



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN**

**ANA CIBELE PEREIRA SOUSA**

**FRUTOS DE CACTÁCEAS DA CAATINGA PIAUIENSE: POTENCIAL BIOATIVO E  
TECNOLÓGICO**

Teresina (PI)  
2017

ANA CIBELE PEREIRA SOUSA

**FRUTOS DE CACTÁCEAS DA CAATINGA PIAUIENSE: POTENCIAL BIOATIVO E TECNOLÓGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Piauí, como critério parcial para obtenção do título de Mestra.  
Área: Qualidade de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr Alessandro de Lima.

Coorientadora: Profa Dra. Stella Regina Arcanjo Medeiros

Teresina (PI)  
2017

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

S725f Sousa, Ana Cibele Pereira.  
Frutos de cactáceas da caatinga piauiense : potencial  
bioativo e tecnológico / Ana Cibele Pereira Sousa. -- 2017.  
101 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) –  
Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.  
“Orientação: Prof. Dr. Alessandro de Lima.”  
“Coorientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stella Regina Arcanjo Medeiros.”

1. Cactáceas. 2. Compostos bioativos. 3. Antioxidantes.  
4. Sorvete – Produção. 5. Caatinga – Piauí. I. Título.

CDD 583.56

ANA CIBELE PEREIRA SOUSA

**FRUTOS DE CACTÁCEAS DA CAATINGA PIAUIENSE: POTENCIAL BIOATIVO E TECNOLÓGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Piauí, como critério parcial para obtenção do título de mestra.

Área: Qualidade de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr Alessandro de Lima.

Coorientadora: Profa Dra. Stella Regina Arcanjo Medeiros

Aprovada em: 17 / 03 / 2017

**BANCA EXAMINADORA:**



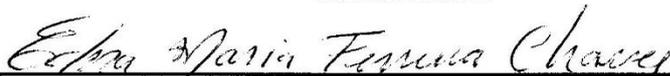
---

Prof. Dr. Alessandro de Lima – IFPI  
Orientador/Presidente



---

Profa Dra. Stella Regina Arcanjo Medeiros - UFPI  
Coorientadora



---

Profa. Dra. Edna Maria Ferreira Chaves – IFPI  
1º Examinador



---

Profa. Dra. Maria do Carmo de Carvalho e Martins – UFPI  
2º Examinador



---

Profa. Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo – UFPI  
3º Examinador - suplente

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, em especial a minha família.

Dedico

“Todas as vezes que se comprometerem a fazer algo na vida, procurem fazer do melhor modo, com honestidade, sinceridade e, acima de tudo, com bom senso e sensibilidade. Não se curve às críticas insensatas, descomedidas, de pessoas que nem sempre têm consciência do seu momento. Façam de suas vidas uma eterna conquista, rumo ao conhecimento, à grandeza de ser, à autenticidade e serão, sempre, vencedores. ”

Mahatma Gandhi

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e pelas suas graças diárias em minha vida, por guiar meus passos e sempre iluminar meu caminho, por serem tão grandes as tuas bênçãos e perfeito são os Teus desígnios em minha vida. Sem Ele, eu nada seria nada conseguiria.

A meus pais que sempre me propiciaram todo o amor e suporte necessário para formação do ser que sou hoje. Minha mãe Ana Marlene que nunca mediu esforços para nos prover uma educação de qualidade, ao meu Pai Selvínio pelo exemplo de honestidade e a meus irmãos Alexandre e Bruno.

Aos meus Avós, tios e tias e primos que sempre torceram pelo meu sucesso.

A meu orientador Alessandro de Lima, não tenho palavras para agradecer por tudo o que vivi e aprendi nesses 02 anos, não só com o Professor mais com o ser humano incrível que tive oportunidade de conhecer, sou uma pessoa extremamente abençoada e grata por ter tido esse privilégio, obrigada professor por toda a paciência, ensinamentos, pelos seus incentivos e pela confiança depositada.

A minha coorientadora Profa Stella Regina por toda colaboração que vem desde a graduação. Obrigada pelo incentivo e ensinamentos.

A todos que fazem o PPGAN em especial aos professores que tive o privilégio desfrutar do seu conhecimento.

A Myrella Pereira e Mauricio Matos, por toda a colaboração e amizade durante o decorrer das análises, sem a parceria de vocês tudo seria mais difícil, obrigada pela disponibilidade ao longo desse ano.

A Mariana Moraes por toda a parceria e amizade ao decorrer das análises por todos os ensinamentos e inquietação, obrigada por todo o companheirismo, toda a atenção e conselhos.

Aos amigos que souberam compreender minhas ausências, e principalmente os que se fizeram presentes em várias etapas desse trabalho em especial a Ludmila Araújo por toda a colaboração nas análises *in vivo*, por toda a paciência e incentivo. Agradeço imensamente a todos a atenção e carinho.

Ao Instituto Federal do Piauí, campus Zona Sul por ter permitido a realização das análises. E a todos os que o Compõe especialmente a Jurandy, e a turma 525 de gastronomia com a qual tive oportunidade de estagiar.

A todos os professores que contribuíram para minha formação especialmente aos que me despertam para a ciência de Alimento, Dra Camila Menezes, Dra Stella Regina, Dra Karoline Frota, Dra Amanda Mazza em especial a Profa Me Julianne Portela por ter sido a profissional que me iniciou na pesquisa e se fez a amiga com quem sempre pude contar desde a graduação. Além destas, a Dra Iana Bantim, Me Danilla Michelle e Me Artemizía Sousa a quem tenho um carinho especial.

Aos Professores que participaram da banca examinadora de qualificação I desse projeto, Dra. Eldina Sousa, Dr. Robson Alves e Dra. Maria do Carmo pelas suas colaborações e sugestões. E aos professores da banca examinadora da dissertação Dra Edna Chaves, Dra. Maria do Carmo e Dra Regilda Saraiva.

A todos os colegas de mestrado, que fizeram as preocupações serem mais amenas e por todas as alegrias compartilhadas, em especial a Jessica Pinheiro pela convivência, a Lunna Carnib, Michel Lugo, Maria Rosiane, Daila Chaves, Ednelda Machado e Vanessa Brito.

À capes pelo incentivo à pesquisa e pela bolsa concedida.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

Que Deus os Abençoe!!!

## RESUMO

SOUSA, A. C. P. **Frutos de cactáceas da caatinga piauiense: potencial bioativo e tecnológico.** 2017. 99f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

A caatinga destaca-se como o ecossistema com a maior diversidade dessas espécies, muitas dessas, apesar do elevado potencial nutricional e de compostos bioativos e antioxidante ainda são pouco exploradas, dentre essas tem-se as cactáceas as quais são plantas xerofíticas com alto poder de adaptação à climas secos e à elevadas temperaturas. Objetivou-se avaliar a composição física, físico-química, nutricional, o teor de compostos bioativos, a atividade antioxidante *in vitro* e atividade citotóxica dos frutos das cactáceas do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*) e do quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy), e avaliar a aceitação sensorial de sorvete produzido a base da polpa do mandacaru e xiquexique. Foram utilizadas metodologias oficiais descritas no Instituto Adolfo Lutz (2008) e AOAC (2005). Verificou-se um elevado teor de água (>80%) nos frutos, os quais são compostos majoritariamente de carboidratos, com destaque para polpa do facheiro com 3,16% de lipídeos. Para os minerais, os frutos foram qualificados como excelentes matrizes, onde os achados classificaram 61,11% das amostras, sendo de alto teor de minerais, destaque para o Magnésio (Mg) e Manganês (Mn) presentes nas cascas e na polpa do facheiro. Os Polifenóis totais, a maioria se classifica como sendo de médio teor (100 a 500 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>), verificou-se, dessa forma, a presença de compostos bioativos tanto nas polpas quanto cascas com destaque para essa última bem como: elevada capacidade antioxidante pelos métodos DPPH•, ABTS<sup>•+</sup> e FRAP, observou-se, ademais, que nenhum dos frutos apresentou toxicidade frente a *Artemia salina*. Além disso, os sorvetes elaborados a base das polpas de mandacaru e xiquexique obtiveram boa aceitação e intenção de compra pelos provadores com destaque para o sorvete com maior proporção de polpa de mandacaru. Dessa forma, infere-se que os frutos estudados se constituem em fontes de minerais essenciais e compostos bioativos com capacidade antioxidante, devendo ser estimulado seu consumo, bem como investimentos ao desenvolvimento de novos produtos à base destes.

**Palavras-chave:** cactáceas; compostos bioativos; antioxidantes; sorvete.

## ABSTRACT

SOUSA, A. C. P. **Fruits of cacti of Piauiense caatinga: bioactive potential and technological.** 2017. 99 f. Dissertation (Master) - Master's Programme in Food and Nutrition, Federal University of Piauí, Teresina, PI.

The caatinga stands out as the ecosystem with the greatest diversity of species, often despite the high nutritional potential and bioactive compounds and antioxidants are still little explored, among these topics such as cacti as are xerophytic plants with high power of adaptation to climates dry and high temperatures. The objective of this study was to evaluate the physical, physico-chemical, nutritional composition, the content of bioactive compounds, an in vitro antioxidant activity and cytotoxic activity of the mandacaru (*Cereus jamacaru* DC), faxeiro (*Pilosocereus pachycladus* subspecies *Pernambucoensis* (Ritter) Zappi), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (FAC Weber) Bytes & GD Rowley subsp. *Gounellei*) and the quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy), and to evaluate a sensorial acceptance of ice cream produced from the pulp mandacaru and Xiquexique. Official methodologies described in the Adolfo Lutz Institute (2008) and AOAC (2005) were used. There was a high water content (> 80%) in the fruits, which are composed mostly of carbohydrates, with emphasis on the university pulp with 3.16% of lipids. For the minerals, the fruits are qualified as excellent, where the findings classified 61.11% of the samples, with higher mineral content, especially for Magnesium (Mg) and Manganese (Mn). (100 to 500 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>), it was verified a way of composing the bioactives as well as the pulps and the peels emphasized for the last time as: High antioxidant capacity by the methods DPPH •, ABTS • + and FRAP, it was observed, in addition, that none of the fruits showed toxicity to *Artemia salina*. In addition, the ice creams based on mandacaru and xiquexique pulps were well accepted and intended for purchase by suppliers, especially the ice cream with the highest proportion of mandacaru pulp. Thus, its elements are constituted by sources of minerals and bioactive compounds with antioxidant capacity, and its consumption should be stimulated, as well as investments in the development of new products based on them.

**Keywords:** cacti; bioactive compounds; antioxidants; ice cream.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa do Brasil com destaque para a área de ocorrência da caatinga na região nordeste do país.....	22
Figura 2 - Imagem do Mandacaru.....	25
Figura 3 - Detalhes do Frutos do mandacaru.....	25
Figura 4 - Imagem do Xiquexique.....	26
Figura 5 - Detalhes do Fruto do Xiquexique.....	26
Figura 6 - Imagem do Facheiro.....	27
Figura 7 - Detalhes do Fruto do Facheiro.....	27
Figura 8 - Imagem do Quipá com flores .....	28
Figura 9 - Detalhes do Fruto do quipá.....	29
Figura 10 - Classificação dos antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos.....	34
Figura 11 - Exsiccatas das espécies: a - <i>Cereus jamacaru</i> DC.; b- <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. <i>Gounellei</i> ; c- <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi e d- <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum)NPTaylor & Stuppy.....	37
Figura 12 - Obtenção dos extratos aquoso, etanólico e acetônico dos frutos do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.) , xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. <i>Gounellei</i> ), facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) coletados no município de Caldeirão Grande do Piauí, nordeste do Brasil.....	45
Figura 13 - Curva de calibração de ácido gálico (mg.mL <sup>-1</sup> ) a 720 nm.....	46
Figura 14 - Curva de calibração de catequina µg/mL a 510 nm .....	47
Figura 15 - Curva de calibração de catequina µg/mL a 500 nm.....	48
Figura 16 - Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de Trolox em etanol (50 a 800 µmol.mL <sup>-1</sup> ) frente ao radical ABTS <sup>•+</sup> (734 nm) .....	50
Figura 17 - Curva de calibração µmol de trolox a 620nm.....	51

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Percentual de ingredientes utilizados nas formulações de sorvetes de mandacaru e xiquexique..... 52
- Tabela 2 – Composição física dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) coletados no município de Caldeirão Grande do Piauí, nordeste do Brasil. .... 54
- Tabela 3 – Características físico-químicas da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)..... 56
- Tabela 4 – Composição centesimal e valor energético total – VET (Kcal.100 g<sup>-1</sup> de amostra) da polpa e casca do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)..... 58
- Tabela 5 – Conteúdo de minerais (mg.100 g<sup>-1</sup> de amostra seca) presentes nas polpas dos frutos mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) e valor percentual de adequação de acordo com ingestão diária recomendada (IDR) para adultos saudáveis..... 59
- Tabela 6 – Conteúdo de minerais (mg.100 g<sup>-1</sup> de amostra seca) presentes nas cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus*

	<i>pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) e valor percentual de adequação de acordo com ingestão diária recomendada para adultos saudáveis (DRI).....	61
Tabela 7 –	Teor de compostos bioativos presentes nas polpas e cascas dos frutos do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.), xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).....	62
Tabela 8 –	Teor de compostos bioativos presentes nos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.), xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)...	64
Tabela 9 –	Capacidade Antioxidante Total (TEAC) dos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.), xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) pelo método ABTS <sup>•+</sup> expressos em $\mu\text{mol}$ de trolox/ g de amostra fresca.....	67
Tabela 10 –	Determinação do poder redutor - Método FRAP dos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.), xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi) e quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).....	69
Tabela 11 –	Atividade antioxidante, expressos pelo percentual de proteção (%) pelo método de sequestro do radical DPPH dos extratos aquoso,	

etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)... 71

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre compostos bioativos e capacidade antioxidante dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)..... 74

Tabela 13 - Resposta do teste de aceitabilidade para as formulações de sorvete de mandacaru e xiquexique..... 76

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – EC<sub>50</sub> (µg.mL<sup>-1</sup>) pelo método de sequestro do radical DPPH• dos extratos dos extratos aquoso, acetônico e etanólico da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)..... 72
- Gráfico 2 – Concentração letal média (CL<sub>50</sub>) com 24h e 48h dos extratos aquoso da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)..... 75

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- Abs - Absorbância
- ABTS•+ - 2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-acido sulfônico)
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ATT - Acidez total titulável
- BFN - Biodiversidade para Alimentação e Nutrição
- BHA - butil hidroxianisol
- BHT - butil hidroxitolueno
- Ca - Cálcio
- CAE - Equivalente de catequina
- CAT - Catalase
- CaCl<sub>2</sub> - Cloreto de cálcio
- CL<sub>50</sub> - Concentração letal média
- Cu - Cobre
- CV - Coeficiente de variação
- DCFI - Sal sódico 2,6-diclorofenol indofeno
- DPPH• - 2,2-difenil-1- picrilidrazil
- DRI - Dietary Reference Intakes
- EAC - extratos aquosos
- EAG - Equivalente de ácido gálico
- EAQ - extratos acetônicos
- Ec<sub>50</sub> - Concentração que inibe 50% da oxidação
- EET - extratos etanólicos
- FAO - Organização das nações unidas para alimentação e agricultura
- Fe - Ferro
- FRAP - Poder antioxidante de redução do ferro
- GP - galato de propilo
- GPx - glutathiona peroxidase
- IDR - Ingestão Diária Recomendada
- K - Potássio
- KCl - Cloreto de potássio
- M - Massa
- Mg - Magnésio

MgSO<sub>4</sub> - Sulfato de magnésio  
MgCl - Cloreto de magnésio  
Mn - Manganês  
N - Normalidade  
NaCl - Cloreto de sódio  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - Carbonato de sódio  
NaHCO<sub>3</sub> - Bicarbonato de sódio  
NaOH - Hidróxido de sódio  
<sup>1</sup>O<sub>2</sub> - oxigênio singlet  
ONU - Organização das Nações Unidas  
P - Fósforo  
PAA - Programa de Aquisição de Alimentos  
PGPMBio- Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade  
pH - Potencial hidrogeniônico  
PNAE - Programa Nacional para Alimentação Escolar  
ppm - Parte por milhão  
RCS - espécies reativas de carbono  
RNS - espécies reativas de nitrogênio  
ROS - espécies reativas de oxigênio  
RS - espécies reativas  
RSS - espécies reativas de enxofre  
Se - Selênio  
SOD - Superóxido dismutase  
SST - Sólidos solúveis totais  
TBHQ - terc-butil-hidroquinona  
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TEAC - Capacidade antioxidante total equivalente ao Trolox  
v - Volume  
VET - Valor energético total  
Zn - Zinco

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Alimentação: “Novas perspectivas”</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 O bioma caatinga</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3 Família Cactaceae</b> .....	<b>23</b>
2.3.1 Mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC.) .....	25
2.3.2 Xiquexique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. <i>gounellei</i> ) .....	26
2.3.3 Facheiro ( <i>Pilosocereus pachycladus</i> subesp. <i>pernambucoensis</i> (F. Ritter) Zappi).....	27
2.3.4 Quipá ( <i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) .....	28
<b>2.4 Radicais livres e Estresse oxidativo</b> .....	<b>28</b>
<b>2.5 Compostos bioativos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6 Antioxidantes</b> .....	<b>31</b>
<b>2.7 Elaboração de sorvete de frutos de cactáceas</b> .....	<b>33</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1 Objetivo Geral:</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos:</b> .....	<b>35</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1 Local e período de estudo</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2 Obtenção dos frutos</b> .....	<b>36</b>
<b>4.3 Identificação botânica</b> .....	<b>36</b>
<b>4.4 Preparo das amostras</b> .....	<b>37</b>
<b>4.5 Caracterização física e físico-química</b> .....	<b>38</b>
4.5.1 Peso médio, biometria (diâmetro longitudinal e transversal) e rendimento .....	38
4.5.2 pH .....	38
4.5.3 Sólidos solúveis totais (SST) .....	38
4.5.4 Acidez total titulável.....	39
<b>4.6 Composição centesimal dos frutos</b> .....	<b>39</b>
4.6.1 Umidade.....	39
4.6.2 Resíduo Mineral fixo (Cinzas) .....	40
4.6.3 Proteínas.....	40

4.6.4 Extrato etéreo (Lipídios) .....	41
4.6.6 Carboidratos .....	41
4.6.7 Valor energético total (VET) .....	41
4.6.8 Composição de minerais .....	42
<b>4.7 Quantificação de Compostos Bioativos .....</b>	<b>42</b>
4.7.1 Antocianinas .....	42
4.7.2 Carotenoides .....	43
4.7.3 Ácido ascórbico .....	43
<b>4.8 Obtenção dos extratos.....</b>	<b>44</b>
<b>4.9 Quantificação dos compostos bioativos presentes nos extratos .....</b>	<b>45</b>
4.9.1 Quantificação dos compostos fenólicos totais .....	45
4.9.2 Quantificação de flavonoides totais .....	45
4.9.3 Quantificação de Proantocianidinas (Taninos Condensados).....	46
<b>4.10 Teor de matéria seca do extrato.....</b>	<b>47</b>
<b>4.11 Avaliação da atividade antioxidante in vitro .....</b>	<b>47</b>
4.11.1 Método de sequestro do radical livre DPPH <sup>•</sup> (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) .....	47
4.11.2 Método de sequestro do radical livre ABTS <sup>•+</sup> (2,2'azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid).....	48
4.11.3 FRAP .....	49
<b>4.12 Teste de Toxicidade do extrato aquoso dos frutos de cactáceas frente às larvas de Artemia salina .....</b>	<b>50</b>
<b>4.13 Elaboração de sorvete com frutos da caatinga .....</b>	<b>50</b>
4.13.1 Delineamento e processamento dos sorvetes .....	50
4.13.2 Avaliação sensorial .....	51
<b>4.14 Análise estatística dos dados .....</b>	<b>52</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Caracterizações físicas.....</b>	<b>53</b>
<b>5.2 Caracterização físico-química.....</b>	<b>55</b>
<b>5.3 Composição centesimal .....</b>	<b>56</b>
<b>5.4 Composição de minerais .....</b>	<b>58</b>
<b>5.5 Quantificação de compostos bioativos .....</b>	<b>61</b>
<b>5.6 Quantificações da capacidade antioxidante .....</b>	<b>65</b>
<b>5.7 Avaliação da toxicidade frente às larvas de Artemia Salina Leach .....</b>	<b>74</b>
<b>5.8 Caracterização sensorial dos sorvetes elaborados .....</b>	<b>75</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>77</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO A- RECRUTAMENTO DOS AVALIADORES .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO B- TESTE DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E INTENÇÃO DE COMPRA.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## 1. INTRODUÇÃO

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

Dentre esses frutos pouco explorados, têm-se os frutos de cactáceas, como 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). Acresce-se que o consumo humano dos frutos dessas espécies é pouco difundido, e, atualmente, sua utilização é escassa. Alguns destes são relatados como "Alimentos de fome", pois são utilizados principalmente na estação da seca nordestina pela população de baixo poder aquisitivo que padece com a escassez de recursos financeiros e de alimentos (CHAVES; BARROS, 2015; NASCIMENTO et al., 2012).

No entanto, vários estudos vêm revelando o potencial nutricional e bioativo de frutos tropicais e exóticos do Nordeste do Brasil, destacando-se sua elevada capacidade antioxidante (ALMEIDA, et al., 2011; NÓBREGA et al., 2015; OMENAA et al., 2012; PAZ et al., 2015; VIEIRA et al., 2011). O interesse nessas substâncias centra-se na capacidade de reduzir os danos oxidativo no metabolismo celular, através da neutralização e da eliminação de radicais livres. Desse modo, podem prevenir o envelhecimento precoce, doenças crônicas não transmissíveis, além de apresentar ação anti-inflamatórias e dentre outros. Ademais, esses frutos têm potencial de promover o desenvolvimento sustentável no que concerne ao desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentícia e novos compostos na

indústria farmacêutica que cada vez mais vem buscando investir nesse mercado de substâncias naturais (GONÇALVES et al., 2015; SILVA et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2013; SOUZA, K. et al., 2014).

Diante do exposto, levando-se em conta o possível potencial desses frutos, este estudo objetivou-se determinar a composição física, físico-química, nutritiva e o teor de compostos bioativos, bem como quantificar a atividade antioxidante *in vitro* e citotóxica dos frutos de cactáceas da caatinga piauiense, além de desenvolver sorvetes tendo como base a polpa desses frutos como forma de agregar valor econômico e estender o tempo de oferta desses frutos por meio do processamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Alimentação: “Novas perspectivas”

A população mundial vem crescendo em ritmo acelerado e segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2050, teremos aproximadamente 9,1 bilhões de pessoas no mundo. Isso representa 34% a mais em relação a atual população mundial. Atrelado a esse crescimento, tem-se a preocupação com as serias implicações desse elevado contingente de habitantes e sua sobrecarga sobre a demanda de inúmeros aspectos de qualidade de vida, tais como: saúde, habitação, segurança alimentar entre outros. No que se diz respeito à segurança alimentar, faz-se indispensável a diminuição do desperdício de alimentos e o uso de práticas sustentáveis em toda a cadeia de produção, não apenas para garantir esse recurso para futuras gerações, mas também para que as atuais possam aproveitar melhor o que lhe é disponível (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2011).

Partindo desse panorama, diversos projetos vêm sendo elaborados e executados em busca de soluções para a alimentação de diversos povos, dentre estes se tem o “Biodiversidade para Alimentação e Nutrição – BFN”, implantado em quatro países (Brasil, Quênia, Sri Lanka e a Turquia) com o objetivo principal de contribuir para melhorar a segurança alimentar e nutricional da população, buscar conservar e promover o uso sustentável da biodiversidade, procurando valorizar espécies negligenciadas e subutilizadas, ampliando assim o número de espécies nativas utilizadas na alimentação. Como resultado desse projeto, mais de 500 espécies com potencial econômico já foram catalogadas em nosso país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

A portaria nº 163 de 11 de maio de 2016, medida em vigor no Brasil busca inserir espécies normalmente não comercializáveis nativas da flora brasileira, sendo elas *in natura* ou produtos derivados, no Programa de Aquisição de Alimentos-PAA e nas suas diversas modalidades, pela Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade- PGPMBio e pelo Programa Nacional para Alimentação Escolar-PNAE, dentre as espécies 63 espécies de interesse deste estudo tem-se a polpa do fruto (compota) do mandacaru (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

O Brasil possui a maior diversidade de espécies vegetais do mundo, muitas

delas sub exploradas (INFANTE et al., 2016). A exemplo do que ocorre em outras regiões do país, a ecorregião da caatinga, localizada no nordeste do país, apesar da rica biodiversidade vegetal, possui muitos dos frutos que ainda são pouco conhecidos apesar de serem seguros para o consumo. Há ainda uma grande variedade de frutos subutilizados principalmente em se tratando de espécies nativas. Paralelamente a isso, nos últimos anos, vários frutos brasileiros vêm atraindo atenção pelo seu potencial efeito auxiliar na prevenção e tratamento de doenças crônicas graças a seu alto teor de compostos bioativos e consequente potencial antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatório e anticancerígeno (ALMEIDA et al., 2016; LI, Y. et al., 2016).

