

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS
CAMPUS TOLEDO**

DAOHANA RAFAELA APARECIDA CABRAL

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DA PITAIA AMARELA (*Selenicereus
megalanthus*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TOLEDO
2017**

DAOHANA RAFAELA APARECIDA CABRAL

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DA PITAIA AMARELA (*Selenicereus
megalanthus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC II do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Discente: Daohana Rafaela Ap. Cabral
Orientador: Prof^o Dr. Ricardo Fiori Zara

**TOLEDO
2017**

TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DAOHANA RAFAELA APARECIDA CABRAL

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA PITAIA AMARELA (*Selenicereus megalanthus*)

Trabalho apresentado como forma de avaliação para o Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, Campus Toledo, e aprovado pela banca examinadora abaixo.

Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara
ORIENTADOR – UTFPR/ TOLEDO

Ms. João Diniz Esgote Junior
PRATI, DONADUZZI

Prof. Ms. Camila Moresco
UTFPR/ TOLEDO

“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Programa”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela força, saúde e oportunidade de chegar até aqui e por me acompanhar e dar forças quando muitas vezes quis fraquejar.

Gostaria de agradecer pela vida, criação e educação que sempre recebi e recebo até hoje de meus pais. Pois sem eles eu não chegaria tão longe e nem sonharia em alcançar cada vez mais sucesso em minha caminhada! Agradeço também ao meu irmão, por me apoiar da forma que coube a ele.

Agradeço ao meu amado e fiel companheiro Jean, por me manter focada a todo o momento não me deixando desistir, sendo meu porto seguro em todos os momentos bons e ruins me enchendo sempre de amor e carinho, te amo!

Agradeço ao meu orientador Dr. Ricardo Zara pela dedicação, pelo apoio durante esses meses e por sempre me fornecer as ferramentas e suporte em todas as necessidades durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos e colegas que fiz durante toda a minha caminhada pela UTFPR, desde o primeiro período, em aulas e estágios que passei. Tenho certeza que levo um pedacinho de cada um em mim. Agradeço em especial a minha amiga Taise pela ajuda moral e manual no desenvolvimento das análises realizadas, muito obrigada.

RESUMO

CABRAL, Daohana Rafaela Aparecida. **Características físico-químicas e atividade antioxidante da pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus*)**, 2017. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo – PR. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara.

A utilização de espécies exóticas na alimentação humana vem ganhando cada vez mais espaço. Entretanto, ainda são poucas as informações científicas sobre o potencial nutricional e funcional dessas espécies. O cultivo e consumo de diferentes espécies e variedades da pitiaia (*Hylocereus* e *Selenicereus*) podem representar uma fonte de diversificação da atividade agrícola por serem espécies que agregam a rusticidade de cultivo e a beleza dos frutos, uma composição rica em compostos bioativos, trazendo benefícios à saúde da população. As atribuições funcionais dadas a essa fruta incitam ao estudo das suas características físicas, químicas, nutricionais, farmacológicas e toxicológicas. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização físico-química e analisar a capacidade antioxidante da polpa da pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus*). A atividade antioxidante foi quantificada pelo método do radical 2,2-difenil-1-picrilidrazila (DPPH) e pelo método (2,2' azinobis (3-etil-benzotiazolino) 6-ácido sulfônico) (ABTS). O teor de fenólicos totais foi determinado utilizando o método de Folin-Ciocalteu. Por meio das análises realizadas constatou-se que a polpa da pitiaia apresenta elevado teor de umidade (82,85%) e baixo teor de lipídeos (0,63%) e proteínas (0,51%). Já a atividade antioxidante da polpa da pitiaia pelo método DPPH foi de 875,27 μM Trolox/grama de fruta e pelo $\text{IC}_{50} \pm 303,2 \text{ mg/mL}^{-1}$ e pelo método ABTS foi de 1715,8 μM Trolox/grama de fruta sendo maior a atividade antioxidante pelo método ABTS. A capacidade antioxidante e as características químicas da pitiaia podem contribuir na promoção da qualidade de vida devido ao potencial de ações benéficas à saúde humana. Portanto, a pitiaia é uma fruta com potencial para ser incorporada na dieta dos brasileiros.

Palavras-chave: pitiaia amarela, *Selenicereus megalanthus*, composição centesimal, antioxidante.

