. APROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL DE CACTÁCEAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. 2014. 338p. Tese doutorado- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2014.

NETO, J. P. S.; SILVA, V. D. N.; SILVA, P. A.; SANTOS, Y. M. P.; MONTEIRO, P. H. S.; SILVA, L. A. S. G. Características Físico-Químicas de Frutos de Mandacaru (*Cereus Jamacaru* P. Dc.) Cultivados no Sertão Alagoano. Revista Craibeiras de Agroecologia, Rio Largo- AL, v. 4, n. 1, p. e7741, 2019.

NOVOA, S.; CERONI, A.; ARELLANO, C. 2005. Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseifolia* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el valle do rio Chíllon, Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 4(1,2): 35- 40. 2005.

OGA, Seizi. *Fundamentos de Toxicologia*. 2. Ed. São Paulo: Alheneu Editora, 2003. 474p.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto de palma (*Opuntia fícus indica* L. Mill) cultivada no sertão submédio São Francisco. *Revista HOLOS*, v. 27, v. 3, p.113 – 119, 2011.

ORTEGA-BAES, P. & GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. 2006. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation* 15(3): 817-827. 2006.

PEIXOTO, M. J. A, CARNEIRO, M. D. S, AMORIM, D. S, EDVAN, R. L, PEREIRA, E. S, & COSTA, M. R. G. F. 'Características agronômicas e composição química da palma forrageira em função de diferentes sistemas de plantio', *Archivos de Zootecnia*, vol. 67, no. 257, pp. 35-39. 2018

PEREIRA, M. M. D. QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MANDACARU SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE HIDRORRESFRIAMENTO. [Trabalho de conclusão de curso]- Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2017.

PINHEIRO. K. P.; BEZERRA. K. C.; AGUIAR, E. M.; SILVA, M. M. A.; SILVA, J. G. M; Fernando Viana NOBRE. F. V. análises químicas e bromatológicas da farinha de feno de facheiro (*Pilocereus piauhensis*). *associação brasileira zootecnia*, p.1-4,2005.

PONTES, L. V. Avaliação sensorial e instrumental da cor de misturas em pó para refresco, bebida isotônica e gelatina utilizando corantes naturais. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, DTA/UFV, 2004.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação Objetiva da Cor. In: Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Cap.7, ed. UFV, Viçosa-MG, p. 287-370, 2007.

REIS, C. G.; SILVA, C. E.; MAIA, G. A. O.; LISBÔA, C. L. C.; OLIVEIRA, C. A. ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BOLO ELABORADO A PARTIR DA CACTÁCEA XIQUEXIQUE. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, COINTER-PDVAGRO, 2018.

RODRIGUES, T. L. QUALIDADE, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE DA PEROXIDASE DURANTE A MATURAÇÃO DE FRUTOS DE FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus* RITTER). [Trabalho de conclusão de curso]- Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2016.

RODRIGUES, T.L. et al. QUALITY, ANTIOXIDANT AND ENZYMATIC ACTIVITIES OF FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus* RITTER) FRUITS DURING MATURATION. Revista Caatinga, Mossoró, v. 32, ed. 4, p. 1092-1103, 2 dez. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n426rc>. Disponível em: file:///C:/Users/ASUS/Downloads/1983-2125-rcaat-32-04- 1092.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

ROSSO, V. V. Composição de carotenóides e antocianinas em acerola. Estabilidade e atividade antioxidante em sistemas-modelo de extratos antociânicos de acerola e açaí. 2006. 154 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

RUFINO, M. S. M. et al. Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. Fruits, Paris, v. 64, p. 361-370, 2009.

SALFIELD, J. R. Prácticas de ciencia de los alimentos. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1974.

SANTANA NETO, J. A., CASTRO FILHO, E. S. & ARAÚJO, H. R., 'Potencial das cactáceas como alternativa alimentar para ruminantes no semiárido', *Nutritime Revista Eletrônica*, vol. 12, no. 6, pp. 4426-4434. 2015.

SANTOS, C. N.; ALMEIDA, R. L. J.; SILVA, L. R. I.; PEREIRA, T. S.; SILVA, V. M. A.; EDUARDO, R. S. Pasteurização da polpa e da casca do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru*). *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n.7, p. 1-12, e403974027, 2020.

SANTOS, I. A. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA CASCA DO FRUTO DO MANDACARU (*Cereus jamacaru*) EM PÓ OBTIDO EM SECADOR DE LEITO FIXO. Dissertação [Mestrado em Engenharia Química]- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, 2018.

SANTOS, P. T. S, SANTOS, S.M., COUSTRINHO, A. P., MOURA, G. S. S., ANTONINO, A. C. D. Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. *Rev Amb Const*. 2013; 13(1): 161-174. ISSN: 1678-8621. 2013.

SEMEDO, A.C.J. Compostos bioativos de *Opuntia fícus-indica*. 2012. 140f. Dissertação (Pós-Graduação em Controlo da Qualidade e Toxicologia dos Alimentos), Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, Lisboa.