## 2.2 O bioma caatinga

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando uma área de 844.453 Km<sup>2</sup>. Localiza-se predominantemente na região nordeste, estendendo-se pela totalidade do estado do Ceará e abrangendo grande parte dos estados da Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, quase metade dos estados de Alagoas e Sergipe, e pequenas porções dos estados de Minas Gerais e do Maranhão (Figura 1) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, 2004).

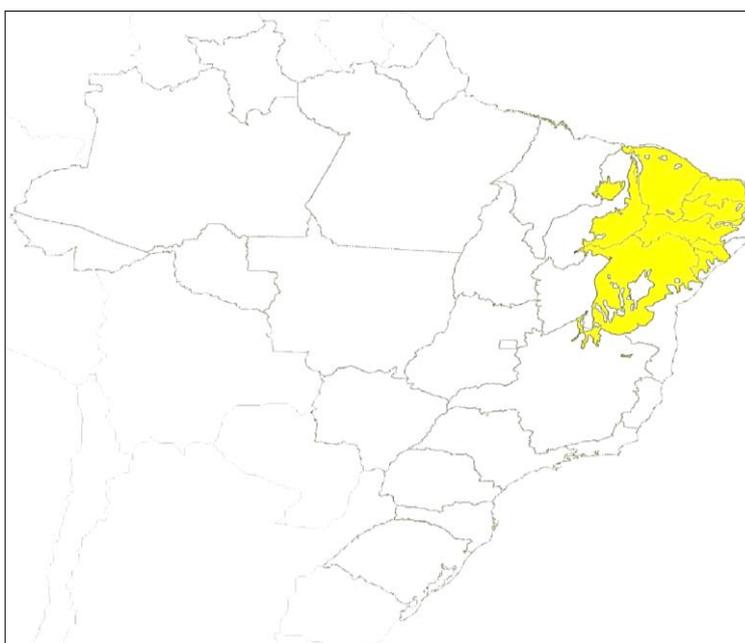


Figura 1 - Mapa do Brasil com destaque para a área de ocorrência da caatinga na região nordeste do país.

Fonte: (WWF, 2015).

Esse bioma está sob influência de duas estações bem definidas, a estação da seca, que tem duração mínima de sete meses é marcada por sua elevada temperatura que podem chegar aos 45°C, e a estação chuvosa é marcada pela sua alta irregularidade (KAVAMURA et al., 2013; TRENTIN et al., 2011).

Quanto à vegetação, esta pode ser descrita como arbustivo-arbórea, com folhas caducas na estação seca, dotadas de espinhos e, em sua massiva extensão, com a presença de cactáceas e bromeliáceas (ANDRADE-LIMA, 1981). Essa vegetação apresenta alta capacidade de adaptações fisiológicas às condições estressantes do ecossistema semiárido, condições adversas essas que envolvem: déficit hídrico, relacionado à seca que predomina na maior parte do ano; altas temperaturas; e alta intensidade luminosa, que causa uma demanda evaporativa alta com consequente dessecação do solo. Apesar disso, algumas espécies vegetais conseguem se estabelecer neste ambiente, muitas vezes considerado inóspito e inviável a sobrevivência de muitas espécies (TROVAO et al., 2007).

Acrescente-se que também em consequência dessas características climáticas e de solo citadas anteriormente, somadas a falta de manejo sustentável, como: superpastoreio e a exploração inadequada dos recursos naturais com a perda da vegetação nativa devido a práticas como desmatamento, queimadas e pecuária tem tornado esse bioma vulnerável a desertificação, e como consequência tem-se a ameaça de extinção de diversas espécies endêmicas sejam elas de flora ou fauna desse ecossistema (ARAUJO; SOUSA, 2011).

### **2.3 Família Cactaceae**

A família Cactaceae Juss. é composta aproximadamente de 124 gêneros e 1.440 espécies, distribuídas quase exclusivamente nas regiões tropicais e secas das Américas, com exceção da espécie *Rhipsalis baccifera*, que pode ocorrer na África, em Madagascar e no Sri Lanka. Esses cactos podem se apresentar como árvores, arbustos, trepadeiras, epífitas, geófitas e hastes (talos) com aspectos que podem variar de colunares a roliços, globulares ou tuberculados, com forma de costeletas, asas, achatados, geralmente segmentados sem folhas e com espinhos (BARTHLOTT; HUNT, 1993; HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006). A sua propagação pode ser realizada de forma sexuada ou assexuada, sendo a primeira um método ainda pouco utilizado (ABUD et al., 2010).

A família cactaceae pode ser dividida em quatro subfamílias: Maihuenioideae, Pereskioideae, Cactoideae e Opuntioideae (WALLACE, 1995). No Brasil, ela está distribuída em todos os domínios fitogeográficos do país e é representada pela ocorrência de 261 espécies agrupadas em 39 gêneros. Essa ampla gama de espécies coloca o Brasil como detentor da terceira maior diversidade de cactos do mundo. Apesar da abundante distribuição por todo o território nacional, as regiões mais importantes, em termos de biodiversidade, estão no leste do país, principalmente nos estados da Bahia e Minas Gerais (ZAPPI et al., 2011; ZAPPI et al., 2015). A região Nordeste abriga cerca de 110 espécies de cactáceas; e nesse ambiente semiárido, a caatinga é um dos ecossistemas que possui a maior diversidade dessas espécies, com cerca de 95 espécies fazendo parte desse ecossistema (ZAPPI et al., 2015).

Possuem elevado poder de adaptação a altas temperaturas diurnas, altas radiações, baixas temperaturas noturnas, e baixo teor de água. Fisiologicamente são caracterizadas por possuir o metabolismo ácido das crassuláceas CAM (ou MAC). As plantas CAM (do inglês, *Crassulacean Acid Metabolism*), são plantas especialmente adaptadas a regiões áridas e semiáridas, o que permite retenção de água em seu interior e a sua utilização de forma diferenciada, abrem seus estômatos durante a noite e os fecham durante o dia, o que gera uma alta eficiência no uso da água (PEREIRA et al., 2013).

A utilização dessas e de outras espécies da caatinga é reportada principalmente para a composição da dieta dos ruminantes durante o período de seca. Estima-se que 70% das espécies botânicas são utilizadas com esse fim (SOUZA et al., 2013). Das cactáceas, o *Pilosocereus gounellei* e *Cereus jamacaru* são descritas como os mais utilizados para alimentação de rebanhos (ARAUJO, et al., 2010) e de pássaros (LUCENA et al., 2012).

Na alimentação humana as cactáceas são descritas na literatura como alimentos emergenciais, utilizados em situações em que há escassez de alimentos, contudo vários estudos vêm demonstrando que os frutos e diversas outras partes dessas cactáceas são recursos que tem potencial para serem utilizados na alimentação do dia-a-dia seja *in natura* ou na forma de doces, rapadura, geleias, cuscuz, dentre outros (CHAVES; BARROS, 2015; NASCIMENTO et al., 2012).

Lucena et al (2012) destacam ainda que a planta inteira é utilizada em construções (cerca viva), tem uso medicinal e veterinário, podendo ainda ser utilizado na ornamentação de jardins dentre outros.

### 2.3.1 Mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.)

*Cereus jamacaru* DC. (Figura 2) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, conhecido popularmente como mandacaru, mandacaru-de-boi, mandacaru-facheiro, mandacaru-de-faixa, cardeiro, jamacaru, jamaracurú, jumucurú, jumarucú, cumbeba e urumbeba. Cresce em solos pedregosos e áreas rochosas podendo atingir de 3 a 7 metros de altura. Possui caule rígido e cheio de espinhos, e seu fruto (Figura 3) é uma baga com formato ovoide e coloração externa que vai do róseo a vermelho, com dimensões 10-13x5-9 cm. Sua polpa funicular e mucilaginosa tem cor clara com várias sementes pretas com dimensões de 1,5-2,5 mm (ROCHA; AGRA, 2002; SILVA; ALVES, 2009; ZAPPI; AONA, 2007).



Figura 2 – Imagem do Mandacaru. Figura 3 – Detalhe do fruto do mandacaru.

Fonte: Acervo pessoal (2016).

Fonte: Acervo pessoal (2016).

Apesar de comestível, assim como ocorre com os demais frutos das cactáceas, não há relatos estatísticos da cultura anual. Seu fruto é frágil e perecível, o que acarreta curta vida útil, o que pode ser resolvido com um processamento tecnológico como secagem, fabricação de doces e geleias, constituindo dessa maneira um potencial biotecnológico para regiões secas (OLIVEIRA et al., 2015). Grande parte dos relatos do consumo dos frutos na literatura, como cita Cavalcanti e Resende (2007) é para alimentação de pássaros e animais silvestres. Assim, como ocorre com outras cactáceas, em períodos de seca o mandacaru é amplamente utilizado para a forragem de animais.

Na medicina popular a raiz é utilizada em chás (decoção ou infusão) para tratar problemas renais, inflamação e sinusite. A decoção e a maceração são

indicadas para tratamento de problemas estomacais, complicações renais e picada de cobra. Quanto ao uso geral, a sua madeira é aproveitada para fazer colher de pau, e a planta inteira é usada para sombrear espaços na ornamentação de jardins. Além disso existem relatos de aspectos mágicos e religiosos atribuídos a essa espécie (CORDEIRO; FÉLIX, 2014; LUCENA et al., 2012).

### 2.3.2 Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *gounellei*)

*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *gounellei*, conhecido popularmente como xiquexique (Figura 4), é encontrado exclusivamente em áreas do bioma Caatinga (ZAPPI et al., 2015). É uma espécie em forma de arbusto colunar com cladódios multiarticulados em ramificações com forma de candelabros com espinhos de vários tamanhos, e sua altura varia entre 0,8 e 1,5 m. Seu fruto (Figura 5) é uma baga de 3-6 x 4-6cm, suculenta, de cor purpura; polpa funicular mucilagínosa, dotada de várias sementes de 2 mm comprimento que muitas vezes encontram-se expostas no fruto maduro (ROCHA; AGRA, 2002).



Figura 4 – Imagem do Xiquexique  
Fonte: Acervo pessoal (2016).



Figura 5 – Detalhes do fruto do Xiquexique  
Fonte: Acervo pessoal (2016).

A partir do cladódio, pode ser produzida uma farinha para a preparação de cuscuz e bolos. Ademais, este alimento também pode ser consumido cozido ou assado (NASCIMENTO et al., 2012).

O estudo de Monteiro et al. (2015) relata que o xiquexique apresenta frutos atraentes tanto para o consumo humano quanto para as aves, os morcegos e outros animais. Ademais, ainda é uma das espécies utilizadas para a alimentação de rebanhos, os animais forrageiam flores, frutos e dos cladódios, apesar dos seus

proeminentes espinhos (SANTO; MACIEL; SIQUEIRA FILHO, 2012). Seu uso medicinal e veterinário refere-se a sua polpa, utilizada para tratar inflamações causadas pelo próprio espinho. É empregada na ornamentação de jardins, e os sertanejos a utilizam ainda como bioindicadora de chuva a partir de sua floração (LUCENA et al., 2012).

### 2.3.3 Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi)

O facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) é uma espécie perene, arbustiva, robusta, de tronco ereto com galhos laterais, porém pouco ramificada, de coloração verde escura, que apresenta espinhos agudos, e flores grandes, alvas e isoladas (figura 6) (BRAGA, 1976). Ocorre exclusivamente em estados da região nordeste do Brasil nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte (ZAPPI et al., 2015).



Figura 6 - Imagem do Facheiro      Figura 7 - Detalhes do fruto do Facheiro  
 Fonte: Acervo pessoal (2016).      Fonte: Acervo pessoal (2016).

É uma espécie apreciada do ponto de vista ornamental. O fruto de facheiro (Figura 7) apresenta em média comprimento de 38,13 mm, diâmetro de 50,53 mm e 3.786 sementes, os quais são consumidos por pássaros e as sementes são dispersas pela avifauna (ABUD et al., 2010). Além da planta como um todo que pode ser aproveitada para a produção de forragem para animais, os frutos podem ser utilizados para a alimentação humana, como também o caule, que com tratamento adequado, pode ser utilizado na produção de doces, bolos, bolachas, cocadas, entre outros (LIMA; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2007).

### 2.3.4 Quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)

O quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) é uma espécie popularmente conhecida como cumbeba ou gogóia (Figura 8). Seus frutos são do tipo baga ovóide a subgloboso, com 3,0-4,0 x 2,4-3,5 cm de diâmetro longitudinal e transversal, respectivamente. A cor de sua casca varia do amarelo ao laranja fosco, com porção basal avermelhada ou toda vermelha fosca; sua câmara seminífera ocupando quase todo o espaço interno, e é preenchido por uma massa carnosa de cor pêssego clara, constituída pelos funículos e sementes (Figura 9) (ANDRADE LIMA, 1989).

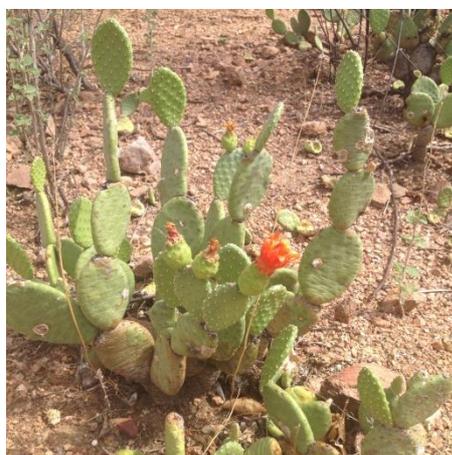


Figura 8 – imagem do Quipá com flores  
Fonte: Acervo pessoal (2016).

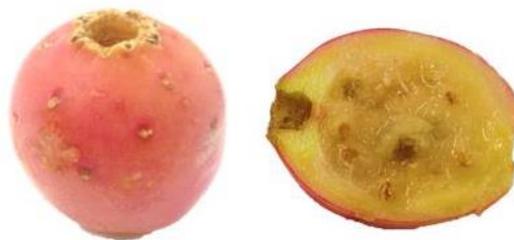


Figura 9 – Detalhes do fruto do quipá  
Fonte: Acervo pessoal (2016).

Ao avaliarem as características desse fruto, Souza et al., (2007), verificaram que este é adequado para o consumo *in natura* e apresenta potencial para aproveitamento industrial. Além de apresentarem valores consideráveis de minerais, destacando-se dentre estes o cálcio, o magnésio e o potássio. Os frutos e cladódios têm sido utilizados na zona rural para alimentação animal, apesar do sabor suave, pouco doce e apresentar maior proporção de porção carnosa (62,87%) do que casca, há poucos relatos de sua inserção na dieta humana.

## 2.4 Radicais livres e Estresse oxidativo

O conceito proposto ao termo radical livre tem sofrido ajustes ao longo do tempo, a corrente mais difundida define atualmente como qualquer espécie de radical

capaz de possuir existência independente (termo livre), contendo um ou mais elétrons desemparelhados nos seus orbitais externos. Este elétron não pareado gera um considerável grau de reatividade para o radical livre (GUTOWSKI; KOWALCZYK, 2013; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989, 2006).

No entanto, atualmente a terminologia mais utilizada é espécies reativas (RS), pois inclui espécies de radicais livres e outras que são altamente reativas em decorrência da sua instabilidade, porém não possuem elétrons desemparelhados. O termo é aplicado principalmente para espécies que contem oxigênio, sendo denominadas espécies reativas de oxigênio (ROS). A produção dessas moléculas se dá de forma natural pois elas são essenciais à vida, são prejudiciais quando os nossos mecanismos de defesa não conseguem neutralizá-las, podendo causar o estresse oxidativo e tornar-se um problema de saúde (KESARWALA; KRISHNA; MITCHELL, 2014; WANGA et al., 2011).

Além das ROS, existem outras moléculas biológicas classificadas como espécies reativas (RS), podendo ser radicalares e não radicalares, são elas as moléculas com partes de nitrogênio (RNS) com partes de enxofre (RSS) e carbono reativos (RCS) e que também podem interferir na homeostasia do organismo. No entanto, as ROS são referidas como a classe mais importante de espécies reativas geradas em organismos vivos e são formadas por uma grande variedade de espécies, incluindo superóxido, peróxido de hidrogênio, o óxido nítrico, o peroxinitrito, o ácido hipocloroso, o oxigênio singuleto, e o radical hidroxilo (LUSHCHAK, 2014; MURPHY et al., 2011; WÖLFLE et al., 2014)

Além de gerados no organismo, as ROS também são geradas por meio de várias outras fontes externas como: toxinas ambientais, luz ultravioleta, radiação ionizante, quimioterapêuticos, citocinas inflamatórias. Dentre os danos à saúde associados com o desequilíbrio dessas espécies reativas de oxigênio no organismo tem-se: envelhecimento precoce, doenças cardíacas e metabólicas, distúrbios neurais graves como a doença de Alzheimer e de Parkinson e alguns tipos de câncer (KOZARSKI et al., 2015).

Em contrapartida, em concentrações baixas a moderadas as ROS tem efeitos benéficos no organismo envolvendo a defesa contra agentes infecciosos, a modulação de alguns sistemas de sinalização celular e na indução de respostas miogênicas (VALKO et al., 2007). São causadoras de danos quando geram perda de

função e danos nos tecidos em virtude de sua reação com ácidos nucleicos, proteínas e lipídeos (LOO et al., 2012).

## 2.5 Compostos bioativos

Presentes amplamente na natureza principalmente no reino vegetal (frutos hortaliças, leguminosas, etc), os compostos bioativos abrangem uma serie de fitoquímicos dietéticos que podem ser divididas em categorias, tais como: compostos fenólicos, carotenoides, alcaloides, compostos contendo nitrogênio, compostos organosulfurados e fitoesteróis, contudo os compostos fenólicos e carotenoides são as classes mais estudadas e que mais tem sido explorados. O consumo desses compostos constitui uma estratégia comprovadamente eficaz na redução de incidência de doenças crônicas não transmissíveis (LIU, 2004, 2013).

Devido a ampla variedade e, conseqüentemente, diversidade de estruturas os compostos bioativos agem de diferentes formas, tanto no que se refere aos alvos fisiológicos quanto aos seus mecanismos de ação, mas possuem principalmente ação antioxidante que se deve ao seu potencial de óxido-redução, e atuam na modulação da expressão de genes envolvidos na defesa contra processos oxidativos e degenerativos de estruturas celulares (BASTOS; ROGERO; ARÉAS, 2009).

Dentre os pertencentes a esse grupo com grande destaque como a pouco mencionado, tem-se os compostos polifenólicos, que compõe-se de milhares de moléculas que são classificados como metabólitos secundários produzidos pela planta para defender-se contra a radiação ou contra patógenos. Esses metabólitos pode-se compor de milhares de moléculas cuja estrutura é um polifenol (possuem 1 ou mais anéis aromáticos com 1 ou mais grupo(s) hidroxilo), a gama de compostos polifenólicos encontrados nos frutos e vegetais é vasta dentre eles tem-se os ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, e lignanas estes se subdividem em diversas subclasses (MANACH et al., 2004).

Esses compostos tem a capacidade de agir como potentes antioxidantes, esse potencial é regulado pelas suas diversas estruturas químicas, conforme a posição e os tipos de grupos químicos em seus anéis aromáticos advém daí sua capacidade de variar a aceitação de elétrons desemparelhados das moléculas de radicais. Seu potencial antioxidante também é dependente do número e da posição dos grupos hidroxilas e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel

da estrutura, devido à capacidade que o grupo aromático possui de suportar o desemparelhamento de elétrons (VOLP et al., 2008).

Os carotenoides estão estimados em cerca de 600 compostos cuja coloração varia do amarelo ao laranja com tons de vermelho, Estes compostos têm recebido atenção considerável por causa de suas funções fisiológicas únicas como provitamina A, além dos efeitos antioxidantes especialmente no que se refere a evitar a formação do oxigênio singlet ( $^1\text{O}_2$ ) (LIU, 2013). Os carotenoides estão entre os fitonutrientes lipossolúveis mais comuns, e desempenham papel primordial na proteção das membranas celulares e das lipoproteínas contra as ROS devido a sua capacidade de eliminar os radicais peroxil (NIMSE; PAL, 2015).

## 2.6 Antioxidantes

As pesquisas que buscam esclarecer como os antioxidantes contribuem para a promoção da saúde tem se intensificado, principalmente nas últimas três décadas, em virtude da busca dos consumidores pelos benefícios profiláticos e terapêuticos que esses fitoquímicos possuem em várias patologias (PAZ et al., 2015). Atualmente, além dos alimentos contendo esses antioxidantes, tem-se também os suplementos elaborados à base desses compostos, além dos cuidados em saúde eles são utilizados na produção de alimentos, em embalagens alimentícias e na indústria cosmética principalmente em produtos antienvhecimento (KOZARSKI et al., 2015).

Por definição, os antioxidantes compreendem uma vasta gama de substâncias que, quando presentes mesmo em baixas concentrações, tem a capacidade de retardar ou prevenir as reações de oxidação sobre os radicais livres estabilizando-os (SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992; WOOTTON-BEARD; RYAN, 2011).

Os antioxidantes podem ser de origem natural ou sintética; os de origem natural são amplamente distribuídas em materiais vegetais, tecidos animais e microrganismos. Os sintéticos são amplamente utilizados na indústria de alimentos para diversos fins, sendo que os mais utilizados são o galato de propilo (GP) butil hidroxianisol (BHA), butil hidroxitolueno (BHT), e o terc-butil-hidroquinona (TBHQ) (SHAHIDI; ZHONG, 2010).

Segundo Gutteridge, Halliwell (2010), a atividade antioxidante está intimamente atrelada a sua estrutura celular, e dessa forma pode variar desde

estruturas simples como a glutathione a moléculas com estruturas extremamente complexas como as da superóxido dismutases.

Os antioxidantes podem ser categorizados de diferentes maneiras, uma delas é baseada na sua solubilidade. Podem ser classificados como antioxidantes solúveis em água, como vitamina C estes estão presentes nos fluidos celulares tais como citosol, matriz citoplasmática. E os solúveis em lipídeos, antioxidantes lipossolúveis (vitamina E, carotenoides, e ácido lipóico) que estão predominantemente localizadas na membrana celular (NIMSE; PAL, 2015).

Sua classificação pode se dar de acordo com a sua atividade, podendo ser enzimáticos e não enzimáticos. Os enzimáticos são produzidos endogenamente e servem de defesa contra as espécies reativas de oxigênio (ROS), dentre os quais tem-se as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx). Essas enzimas são produzidas endogenamente no organismo humano e em condições normais atuam como defesa contra os radicais livres e EROs. Os antioxidantes não enzimáticos incluem os polifenóis, vitamina C, vitamina E, carotenoides, e minerais como selênio, zinco e manganês, dentre outros compostos, estes só podem ser obtidos através da dieta. Sua principal ação é baseada na interrupção da reação em cadeia dos radicais livres (NIMSE; PAL, 2015; WOOTTON-BEARD; RYAN, 2011). Ademais, os antioxidantes não enzimáticos estão subdivididos conforme suas fontes: obtidos da dieta, ou podem ser disponibilizados metabolicamente como mostra a figura 10 (LI, J-K et al., 2016).

Além das atividades antioxidantes enzimáticas a dos compostos fitoquímicos, tem-se a atividade antioxidante proveniente de peptídeos antioxidantes provenientes de proteínas, no entanto o mecanismo exato de atividade antioxidante desses peptídeos não está totalmente elucidado (LIU et al., 2016).