ABSTRACT

CABRAL, Daohana Rafaela Aparecida. **Physical-chemical characteristics and antioxidant activity of yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*)**, 2017. Graduation work - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo - PR. Advisor: Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara.

The use of exotic species in human food has been gaining more and more space. However, there is still little scientific information on the nutritional and functional potential of these species. The cultivation and consumption of different species and varieties of dragon fruit (*Hylocereus* and *Selenicereus*) can represent a source of diversification of the agricultural activity because they are species that add the rusticity of cultivation and the beauty of the fruits, a composition rich in bioactive compounds bringing benefits to the health of the population. The functional attributions given to this fruit encourage the study of their physical, chemical, nutritional, pharmacological and toxicological characteristics. Thus, the objective of this work was to perform the physicochemical characterization and to analyze the antioxidant capacity of the yellow dragon fruit pulp (*Selenicereus megalanthus*). The antioxidant activity was quantified by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) and by the method (2,2'-azino-bis (3-ethyl-benzothiazoline) 6-sulfonic acid) (ABTS). The total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method. It was verified that the pulp of the pitahaya has a high content of moisture (82.85%) and low content of lipids (0.63%) and proteins (0.51%). The antioxidant activity of the dragon fruit pulp by the DPPH method was 875.27 μM Trolox/gram of fruit and by the IC50 $\pm 303.2 \text{ mg/mL}^{-1}$ and by the ABTS method was 1715.8 μM Trolox/gram of fruit with the highest activity by the ABTS method. The antioxidant capacity and chemical characteristics of dragon fruit can contribute to the promotion of quality of life due to the potential of actions beneficial to human health. Therefore, dragon fruit is a fruit with potential to be incorporated into the diet of Brazilians.

Key words: yellow dragon fruit, *Selenicereus megalanthus*, centesimal composition, antioxidant activity.

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIações

- g - Grama
- mL - Mililitro
- μg - Micrograma
- mg – Miligrama
- μM - Micromolar
- ABTS - 2,2' azinobis (3-etil-benzotiazolino) 6-ácido sulfônico
- DPPH – Radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil
- AAT – Atividade Antioxidante Total
- nm – Nanômetro
- EAG - Equivalente em ácido gálico
- UV/VIS – Ultravioleta Visível
- UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- CF – Compostos Fenólicos
- AAI – *Antioxidant Activity Index* (Índice de Atividade Antioxidante)
- Trolox – ácido-6-hidroxi-2,5,7,8 - tetrametilcromano-2-carboxílico;
- IDR - Ingestão Diária Recomendada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diluições do extrato da amostra	33
Tabela 2 – Diluição do padrão de Ácido gálico	39
Tabela 3 – Diluição do padrão Trolox (DPPH)	40
Tabela 4 – Concentrações das soluções para a curva padrão (ABTS)	41
Tabela 5 – Composição centesimal e calorias da polpa da pitaia amarela (<i>Selenicereus megalanthus</i>) em (g/100g) ⁻¹	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A -Planta de Pitaia (hábito de crescimento); B - Cladódio; C – Flor; D – Fruto	15
Figura 2 – Planta de Pitaia	15
Figura 3 – A - Pitaia (<i>Hylocereus Undatus</i>); B – Pitaia (<i>Hylocereus Polyrhizus</i>); C – Pitaia (<i>Selenicereus Megalanthus</i>)	18
Figura 4 – Forma radicalar (1) e não-radicalar (2) do 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH)	26
Figura 5 – Estabilização do radical ABTS ^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.	27
Figura 6 – Fruta pitaia inteira e cortada ao meio	32
Figura 7 – Curva de calibração método DPPH	45
Figura 8 – Atividade antioxidante pitaia amarela (<i>Selenicereus megalanthus</i>) método DPPH	46
Figura 9 – Curva de calibração método ABTS	47
Figura 10 – Atividade antioxidante pitaia amarela (<i>Selenicereus megalanthus</i>) método ABTS	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 FAMÍLIA CACTÁCEAE (<i>Hylocereus e Selenicereus</i>)	14
2.1.1 Reprodução.....	16
2.2 FRUTA (PITAIA).....	16
2.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	19
2.3.1 Determinação da umidade	19
2.3.2 Determinação das cinzas	20
2.3.3 Técnica de quantificação de proteínas pelo método Kjeldahl	20
2.3.4 Técnica de quantificação de lipídios pelo método Bligh-Dyer	21
2.3.5 Determinação de Fibra Bruta	21
2.3.6 Determinação de carboidratos	22
2.4 ANTIOXIDANTES	23
2.4.1 Métodos de avaliação da Atividade Antioxidantes Totais.....	25
2.4.1.1 Metodologia DPPH.....	25
2.4.1.2 Metodologia ABTS.....	26
2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS	27
2.5.1 Análise dos compostos fenólicos	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Equipamentos e Software	31
3.2 PROCEDIMENTOS.....	31
3.2.1 Amostragem	31
3.2.2 Preparação dos extratos	32
3.2.3 Determinações da composição centesimal	33
3.2.4 Determinação da umidade – Método por estufa.....	33
3.2.5 Determinação de cinzas	34
3.2.6 Determinação de Proteína bruta – Técnica de quantificação pelo método de Kjeldahl	35
3.2.7 Determinação de lipídios pelo método Bligh-Dyer.....	36
3.2.8 Determinação de Fibra bruta segundo o método BA 6A-05 da AOAC(2009) ..	37