SHAIDI, F.; NACZK, M. Foods phenolics: Sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic Publishing, p.281-319, 1995.

SHEDBALKAR, U.U.; ADKI, V.S.; JADHAV, J.P.; BAPAT, V.A. *Opuntia* and Other Cacti: Applications and Biotechnological Insights. *Tropical Plant Biol.*, v. 3, p.136-150, 2010.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM FRUTOS DO CERRADO DURANTE O AMADURECIMENTO E CONGELAMENTO. *Estudos, Goiânia*, v. 36, n. 11/12, p. 1159-1169, nov./dez. 2009.

SILVA, C. E. DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE BOLO A PARTIR DA FARINHA DE XIQUEXIQUE (*Pilosocereus gounellei*). [Trabalho de conclusão de curso]- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro-PE, 2019.

SILVA, C. G. Estudo da atividade biológica e avaliação da aplicação do corante de *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose (Cactaceae) em cosmético labial. 2017. Trabalho de conclusão de curso - Bacharelado em Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Avaliação da composição físico-química de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P.). *Acta Agronômica*, v. 58, n. 4, p. 245-250, 2009.

SILVA, L. M. Q. Avaliação do potencial de cactáceas para aplicação em processos biotecnológicos. 2019. 48 f. Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos. 2019

SILVA, M S.; COSTA, F.B.; FORMIGA, A.S.; CALADO, J. A.; PEREIRA, M.M.D. Qualidade pós-colheita de frutos de palma. Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças. 2015, 001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R.F. S.; GOMES, R.A.R. Manual de métodos de análises microbiológica de alimentos e água. 5ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2015.

SILVA, S. N.; SILVA, P. B.; SILVA, R. M.; SILVA, L. P. F. R.; BARROSO, A. J. R.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Composição físico-química e colorimétrica da polpa de frutos verdes e maduros de *Cereus jamacaru*. *Magistra*, Cruz das Almas – BA, V. 30, p. 11-17, 2019.

SILVEIRA, B. M.; NOVACK, K. M.; MARCONDES, H. C.; DOS SANTOS, R. V. M. Preparation, characterization, and biological activity against *Artemia salina* of News copolymer PMMA-g-PEG derivatives incorporated with fluconazole. *Macromolecular Symposia*, v. 378, n. 1, p. 2-7, jan. 2018.

SILVEIRA, M. R. S. ; RICARDO, E.A; ANTONIO,S.A.F; RAIMUNDO, W.F; LYSE,A.F.S. ESTUDO DE GENÓTIPOS DE PUÇÁ 'COROA DE FRADE' DA VEGETAÇÃO LITORÂNEA DE BEBERIBE-CE. Revista Caatinga, vol. 27, núm. 2, abril-junio, 2014, pp. 159-165.

SOUSA, A. C. P. FRUTOS DE CACTÁCEAS DA CAATINGA PIAUIENSE: POTENCIAL BIOATIVO E TECNOLÓGICO. Dissertação [Mestrado em Alimentos e Nutrição] – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

SOUSA, C. M. De M.; SILVA, H. R.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. Da.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Revista Química Nova, v.30, n.2, p.351- 355, 2007.

SOUSA, J. P.; PRAÇA, E. F.; ALVES, R. E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F.F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filme plástico na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.3, p.665-668, 2002.

SOUSA, R. M.; Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde. Monografia de conclusão de curso de Farmácia , Centro Universitário da Zona Oeste UEZO - Campus – Rio de Janeiro - RJ, 2012.

SOUZA, P.D.J.; NOVELLO, D.; ALMEIDA, J.M.; QUINTILIANO, D.A. Análise sensorial e nutricional de torta salgada elaborada através do aproveitamento alternativo de talos e cascas de hortaliças. Alimento e Nutrição, Araraquara v.18, n.1, p.55-60, 2007.

SOUZA, R. L. A. ESTUDO DA FUNCIONALIDADE DE ESPÉCIES COMESTÍVEIS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO E ESTRATÉGIAS PARA SUA ATUALIZAÇÃO COMO INGREDIENTES PARA FINS ALIMENTÍCIOS. 2014. 145p. Tese doutorado- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. Nova Odessa, SP.: Instituto Plantarum, 2005. 639 p.

STRINGHETA, P. C. Corantes naturais para alimentos e compostos bioativos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.

SWAIN; N.T. HILLS, W.E. The phenolic constituents of *Punnsdomestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.19, p.63-68, 1959.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. Cacti of Eastern Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew. 2004. 499 p.

VICENTE, N. F. P. Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de *Pereskia Grandfolia* Haw. 57 p. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

VICTAL, J. C.; VALÉRIO, L. B.; OSHIRO, M. C.; BAPTISTA, S. C.; PINHEIRO, F. Métodos alternativos in vitro e in silico: métodos auxiliares e substitutivos à experimentação animal. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 7, n. 2, p. 36-57, jun. 2014.

WANG, S. Y.; ZHENG, W. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, n. 2, p.873-878, 2003.