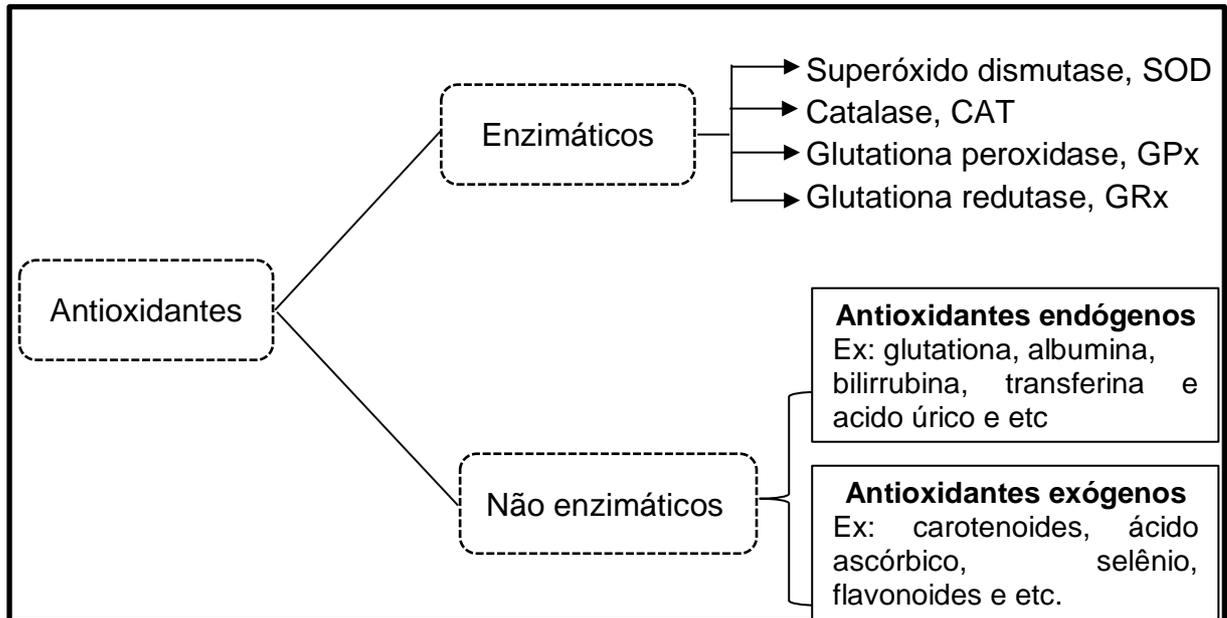


Figura 10 – Classificação dos antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos

Adaptada de Li, J-K et al., 2016.

## 2.7 Elaboração de sorvete de frutos de cactáceas

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária define sorvete ou gelado comestível como um produto obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias. Podem ser obtidos também a partir de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias, desde que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto até o consumo (BRASIL, 2005).

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes, o consumo *per capita* de sorvete vem crescendo de maneira significativa no Brasil, entre os anos de 2005 e 2015 o crescimento foi de 63,17% no consumo, apesar da ligeira queda entre os anos de 2014 e 2015 onde o consumo decaiu de 1305 milhões de litros para 1146 milhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES, 2016).

A escolha em desenvolver um novo sabor de sorvete levou em conta diversos aspectos como: ser um produto altamente refrescante que agrada aos mais variados paladares, de todas as faixas etárias e de qualquer classe social, e que combina com

o clima tropical do país. E existe ampla variedade de ingredientes que podem ser usados para enriquecer e diversificar as formulações de sorvetes (ARBUCKLE, 1986).

Tendo em vista que a caatinga nordestina é um bioma com características ímpares no que se refere às condições climáticas e de solo, o que levou a adaptação de vegetação típica, portanto árvores que produzem frutos altamente resistentes a radiação luminosa, sugere-se que esses frutos sintetizem grande quantidade de compostos que os protegem dos danos da radiação luminosa. Dessa forma, pretendeu-se nesse estudo avaliar as características nutricionais e bioativas de quatro frutos desse bioma, bem como desenvolver um produto à base desses frutos que possa ser utilizado e bem aceito por nossa população.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral:

Avaliar as características físicas e físico-química, bem como a composição nutricional, o teor de compostos bioativos, a atividade antioxidante *in vitro* e atividade citotóxica dos frutos das cactáceas (mandacaru, xiquexique, facheiro e quipá) da caatinga piauiense e avaliar a aceitação sensorial de sorvete produzido a base da polpa do mandacaru e xiquexique.

#### 3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar as características físicas, físico-químicas e a composição centesimal e de minerais da casca e polpa dos frutos do mandacaru, facheiro, xiquexique e quipá;
- Quantificar o conteúdo de compostos bioativos (carotenoides, antocianinas, vitamina C) presentes nas cascas e polpas dos frutos, bem como fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados a partir dos extratos utilizados na atividade antioxidante;
- Avaliar a atividade antioxidante *in vitro* pelos métodos: DPPH•, ABTS•+ e FRAP.
- Avaliar a toxicidade dos extratos aquosos das cascas e polpas dos frutos frente às larvas de *Artemia Salina* Leach;
- Elaborar sorvetes a partir das polpas dos frutos (mandacaru e xiquexique) e avaliar sua aceitação sensorial e a intenção de compra.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local e período de estudo

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Teresina Zona Sul, e no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal – Campo Análises Agrícolas (Paracatu-MG), no período de janeiro a julho de 2016.

### 4.2 Obtenção dos frutos

Os frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) foram colhidos no período de janeiro a março de 2016, na zona rural de cidade de Caldeirão Grande do Piauí (07°19'55" latitude sul e a uma longitude 40°38'14" oeste), cidade essa pertencente ao bioma caatinga e situada a 435km de Teresina-PI. Os frutos foram colhidos manualmente, e selecionados de acordo com o estágio de maturação escolhidos os frutos que estavam em estágio maduro, os quais foram determinados visualmente, sendo colhidas os de coloração vermelha para o fruto do mandacaru, amarelo ou alaranjado (quipá) e roxo (xiquexique e facheiro), todos dotados de integridade física satisfatória.

As matérias primas para a formulação dos sorvetes foram obtidos no comércio local da cidade de Teresina-PI.

### 4.3 Identificação botânica

Para efetuar a identificação taxonômica as cactáceas foram coletadas de acordo com o preconizado por Mori et al. (1989) e a identificação foi realizada mediante a comparação com o material herborizado pelo especialista em cactáceas Doutor Marcelo Oliveira Teles de Menezes – IFCE. O material testemunho foi depositado no Herbário Graziela Barroso – TEPB da Universidade Federal do Piauí, sob os seguintes números de registros Mandacaru: TEPB 30.823 - *Cereus*

*jamacaru* DC.; Xiquexique: TEPB 30.825 - *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*; Facheiro: TEPB 30.826 - *Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) , e Quipá: TEPB 30.824 - *Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy.



Figura 11 – Exsicatas das espécies: a - *Cereus jamacaru* DC.; b- *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*; c- *Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e d- *Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy.

Fonte: Acervo pessoal (2016).

#### 4.4 Preparo das amostras

Os frutos foram higienizados através de lavagem em água corrente para retirada de sujidades, após secos em temperatura ambiente, mensurou-se suas características físicas e logo em seguida foram imersos em água com 100 ppm de hipoclorito de sódio por 10 minutos e enxaguados em água destilada. A casca e polpa foram separadas manualmente com o auxílio de faca inox, as amostras que não foram utilizadas imediatamente na condução das análises foram acondicionados em embalagens plásticas termoselados e armazenados em freezer a - 18 °C.

## 4.5 Caracterização física e físico-química

### 4.5.1 Peso médio, biometria (diâmetro longitudinal e transversal) e rendimento

Foram selecionadas ao acaso 30 unidades de cada fruto *in natura* para obtenção das medidas físicas e peso. O peso dos frutos (g) foi obtido através de pesagem individual dos mesmos em balança analítica (Shimadzu-AY 220). A mesma quantidade de frutos foi utilizada para a determinação das medidas biométricas (diâmetro longitudinal e transversal), que foram obtidas com o auxílio de paquímetro digital.

O rendimento da polpa foi determinado pela relação entre o peso líquido (fruto sem casca) e peso bruto (fruto com casca), conforme a Equação 1, o inverso foi efetuado para verificar o rendimento da casca.

$$R (\%) = (PL.PB^{-1}) \times 100 \quad (1)$$

PL = Peso Líquido

PB = Peso Bruto

### 4.5.2 pH

Para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos, utilizou-se o método potenciométrico. Pesou-se 10 g da amostra, adicionou-se 100 mL de água destilada a 25 °C e homogeneizou-se por 30 minutos em agitador magnético. Após 10 minutos de repouso, para decantação, foi realizada a leitura do pH no sobrenadante, este procedimento foi realizado em triplicata. O potenciômetro portátil estava previamente calibrado com as soluções padrões pH 7,0 e pH 4,0 (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008).

### 4.5.3 Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de SST foram determinados por meio de leitura direta em refratômetro portátil. Em triplicata, adicionou-se 2 gotas da amostra no visor do aparelho e realizou-se a leitura. Os resultados foram expressos em °Brix (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008).

#### 4.5.4 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada por titulação potenciométrica. Pesou-se 2,5g de amostra que foi diluída em 25mL de água destilada, adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína e titulou-se com solução de NaOH 0,1 N e fator de correção de 0,99, sob agitação constante, até atingir o pH 8,3, o procedimento foi realizado em triplicata. O teor da acidez foi calculado, conforme Equação 2, considerando o volume do álcali que foi gasto na titulação da suspensão e os resultados expressos em % ácido cítrico (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008).

$$ATT = (V \times f \times N \times PM) \cdot (10 \times P \times n)^{-1} \quad (2)$$

ATT = acidez total titulável

V= volume em mL da solução de NaOH gasto na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH

N = normalidade da solução de NaOH

PM = peso molecular do ácido correspondente em g (PM ácido cítrico = 192 g)

P = peso da amostra em g

n = número de hidrogênios ionizáveis (n ácido cítrico = 3)

## 4.6 Composição centesimal dos frutos

### 4.6.1 Umidade

Para determinação da umidade, utilizou-se o método gravimétrico descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Em triplicata pesaram-se 3 g da amostra triturada e homogeneizada em cápsulas de porcelana previamente aquecidas a 105 °C e taradas. Colocou-se as cápsulas com as amostras em estufa a 105 °C por 3 horas e posteriormente foram resfriadas em dessecador por 30 minutos, em seguida pesadas. O procedimento foi repetido até peso constante. O teor de umidade (%) foi obtido pela Equação 3:

$$U (\%) = (100 \times N) \cdot P^{-1} \quad (3)$$

U (%) = teor de umidade por cento

N = nº de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = nº de gramas da amostra

#### 4.6.2 Resíduo Mineral fixo (Cinzas)

O resíduo mineral fixo foi obtido pelo método gravimétrico preconizado pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Em triplicata, foram pesados 4 g de amostra em cadinhos previamente secos em mufla a 550°C e pesados. Os cadinhos com as amostras foram colocados em mufla a 250°C por 4 horas para carbonização da amostra. Posteriormente a temperatura da mufla foi aumentada a 550°C, gradativamente, até incineração completa da amostra. Em seguida, os cadinhos foram resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados. O procedimento foi repetido até peso constante. O teor de cinzas foi obtido pela Equação 4:

$$C (\%) = (100 \times N) \cdot P^{-1} \quad (4)$$

C(%) = teor de cinzas por cento

N = nº de gramas de cinzas

P = nº de gramas da amostra

#### 4.6.3 Proteínas

A análise de proteína seguiu a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008), com a utilização da técnica de Micro-Kjeldhal. Esta técnica foi realizada em 3 etapas: digestão, destilação e titulação, utilizando fator de conversão de 4,39 descrito por Fujihara, Kasuga, Aoyagi (2001) para conversão do nitrogênio em proteína. Foram pesadas 3 g de amostra em papel manteiga e foram colocadas em tubo de Kjeldhal. Adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico concentrado e 2 g de mistura catalítica (4% de sulfato de cobre e 96% de sulfato de potássio). Para obter o branco, excluiu-se apenas a amostra do experimento.

O teor de proteínas foi obtido pela Equação 5:

$$Pr (\%) = (V \times 0,14 \times f \times 100) \cdot P^{-1} \quad (5)$$

Pr (%) = teor de proteínas por cento

V = volume de ácido sulfúrico utilizado menos volume de NaOH utilizado na titulação.

f = fator de conversão de N para proteína (4,39)

P = nº de gramas de amostra

Obs: A correção das soluções foi efetuada com os seus respectivos fatores.

#### 4.6.4 Extrato etéreo (Lipídios)

A fração lipídica foi determinada em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando-se o hexano como solvente (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Foram pesados 3 g de amostra em cartuchos de Soxhlet e esses foram colocados em aparelho extrator de Soxhlet. O extrator foi acoplado a balões de fundo chato previamente aquecidos a 105°C e pesados. Adicionaram-se 150mL de hexano a esses balões e eles foram mantidos em chapa elétrica aquecida (60°C) para extração contínua por 4 horas. Após o término da extração, recuperou-se o solvente e os balões com o resíduo extraído foram transferidos para estufa a 105°C durante 1 hora. Resfriaram-se em dessecador por 30 minutos e foram pesados até peso constante.

O teor de lipídios (%) foi obtido com a Equação 6:

$$L(\%) = (100 \times N) \cdot P^{-1} \quad (6)$$

L(%) = teor de lipídios por cento

N = nº de gramas de lipídios

P = nº de gramas de amostra

#### 4.6.6 Carboidratos

Os carboidratos totais disponíveis foram obtidos por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005), conforme Equação 7:

$$CT = 100 - Pr - U - C - L \quad (7)$$

CT = carboidratos totais

Pr = proteínas

U =umidade

C = cinzas

L = Lipídios

#### 4.6.7 Valor energético total (VET)

O valor energético total foi calculado pela soma das calorias (kcal) fornecidas por carboidratos, proteínas e lipídios, multiplicando seus valores em grama pelos fatores de Atwater: 4 kcal, 4kcal e 9 kcal, respectivamente (DE ANGELIS, 1977).

#### 4.6.8 Composição de minerais

Para análise dos minerais: cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), potássio (K), selênio (Se) e fósforo (P)) seguiu-se a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Os teores de Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn, K e Se foram extraídos por digestão nítrico-perclórica e determinados em espectrofotômetro de absorção atômica de chama ar-acetileno e os comprimentos de onda utilizados foram 422,7; 285,2; 324,8; 279,5; 510; 213,9; 564 e 196 nm, respectivamente. O mineral P foi determinado por colorimetria e leitura em espectrofotômetro a 660 nm. Os resultados foram expressos em mg do mineral correspondente.100<sup>-1</sup> grama de amostra seca.

### 4.7 Quantificação de Compostos Bioativos

#### 4.7.1 Antocianinas

Para determinação de antocianinas, seguiu-se a metodologia descrita por Francis (1982). Pesou-se 0,5 g da amostra em um erlenmeyer envolto com papel alumínio, acrescentando em seguida 10 mL da solução de etanol 95 % + HCl 1,5 N previamente elaborada (85:15). Após homogeneização, o conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL (sem filtrar) e aferiu-se o volume com etanol 95 % + HCl 1,5 N (85:15). Posteriormente, foi efetuada a filtração a vácuo, em funil de buchner, utilizando papel de filtro whatman nº 4, em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro digital, modelo SP-220, no comprimento de onda de 535 nm. O “branco” foi composto apenas da solução de etanol 95 % + HCl 1,5 N (85:15) (v/v). O resultado foi expresso em mg.100 g<sup>-1</sup>.

Obteve-se o teor antocianinas totais por meio da fórmula:

$$\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}/98,2 \quad (8)$$

O fator de diluição foi obtido utilizando a gramatura da amostra (0,5) dividida pelo volume de diluição (25 mL). O resultado foi correlacionado para 1mL (quantidade de g que tem em 1mL da solução) e determinou-se a quantidade de mL em 100 g. O material ficou sob refrigeração, em repouso, por uma noite na ausência de luz.

#### 4.7.2 Carotenoides

A determinação do teor de carotenoides foi realizada segundo o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001). Pesou-se 5 g de amostra e 2 g de celite. Adicionou-se 20 mL de acetona gelada (5 °C), homogeneizando-se o conteúdo por 10 minutos em agitador magnético. O material foi filtrado a vácuo em funil de Buchner com papel filtro, lavando a amostra com acetona até que o extrato ficasse incolor. O filtrado foi transferido para um funil de separação. Acrescentaram-se 30 mL de éter de petróleo e 100 mL de água destilada. Descartou-se a fase inferior e repetiu-se o procedimento por 3 vezes para ocorrer a remoção total da acetona. Transferiu-se o extrato superior para um balão de 100 mL, completando-o com éter de petróleo. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 450 nm ( $\lambda_{\max}$   $\beta$ -caroteno), usando éter de petróleo como branco.

O conteúdo de carotenoides foi determinado pela Equação 9 e os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno. $\text{g}^{-1}$  de amostra.

$$\mu\text{g de carotenoides.g}^{-1} \text{ amostra} = (A \times V \times 10^6). (100 \times \epsilon^{1\%} \times P)^{-1}$$

(9)

A = Absorbância

V = volume obtido da fase superior mais o éter de petróleo (100 mL)

$\epsilon^{1\%}$  = absorvidade molar do  $\beta$ -caroteno (2592)

P = peso da amostra

#### 4.7.3 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico (Vitamina C) foi analisado pelo método de Tilmans, que se baseia na redução do sal sódico 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Inicialmente, realizou-se a análise da solução padrão de ácido ascórbico pipetando-se 10 mL em um erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico. Em seguida, a solução final foi titulada com a solução DCFI até coloração rosa persistente durante 15 segundos. Posteriormente, foi realizado o mesmo procedimento, substituindo a solução de ácido ascórbico pela amostra a ser analisada.

Para a obtenção da quantidade de ácido ascórbico utilizou-se a Equação 10:

$$\text{ácido ascórbico mg/100 mL} = V \times F \times 100 / A \quad (10)$$

V= volume da solução de Tillmans gasto na titulação

F= fator da solução de Tillmans

A= mL da amostra utilizada

Para o cálculo do fator (F) da solução de Tillmans utilizou-se a seguinte fórmula: mg de vitamina C usado na titulação/mL da solução de Tillmans gastos=F.

#### 4.8 Obtenção dos extratos

Os extratos das polpas e cascas dos frutos foram obtidos utilizando solventes de diferentes polaridades: extratos aquoso, etanólico e acetônico (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011), utilizando-se água destilada, álcool etílico absoluto (PA) e acetona (PA), respectivamente (Figura 12). Pesou-se 10 g de casca e 10 g de polpa (com sementes) de cada fruto e adicionados 50 mL de cada solvente (separadamente o conteúdo foi homogeneizado em turrax por 1 minuto. Em seguida, as amostras foram submetidas à agitação contínua em ultrassom em banho-maria durante de 1 hora sob a frequência 37 KHz e a temperatura de 25°C. Posteriormente, o conteúdo foi filtrado a vácuo, em funil de buchner, utilizando papel de filtro whatmann 4°. O filtrado de cada solvente foi coletado e armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a  $\pm 4$  °C até o momento das análises.

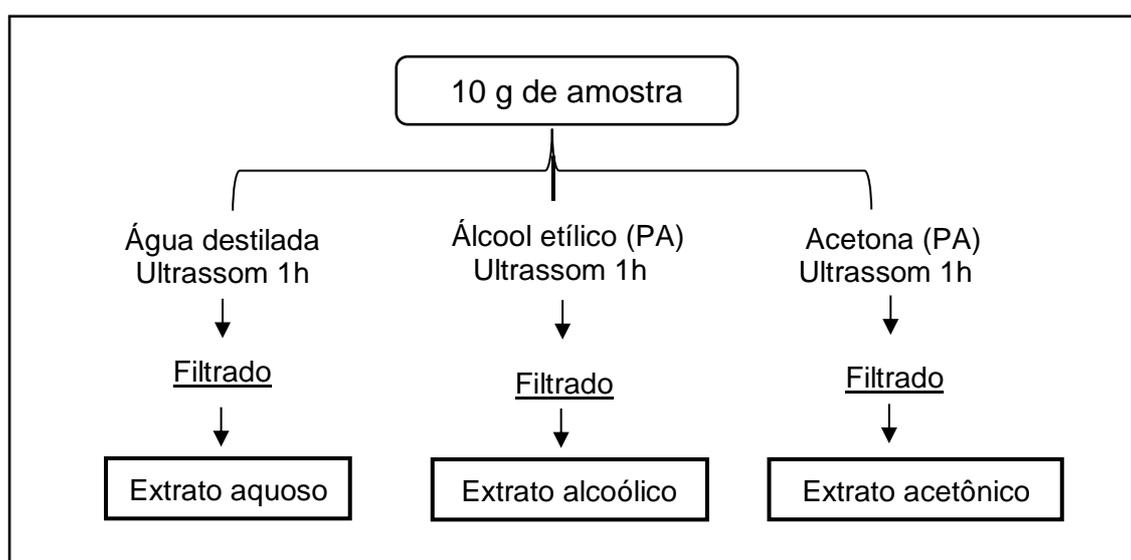


Figura 12- Obtenção dos extratos aquoso, etanólico e acetônico dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) coletados no município de Caldeirão Grande do Piauí, nordeste do Brasil.

## 4.9 Quantificação dos compostos bioativos presentes nos extratos

### 4.9.1 Quantificação dos compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos seguiu a metodologia descrita por Swain e Hills (1959), adaptada por Sousa, Viera e Lima (2011). Do extrato de cada amostra, foram medidos 0,5 mL em tubo de ensaio e adicionados 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocalteu*. A solução foi homogeneizada e, após 3 minutos, foi acrescentado 1 mL de solução de carbonato de sódio 20% ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Decorrida 1 hora de repouso em temperatura ambiente e na ausência de luz, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro a 720 nm.

Utilizou-se como padrão o ácido gálico (SIGMA), nas concentrações de 5, 10, 15, 30, 60, 120 e 180  $\mu\text{g/mL}$  para construir uma curva de calibração (Figura 13). A partir da equação da reta, obtida por regressão linear, efetuou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg de ácido gálico. $100 \text{ g}^{-1}$  de amostra.

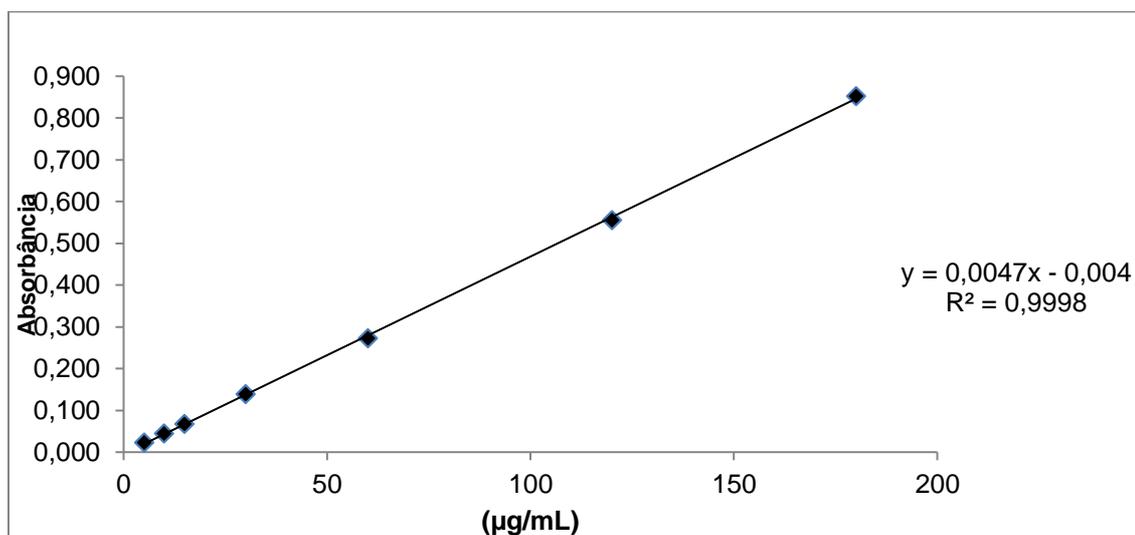


Figura 13 - Curva de calibração de ácido gálico ( $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) a 720 nm

### 4.9.2 Quantificação de flavonoides totais

Os flavonoides totais presentes nos extratos foram determinados utilizando o método do tricloreto de alumínio ( $\text{AlCl}_3$ ). Uma alíquota (0,5 mL) da solução teste foi misturada com água destilada (2 mL) e, posteriormente, com solução de  $\text{NaNO}_2$  5% (0,15 mL). Após 6 minutos, adicionou-se a solução de  $\text{AlCl}_3$  10% (0,15 mL) e foi

mantido em repouso por mais 6 minutos. E então adicionou-se a solução de NaOH 4% (2 mL) e água destilada (0,2 mL) até completar o volume final de 5 mL. Em seguida, a solução foi mantida em repouso durante 15 minutos. A intensidade da cor rosa foi medida a 510 nm. A catequina foi utilizada para calcular a curva padrão e os resultados foram expressos em equivalentes de (+) catequina (SIGMA) (figura 14) (ZHISHEN; MENGCHEN; JIANMING, 1999).

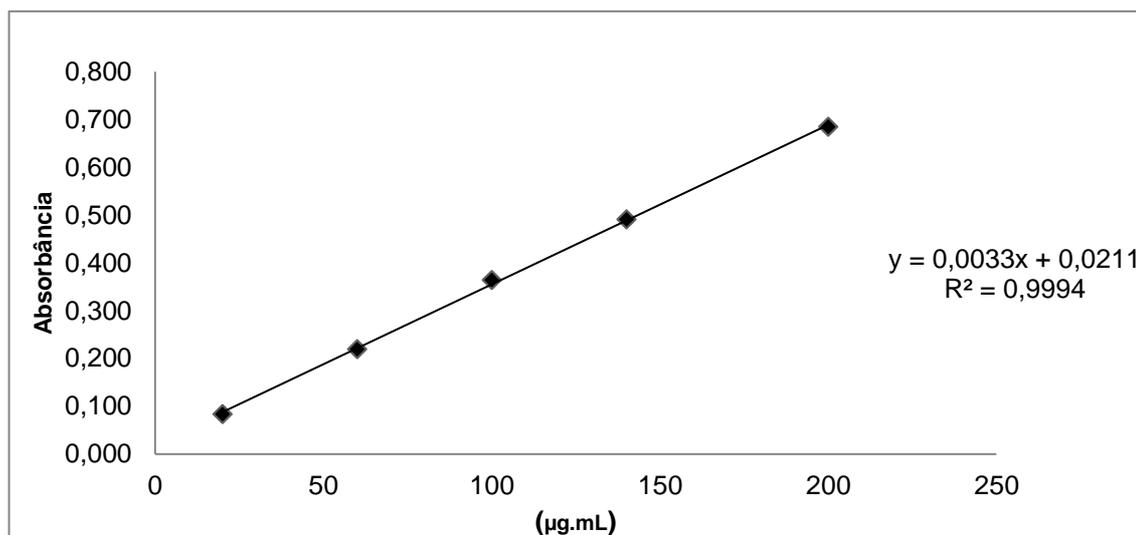


Figura 14 – Curva de calibração de catequina µg/mL a 510 nm

#### 4.9.3 Quantificação de Proantocianidinas (Taninos Condensados)

O teor de proantocianidinas (taninos condensados) foi determinado através do uso da vanilina, 5,0 mL do reagente de vanilina (0,5 g de reagente e 200 mL de metanol HCl a 4 %) foi adicionado a 1,0 mL do extrato. Após 20 min de reação na ausência de luz e em temperatura ambiente, efetuou-se a leitura a 500 nm. A catequina foi utilizada para calcular a curva padrão e os resultados foram expressos em equivalentes de (+) catequina (SIGMA), (figura 15) (PRICE, SCOYOC; BUTLER, 1978).

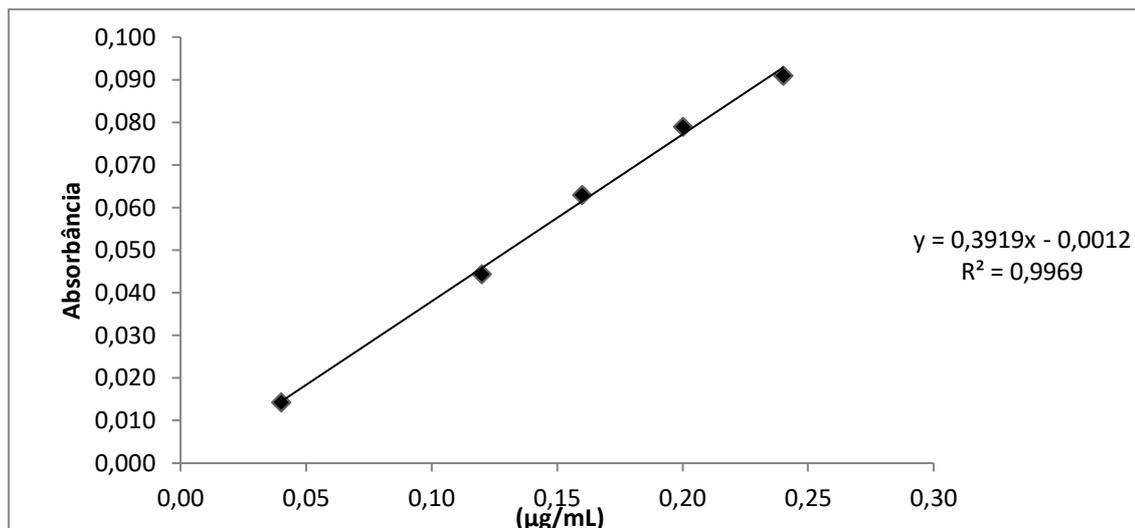


Figura 15 - Curva de calibração de catequina µg/mL a 500 nm

#### 4.10 Teor de matéria seca do extrato

Essa determinação teve por objetivo quantificar o teor de sólidos totais dos extratos aquoso, etanólico e acetônico. Para o cálculo das concentrações dos extratos que foram utilizadas nas análises da atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>•</sup>. Colocou-se 1 mL de cada extrato em vidros de relógio, previamente secos a 105 °C e tarados, os mesmos foram levados para estufa a 105 °C por 1 hora para evaporação do solvente. Posteriormente, os vidros de relógio foram resfriados em dessecador e pesados (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Os resultados foram expressos em % de extrato seco, obtidos de acordo com a Equação 11:

$$\% \text{ extrato seco} = (\text{PF} - \text{PI}) \times 100 \quad (11)$$

PF = peso final do vidro de relógio com o extrato seco

PI = peso inicial do vidro de relógio

#### 4.11 Avaliação da atividade antioxidante *in vitro*

##### 4.11.1 Método de sequestro do radical livre DPPH<sup>•</sup> (2,2 difenil-1-picril-hidrazil)

A partir dos teores de matéria seca obtidos no item 4.6.1, foram preparadas 5 diluições em concentrações diferentes de cada extrato para avaliação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH<sup>•</sup>, descrita por Brand-

Wyllians, Cuvelier e Berset (1995). Adicionou-se a 1,5 mL da solução etanólica de DPPH ( $6 \times 10^{-5}$  M) uma alíquota de 0,5 mL de cada amostra. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, após 2, 6, 10, 20 e 30 minutos do início da reação. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um controle (álcool etílico + solução etanólica de DPPH<sup>\*</sup>). O decréscimo na absorvância das amostras e dos padrões foi medido e a capacidade de sequestrar radicais livres foi calculada com base na diminuição da absorvância observada. A capacidade antioxidante foi expressa como percentual de proteção, conforme Equação 12:

$$\% \text{ proteção} = [(Abs \text{ controle} - Abs \text{ branco}) / (Abs \text{ controle})^{-1}] \times 100 \quad (12)$$

Além do percentual de proteção, calcularam-se também os valores de EC<sub>50</sub> (concentração do antioxidante necessária para reduzir 50% do radical DPPH<sup>\*</sup>) dos distintos extratos. Esses valores foram calculados por regressão linear.

#### 4.11.2 Método de sequestro do radical livre ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid))

O método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup> utilizado foi o descrito por Re et al. (1999) adaptado por Sousa, Vieira e Lima (2011). Inicialmente formou-se o radical ABTS<sup>•+</sup>, a partir da reação de 7 mmol de ABTS com 2,45 mmol de persulfato de potássio, os quais foram incubados à temperatura ambiente, na ausência de luz, por 14 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até obter-se uma solução com absorvância de  $0,700 \pm 0,01$  a 734 nm. Foram adicionados 40  $\mu$ L dos extratos, diluídos em etanol, a 1.960  $\mu$ L do radical, determinando-se a absorvância em espectrofotômetro a 734 nm, após 2, 6, 10, 20 e 30 minutos do início da reação. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle (etanol + radical ABTS<sup>•+</sup>), estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical ABTS<sup>•+</sup>. Utilizou-se como padrão o antioxidante sintético Trolox nas concentrações de 150, 200, 250, 350, 700  $\mu$ mol em etanol para construir uma curva de calibração (Figura 16). A partir da equação da reta obtida por regressão linear, efetuou-se o cálculo para verificar a atividade antioxidante.

Os resultados da atividade antioxidante dos extratos foram expressos em

TEAC (capacidade antioxidante total equivalente ao Trolox), em  $\mu\text{mol}$  de Trolox.g<sup>-1</sup> de amostra.

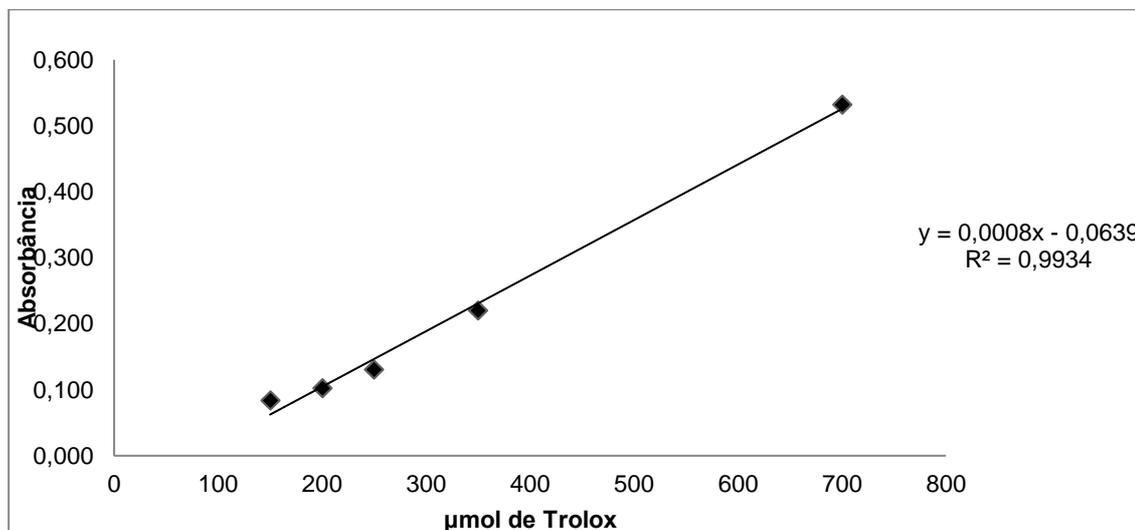


Figura 16 - Curva de calibração-resposta da porcentagem de inibição de Trolox em etanol (50 a 800  $\mu\text{mol.mL}^{-1}$ ) frente ao radical ABTS<sup>•+</sup> (734 nm)

#### 4.11.3 FRAP

Descrita por Benzie e Strain (1993), e modificada por Arnous, Makris e Kefalas (2002), este método se baseia na medida direta da habilidade dos antioxidantes (redutores) da amostra em reduzirem o complexo  $\text{Fe}^{3+}$  /tripiridiltriazina (TPTZ), para formar  $\text{Fe}^{2+}$ . Para realização da análise inicialmente lavou-se as vidrarias com HCl 0,05 M e depois com água MiliQ para retirar todo resíduo de ferro. E as espátulas de ferro foram revestidas com fita plástica.

Para o ensaio pipetou-se 200  $\mu\text{L}$  da solução de cloreto férrico 3 mM em tubos de ensaio de 10 mL em triplicata, adicionou-se 200  $\mu\text{L}$  do extrato da amostra a cada tubo de ensaio e homogeneizou-se o conteúdo em agitador vortex. A reação ocorreu por 30 minutos em banho-maria a 37°C. Decorrido esse tempo retirou-se os tubos do banho e adicionou-se 3,6 mL da solução de TPTZ preparada recentemente. Após 10 minutos da adição do TPTZ, mediu-se a absorbância a 620nm. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol}$  de trolox.g de amostra. Na figura 17 tem se a curva de calibração em  $\mu\text{mol}$  de trolox a 620nm

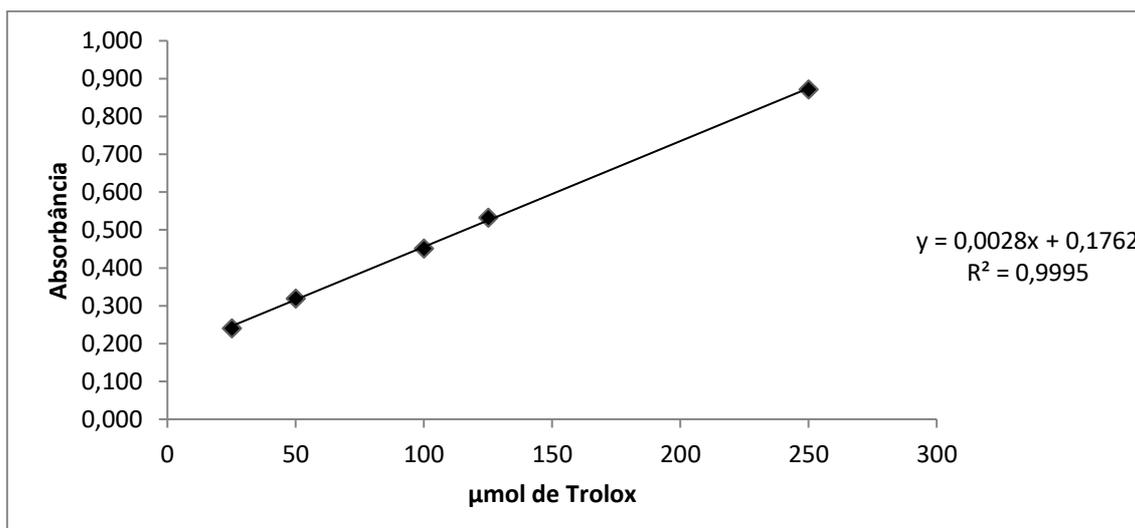


Figura 17 - Curva de calibração μmol de trolox a 620nm.

#### 4.12 Teste de Toxicidade do extrato aquoso dos frutos de cactáceas frente às larvas de *Artemia salina*

O teste de toxicidade foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Mc Laughlin (1991). Os ovos de *Artemia salina* Leach foram eclodidos em água salina artificial preparada com (NaCl 77,23%, MgSO<sub>4</sub> 9,62%, MgCl 7,13%, CaCl<sub>2</sub> 3,32%, KCl 2,11% e NaHCO<sub>3</sub> 0,59%) após ficarem expostos a luz artificial de 10 watts por 48 horas sob 25°C os náuplios foram coletadas para os bioensaios. As diluições das amostras foram realizadas com água salina e preparou-se soluções em triplicata dos extratos aquosos a serem testados nas concentrações de 10, 100, 500, 1.000, 1.500 μg/mL, e foi adicionado 10 naulipios em cada tubo, sendo a contagem das sobreviventes realizada após 24 e 48 horas em contato com a luz e a 25° C. Foram consideradas mortas aquelas larvas que permaneceram imóveis por mais de 10 segundos após agitação suave dos tubos. Foi feito ainda o controle negativo com as larvas em solução salina e utilizou-se como controle positivo o dicromato de potássio (100 μg/mL). Com os valores obtidos estimou-se a concentração letal média (CL<sub>50</sub>).

#### 4.13 Elaboração de sorvete com frutos da caatinga

##### 4.13.1 Delineamento e processamento dos sorvetes

Para elaboração dos sorvetes foram utilizados os seguintes ingredientes:

sacarose (Estreliana<sup>®</sup>, PE, Brasil), leite em pó integral (EMBARÉ<sup>®</sup>, SP, Brasil), leite pasteurizado integral (PIRACANJUBA<sup>®</sup>), estabilizante - Liga Neutra (Duas Rodas Industrial<sup>®</sup> Ltda, SP, Brasil), creme de leite (NESTLÉ<sup>®</sup>, SP, Brasil) e emulsificante - Emustab (Duas Rodas Industrial<sup>®</sup> Ltda, SP, Brasil). Todos os ingredientes foram armazenados conforme indicação do respectivo fabricante. Na tabela 1 tem-se os valores percentuais de ingredientes utilizados nas formulações F1, F2 a base de mandacaru, F3 com polpa de mandacaru e xiquexique, as F4 e F5 com polpa de xiquexique. Escolheu-se os frutos do mandacaru e xiquexique em virtude da maior disponibilidade da safra e pelo maior rendimento de polpa.

Tabela 1 – Percentual de ingredientes utilizados nas formulações de sorvetes de mandacaru e xiquexique.

Ingredientes (%)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
Leite UHT	48,6	41,3	48,6	48,6	41,3
Polpa	29,6*	36,9*	14,8* 14,8**	29,6**	36,9**
Açúcar	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Creme de leite	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Leite em pó	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Liga neutra	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Emustab	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

\*Mandacaru; \*\*Xiquexique.

No momento do processamento do sorvete, utilizou-se as polpas com sementes armazenadas sob congelamento. Estas foram homogeneizadas por 5 minutos, em liquidificador, com os demais ingredientes (exceto emulsificante). Em seguida, a mistura foi pasteurizada (70°C/30minutos) e resfriada (-18°C) por 24 horas.

Logo após as 24h, adicionou-se o *emustab* e para incorporação de ar deu-se início ao batimento em batedeira semi-industrial (Arno<sup>®</sup>) com capacidade de 4 litros por batelada por 10 minutos. Posteriormente, os sorvetes foram submetidos ao congelamento final a -18°C e, mantidos sob esta temperatura durante o armazenamento.

#### 4.13.2 Avaliação sensorial

O teste de aceitação foi realizado no Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Teresina Zona Sul, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da

Universidade Federal do Piauí (parecer nº53585415.0.0000.5214, ANEXO A). A análise contou com 100 graduandos e servidores, provedores não treinados do referido Campus, de ambos os sexos, maiores de 18 anos, que foram selecionados mediante recrutamento (ANEXO A) onde foram avaliados patologias que o impedissem de participar tais como intolerância a lactose, diabetes, e também como critério participaram os que assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) (CNS, 2012).

As amostras foram servidas em copos descartáveis com capacidade de 50 mL, sendo servido 20 mL de cada formulação, codificados com números de três dígitos, escolhidos ao acaso, acompanhadas com um copo de água mineral para a limpeza do palato entre as amostras. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada, segundo Macfie et al. (1989). Os assessores sensoriais avaliaram os atributos aparência, cor, sabor, textura e aceitação global, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, para efeito de análise dos resultados, foram associados valores numéricos às categorias da escala hedônica, sendo 1= desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo (ANEXO B). Os assessores foram ainda, questionados sobre a intenção de compra em relação aos cinco produtos desenvolvidos, utilizando escala estruturada de cinco pontos (DUTCOSKY, 2013).

#### **4.14 Análise estatística dos dados**

A análise dos resultados encontrados na caracterização física e físico-química, dos compostos bioativos e atividade antioxidante foi realizada por meio de cálculo de médias e desvio-padrão, análise de variância e aplicação do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com auxílio do programa ASSISTAT versão 7.7 Beta e GraphPad Prism 6.

Para estimar a concentração letal média ( $CL_{50}$ ) no teste de toxicidade utilizou-se a regressão de Probit, com 95% de intervalo de confiança, utilizando-se o programa IBM-SPSS Statistics 22.0. Utilizou-se esse programa também para verificar a relação entre a atividade antioxidante e o teor de compostos de bioativos por meio do teste de correlação de Pearson.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterizações físicas

Os resultados da composição física dos quatro frutos, utilizados neste estudo, estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 – Composição física dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) coletados no município de Caldeirão Grande do Piauí, nordeste do Brasil.

Parâmetros	Fruto	Média ± DP	CV (%)
Comprimento transversal (cm)	Mandacaru	6,99 <sup>a</sup> ± 1,20	27,21
	Xiquexique	5,08 <sup>ab</sup> ± 0,67	13,21
	Facheiro	5,51 <sup>a</sup> ± 0,32	5,77
	Quipá	2,46 <sup>b</sup> ± 0,16	6,63
Comprimento longitudinal (cm)	Mandacaru	10,09 <sup>a</sup> ± 1,21	11,99
	Xiquexique	4,00 <sup>b</sup> ± 0,61	15,15
	Facheiro	4,31 <sup>b</sup> ± 0,27	6,18
	Quipá	2,87 <sup>b</sup> ± 0,17	6,05
Peso bruto (g)	Mandacaru	254,48 <sup>a</sup> ± 102,55	40,30
	Xiquexique	48,37 <sup>c</sup> ± 18,19	47,27
	Facheiro	65,55 <sup>b</sup> ± 9,63	14,69
	Quipá	9,31 <sup>d</sup> ± 1,18	12,71
Peso líquido (g)	Mandacaru	85,55 <sup>a</sup> ± 30,38	36,36
	Xiquexique	21,73 <sup>b</sup> ± 9,72	21,46
	Facheiro	21,24 <sup>b</sup> ± 6,03	28,38
	Quipá	3,15 <sup>c</sup> ± 0,56	17,66
Rendimento da polpa (%)	Mandacaru	33,49 <sup>b</sup>	-
	Xiquexique	40,87 <sup>a</sup>	-
	Facheiro	30,04 <sup>c</sup>	-
	Quipá	33,25 <sup>b</sup>	-
Rendimento da casca (%)	Mandacaru	66,51 <sup>b</sup>	-
	Xiquexique	59,23 <sup>c</sup>	-
	Facheiro	69,96 <sup>a</sup>	-
	Quipá	66,75 <sup>b</sup>	-

CV (%) – coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna (por parâmetro), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que o fruto do mandacaru apresentou maiores dimensões e peso, seguido dos frutos do facheiro e xiquexique que por serem do mesmo gênero possuem características físicas bastantes semelhantes, e com menores dimensões tem-se a o fruto do quipá. É de suma importância estudar as características físicas dos frutos por fornecerem informações para estabelecer um correto manuseio e comercialização (COSTA et al., 2004).

Em se tratando do fruto do mandacaru os dados físicos encontrados são condizentes com os reportados por Almeida et al. (2009), ao avaliar frutos de duas localidades do estado da Paraíba, no qual verificou um comprimento longitudinal variando de  $10,98 \pm 3,16$  cm a  $9,16 \pm 4,12$  cm CV:11,89%, comprimento transversal  $6,64 \pm 1,32$  cm a  $6,13 \pm 1,35$  cm CV:7,11%, o peso total foi um pouco inferior  $241,16 \pm 10,98$  g a  $164,50 \pm 13,30$ g, e o rendimento da polpa superior ao encontrado nesse estudo  $43,51 \pm 1,00\%$  a  $46,00 \pm 1,97\%$ .

As características físicas do quipá utilizado no presente estudo apresentaram valores inferiores em todos os aspectos comparando aos estudados por Souza et al. (2007) ao avaliarem diferentes lotes dos frutos também obtidos na Paraíba: comprimento longitudinal  $3,24 \pm 0,02$ cm a  $3,44 \pm 0,09$ cm, transversal  $2,91 \pm 0,01$ cm a  $3,15 \pm 0,05$ cm e peso bruto  $12,50 \pm 0,06$  a  $13,00 \pm 0,50$ g.

Com relação ao xiquexique e facheiro não se localizou literatura científica reportando suas características físicas. Comparando os mesmos a outra espécie do mesmo gênero, o *Pilosocereus arrabidae* (Byles & Rowley), observa-se que os parâmetros comprimento transversal  $4,1 \pm 2,20$ , peso  $32,0 \pm 8,02$ g e rendimento da polpa 28,0% foi inferior se comparado a ambos os frutos, e apenas o comprimento longitudinal  $7,0 \pm 0,76$ cm tem valor superior aos frutos da caatinga em questão (GONÇALVES et al., 2015). Destaca-se ainda que o xiquexique apresentou um maior rendimento da polpa (40%) quando comparado aos demais frutos desse estudo.

O alto coeficiente de variação observado na grande maioria dos parâmetros avaliados sugere uma elevada heterogeneidade dos frutos, uma vez que não houve requisitos como padronização de tamanho como critério de seleção dos frutos. E como salienta-se adiante, essa característica é particularmente influenciável.

## 5.2 Caracterização físico-química

Os valores das características físico-químicas dos frutos das cactáceas em estudos estão demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 - Características físico-químicas da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).

Constituintes	Fruto	Polpa	Casca
pH	Mandacaru	4,12 <sup>c</sup> ± 0,11	4,46 <sup>b</sup> ± 0,08
	Xiquexique	4,54 <sup>b</sup> ± 0,03	3,60 <sup>d</sup> ± 0,10
	Facheiro	4,53 <sup>b</sup> ± 0,05	4,26 <sup>c</sup> ± 0,05
	Quipá	4,91 <sup>a</sup> ± 0,01	4,66 <sup>a</sup> ± 0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	Mandacaru	8,80 <sup>a</sup> ± 0,10	12,03 <sup>a</sup> ± 0,05
	Xiquexique	4,86 <sup>b</sup> ± 0,20	7,03 <sup>c</sup> ± 0,05
	Facheiro	4,03 <sup>c</sup> ± 0,05	6,96 <sup>c</sup> ± 0,05
	Quipá	8,93 <sup>a</sup> ± 0,20	9,16 <sup>b</sup> ± 0,05
Acidez Total Titulável (ácido cítrico)	Mandacaru	0,17 <sup>d</sup> ± 0,02	0,27 <sup>a</sup> ± 0,01
	Xiquexique	0,57 <sup>a</sup> ± 0,02	0,15 <sup>b</sup> ± 0,01
	Facheiro	0,26 <sup>b</sup> ± 0,02	0,16 <sup>b</sup> ± 0,01
	Quipá	0,19 <sup>c</sup> ± 0,01	0,14 <sup>b</sup> ± 0,02

Observa-se que os valores de pH presentes nas cascas e polpas dos frutos variaram entre 3,60 ± 0,10 a 4,91 ± 0,01 valores semelhantes a faixa de pH de frutos como graviola (3,70 ± 0,10), murici (3,70 ± 0,10), cajarana (4,4 ± 0,10) e caju (4,7 ± 0,0) (CANUTO et., 2010).

Os resultados de pH presentes na casca do mandacaru corroboram os obtidos por Silva, Alves (2009), ao avaliarem as características físico-químicas do (*Cereus jamacaru* P.), no entanto os achados referentes a polpa são um pouco mais elevados (4,4), assim como os valores de SST das cascas e polpa, esses autores explicam que essas diferenças podem ser atribuídas às variações climáticas do ano em que foram coletados.

Observa-se ainda que a maior presença de SST foi verificada nas cascas dos frutos, o que corrobora o obtido por Gonçalves et al. (2015) ao estudar o *Pilosocereus arrabidae* (Byles & Rowley) e por Souza et al. (2007) no estudo com o quipá [*Tacinga*

*inamoena* (K. Schum.) N. P. Taylor e Stuppy (= *Opuntia inamoena*)], onde a polpa teve um teor de  $9,00 \pm 0,01$  °Brix e  $10,0 \pm 0,01$  °Brix na casca, valores próximos ao obtido neste estudo para esse fruto, ao contrário do valor de acidez que foi significativamente maior  $0,63 \pm 0,06$  e  $0,47 \pm 0,06$  para a polpa e casca, respectivamente.

Dentre uma ampla variedade de ácidos presentes em tecidos vegetais, os que se destacam com maior ocorrência e abundância são os ácidos cítrico e málico, durante a maturação do fruto esses ácidos assumem papéis importantes, são utilizados na respiração ou convertem-se em açúcares (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Em conformidade com o verificado (na tabela 3) quanto menor o teor de ácidos maior o teor de açúcar, nesse caso representado pelos sólidos solúveis totais.

Fagundes e Yamanishi (2001) citam que as características físico-químicas dos frutos, tais como pH, sólidos solúveis totais, acidez são fatores que sofrem influência direta do meio e podem variar de acordo com local do cultivo, técnicas empregadas na colheita e pós colheita de frutos, bem como condições de solo e clima onde foram cultivados. Portanto as variações encontradas neste estudo são ratificadas na maioria dos estudos envolvendo esses parâmetros físico-químicos.

### 5.3 Composição centesimal

Na tabela 4 têm-se expostos a composição centesimal e o valor energético total das cascas e polpas dos frutos estudados. De acordo com essa tabela, pode-se observar que os frutos são compostos majoritariamente de carboidratos. Constata-se um elevado percentual de umidade (acima de 80%) com exceção da polpa do quipá (77%). O valor percentual de cinzas foi maior nas cascas dos frutos, essa elevada quantidade de resíduo mineral fixo pode ser confirmado, adiante, pela alta concentração de minerais desses frutos (tabela 5 e 6).

Relativo ao teor de extrato etéreo destaca-se a polpa do facheiro com 3,16% ( $p < 0,05$ ) maior que os demais, esse conteúdo pode ser associado ao elevado conteúdo de sementes que o mesmo possui.

Tabela 4 - Composição centesimal e valor energético total – VET (Kcal.100 g<sup>-1</sup> de amostra) da polpa e casca do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).

Constituintes	Fruto	Polpa (%)	Casca (%)
Umidade	Mandacaru	86,91 <sup>a</sup> ± 0,33	87,53 <sup>b</sup> ± 0,69
	Xiquexique	83,47 <sup>c</sup> ± 0,41	88,85 <sup>b</sup> ± 0,71
	Facheiro	86,06 <sup>b</sup> ± 0,23	93,93 <sup>a</sup> ± 0,19
	Quipá	77,57 <sup>d</sup> ± 0,06	87,87 <sup>b</sup> ± 0,23
Cinzas	Mandacaru	0,48 <sup>c</sup> ± 0,02	1,35 <sup>a</sup> ± 0,01
	Xiquexique	0,66 <sup>b</sup> ± 0,01	1,45 <sup>a</sup> ± 0,04
	Facheiro	0,68 <sup>b</sup> ± 0,02	1,35 <sup>a</sup> ± 0,09
	Quipá	0,85 <sup>a</sup> ± 0,11	1,40 <sup>a</sup> ± 0,21
Lipídios	Mandacaru	1,41 <sup>c</sup> ± 0,01	0,10 <sup>b</sup> ± 0,01
	Xiquexique	1,64 <sup>b</sup> ± 0,01	0,06 <sup>c</sup> ± 0,01
	Facheiro	3,16 <sup>a</sup> ± 0,00	0,03 <sup>d</sup> ± 0,01
	Quipá	1,13 <sup>d</sup> ± 0,02	0,16 <sup>a</sup> ± 0,01
Proteínas	Mandacaru	1,64 <sup>a</sup> ± 0,01	1,91 <sup>a</sup> ± 0,08
	Xiquexique	1,08 <sup>c</sup> ± 0,02	0,60 <sup>b</sup> ± 0,01
	Facheiro	1,26 <sup>b</sup> ± 0,06	0,66 <sup>b</sup> ± 0,01
	Quipá	0,46 <sup>d</sup> ± 0,01	0,28 <sup>c</sup> ± 0,01
Carboidratos	Mandacaru	9,74 <sup>c</sup> ± 0,28	8,91 <sup>a</sup> ± 0,92
	Xiquexique	12,80 <sup>b</sup> ± 0,39	9,03 <sup>a</sup> ± 1,04
	Facheiro	8,18 <sup>d</sup> ± 0,23	4,07 <sup>b</sup> ± 0,15
	Quipá	19,79 <sup>a</sup> ± 0,04	10,37 <sup>a</sup> ± 0,76
Valor energético total (Kcal/100g)	Mandacaru	58,03 <sup>c</sup> ± 1,00	44,22 <sup>a</sup> ± 3,44
	Xiquexique	72,31 <sup>b</sup> ± 1,72	39,16 <sup>a</sup> ± 4,15
	Facheiro	68,62 <sup>b</sup> ± 1,17	19,30 <sup>b</sup> ± 0,51
	Quipá	91,81 <sup>a</sup> ± 0,76	43,64 <sup>a</sup> ± 3,12

Valores expressos em média ± desvio padrão

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, (por parâmetro e parte do fruto) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os valores energéticos das polpas encontradas neste estudo são corroborados Nascimento et al., (2012), para o mandacaru (58,56 e 64,04 kcal/100g) e facheiro (67,22 kcal/100g). Enquanto que para o xiquexique (102,36 kcal/100g) e quipá (72,03 kcal/100g) observou-se uma variação para mais e para menos respectivamente.

Apesar da baixa densidade energética reportada nos frutos eles podem ser considerados fontes alternativas de nutrientes e assim contribuir na dieta para a ingestão dietética recomendada.

## 5.4 Composição de minerais

Os resultados referentes às análises de minerais nas polpas e cascas dos frutos estudados estão demonstrados nas Tabela 5 e 6.

Tabela 5 – Conteúdo de minerais (mg.100 g<sup>-1</sup> de amostra seca) presentes nas polpas dos frutos mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) e valor percentual de adequação de acordo com ingestão diária recomendada (IDR) para adultos saudáveis.

Minerais	Mandacaru	Xiquexique	Facheiro	Quipá
Cálcio (Ca)	14,93±5,45	72,43±0,02	80,50±0,01	1.226,73±0,26
% de adequação	1,49	7,24	8,05	122,67
Cobre (Cu)	0,97 ± 0,02	0,75 ± 0,02	1,10 ± 0,02	0,51± 0,02
% de adequação	108,31	83,09	121,94	56,71
Ferro (Fe)	3,63 ± 0,58	5,42± 0,21	3,32 ± 0,23	8,74± 0,60
% de adequação	27,88	41,72	25,56	67,25
Fósforo (P)	246,65± 0,05	294,97 ± 0,01	417,07 ± 0,01	137,57 ± 0,02
% de adequação	35,23	42,13	59,58	19,65
Potássio (K)	779,60± 0,01	1.054,43±0,14	1.480,13±0,26	618,27± 0,07
% de adequação	16,58	22,43	31,49	13,15
Magnésio(Mg)	3,23± 0,20	330,77± 0,01	388,23 ± 0,05	206,60 ± 0,06
% de adequação	51,58	93,17	109,36	58,19
Zinco (Zn)	3,86 ± 0,59	5,44 ± 0,38	7,77 ± 0,34	2,87 ± 0,48
% de adequação	40,60	57,29	81,78	30,20
Manganês (Mn)	3,86 ± 0,06	19,66 ± 0,85	9,17 ± 0,36	6,82 ± 1,00
% de adequação	157,65	958,92	447,21	332,45
Selênio (Se)	Traços	Traços	Traços	Traços
% de adequação				

Valores expressos em média ± desvio padrão

Diante dos resultados expostos (tabelas 5 e 6) pode-se inferir que os frutos em questão podem ser considerados como excelente matriz de minerais essenciais, onde os achados classificam 61,11% da amostra como sendo de alto teor de minerais, uma vez que a RDC nº54/2012 da ANVISA estabelece que para ser considerado alto teor deve-se atender há no mínimo 30% da ingestão diária recomendada (IDR) por 100g do produto ou porção deste, considerando 100g do produto 19,44% das amostras

classificam-se como sendo fonte de minerais, por conter valor superior a 15% da IDR (BRASIL, 2012). Salienta-se que apenas a quantificação do selênio não apresentou resultados consideráveis.

Dentre os minerais avaliados destaca-se o Manganês (Mn) que em todos os frutos apresentou um valor percentual de adequação superior ao da IDR, sendo o maior valor relativo as polpas foi a encontrada no xiquexique com  $19,66 \pm 0,85$  mg/100 e adequação de 958,92%, e referente as cascas a do facheiro teve um maior conteúdo de  $55,24 \pm 1,00$  mg/100 o que corresponde a uma adequação de 2694,53%. O Mn é um mineral amplamente presente no ambiente, é considerado um micronutriente crucial que compõe diversas enzimas envolvidas no metabolismo, sendo essencial para a manutenção de muitos processos biológicos (ERIKSON et al., 2007). Na dieta podemos encontrar esse mineral em fontes vegetais como grãos, arroz, soja, nozes, legumes, frutas e chá. Pesquisas recentes sugerem que a ingestão adequada de Mn pode ser protetora contra o aparecimento de síndrome metabólica em homens. E sua deficiência está relacionada com doenças como a diabetes tipo 1 e 2 (FORTE et al., 2013; ZHOU et al., 2016).

Comparando os altos valores de Mn aos disponíveis na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), verifica-se que o alimento descrito com maiores valores desse mineral é o palmito juçara em conserva (10,82mg/100g), valor esse inferior ao observado na polpa do xiquexique e nas cascas de todos os frutos, podendo-se dessa forma inferir que com base na literatura consultada essas cascas e polpa constitui-se as maiores fontes desse mineral.

Entretanto deve-se ter cautela com os altos valores de Mn verificados, pois os valores encontrados nos frutos e suas cascas são superiores ao nível de ingestão máxima tolerável (UL), que é de 11mg por dia. Dessa maneira a ingestão de 100g da polpa seca de xiquexique seca superaria esse patamar.

E assim como ocorre com a maioria dos metais bivalentes (ferro, chumbo e cádmio) o seu consumo ou exposição em altas doses de forma frequente é potencialmente neurotóxico (COETZEE et al., 2016).

Quanto aos minerais que superam os valores máximos de IDR segundo a DRI, esse se fizeram presentes em maior proporção nas cascas do que nas polpas, sendo estes, nas respectivas partes Mg e Mn/ Mn e Cu no mandacaru, no xiquexique o K, Mg e Mn/ Mn, facheiro: Cu, Fe, K, Mg e Mn/ Cu, Mg e Mn e no quipá: Ca, Fe, Mg e Mn/ Ca e Mn.

Tabela 6 – Conteúdo de minerais ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de amostra seca) presentes nas cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) e valor percentual de adequação de acordo com ingestão diária recomendada para adultos saudáveis (DRI).

Minerais	Mandacaru	Xiquexique	Facheiro	Quipá
Cálcio (Ca)	694,80±0,07	412,60±0,11	820,17±0,12	1.696,93±0,10
% de adequação	69,48	41,26	82,01	169,69
Cobre (Cu)	0,72 ± 0,02	0,38 ± 0,10	0,98 ± 0,35	0,58± 0,16
% de adequação	80,54	42,69	109,30	64,70
Ferro (Fe)	3,71± 0,11	5,27± 0,73	17,17 ± 1,45	24,769 ± 0,90
% de adequação	28,55	40,51	132,11	189,89
Fósforo (P)	119,40± 0,02	60,27 ± 0,01	99,33 ± 0,08	51,84 ± 0,01
% de adequação	17,05	8,60	14,19	7,40
Potássio (K)	3.894,43±0,25	5.042,84±0,50	5.890,37±0,92	2.433,50± 0,34
% de adequação	82,86	107,29	125,32	51,77
Magnésio(Mg)	496,13± 0,20	622,33± 0,11	646,17 ± 0,09	806,07 ± 0,06
% de adequação	139,75	175,30	182,01	227,06
Zinco (Zn)	1,74 ± 0,47	3,53 ± 0,25	3,79 ± 0,14	3,49 ± 0,26
% de adequação	18,29	37,12	39,92	36,72
Manganês (Mn)	12,24 ± 1,40	11,65 ± 0,61	55,24 ± 1,00	14,85± 1,46
% de adequação	597,23	568,45	2694,53	724,51
Selênio (Se)	Traços	Traços	Traços	Traços
% de adequação				

Valores expressos em média ± desvio padrão

Observa-se ainda que altas quantidade de Magnésio (Mg) se fizeram presentes nas cascas de todos os frutos além da polpa do facheiro, superior até a UL que é de 350mg/d em 100g da matéria, superior também aos achados da tabela Taco (2011) que reporta os maiores teores nas folhas desidratadas de coentro 393mg/100g e na castanha-do-Brasil, crua 365 mg/100g. É crescente o interesse clínico relativo ao Mg, sua deficiência é associada com uma vasta gama de doenças, incluindo diabetes mellitus do tipo 2, hipertensão, enxaqueca e depressão (BAAIJ; HOENDEROP; BINDELS, 2015). Estudos vêm relacionando a ingestão reduzida de magnésio e sua baixa concentração no soro com marcadores de estresse oxidativo, além de um fator importante para o aumento da peroxidação lipídica (COCATE et al., 2014; MORAIS et al., 2016)

## 5.5 Quantificação de compostos bioativos

Os valores médios para os compostos bioativos das cascas e polpas dos frutos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Teor de compostos bioativos presentes nas polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).

	Fruto	Polpa	Casca
<b>Ácido ascórbico</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	Mandacaru	12,31 <sup>c</sup> ± 0,34	9,42 <sup>c</sup> ± 0,13
	Xiquexique	15,24 <sup>b</sup> ± 0,78	9,75 <sup>c</sup> ± 0,33
	Facheiro	13,51 <sup>c</sup> ± 0,36	18,74 <sup>b</sup> ± 0,69
	Quipá	20,30 <sup>a</sup> ± 0,54	26,88 <sup>a</sup> ± 0,47
<b>Carotenoides totais</b> (µg.100g <sup>-1</sup> )	Mandacaru	76,64 <sup>c</sup> ± 0,01	666,71 <sup>a</sup> ± 0,01
	Xiquexique	422,55 <sup>a</sup> ± 0,03	494,08 <sup>b</sup> ± 0,14
	Facheiro	441,95 <sup>a</sup> ± 0,14	475,99 <sup>b</sup> ± 0,17
	Quipá	128,41 <sup>b</sup> ± 0,07	192,94 <sup>c</sup> ± 0,14
<b>Antocianinas</b> (mg.100g <sup>-1</sup> )	Mandacaru	0,12 <sup>c</sup> ± 0,02	3,66 <sup>b</sup> ± 0,02
	Xiquexique	2,60 <sup>b</sup> ± 0,02	1,12 <sup>c</sup> ± 0,01
	Facheiro	10,34 <sup>a</sup> ± 0,04	8,34 <sup>a</sup> ± 0,02
	Quipá	0,16 <sup>c</sup> ± 0,03	0,20 <sup>d</sup> ± 0,03

Valores expressos em média ± desvio padrão

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, (por parâmetro e parte do fruto) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Ao avaliar a tabela 07 infere-se que os frutos avaliados são fontes dos compostos bioativos (vitamina c, carotenóides totais e antocianinas) tanto na polpa quanto na casca em proporções variadas. Esse estudo é pioneiro neste tipo de avaliação, portanto os resultados encontrados foram confrontados com outros frutos, pela inexistência de estudos prévios com essas matrizes alimentares.

A casca e polpa do quipá apresentaram os maiores teores de ácido ascórbico em detrimento os demais frutos, no entanto esses valores são inferiores se comparados ao verificados por Brunini e Cardoso (2011) ao avaliarem a polpa da Pitaia *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) onde obtiveram 28,19mg/100g. No entanto os valores reportados para todas as cascas são superiores a casca dessa mesma fruta (*Hylocereus undatus*) avaliada por Mello et al. (2014) que observou a

variação de  $7,62 \pm 2,21$  e  $7,04 \pm 0,88$  mg/100g dessa vitamina nos anos de 2011 e 2012.

A vitamina C está envolvida na manutenção das funções corporais, sendo esta importante na captação de espécies reativas de oxigênio viabilizando a manutenção do microambiente interno determinado pelo equilíbrio redox, tal disfunção está relacionada com doenças tais como a obesidade, doenças neurodegenerativas, hipertensão e doenças auto-imunes (FIGUEROA-MÉNDEZ; RIVAS-ARANCIBIA, 2015).

É crescente a procura de extensa parcela da população mundial por alimentos que além de nutrir ofereçam benefícios a saúde. Esse benefício é obtido através do consumo de compostos ou elementos biologicamente ativos, entre estes estão os carotenoides (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Os teores de carotenoides estão entre os componentes de alimentos mais afetados por fatores genéticos e ambientais, nos alimentos eles podem conferir cor (amarelo, laranja ou vermelho), e são percussores de aroma. Em se tratando de saúde além de possuir atividade pro-vitáminica esses compostos tem sido associada com a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (RODRIGUEZ-AMAYA, 2015). Quanto ao teor de desse composto todas as cascas apresentaram um maior valor comparado com as polpas, com destaque para a casca do mandacaru, em relação as polpas as do xiquexique e facheiro apresentaram maiores valores sem diferença estatística entre essas ( $p < 0,05$ ).

Observa-se que a maior presença de antocianinas se deu na polpa e casca do facheiro, fruto de coloração violeta/roxa, o valor obtido fica próximo ao reportado no caju  $9,5 \pm 4,6$  mg/100g, os demais valores fica próximo aos de frutos tropicais não tradicionais brasileiros como o bacuri e umbu ambos com  $0,3 \pm 0,2$  mg/100g e Gurguri  $3,30,2$  mg/100g (RUFINO et al., 2010). Comparando os valores obtidos com a amora-preta (*Rubus* spp.) fruto com elevado teor de antocianinas possuindo  $90,5 \pm 0,1$  mg/100g, infere-se que os frutos em questão são pobres nesse composto (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE, 2010).

O elevado consumo de antocianinas é correlacionado com níveis mais baixos de proteína C reativa (PCR), a qual é um biomarcador para a inflamação crônica e um fator de risco para doenças cardiovasculares (DCV) (CHUN et al., 2008)

Baseada na importância dos compostos fenólicos esse estudo quantificou os seguintes compostos pertencentes a esse vasto grupo: as antocianinas mencionadas

anteriormente (tabela 7), e a seguir na tabela 8 tem-se a composição do total de polifenóis, além dos flavonoides totais e das proantocianidinas que também são conhecidos também como taninos condensados.

Tabela 8 – Teor de compostos bioativos presentes nos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).

Fruto/Parte	Extrato	Polifenóis totais*	Flávonoides totais**	Taninos condensados***	
Polpa	Mandacaru	EAQ	40,74 <sup>h</sup> ± 0,43	15,99 <sup>f</sup> ± 0,43	206,09 <sup>d</sup> ± 7,39
		EET	47,16 <sup>gh</sup> ± 1,43	83,92 <sup>c</sup> ± 2,23	39,38 <sup>f</sup> ± 3,18
		EAC	55,03 <sup>g</sup> ± 2,54	139,18 <sup>b</sup> ± 0,63	38,10 <sup>f</sup> ± 0,60
	Xiquexique	EAQ	104,78 <sup>e</sup> ± 1,50	58,37 <sup>d</sup> ± 0,38	37,67 <sup>f</sup> ± 1,59
		EET	263,29 <sup>b</sup> ± 3,13	171,68 <sup>a</sup> ± 3,42	272,85 <sup>c</sup> ± 1,59
		EAC	124,64 <sup>d</sup> ± 1,53	177,39 <sup>a</sup> ± 3,10	59,79 <sup>ef</sup> ± 3,35
	Facheiro	EAQ	206,19 <sup>c</sup> ± 6,23	20,64 <sup>f</sup> ± 1,49	769,67 <sup>a</sup> ± 19,69
		EET	253,33 <sup>b</sup> ± 5,53	39,18 <sup>e</sup> ± 0,58	400,44 <sup>b</sup> ± 11,45
		EAC	275,51 <sup>a</sup> ± 4,53	87,98 <sup>c</sup> ± 0,53	82,25 <sup>e</sup> ± 3,85
	Quipá	EAQ	40,07 <sup>h</sup> ± 0,25	21,75 <sup>f</sup> ± 0,94	75,52 <sup>e</sup> ± 1,80
		EET	39,92 <sup>h</sup> ± 0,86	6,29 <sup>g</sup> ± 0,07	34,70 <sup>f</sup> ± 1,15
		EAC	69,79 <sup>f</sup> ± 1,17	9,29 <sup>g</sup> ± 0,61	38,56 <sup>f</sup> ± 3,32
Casca	Mandacaru	EAQ	769,50 <sup>b</sup> ± 3,04	122,76 <sup>a</sup> ± 0,63	210,34 <sup>fg</sup> ± 6,10
		EET	798,93 <sup>a</sup> ± 4,39	107,11 <sup>b</sup> ± 2,97	869,73 <sup>b</sup> ± 20,30
		EAC	825,53 <sup>a</sup> ± 5,11	104,23 <sup>b</sup> ± 2,50	543,76 <sup>d</sup> ± 17,34
	Xiquexique	EAQ	147,69 <sup>f</sup> ± 3,05	21,55 <sup>e</sup> ± 0,33	1503,61 <sup>a</sup> ± 21,71
		EET	99,46 <sup>g</sup> ± 0,43	30,87 <sup>d</sup> ± 1,58	43,63 <sup>h</sup> ± 0,01
		EAC	118,29 <sup>e</sup> ± 1,99	34,73 <sup>d</sup> ± 0,31	41,63 <sup>h</sup> ± 0,60
	Facheiro	EAQ	211,22 <sup>e</sup> ± 0,47	122,74 <sup>a</sup> ± 2,22	605,49 <sup>c</sup> ± 17,57
		EET	305,59 <sup>d</sup> ± 3,03	92,98 <sup>c</sup> ± 0,22	481,12 <sup>e</sup> ± 7,79
		EAC	379,10 <sup>c</sup> ± 7,71	122,78 <sup>a</sup> ± 5,24	239,62 <sup>f</sup> ± 3,57
	Quipá	EAQ	34,05 <sup>i</sup> ± 0,40	7,43 <sup>f</sup> ± 0,35	184,06 <sup>g</sup> ± 9,62
		EET	65,88 <sup>h</sup> ± 1,80	17,39 <sup>e</sup> ± 0,08	41,36 <sup>h</sup> ± 0,81
		EAC	41,45 <sup>hi</sup> ± 0,20	22,78 <sup>e</sup> ± 1,71	43,43 <sup>h</sup> ± 0,55

\* (mg de equivalente de ácido gálico (EAG).100g<sup>-1</sup> amostra), \*\* (mg de equivalente de catequina. (CAE) 100g<sup>-1</sup> amostra), \*\*\* (mg de equivalente de catequina (CAE) 100g<sup>-1</sup> amostra)

Valores expressos em média ± desvio padrão

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, (por parte do fruto) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

De acordo com os resultados verifica-se que a casca do mandacaru apresentou os maiores teores em todos os extratos para compostos fenólicos totais, sendo o único fruto que segundo a classificação de Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) seria classificado como alto conteúdo de polifenóis ( $> 500 \text{ mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), ainda de acordo com essa classificação os extratos da polpa do mandacaru classificar-se-ia como de baixo teor. Todos os extratos do fruto do quipá e o extrato etanólico da casca do xiquexique ( $< 100 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), e os demais extratos, se enquadrariam como sendo de médio teor ( $100 \text{ a } 500 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

De maneira geral, a ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a sua ação antioxidante, com a possível prevenção de doenças como alguns tipos de câncer, além da sua atividade antiagregante antiplaquetária e antiinflamatória (SILVA et al., 2010).

Haja vista a grande diversidade de capacidade extrativa perante cada solvente, salienta-se que isso é algo esperado. Como explica Dai e Mumper (2010) a solubilidade de compostos fenólicos é regulada por fatores inerentes a natureza química (material vegetal), bem como a polaridade dos solventes utilizados. O material vegetal poderá ser associado a outros componentes como carboidratos ou proteínas, ou conter desde compostos fenólicos simples como ácidos fenólicos e antocianinas a substâncias altamente polimerizadas e em diferentes quantidades. Observa-se que os solventes acetona e álcool foram mais eficazes em extrair os compostos polifenólicos totais presentes nas cascas e frutos, com exceção apenas da casca do xiquexique.

Com relação aos flavonoides totais, os extratos EET e EAC dos frutos estudados apresentaram os maiores valores. Comparando esses resultados aos de outros frutos produzidos no Brasil, verifica-se que a polpa do quipá com exceção do EAQ assemelha seu conteúdo com o do extrato da framboesa  $9,61 \pm 2,15 \text{ (mg CAE/100g)}$  e os demais estão próximos aos da Amora  $87,03 \pm 4,85 \text{ (mg CE/100g)}$ , morango  $38,17 \pm 2,76 \text{ (mg CAE/100g)}$ , mirtilo  $47,53 \pm 2,40 \text{ (mg CAE/100g)}$  e cereja  $59,92 \pm 3,76 \text{ (mg CAE/100g)}$  (SOUZA, V. et al 2014). Os flavonoides também possuem potenciais efeitos benéficos para a saúde, decorrente de sua atividade antioxidante na captura de radicais livres ou quelando íons metálicos (KUMAR; PANDEY, 2013)

O maior conteúdo de protocianidinas foi quantificado no EAQ da casca do facheiro. Elencando esses dados em três patamares afim de facilitar a visualização e comparação têm-se os com valores baixo teor  $< 100 \text{ mg}$  de equivalente de catequina,

onde 66,6% dos extratos da polpa e 33,3% dos extratos da casca pertenceriam a esse grupo, médio teor de 100-500 mg de equivalente de catequina 33,3% dos extratos da casca e 25% dos da polpa se encaixariam nesse intervalo e alto teor >500 mg de equivalente de catequina, onde a maior prevalência também seria dos extratos da casca com 33,3% e apenas 8,4% que representa apenas o EAQ da polpa do facheiro.

Ao analisar os resultados obtidos nessa pesquisa com as quantidades detectadas em frutas nativas do cerrado brasileiro verifica-se que os extratos de baixo teor comparar-se-iam a frutas como: Pera-do-cerrado (*Eugenia klotzchiana*) ( $30 \pm 2,0$  mg CAE/100g), Pitanga do-cerrado (*Eugenia puniceifolia*) ( $51 \pm 4,0$  mg CAE/100g), Jaracatiá (*Jaracatia spinosa*) ( $79 \pm 4,0$  mg CAE/100g) e Cambuçá (*Plinia edulis*), e os médios valores são confrontáveis aos do caju (*Anacardium othonianum*) ( $312 \pm 7,0$  mg CAE/100g), Guapeva (*Pouteria gardneriana*) ( $339 \pm 7,0$  mg CAE/100g) e Gabiroba (*Campomanesia* sp.) ( $116 \pm 7,0$  mg CAE/100g) (ROCHA et al., 2011).

Observa-se ainda que de maneira geral o quipá foi o fruto cujo o conteúdo desses compostos foi verificado em menor quantidade absoluta desses bioativos analisados.

## 5.6 Quantificações da capacidade antioxidante

Não existe até o momento padronização dos protocolos para medir a atividade antioxidante *in vitro* em frutos e demais vegetais, em virtude disso torna-se necessário aplicar diferentes métodos para avaliar a capacidade antioxidante (GIADA; MANCINI-FILHO, 2009). Entre as metodologias que têm sido utilizadas para a avaliação da capacidade antioxidante destacam-se as que utilizam os radicais livres sintéticos DPPH e ABTS+, são métodos simples e que demonstram possuir uma boa correlação com os demais ensaios com a mesma finalidade (GIADA; MANCINI-FILHO, 2009; SOUSA; VIERA; LIMA, 2011).

Além da falta de padronização dos protocolos, outro entrave na comparação da capacidade antioxidante dos frutos são os diversos modos utilizados para extrair esses compostos tais como: maceração, extração com fluido supercrítico, ultra-som, extração por soxhlet entre outros, e a isso soma-se a grande gama de solventes empregados, seja separadamente ou em combinação (SHAH; BOSCO; MIR, 2014).

Adiante estão descritos os resultados para a atividade antioxidante dos extratos aquosos (EAQ), etanólicos (EET) e acetônicos (EAC) das polpas e cascas dos quatro

frutos da caatinga em estudo, avaliados pelos ensaios ABTS, DPPH e capacidade redutora (FRAP).

Tabela 9 – Capacidade Antioxidante Total (TEAC) dos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy) pelo método ABTS<sup>++</sup> expressos em  $\mu\text{mol}$  de trolox/ g de amostra fresca

Fruto/Parte		Extrato	2 min	6 min	10 min	20 min	30 min
Polpa	Mandacaru	EAQ	1,62 <sup>d</sup> ± 0,03	2,01 <sup>d</sup> ± 0,20	2,33 <sup>d</sup> ± 0,40	2,82 <sup>d</sup> ± 0,07	3,10 <sup>d</sup> ± 0,84
		EET	1,45 <sup>d</sup> ± 0,08	1,70 <sup>d</sup> ± 0,03	1,90 <sup>d</sup> ± 0,10	2,24 <sup>d</sup> ± 0,24	2,42 <sup>d</sup> ± 0,23
		EAC	1,50 <sup>d</sup> ± 0,04	1,72 <sup>d</sup> ± 0,01	1,88 <sup>d</sup> ± 0,03	2,16 <sup>d</sup> ± 0,08	2,41 <sup>d</sup> ± 0,13
	Xique-Xique	EAQ	3,70 <sup>cd</sup> ± 0,01	4,22 <sup>cd</sup> ± 0,14	4,63 <sup>cd</sup> ± 0,03	4,68 <sup>cd</sup> ± 0,01	4,70 <sup>cd</sup> ± 0,01
		EET	3,26 <sup>cd</sup> ± 0,13	3,40 <sup>cd</sup> ± 0,10	3,56 <sup>cd</sup> ± 0,07	3,68 <sup>cd</sup> ± 0,04	3,84 <sup>cd</sup> ± 0,03
		EAC	3,00 <sup>cd</sup> ± 0,10	3,33 <sup>cd</sup> ± 0,04	3,48 <sup>cd</sup> ± 0,07	3,58 <sup>cd</sup> ± 0,07	3,70 <sup>d</sup> ± 0,06
	Facheiro	EAQ	13,03 <sup>a±</sup> 3,49	13,83 <sup>a±</sup> 3,52	14,37 <sup>a±</sup> 3,46	15,00 <sup>a±</sup> 3,45	15,42 <sup>a±</sup> 3,44
		EET	6,63 <sup>bc</sup> ± 0,17	7,20 <sup>bc</sup> ± 0,23	7,35 <sup>bc</sup> ± 0,23	7,72 <sup>bc</sup> ± 0,12	8,02 <sup>bc</sup> ± 0,15
		EAC	10,07 <sup>ab±</sup> 2,16	10,50 <sup>ab±</sup> 2,16	10,61 <sup>ab±</sup> 2,16	10,88 <sup>ab±</sup> 2,03	11,07 <sup>b±</sup> 2,02
	Quipá	EAQ	2,01 <sup>d</sup> ± 0,14	2,97 <sup>cd</sup> ± 0,15	2,26 <sup>d</sup> ± 0,11	2,35 <sup>d</sup> ± 0,10	2,69 <sup>d</sup> ± 0,10
		EET	1,96 <sup>d</sup> ± 0,04	2,73 <sup>d</sup> ± 0,06	2,22 <sup>d</sup> ± 0,07	2,32 <sup>d</sup> ± 0,08	2,43 <sup>d</sup> ± 0,08
		EAC	1,73 <sup>d</sup> ± 0,12	3,13 <sup>cd</sup> ± 0,05	2,10 <sup>d</sup> ± 0,15	2,26 <sup>d</sup> ± 0,23	2,22 <sup>d</sup> ± 0,04
Casca	Mandacaru	EAQ	20,58 <sup>a</sup> ± 2,87	23,14 <sup>a</sup> ± 2,58	24,91 <sup>a</sup> ± 2,48	28,43 <sup>a±</sup> 2,27	31,22 <sup>a±</sup> 2,17
		EET	14,97 <sup>bc±</sup> 2,47	17,43 <sup>bcd±</sup> 2,76	18,72 <sup>c±</sup> 2,81	21,64 <sup>b±</sup> 2,92	23,99 <sup>b±</sup> 2,96
		EAC	18,95 <sup>ab±</sup> 0,73	21,72 <sup>ab</sup> ± 0,80	23,47 <sup>ab±</sup> 0,88	26,76 <sup>a±</sup> 1,03	29,24 <sup>a±</sup> 1,14
	Xique-Xique	EAQ	5,09 <sup>de</sup> ± 0,13	5,57 <sup>ef</sup> ± 0,04	5,95 <sup>efg</sup> ± 0,10	6,29 <sup>ef</sup> ± 0,25	6,90 <sup>ef</sup> ± 0,26
		EET	7,99 <sup>d</sup> ± 0,13	8,13 <sup>e</sup> ± 0,28	8,25 <sup>e</sup> ± 0,26	8,37 <sup>e</sup> ± 0,21	8,62 <sup>e</sup> ± 0,19
		EAC	6,59 <sup>de</sup> ± 0,39	6,73 <sup>ef</sup> ± 0,37	7,06 <sup>ef</sup> ± 0,40	7,22 <sup>e</sup> ± 0,34	7,45 <sup>e</sup> ± 0,37
	Facheiro	EAQ	12,93 <sup>c</sup> ± 1,29	13,57 <sup>d±</sup> 1,33	14,08 <sup>d±</sup> 1,39	14,54 <sup>d±</sup> 1,34	14,87 <sup>d±</sup> 1,34
		EET	15,70 <sup>bc±</sup> 1,34	16,20 <sup>cd±</sup> 1,31	16,33 <sup>cd±</sup> 1,30	16,85 <sup>cd±</sup> 1,19	17,07 <sup>cd±</sup> 1,25
		EAC	18,05 <sup>ab±</sup> 0,31	18,72 <sup>abc±</sup> 0,38	18,96 <sup>bc±</sup> 0,24	19,50 <sup>bc±</sup> 0,15	19,83 <sup>bc±</sup> 0,16
	Quipá	EAQ	2,09 <sup>e</sup> ± 0,13	2,45 <sup>f</sup> ± 0,09	2,37 <sup>g</sup> ± 0,10	2,49 <sup>f</sup> ± 0,11	2,57 <sup>f</sup> ± 0,14
		EET	2,35 <sup>e</sup> ± 0,09	2,60 <sup>f±</sup> 0,11	2,57 <sup>g</sup> ± 0,16	2,71 <sup>f</sup> ± 0,10	2,80 <sup>f</sup> ± 0,12
		EAC	2,35 <sup>e</sup> ± 0,35	2,23 <sup>f</sup> ± 0,32	2,53 <sup>g</sup> ± 0,31	2,60 <sup>f</sup> ± 0,28	2,72 <sup>f</sup> ± 0,25

Valores expressos em média ± desvio padrão

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, (por tempo) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Na tabela 9 tem-se exposto o valor TEAC (capacidade antioxidante total do

composto equivalente ao Trolox) dos extratos nos tempos de 2, 6, 10, 20 e 30 minutos, e observa-se que com o decorrer do tempo tem-se uma crescente nos valores da capacidade antioxidante, e conforme poderá ser visto nos parágrafos que se seguem não há consenso na literatura quanto ao tempo escolhido para efetuar a medida da capacidade antioxidante por esse método. Re et al., (1999) precursores desse método sugerem que os tempos que se devem considerar as leituras deve ser com 1 minuto e após isso com até 6 minutos.

Comparando os valores dos extratos das polpas a outros frutos exóticos frescos do nordeste do Brasil, observa-se que os valores obtidos são superiores aos descritos para frutas tais como Jaca ( $0,63 \pm 0,01 \mu\text{mol de trolox/g}$ ) e sapoti ( $0,99 \pm 0,11 \mu\text{mol de trolox/g}$ ), os valores intermediários são comparáveis aos do Abacaxi ( $3,78 \pm 0,03 \mu\text{mol de trolox/g}$ ) e os maiores valores observados nos extratos aquoso e alcoólico do facheiro são semelhantes a frutas como mangaba ( $10,84 \pm 0,13 \mu\text{mol de trolox/g}$ ), e o Murici ( $15,73 \pm 0,01 \mu\text{mol de trolox/g}$ ) valor TEAC no tempo de 6 minutos (ALMEIDA et al., 2011).

Ainda com relação a capacidade antioxidante das polpas o valor TEAC quantificado é superior aos reportadas no estudo de Viera et al., (2011) ao analisarem o extrato aquoso de polpas de frutas industrializadas que tem elevado consumo na cidade de Teresina-PI, o maior valor obtido no estudo foi na polpa de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) ( $1,60 \pm 0,42 \mu\text{mol de trolox/g}$ ), seguida do Caju (*Anacardium occidentale*) ( $0,21 \pm 0,02 \mu\text{mol de trolox/g}$ ), Goiaba (*Psidium guajava*) ( $0,19 \pm 0,02 \mu\text{mol de trolox/g}$ ) > Cajá (*Spondias mombin* L.), > Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e com menor valor TEAC o Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) ( $0,07 \pm 0,00 \mu\text{mol de trolox/g}$ ), o tempo de referência utilizado pelo estudo foi de 20 minutos.

Segundo Okonogi et al., (2007), a cascas de frutos não são tão frequentemente avaliadas em busca da sua atividade antioxidante, em decorrência disso determinou-se essa atividade em extratos alcoólicos de oito frutos de alto consumo na Tailândia, dentre esses os de comum consumo no Brasil são: romã (*Punica granatum*),  $4,59 \pm 0,009 \mu\text{mol de trolox/g}$ , banana (*Musa sapientum*)  $1,80 \pm 0,03 \mu\text{mol de trolox/g}$ , pitiaia (*Hylocereus undatus*)  $0,685 \pm 0,001 \mu\text{mol de trolox/g}$ , maracujá silvestre (*Passiflora foetida*)  $0,591 \pm 0,008 \mu\text{mol de trolox/g}$  e de coco (*Cocos nucifera*)  $1,53 \pm 0,04 \mu\text{mol de trolox/g}$ , o tempo avaliado por esses autores foi de 60 minutos, comparando ao último tempo do presente estudo verifica-se que há uma grande superioridade dos extratos das cascas de cactáceas frente a essas frutas analisadas,

demonstrando que tanto a polpa quanto a casca das cactáceas avaliadas nesse estudo são promissoras quanto a sua atividade antioxidante.

Tabela 10 – Determinação do poder redutor - Método FRAP dos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).

Fruto/Parte		Extrato	Poder redutor ( $\mu\text{mol}$ de trolox.g amostra)
Polpa	Mandacaru	EAQ	0,79 <sup>g</sup> $\pm$ 0,03
		EET	3,25 <sup>d</sup> $\pm$ 0,10
		EAC	7,74 <sup>a</sup> $\pm$ 0,13
	Xiquexique	EAQ	1,05 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,05
		EET	6,52 <sup>b</sup> $\pm$ 0,21
		EAC	3,50 <sup>d</sup> $\pm$ 3,35
	Facheiro	EAQ	1,60 <sup>e</sup> $\pm$ 0,05
		EET	4,13 <sup>c</sup> $\pm$ 0,25
		EAC	4,35 <sup>c</sup> $\pm$ 0,11
	Quipá	EAQ	0,65 <sup>g</sup> $\pm$ 0,02
		EET	1,58 <sup>e</sup> $\pm$ 0,01
		EAC	1,27 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,01
Casca	Mandacaru	EAQ	3,66 <sup>c</sup> $\pm$ 0,08
		EET	5,39 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,25
		EAC	5,28 <sup>b</sup> $\pm$ 0,15
	Xiquexique	EAQ	0,32 <sup>g</sup> $\pm$ 0,71
		EET	1,32 <sup>de</sup> $\pm$ 0,10
		EAC	1,29 <sup>de</sup> $\pm$ 0,03
	Facheiro	EAQ	0,61 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,03
		EET	1,43 <sup>d</sup> $\pm$ 0,05
		EAC	5,68 <sup>a</sup> $\pm$ 0,19
	Quipá	EAQ	0,54 <sup>g</sup> $\pm$ 1,10
		EET	0,99 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,07
		EAC	0,72 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,02

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Na tabela 9 estão dispostos os dados da capacidade redutora dos extratos,

observa-se que a maior capacidade de reduzir o  $\text{Fe}^{3+}$ /tripiridiltriazina (TPTZ) detectada foi nos extratos acetônicos, sendo a casca do facheiro estaticamente significativa ( $p < 0,05$ ), e para as polpas foi verificado no fruto do mandacaru. E a menor capacidade redutora foi observada nos extratos aquosos das cascas e polpas do quipá.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos nos frutos da camarinha - *Gaylussacia brasiliensis* (Spreng) Meisn. onde o extrato acetônico promoveu uma melhor resultado de extração e menor no EAQ. Para o EAC ( $8,51 \pm 21,9 \mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ ), referente ao extrato aquoso obteve-se ( $4,06 \pm 10,69 \mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ ), e no EET ( $6,91 \pm 1,70 \mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ ) (BRAMORSKI et al., 2011).

Tabela 11 – Atividade antioxidante, expressos pelo percentual de proteção (%) pelo método de sequestro do radical DPPH dos extratos aquoso, etanólico e acetônico das polpas e cascas dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)

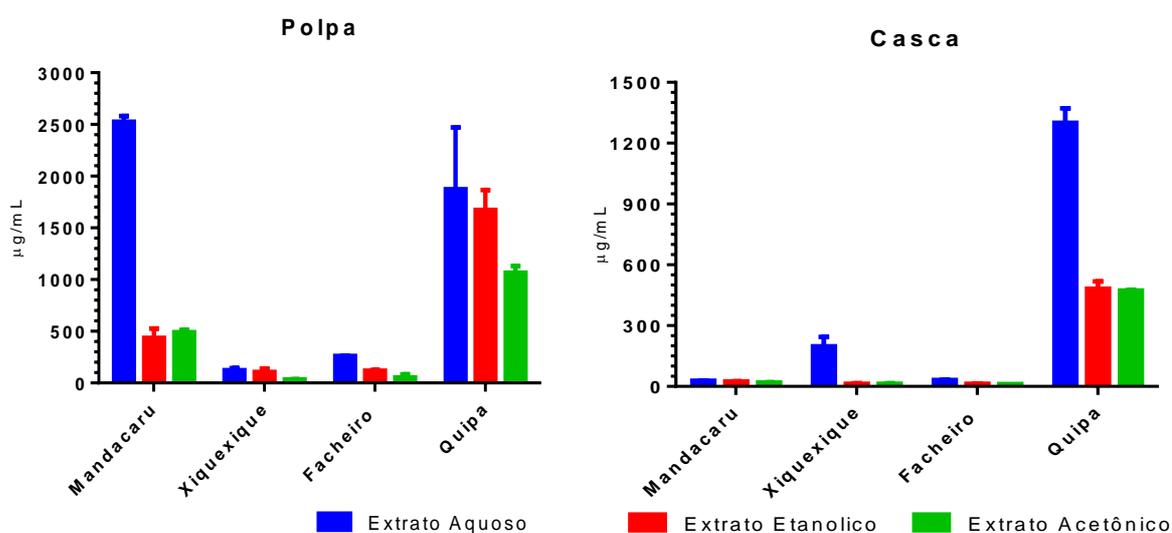
Fruto/Parte		Extrato	Concentração ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e Porcentual de Proteção (%)				
Polpa	Mandacaru	EAQ	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 32,73 $\pm$ 0,33	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 34,16 $\pm$ 0,25	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 36,03 $\pm$ 0,28	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,69 $\pm$ 0,47	1400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 41,98 $\pm$ 3,25
		EET	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 39,84 $\pm$ 0,25	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 50,25 $\pm$ 0,28	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 54,31 $\pm$ 5,13	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 74,46 $\pm$ 0,16	1400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 81,25 $\pm$ 1,13
		EAC	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 38,14 $\pm$ 0,27	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 46,21 $\pm$ 0,24	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 54,38 $\pm$ 0,48	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 71,36 $\pm$ 1,67	1400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 83,65 $\pm$ 2,27
	Xique-Xique	EAQ	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 33,94 $\pm$ 2,73	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 48,71 $\pm$ 0,45	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 65,03 $\pm$ 1,54	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 80,88 $\pm$ 0,08	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 71,25 $\pm$ 1,61
		EET	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 44,02 $\pm$ 1,24	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 54,01 $\pm$ 0,44	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 68,59 $\pm$ 3,16	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 80,51 $\pm$ 0,55	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 86,57 $\pm$ 0,14
		EAC	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 52,99 $\pm$ 0,72	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 64,97 $\pm$ 2,01	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 86,99 $\pm$ 0,28	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 95,38 $\pm$ 0,53	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 95,76 $\pm$ 0,11
	Facheiro	EAQ	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 32,08 $\pm$ 0,11	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 38,49 $\pm$ 0,44	150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 43,72 $\pm$ 0,41	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 47,58 $\pm$ 0,52	500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 68,03 $\pm$ 0,31
		EET	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,35 $\pm$ 0,53	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 42,54 $\pm$ 0,29	150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 58,16 $\pm$ 0,90	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 69,01 $\pm$ 1,25	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 87,59 $\pm$ 0,20
		EAC	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 41,14 $\pm$ 0,59	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 49,30 $\pm$ 2,62	150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 73,59 $\pm$ 2,65	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 85,65 $\pm$ 0,06	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 92,73 $\pm$ 0,17
	Quipá	EAQ	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 20,67 $\pm$ 2,96	300 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 23,00 $\pm$ 0,25	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 27,02 $\pm$ 0,64	800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 33,62 $\pm$ 8,77	1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 35,70 $\pm$ 0,65
		EET	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 20,07 $\pm$ 1,42	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 25,57 $\pm$ 0,70	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,83 $\pm$ 0,74	800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 34,44 $\pm$ 1,20	1200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 38,71 $\pm$ 1,89
		EAC	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 34,32 $\pm$ 1,02	400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,36 $\pm$ 0,18	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 41,50 $\pm$ 1,06	800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 44,91 $\pm$ 0,67	1200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 52,63 $\pm$ 0,25
Casca	Mandacaru	EAQ	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 33,04 $\pm$ 0,08	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,78 $\pm$ 0,54	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 45,77 $\pm$ 3,19	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 67,92 $\pm$ 1,33	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 84,62 $\pm$ 1,29
		EET	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,78 $\pm$ 0,17	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 36,19 $\pm$ 0,43	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 54,43 $\pm$ 1,26	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 77,44 $\pm$ 1,56	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 92,83 $\pm$ 0,17
		EAC	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 40,42 $\pm$ 0,22	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 35,78 $\pm$ 1,27	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 56,94 $\pm$ 0,94	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 85,19 $\pm$ 0,25	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 94,09 $\pm$ 0,36
	Xique-Xique	EAQ	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 26,59 $\pm$ 1,93	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 27,28 $\pm$ 0,45	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,35 $\pm$ 2,69	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,74 $\pm$ 0,90	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 36,23 $\pm$ 2,19
		EET	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 42,38 $\pm$ 3,72	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 45,50 $\pm$ 2,43	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 62,14 $\pm$ 3,87	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 81,77 $\pm$ 0,15	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 88,74 $\pm$ 0,13
		EAC	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 42,88 $\pm$ 2,92	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 49,45 $\pm$ 1,43	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 61,00 $\pm$ 2,88	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 79,36 $\pm$ 1,63	75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 87,81 $\pm$ 0,95
	Facheiro	EAQ	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,66 $\pm$ 0,83	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 49,57 $\pm$ 5,79	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 64,08 $\pm$ 4,30	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 83,98 $\pm$ 0,68	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 87,42 $\pm$ 1,13
		EET	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 47,21 $\pm$ 0,34	12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 66,12 $\pm$ 3,12	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 86,16 $\pm$ 0,61	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 88,53 $\pm$ 0,17	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 89,69 $\pm$ 0,13
		EAC	3,12 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 30,79 $\pm$ 0,38	6,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 40,62 $\pm$ 0,15	25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 76,72 $\pm$ 0,30	50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 83,57 $\pm$ 0,07	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 92,89 $\pm$ 0,10
	Quipá	EAQ	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 26,65 $\pm$ 0,07	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 28,91 $\pm$ 0,57	300 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 29,37 $\pm$ 0,14	500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 33,54 $\pm$ 0,07	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,09 $\pm$ 0,54
		EET	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 27,91 $\pm$ 0,06	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 35,74 $\pm$ 0,06	300 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 36,26 $\pm$ 0,52	500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 50,56 $\pm$ 5,58	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 58,43 $\pm$ 0,36
		EAC	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 33,19 $\pm$ 0,59	200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 37,23 $\pm$ 0,43	300 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 41,68 $\pm$ 1,02	500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 53,05 $\pm$ 0,33	600 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 54,64 $\pm$ 0,34

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Verifica-se na tabela 11 que cada extrato possui um comportamento distinto de acordo com o fruto/parte e a concentração testada. Dos extratos testados destacam-se principalmente os provenientes das cascas que reagiram com os radicais DPPH em baixíssimas concentrações 3,12  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , apresentaram altos percentuais de proteção chegando a  $94.09\pm 0,36\%$  na concentração de 75  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Já a polpa precisou de concentrações maiores para reagirem, chegando ao limite máximo de 1400  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

Para o cálculo dos valores de  $\text{EC}_{50}$  (concentração do extrato necessária para reduzir 50% do radical DPPH) dos distintos extratos como pode ser visualizado no gráfico 1, após calculada a atividade antioxidante em diferentes concentrações (tabela 11) de forma a traçar uma curva linear, relacionando a sua concentração e a capacidade antioxidante, esses foram submetidos a uma regressão linear e foi obtida a equação da reta para cálculo do  $\text{EC}_{50}$  (SOUSA; VIERA; LIMA, 2011).

**Gráfico 1** –  $\text{EC}_{50}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) pelo método de sequestro do radical DPPH• dos extratos dos extratos aquoso, acetônico e etanólico da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. *Gounellei*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).



Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Quanto menor o valor do  $EC_{50}$  maior a atividade antioxidante do composto analisado. Conforme pode-se verificar no gráfico 1 dentre os frutos analisados um maior poder antioxidante referente as cascas foi verificado no EAC facheiro  $11,60 \pm 0,13 \mu\text{g.mL}^{-1}$  seguido EET do xiquexique  $12,41 \pm 1,48 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , na polpa a maior capacidade antioxidante pelo  $EC_{50}$  foi constatada nos extratos acetônicos do xiquexique e facheiro respectivamente com  $33,87 \pm 24,48 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $52,85 \pm 12,17 \mu\text{g.mL}^{-1}$ .

A alta capacidade antioxidante encontrada nas cascas em detrimento as polpas é corroborado com trabalho de Jerônimo et al., (2015) que avaliou a capacidade antioxidante dos extrato de polpa e da casca da pitiaia, onde a maior atividade foi encontrada na casca  $445,2 \mu\text{g mL}^{-1}$ , em comparação com o menor valor exibido pela polpa  $1,266.3 \mu\text{g mL}^{-1}$ .

Os achados referente as cascas são semelhantes ao de cascas de frutos do cerrado como banha de galinha EET  $37,42 \pm 1,54 \mu\text{g.mL}^{-1}$  valor próximo aos do EET do mandacaru e EAQ do facheiro  $37,70 \pm 1,27 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $28,74 \pm 0,66 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , as cascas do pequi exibiram valores de  $9,44 \pm 0,30 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no EET e  $17,98 \pm 0,35 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no EAQ amplitude semelhante a extratos como os EET, EAC do xiquexique e facheiro, para o araticum a variação foi de  $49,18 \pm 3,13 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no EET e  $198,28 \pm 8,24 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no EAQ, a maior amplitude foi verificado no EAQ da lobeira  $1328 \pm 8,24 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no presente estudo esse baixo poder antioxidante foi verificada no EET do quipá (ROESLER et al., 2007).

Pode-se inferir que pelo método acima mencionado os extratos demonstraram possuir uma elevada capacidade antioxidante. Contata-se ainda que o quipá apresentou os maiores valores de  $EC_{50}$ , consequentemente menor potencial antioxidante.

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre compostos bioativos e capacidade antioxidante dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy)

Parte do Fruto	Variável	Coeficiente de Correlação (R)	
		ABTS	FRAP
Polpa	Polifenóis	0,697**	0,394*
	Flavonoides	-0,154	0,785**
	Taninos	0,710**	-0,043
	FRAP	-0,057	
Casca	Polifenóis	0,886**	0,854**
	Flavonoides	0,902**	0,678**
	Taninos	0,177	0,053
	FRAP	0,789**	

\*. A correlação é significativa no nível 0,05.

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01.

Na tabela 12 tem-se descritos os coeficientes de correlação de Pearson, entre os compostos polifenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e a atividade antioxidante (expressa com base TEAC usando ABTS e FRAP), verifica-se que foi encontrada um maior número de correlações e significativamente positivas ao nível ( $p < 0,01$ ) entre esses compostos na casca, com exceção apenas para taninos x ABTS e taninos e FRAP, os mesmos não apresentaram correlação significativa. Dessa maneira os resultados sugerem que os compostos fenólicos e flavonoides contribuíram significativamente na atividade antioxidante.

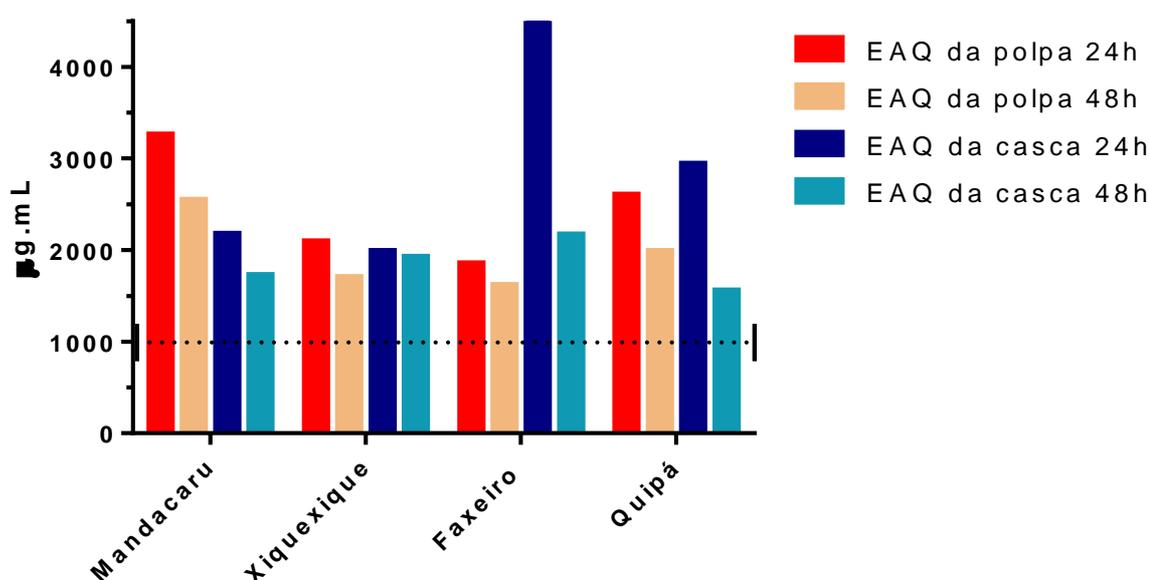
Quanto à polpa verificou-se elevada correlação ( $p < 0,01$ ) entre polifenóis x ABTS, taninos x ABTS e flavonoides x FRAP. Foram verificadas ainda correlação positiva entre compostos polifenólicos e FRAP, no entanto com menor intensidade ( $p < 0,05$ ).

Ademais os resultados corroboram assim como os achados de estudos de pesquisadores como Almeida et al. (2011) e Rufino et al. (2010) que também descrevem a relação entre a presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante em frutos.

## 5.7 Avaliação da toxicidade frente às larvas de *Artemia Salina* Leach

Averiguou-se a toxicidade dos frutos (polpas e cascas) 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).

**Gráfico 02** – Concentração letal média (CL<sub>50</sub>) com 24h e 48h dos extratos aquoso da polpa e casca dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subesp. Gounellei), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subesp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi) e quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) NPTaylor & Stuppy).



Observa-se no gráfico 2, que não verificou-se toxicidade nos extratos nas condições testadas, uma vez que Meyer et al., (1982) estabeleceu o valor de referência para ser considerado atóxico quando a CL<sub>50</sub> é maior que 1000 µg/mL.

Houve um decréscimo nos valores da concentração letal média no tempo de 48h em relação à 24h em todos os extratos estudados, no entanto apesar do decréscimo todos ainda apresentaram uma  $CL_{50}$  dentro da normalidade.

Apesar de não ter sido verificado toxicidade nas concentrações testadas mais testes são necessários tais como os *in vivo* para comprovar a inocuidade dos frutos.

## 5.8 Caracterização sensorial dos sorvetes elaborados

Para avaliar o potencial dos frutos na elaboração de sorvetes conforme descrito no sub item 4.13, realizou-se o teste de aceitação por escala hedônica das cinco formulações dos sorvetes a base de mandacaru e xiquexique cujos resultados estão dispostos na tabela 13.

Tabela 13 - Resposta do teste de aceitabilidade para as formulações de sorvete de mandacaru e xiquexique

	Atributos						Intenção de compra
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global	
F1	7,39 <sup>a</sup> ±1,33	7,54 <sup>a</sup> ±1,08	6,69 <sup>ab</sup> ±1,56	7,00 <sup>ab</sup> ±1,72	6,58 <sup>ab</sup> ±1,78	6,58 <sup>ab</sup> ±1,63	3,60 <sup>ab</sup> ±1,14
F2	7,34 <sup>a</sup> ±1,29	7,37 <sup>a</sup> ±1,23	6,77 <sup>a</sup> ±1,33	7,37 <sup>a</sup> ±1,60	6,87 <sup>a</sup> ±1,65	6,87 <sup>a</sup> ±1,33	3,80 <sup>a</sup> ±1,10
F3	7,37 <sup>a</sup> ±1,46	7,35 <sup>a</sup> ±1,42	6,32 <sup>abc</sup> ±1,50	6,76 <sup>ab</sup> ±2,37	6,51 <sup>ab</sup> ±1,86	6,51 <sup>ab</sup> ±1,94	3,45 <sup>abc</sup> ±1,08
F4	7,41 <sup>a</sup> ±1,44	7,52 <sup>a</sup> ±1,49	6,07 <sup>c</sup> ±1,64	5,87 <sup>c</sup> ±2,30	6,12 <sup>b</sup> ±2,03	6,12 <sup>b</sup> ±2,11	3,09 <sup>c</sup> ±1,20
F5	7,41 <sup>a</sup> ±1,61	7,72 <sup>a</sup> ±1,34	6,17 <sup>bc</sup> ±1,60	6,27 <sup>bc</sup> ±2,03	6,44 <sup>ab</sup> ±1,77	6,44 <sup>ab</sup> ±1,89	3,19 <sup>bc</sup> ±1,13

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. F1 e F2 formulações contendo mandacaru, F3 formulação contendo mandacaru e xiquexique, F4 e F5 formulações contendo xiquexique,

De acordo com os dados obtidos, constata-se que as cinco formulações apresentaram uma boa aceitação pelos provadores para todos os atributos sensoriais avaliados, variando entre notas 6 e 7 o que corresponde na escala a gostei ligeiramente e gostei moderadamente.

Conforme pode-se observar na tabela 13 não houve diferença estatística ( $p>0,05$ ) entre as formulações quanto aos parâmetros aparência e cor, em relação aos demais parâmetros houve diferença estatística com destaque para F2 e F1 com maiores notas estatisticamente significante em relação as demais ( $p>0,05$ ).

Resultados similares foram encontrados por os achados de Morzelle et al. (2012) que observou que as maiores notas de intenção de compra em sorvetes a base de frutos do cerrado está intimamente ligadas com a aceitação do provador no parâmetro sabor, uma vez que o mesmo da preferência de compra ao sabor que lhe é mais saboroso, fato esse verificado nesse estudo as maiores notas de intenção de compra foram também daqueles sorvetes com maiores notas no parâmetro sabor.

Ressalta-se que houve uma superioridade de notas do sorvete de mandacaru em relação as notas dos sorvetes de xiquexique, e a formulação contendo os dois obteve notas intermediarias. A baixa aceitação do sorvete de xiquexique pode ser explicada pelo seu sabor um pouco mais forte e menos doce, como pode ser observado em relação ao teor de sólidos solúveis totais na tabela 3, em relação ao fruto do mandacaru.

Mediante o exposto verifica-se que o sorvete de mandacaru principalmente com maior teor de polpa se mostra como uma alternativa viável e bem aceita para diversificar e difundir a oferta deste fruto, com a vantagem de aproveitar a produção que em sua maioria é negligenciada, e com a possibilidade de ofertar o produto fora da safra, compondo uma opção interessante para a merenda escolar, ou até mesmo para a comercialização por industrias, constituindo dessa forma um possível fonte de renda para pequenos produtores e conseqüente impacto na valorização desse fruto.

## 6. CONCLUSÕES

Os frutos das cactáceas estudados (mandacaru, xiquexique, facheiro e quipá) mostraram perspectivas promissoras para o seu uso na alimentação humana, além de sua exploração tecnológica por suas propriedades nutricionais e bioativas, além de ausência de toxicidade em teste preliminar *in vitro*;

- Os quatro frutos estudados são ricos em água com valores superiores a 77% de umidade, os carboidratos foram os macronutrientes majoritários, destacando-se também o teor de lipídeos do facheiro;
- Tanto a polpa quanto a casca dos frutos são boas fontes de minerais, destacando-se o teor de zinco, fósforo, ferro, magnésio e manganês, esses dois últimos em alguns frutos/partes com concentrações superiores a todos os alimentos descritos na tabela brasileira de composição de alimentos -TACO;
- Os quatro frutos avaliados mostraram se boas fontes de compostos bioativos (polifenóis totais, vitamina C, carotenoides totais, flavonoides e proantocianidinas), o que refletiu diretamente na elevada capacidade antioxidante *in vitro*, destacando-se as cascas dos frutos;
- Os sorvetes desenvolvidos a base das polpas de mandacaru e xiquexique obtiveram uma boa aceitação e intenção de compra pelos provadores, destacando-se o sorvete com maior proporção de polpa de mandacaru, que demonstra potencial tecnológico desse fruto;

Estudos adicionais são necessários para um melhor aprofundamento e confirmação das propriedades bioativas e não tóxicas desses frutos, a partir de ensaios *in vivo*.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES. **Produção e consumo de Sorvetes no Brasil**. 2016. Disponível em: <[http://www.abis.com.br/estatistica\\_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html](http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html)> Acesso em: 17 set. 2016.
- 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 pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 468-474, 2010.
- ALMEIDA, M. L. B.; FREITAS, W. E. DE S.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A.; ALVES, R. E. Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana*. L. **Food Chemistry**, v. 192, p. 1078-1082, 2016.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2149, 2011.
- ALMEIDA, M. M. DE.; SILVA, F. L. H. DA; CONRADO, L. DE S.; FREIRE, R. M. M.; VALENÇA, A. R. Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, n.1, p.15-20, 2009.
- ANDRADE-LIMA, D. A. The caatingas dominium. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 149-163, 1981.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC, 2005.
- ARAÚJO, C. DE S. F.; SOUSA, A. N. DE. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência & educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, p. 975-986, 2011.
- ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; PARENTE, H. N.; SILVA, E. E. Uso de espécies da caatinga na alimentação de rebanhos no município de São João do Cariri – PB. **Revista Ra'e Ga**, v. 20, p. 157-171, 2010.
- 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 Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada**, v. 31, n. 2, p. 205-209, 2010.
- ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream**. 4. ed. Inc., Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1986. 843 p.
- ARNOUS, A.; MAKRIS, D.; KEFALAS, P. Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 655-665, 2002.

- BAAIJ, J. H. F. DE; HOENDEROP, J. G. J.; BINDELS, R. J. M. Magnesium in Man: Implications for Health and Disease. **Physiological Reviews**, V. 95, n. 1, p. 1-46, 2015.
- BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. **Cactaceae**. In: The families and genera of vascular plants, v. II flowering plants – Dicotyledons. KUBIZTKI, K; ROHWER, JG; BITTRICH, V. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 161-197.
- BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.53, n.5, p.646-656, 2009.
- BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 15-27, 1999.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3. ed. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. 510 p.
- BRAMORSKI, A.; CHEREM, A. DA R.; MEZADRI, T.; MELO, S. S.; DESCHAMPS, F. C.; GONZAGA L.V.; ROCKENBACH, I. I.; FETT, R. Chemical composition and antioxidant activity of *Gaylussacia brasiliensis* (camarinha) grown in Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2134-2138, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und-technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.. Resolução n.º 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de setembro de 2005, Seção 1. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18825&word=>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Ministério da Saúde. RDC n.º 54 de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de novembro de 2012.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. DE T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p.

1196-1205, 2010.

CAVALVANTI, N. B.; RESENDE, G. M. R. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus Jamacaru* p. dc.), facheiro (*Pilosocereus Pachycladus Ritter*), xiquexique (*Pilosocereus Gounellei* (A. Webwr Ex K. Schum.) bly. ex rowl.) e coroa-de-frade (*Melocactus Bahiensis* Britton & Rose). **Revista Caatinga**, v. 20, n.1, p. 28-35, 2007.

CHAVES, E. M. F.; BARROS, R. F. M. Cactáceas: recurso alimentar emergencial no semiárido, Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 129-135, 2015.

CHUN, O. K.; CHUNG, S. J.; CLAYCOMBE, K. J.; CANÇÃO, W. O. Serum C-reactive protein concentrations are inversely associated with dietary flavonoid intake in U.S. adults. **The Journal of nutrition**, v. 138, n.4, p. 753-760, 2008.

COCATE, P. G. ; NATALI, A. J.; OLIVEIRA, A. DE ; LONGO, G. Z.; ALFENAS, R. DE C.; PELUZIO, M. DO C.G.; Santos, E. C. ;. STUDENT, J. M. B. R. D.; OLIVEIRA, L. L. ; HERMSDORFF, H. H. M. Fruit and vegetable intake and related nutrients are associated with oxidative stress markers in middle-aged men. **Nutrition**, v. 30, n. 6, p. 660-665, 2014.

COETZEE, D. J.; MCGOVERN, P. M.; RAO, R.; HARNACK, L. J.; GEORGIEFF, M. K.; STEPANOV, I. Measuring the impact of manganese exposure on children's neurodevelopment: advances and research gaps in biomarker-based approaches. **Environmental Health**, v. 15, n. 1, p. 1-20, 2016.

CNS. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 12, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. Conhecimento botânico medicinal sobre espécies vegetais nativos da caatinga e plantas espontâneas no agreste da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 685-692, 2014.

COSTA, N. P.; LUZ, T. L. B.; BRUNO, R. L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, n. 10, p. 7313-7352, 2010.

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

DE ANGELIS, R. C. **Fisiologia da nutrição**: fundamentos para nutrição e desnutrição. São Paulo: EDART/EDUSP, v. 1, p. 43-53, 1977.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

ERIKSON, K. M.; THOMPSON, K.; ASCHNER, J.; ASCHNER, M.. Manganese neurotoxicity: a focus on the neonate. **Pharmacology & therapeutics**, v. 113, n. 2, p. 369-377, 2007.

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.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V. DE; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 664-674, 2010.

FIGUEROA-MÉNDEZ, R.; RIVAS-ARANCIBIA, S. Vitamin C in health and disease: Its role in the metabolism of cells and redox state in the brain. **Frontiers in Physiology**, v. 6, p. 1-11, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (2011). **Intergovernmental group on bananas and tropical fruits**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/028/ma937e.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2016.

FORTE, G.; BOCCA, B.; PERUZZU, A.; TOLU, F.; ASARA, Y.; FARACE, C.; OGGIANO, R.; MADEDDU, R. Blood metals concentration in type 1 and type 2 diabetics. **Biological trace element research**, v.156, n.1, p.79-90, 2013.

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

FUJIHARA, S.; KASUGA, A.; AOYAGI, Y. Nitrogen-to-protein conversion factors for some common vegetables in Japan. **Journal of Food Science**, v.66, n.3, p. 412-415, 2001.

GIADA, M. D. L. R.; MANCINI-FILHO, J. Antioxidant capacity of the striped sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed extracts evaluated by three in vitro methods. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 60, n. 5, p. 395-401, 2009.

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 arrabidaei* (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.

GUTOWSKI, M.; KOWALCZYK, S. A study of free radical chemistry: their role and pathophysiological significance. **Acta Biochimica Polonica**, v. 60, n. 1, p. 1-16, 2013.

GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. Antioxidants: Molecules, medicines, and myths. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 393, n. 4, p. 561-564, 2010.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**,

4. ed. Clarendon Press, Oxford, 2006. 704p.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**, 2. ed. Clarendon Press, Oxford, 1989. 543p.

HUNT, D. R.; TAYLOR, N.; CHARLES, G. **The New Cactus Lexicon**. Text. dh Publications, Milborne Port, 2006. 900p.

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. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. 2004. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004\\_biomashtml.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004_biomashtml.shtm). Acesso em: 06 ago. 2015.

JERÔNIMO, M. C.; ORSINE, J. V. C.; BORGES, K. B.; NOVAES, M. R. C. G. Chemical and Physical-Chemical Properties, Antioxidant Activity and Fatty Acids Profile of Red Pitaya [*Hylocereus Undatus* (Haw.) Britton & Rose] Grown In Brazil. **Journal of Drug Metabolism & Toxicology**, v. 6, n. 4, p. 1-6, 2015.

KAVAMURA, V. N.; TAKETANI, R. G.; LANÇONI, M. D.; ANDREOTE, F. D.; MENDES, R.; MELO, I. S. Water Regime Influences Bulk Soil and Rhizosphere of *Cereus jamacaru* Bacterial Communities in the Brazilian Caatinga Biome. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 8, n. 9, p. 1-10, 2013.

KESARWALA, A. H.; KRISHNA, M. C.; MITCHELL, J. B. Oxidative stress in oral diseases. **Oral Diseases**, p. 1-10, 2014.

KOZARSKI M.; KLAUS, A.; JAKOVLJEVIC, D.; TODOROVIC, N.; VUNDUK, J.; PETROVIĆ, P.; NIKSIC M.; VRVIC, M. M.; GRIENSVEN, L.V. Antioxidants of Edible Mushrooms. **Molecules**, v.20, n.10, p.19489-19525, 2015.

KUMAR, S.; PANDEY, A. K. Phenolic content, reducing power and membrane protective activities of *Solanum xanthocarpum* root extracts. **Vegetos**, v. 26, n. 1, p. 301-307, 2013.

LI, J-K.; LIU, X-D.; SHEN, L.; ZENG, W-M.; QIU, G-Z. Natural plant polyphenols for alleviating oxidative damage in man: Current status and future perspectives. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 15, n. 5, p. 1089-1098, 2016.

LI, Y.; ZHANG, J.J.; XU, D.P.; ZHOU, T.; ZHOU, Y.; LI, S.; LI, H.B. Bioactivities and Health Benefits of Wild Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 8, p.1-27, 2016.

LIMA, E. E.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Cinética de secagem de polpa de facheiro. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 17-28, 2007.

LIU, R.; XING, L.; FU, Q.; ZHOU, G. H.; ZHANG, W.G. A Review of Antioxidant Peptides Derived from Meat Muscle and By-Products. **Antioxidants**, v. 5, n. 3, p. 1-15, 2016.

LIU, R. H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. **The journal of nutrition**, v. 134, n. 12, p.3479S-3485S, 2004.

LIU, R. H. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. **Advances in nutrition**, v. 4, p. 384S-392S, 2013.

LOO, A. E.; WONG, Y. T.; HO, R.; WASSER, M.; DU, T.; NG, W. T.; HALLIWELL, B. Effects of hydrogen peroxide on wound healing in mice in relation to oxidative damage. **PLoS One**, v.7, n. 11, p.1-13, 2012.

LUCENA, C. M.; COSTA, G. G. S.; CARVALHO, T. K. N.; GUERRA, N. M.; QUIRINO, Z. G. M.; LUCENA, R. F. P. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, nordeste do Brasil). **Revista de biologia e farmácia**, v. 8, p. 121-134, 2012.

LUSHCHAK, V. I. Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. **Chemico-Biological Interactions**, v. 224, p. 164-175, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MACFIE, H. J.; N., BRATCHELL; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.

MC LAUGHLIN, J. L. **In Methods in Plant Biochemistry**, vol 6, Ed. Hostettmann K., Academic Press, London 1991, p. 1-32.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.5, p.727-747, 2004.

MELLO, F. R. DE; BERNARDO, C.; DIAS, C. O. ; ZÜGE, E. R. B.; SILVEIRA, J. L. M.; AMANTE, E. R. ; CANDIDO, L. M. B. Evaluation of the chemical characteristics and rheological behavior of pitaya ( *Hylocereus undatus* ) peel. **Fruits**, v. 69, n. 5, p. 381-390, 2014.

MEYER, B. N., FERRIGNI, N. R., PUTNAN, J. E., JACOBSEN, L. B., NICHOLS, D. E., McLAUGHLIN, J.L. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medical Plant Research**, v. 45, n.1, p. 31-34, 1982.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biodiversidade para Alimentação e Nutrição.

2016. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/biodiversidade-para-alimenta%C3%A7%C3%A3o-e-nutri%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 07 set. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria Interministerial nº 163, de 11 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, de 18 de maio de 2018. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=58&data=18/05/2016&captchafield=firistAccess>>. Acesso em: 15 set. 2016.

MORAIS, J. B. S.; SEVERO, J. S.; OLIVEIRA, A. R. DE ; CRUZ, K. J. C.; DIAS, T. M. DA S.; ASSIS, R. C. DE.; COLLI C.; MARREIRO D. DO N. Magnesium Status and Its Association with Oxidative Stress in Obese Women. **Biological Trace Element Research**, v. 175, n. 2, p. 306-311, 2016.

MORI, A.S.; SILVA, L.A.M.; CORADIN, L. 1989. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2ª ed. Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus

MORZELLE, M.C; LAMOUNIER, M.L; SOUZA, E.C; SALGADO, J.M; VILAS-BOAS, E.V.B. Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 387, n. 67, p. 70-78, 2012.

MONTEIRO, E. R.; MANGOLIN, C. A.; NEVES, A. F.; ORASMO, G. F.; SILVA, G. M.; MACHADO, F. P. S. Genetic diversity and structure of populations in *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber ex K.Schum.) (Cactaceae) in the Caatinga biome as revealed by heterologous microsatellite primers. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 58, p. 7-12, 2015.

MURPHY, M. P.; HOLMGREN, A.; LARSSON, N.G.; HALLIWELL, B.; CHANG, C. J.; KALYANARAMAN, B.; RHEE, S.G.; THORNALLEY, P.J.; PARTRIDGE, L.; GEMS, D.; NYSTRÖM, T.; BELOUSOV, V.; SCHUMACKER, P. T.; WINTERBOURN, C.C. Unravelling the Biological Roles of Reactive Oxygen Species. **Cell Metab**, v. 13, n. 4, p. 361-366, 2011.

NASCIMENTO, V. T.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U.P. Famine Foods of Brazil's Seasonal Dry Forests: Ethnobotanical and Nutritional Aspects. **Economic Botany**, v. 66, n. 1, p. 2234, 2012.

NIMSE, S. B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **RSC Advances**, v. 5, p. 27986-28006, 2015.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. **Journal of food processing and preservation**, v. 39, p. 131-141, 2015.

OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations, **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2016.

OKONOGI, S.; DUANGRAT, C.; ANUCHPREEDA, S.; TACHAKITTIRUNGROD, S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 839-846, 2007.

OLIVEIRA A. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; BRITO, J.G., Estabilidade da polpa do *Cereus jamacaru* em pó durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 147-153, 2015.

OMENAA, C. M. B.; VALENTIM, I. B.; GUEDES, G. S.; RABELO, L. A.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; SAWAYA, A. C. H. F.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. G.; FERREIRA, R. C. S.; SANT'ANA, A. E. G.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits: Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 334-344, 2012.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462-468, 2015.

PEREIRA, F. C.; LIMA, V. L. A.; MOREIRA, A. A. D.; ROCHA, C. S.; LIMA, A. K. V. O. Fenologia do xiquexique (*Pilosocereus gounellei*, A. Weber ex K. Schum.) cultivados em áreas degradadas no seridó Paraibano. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 2, p. 85-91, 2013.

PRICE, M. L.; SCOYOC, S. V.; BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, n. 5, p.1214-1218, 1978.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 1, p. 15-21, 2002.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P. DA; AGOSTINI-COSTA, T. DA S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI PRESS, 2001, 71p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Status of carotenoid analytical methods and in vitro assays for the assessment of food quality and health effects. **Current Opinion in Food Science**, v. 1, p. 56-63, 2015.

ROESLER, R. M.; Carrasco, L. G.; Holanda, L. C.; Sousa, R. B.; Socorro, C. A. ; Pastore, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. DO S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. DE, Pérez-Jiménez, J.; SAURA-CALIXTO, F.; Mancini-Filho, j. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANTO, F. S. E.; MACIEL, J. R.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Impacto da herbivoria por caprinos sobre as populações naturais de *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f. (*Bromeliaceae*). **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 143-149, 2012.

SENTANIN, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, n.1, p. 21-33, 2014.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolics antioxidants. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 36, p. 67-103, 1992.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 112, n. 9, p. 930-940, 2010.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. DOS S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-882, 2010.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES. C. L.; Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

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.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. DE. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUZA, A. C. M. S.; GAMARRA-ROJAS, G.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B. Características físicas, químicas e organolépticas de quipá (*Tacinga Inamoena*, Cactaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 292-295, 2007.

SOUZA, C.; BARRETO, H. F.; GURGEL, V.; COSTA, F. Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido norte riograndense do Brasil. **Holos**,

v. 3, p. 196-204, 2013.

SOUZA, K. O.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; MIRANDA, M.R. Antioxidant compounds and total antioxidant activity in fruits of acerola from cv. Flor Branca, Florida sweet and BRS 366. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 294-304, 2014.

SOUZA, V. R. DE; PEREIRA, P. A.; DA SILVA, T. L.; LIMA, L. C. DE O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v. 156, p. 362-368, 2014.

SIQUEIRA, E. M. A.; ROSA, F. R.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **Plos one**, v. 8, p. 1-7, 2013.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. I- quantitative analysis of phenolics constituents. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 19, p. 63-68, 1959.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** /NEPA-UNICAMP. 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 164p.

TRENTIN, D. S.; GIORDANI, R. B.; ZIMMER, K. R.; DA SILVA, A. G.; DA SILVA M. V.; CORREIA, M. T.; BAUMVOL, I. J.; MACEDO, A. J. Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 137, n. 1, p. 327-335, 2011.

TROVAO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M. T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n. 1, p. 44-84, 2007.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n.2, p. 141-149, 2008.

WALLACE, R. S. Molecular systematic study of the Cactaceae: using chloroplast DNA variation to elucidate Cactus phylogeny. **Bradleya**, v. 13, p. 1-12, 1995.

WANGA, S.; MELNYK, J. P.; TSAO, R.; MARCONE, M. F. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 14-22, 2011.

WÖLFLE, U.; SEELINGER, G.; BAUER, G.; MEINKE, M. C.; LADEMANN, J.; SCHEMPP, C.M. Reactive molecule species and antioxidative mechanisms in normal skin and skin aging. **Skin Pharmacol Physiol**, v. 27, n.6, p.316-332, 2014.

WOOTTON-BEARD, P. C.; RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Research International**, v. 44, n. 10, p. 3135-3148, 2011.

ZAPPI, D.; AONA, L. 2007. **Cactaceae in Flora brasiliensis revisitada**. Disponível em: <<http://flora.cria.org.br>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

ZAPPI, D. C.; SANTOS, M. R.; LAROCCA, J. **Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1663>>. Acesso em: 23 set. 2016.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; RIBEIRO-SILVA, S.; MACHADO, M.; MORAES, E. M.; CALVENTE, A.; CRUZ, B.; CORREIA, D.; LAROCCA, J.; ASSIS, J. G. A.; AONA, L.; MENEZES, M. O. T.; MEIADO, M.; MARCHI, M. N.; SANTOS, M. R.; BELLINTANI, M.; COELHO, P.; NAHOUM, P. I.; RESENDE, S. **Plano de ação nacional Para a conservação das cactáceas.**; organizadores : Suelma Ribeiro Silva. – Brasília: instituto chico mendes de conservação da biodiversidade, icmbio, 2011. 112p

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and the scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.

ZHOU, B.; SU, X.; SU, D.; ZENG, F.; WANG, M. H.; HUANG, L.; HUANG, E.; ZHU, Y.; ZHAO, D.; HE, D.; ZHU, X.; YEOH, E.; ZHANG, R.; DING, G.,. Dietary intake of manganese and the risk of the metabolic syndrome in a Chinese population. **The British journal of nutrition**, v. 116, n. 5, p. 853-863, 2016.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo sobre qualquer dúvida que tiver. Este estudo está sendo conduzido pelos pesquisadores Prof. Pós Doc. Alessandro de Lima, Profa Dra Stella Regina Arcanjo de Medeiros e a Esp. Ana Cibele Pereira Sousa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine este documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

### **Esclarecimentos sobre a pesquisa:**

**Título do Projeto:** Propriedades nutritivas e bioativas de frutos da Caatinga Piauiense..

**Pesquisador Responsável:** Prof. Pós Doc. Alessandro de Lima

**Telefone para contato:** (86) 98818-1280

**Pesquisador participante:** Esp. Ana Cibele Pereira Sousa, Myrella Pereira Pinto.  
Profa Dra Stella Regina Arcanjo de Medeiros

**Telefone para contato:** (89) 99986-7408

### **Descrição da pesquisa**

Esta pesquisa tem por objetivo “Avaliar as propriedades nutritivas e bioativas de frutos das cactáceas da caatinga Piauiense e Desenvolver uma sorvete a base de polpa de frutas das cactáceas”. Ao participar da pesquisa o voluntário não sofrerá nenhum prejuízo e não sentirá nenhum desconforto.

**Procedimentos:** Sua participação nesta pesquisa consistirá apenas na análise sensorial das amostras de sorvete de acordo com sua preferência a aceitação global, sabor, aroma, aparência e textura.

**Benefícios:** Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para o participante, pois tem apenas caráter descritivo.

**Riscos:** A sua participação na pesquisa não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para você, nem mesmo qualquer tipo de prejuízo e desconforto.

Como medidas de prevenção de riscos previsíveis, são utilizados na pesquisa apenas alimentos e/ou ingredientes produzidos de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) e/ou Regulamento Técnico (RT) específico, aprovados pela autoridade competente, bem como segundo as normas de Boas Práticas de Fabricação de Alimentos, garantindo segurança alimentar no consumo. No que se refere aos riscos de alergias ou intolerâncias a algum dos componentes dos alimentos, por ocasião da coleta de informações, mediante preenchimento da ficha de recrutamento de provadores, são automaticamente excluídos da pesquisa indivíduos que mencionem e/ou comprovem ser portadores de patologias incompatíveis ao consumo e/ou degustação do produto a ser analisado. Além disto, a população envolvida é científica sobre os alimentos e/ou ingredientes contidos nas preparações avaliadas, tendo ampla autonomia para recusar a participação por

decisão voluntária, não sendo necessária justificativa.

É importante salientar que a Análise Sensorial é usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como elas são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição (Institute of Food Science and Technology, 1981; ABNT, 1993). Portanto, testes sensoriais podem limitar-se a avaliação de um único atributo sensorial ou envolver a verificação de mais de um atributo, que podem ser aparência, aroma, sabor, textura/consistência e ruído dos alimentos. Ratifica-se, no entanto, que, os casos que envolvem avaliações de sabor e/ou textura gustativa não implicam, necessariamente, na ingestão do alimento, sendo disponibilizado meio adequado para desprezo do mesmo.

Os pesquisadores acreditam que os conjuntos dos fatores mencionados contribuem significativamente para minimização dos riscos à saúde do voluntário, no entanto, somado às tais medidas, comprometem-se à ofertar assistência médica gratuita e imediata para garantir o controle dos riscos imprevisíveis.

**Sigilo:** As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador, a equipe de estudo e o Comitê de Ética terão acesso aos seus dados para verificar as informações do estudo.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof Pós-Doc. Alessandro de Lima, que pode ser encontrada no endereço Av. Pedro Freitas, 1020 - São Pedro, Teresina - PI, 64019-368. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí-UFPI Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga -CEP: 64049-550, Teresina - Piauí | Fone: (86)3215-5525 / Fax: (86)3215-5526.

O projeto terá duração de 18 meses com término previsto para fevereiro de 2017. O participante terá o direito de retirar o consentimento a qualquer tempo, sem que passe por qualquer tipo de constrangimento por parte do pesquisador.

### **Consentimento da participação da pessoa como sujeito**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, CP  
F \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo  
“Propriedades nutritivas e bioativas de frutos da Caatinga Piauiense e avaliação sensorial de frutos das cactaceas”. Tive pleno conhecimento das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo, **voluntariamente**, em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo. A retirada do consentimento da

participação no estudo não acarretará penalidades ou prejuízos ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido.

Teresina: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Assinatura do sujeito ou responsável

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.** Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**Observações complementares:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

Assinatura do Pesquisador Responsável

---

**Observações complementares** Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – UFPI – Campus Universitário Ministro Petrônio Portela – Bairro Ininga. Centro de Convivência L09 e 10 – CEP: 64.049-550 – Teresina – PI.  
Tel.: (86) 3215-5734 – email: cep.ufpi@upi.edu.br, web: www.ufpi.br/cep.

**ANEXOS**

## ANEXO A- RECRUTAMENTO DOS AVALIADORES

**Título do Projeto:** “Propriedades nutritivas e bioativas de frutos da Caatinga Piauiense”.

Orientador: Profº Pós- Doc. Alessandro de Lima.

Coorientadora: Profa Dra. Stella Regina Arcanjo Medeiros

Nome \_\_\_\_\_

Faixa etária: ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-45 ( ) 46-50

telefone: ( ) \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

1- Você possui intolerância a lactose?

( ) sim ( ) não

2 – Você é diabético?

( ) sim ( ) não

3 – Qual o seu grau de instrução :

- ( ) Primário completo ( 4ª série Fundamental )  
 ( ) Ginásio completo ( Fundamental completo )  
 ( ) Colegial completo ( Médio completo )  
 ( ) colegial incompleto  
 ( ) Superior incompleto  
 ( ) Superior completo  
 ( ) Outros , Quais \_\_\_\_\_

**Você já consumiu algum fruto de cactácea (mandacaru, pitaya, xiquexique) ?**

( ) Sim ( ) Não

Caso a resposta seja sim, qual (is)?

\_\_\_\_\_

**Você consome sorvete?**

( ) Sim ( ) Não

Caso a resposta seja sim, qual (is) sabores?

\_\_\_\_\_

**Quanto você gosta de sorvete:**

- ( ) gosto muitíssimo ( ) gosto muito ( ) gosto moderadamente  
 ( ) Indiferente (nem gosto nem desgosto) ( ) não gosto

**Com que frequência você consome :**

- ( ) Todo dia ( ) 3-4 vezes/semana ( ) 1-2 vezes/semana ( ) 1 vez/quinzena ( ) 1 vez/mês

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO B- TESTE DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E INTENÇÃO DE COMPRA

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: F( ) M( )

Idade: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

1. Você está recebendo 5 amostras de sorvete. Prove a primeira amostra e faça um X no parêntese que indica o quanto você gostou da amostra de um MODO GERAL (aceitação global).
2. Depois analise novamente a amostra e indique o quanto você gostou da APARÊNCIA, COR, AROMA, SABOR, TEXTURA e ACEITAÇÃO GLOBAL.
3. Terminada a avaliação indique com um X, na escala horizontal, qual seria a sua atitude de compra em relação a essa amostra.
4. repita o mesmo procedimento com as demais amostras, porém tome um pouco de água entre cada amostra.

Amostra						Aceitação
_____	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Global
Gostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Nem gostei e nem desgostei	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Certamente compraria	Provavelmente compraria	Tenho dúvidas se compraria ou não	Provavelmente não compraria	Certamente não compraria
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Amostra						Aceitação
_____	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Global
Gostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Nem gostei e nem desgostei	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Certamente compraria	Provavelmente compraria	Tenho dúvidas se compraria ou não	Provavelmente não compraria	Certamente não compraria
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Amostra \_\_\_\_\_

	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
Gostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Nem gostei e nem desgostei	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Certamente compraria    
  Provavelmente compraria    
  Tenho dúvidas se compraria ou não    
  Provavelmente não compraria    
  Certamente não compraria

Amostra \_\_\_\_\_

	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
Gostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Nem gostei e nem desgostei	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Certamente compraria    
  Provavelmente compraria    
  Tenho dúvidas se compraria ou não    
  Provavelmente não compraria    
  Certamente não compraria

Amostra \_\_\_\_\_

	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
Gostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Gostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Nem gostei e nem desgostei	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei ligeiramente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei regularmente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muito	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Desgostei muitíssimo	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Certamente compraria    
  Provavelmente compraria    
  Tenho dúvidas se compraria ou não    
  Provavelmente não compraria    
  Certamente não compraria

Comentários(Opcional): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PIAÚÍ - UFPI



## ANEXO C - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** PROPRIEDADES NUTRITIVAS E BIOATIVAS DE FRUTOS DAS CACTÁCEAS DA CAATINGA PIAUIENSE E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELEIA DE FRUTOS DAS CACTÁCEAS

**Pesquisador:** ALESSANDRO DE LIMA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 53585415.0.0000.5214

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Piauí - UFPI

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.522.987

#### Apresentação do Projeto:

A caatinga, bioma exclusivamente Brasileiro possui grande diversidade e endemismo de fauna, flora e etc. No que cerne ao sua diversidade de frutos algumas desses ainda possuem um enorme sub aproveitamento até mesmo por parte das pessoas que ali habitam, dentre esses frutos destacam-se os pertencentes a família das cactáceas, o do frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), o facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), o xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webwr ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) e o do quipá [*Tacinga inamoena* (K. Schum.) N. P. Taylor e Stuppy (=Opuntia inamoena)], com isso este estudo objetiva avaliar a composição nutricional desses frutos, verificar a sua capacidade antioxidante e como forma ofertar em demais épocas do ano e melhorar a vida de prateleira bem como agregar valor a estes frutos elaborar uma geleia com o que demonstrar melhor características tecnológicas, e avaliar está geleia físico- quimicamente e sensorialmente para verificar sua aceitação e capacidade de inserção no mercado consumidor para isso a análise sensorial será conduzida com 100 assessores não treinados selecionado com recrutamento prévio e que participarão após assinar o TCLE .

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Identificar as propriedades nutritivas e bioativas de frutos da Caatinga Piauiense

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa

**Bairro:** Ininga

**CEP:** 64.049-550

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3237-2332

**Fax:** (86)3237-2332

**E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PIAUÍ - UFPI



Continuação do Parecer: 1.522.987

#### Objetivo Secundário:

- Determinar as características físicas, físico-químicas e a composição centesimal e de minerais da casca e polpa dos frutos do mandacaru, facheiro, xiquexique e quipá;
- Quantificar o conteúdo de compostos bioativos (carotenoides, flavonóides e antocianinas, fenólicos totais e vitamina C;
- Elaborar extratos de diferentes solventes;
- Avaliar a atividade antioxidante in vitro pelos métodos: DPPH (2,2- difenil-1- picrilidrazil) e ABTS (2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-acido sulfônico);
- Avaliar a toxicidade aguda dos frutos frente às larvas de Artemia Salina;
- Elaborar uma geleia utilizando-se a polpa de um ou mais desses frutos que obtiverem maiores valores absolutos em relação a sua capacidade bioativas e características sensoriais;
- Avaliar as características físico-química da geleia elaborada;
- Avaliar a qualidade microbiológica e sensorial do produto elaborado;
- Verificar a intenção de compra da formulação elaborada.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### Riscos:

A sua participação na pesquisa não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para você, nem mesmo qualquer tipo de prejuízo e desconforto. Como medidas de prevenção de riscos previsíveis, são utilizados na pesquisa apenas alimentos e/ou ingredientes produzidos de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) e/ou Regulamento Técnico (RT) específico, aprovados pela autoridade competente, bem como segundo as normas de Boas Práticas de Fabricação de Alimentos, garantindo segurança alimentar no consumo. No que se refere a indivíduos que mencionem e/ou comprovem ser portadores de patologias tais como diabetes mellitus, incompatíveis ao consumo e/ou degustação do produto a ser analisado por ocasião da coleta de informações, mediante preenchimento da ficha de recrutamento de provadores, são automaticamente excluídos da pesquisa. Além disto, a população envolvida é cientificada sobre os alimentos e/ou ingredientes contidos nas preparações avaliadas, tendo ampla autonomia para recusar a participação por decisão voluntária, não sendo necessária justificativa. É importante salientar que a Análise Sensorial é usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como elas são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição (Institute of Food Science and Technology, 1981; ABNT, 1993). Portanto, testes sensoriais podem limitar-se a avaliação de um único atributo sensorial ou

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa

**Bairro:** Ininga

**CEP:** 64.049-550

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3237-2332

**Fax:** (86)3237-2332

**E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PIAUÍ - UFPI



Continuação do Parecer: 1.522.987

envolver a verificação de mais de um atributo, que podem ser aparência, aroma, sabor, textura/consistência e ruído dos alimentos. Ratifica-se, no entanto, que, os casos que envolvem avaliações de sabor e/ou textura gustativa não implicam, necessariamente, na ingestão do alimento, sendo disponibilizado meio adequado para desprezo do mesmo. Os pesquisadores acreditam que os conjuntos dos fatores mencionados contribuem significativamente para minimização dos riscos à saúde do voluntário, no entanto, somado às tais medidas, comprometem-se à ofertar assistência médica gratuita e imediata para garantir o controle dos riscos imprevisíveis.

#### Benefícios:

Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para o participante, pois tem apenas caráter descritivo.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O Projeto de pesquisa esta bem elaborado e apresenta os componentes necessários para sua aprovação. A metodologia é clara e o termo de consentimento livre e esclarecido é suficiente para garantir a segurança dos participantes do projeto.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos solicitados foram apresentados.

#### Recomendações:

- No tópico “Metodologia e estratégia de ação” bem como no “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” recomendo a troca do termo “sujeito” por “participante”.
- atualizar os dados do cep e paginar o TCLE.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto apto a ser desenvolvido.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

#### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	26/02/2016		Aceito

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa

**Bairro:** Ininga

**CEP:** 64.049-550

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3237-2332

**Fax:** (86)3237-2332

**E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PIAUÍ - UFPI



Continuação do Parecer: 1.522.987

Básicas do Projeto	ETO_630177.pdf	15:26:47		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declra.jpg	26/02/2016 15:26:21	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Folha de Rosto	folha.pdf	20/02/2016 11:20:55	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Outros	curriculopdf.pdf	17/12/2015 21:01:50	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/12/2015 20:56:31	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	17/12/2015 20:53:50	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Outros	img010.jpg	14/12/2015 21:48:47	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Outros	confidencialidade.jpg	14/12/2015 21:43:58	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Outros	instrumento_coleta_dados.docx	14/12/2015 21:39:44	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	2015_10_20_09_46_37.pdf	14/12/2015 21:18:49	Ana Cibele Pereira Sousa	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 29 de Abril de 2016

---

**Assinado por:**  
**Adrianna de Alencar Setubal Santos**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa

**Bairro:** Ininga

**CEP:** 64.049-550

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3237-2332

**Fax:** (86)3237-2332

**E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br