3.2.9 Determinação de carboidratos	38
3.3 PROCEDIMENTOS DAS METODOLOGIAS DE ANTIOXIDANTES.....	38
3.3.1 Determinação da atividade antioxidante pela metodologia DPPH	38
3.3.2 Determinação da atividade antioxidante pela metodologia ABTS	39
3.3.3 Determinação de compostos fenólicos pelo método Folin-Ciocalteau	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA PITAIA AMARELA (<i>Selenicereus megalanthus</i>).....	43
4.2 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	45
4.2.1 Método DPPH	45
4.2.2 Método ABTS.....	47
4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

As frutas, reconhecidas como fontes de vitaminas, minerais e fibras, são alimentos considerados nutricionalmente importantes em uma dieta. No entanto, nos últimos anos, maior atenção tem sido dada a estes alimentos uma vez que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais e frutas está associado ao bom funcionamento do organismo humano e que ajudam a prevenir algumas doenças. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de compostos com ação antioxidante (KAUR; KAPOOR, 2002).

Os antioxidantes são compostos que podem retardar ou inibir a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação. A atividade antioxidante de alguns compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres. Em geral, existem duas categorias básicas de antioxidantes: os naturais e os sintéticos (WANG; CAO, 1996).

Neste contexto, a procura por uma alimentação saudável tem aumentado o consumo dos antioxidantes naturais que são encontrados em alimentos *in natura*. A pitia é uma fruta exótica que pertence à família cactácea dos gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, com origem nas regiões de florestas tropicais do México, América Central e América do Sul, encontrando-se distribuídas por vários países (MIZRAHI; NERD, 1999). Dentre as várias espécies de pitia, destacam-se a *Hylocereus polyrhizus* (pitia vermelha de polpa vermelha) e a *Hylocereus undatus* (pitia vermelha de polpa branca), que estão entre as mais produzidas e comercializadas, uma vez que apresentam sabor agradável com grande aceitação sensorial pelos consumidores (MERTEN, 2003; JUNQUEIRA *et al.*, 2010). Outra variação que se destaca é a *Selenicereus megalanthus* (pitia amarela com polpa branca), uma variação da fruta menos conhecida. No Brasil a produção ainda é pequena, entretanto, devido ao bom valor de mercado e ao crescente consumo de frutas exóticas, a produção de pitias tem despertado o interesse de mais produtores (BASTOS *et al.*, 2006). A presença de diversas substâncias antioxidantes na pitia como o ácido ascórbico, carotenóides e polifenóis, tem despertado o interesse nesse fruto devido ao potencial efeito benéfico dessas substâncias para a saúde humana. Entretanto, esse potencial antioxidante e outras propriedades podem variar entre as

diferentes espécies, origens e estágios de maturação da pitiaia (MAHATTANATAWEE *et al.*, 2006

Com o aumento do consumo das pitaias torna-se relevante investigar o poder nutricional e o alto potencial antioxidante da fruta bem como caracterizá-la avaliando os fatores que podem trazer benefícios para a saúde humana.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo determinar parâmetros físico-químicos da polpa (com as sementes) da fruta pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) e avaliar a atividade antioxidante do extrato alcoólico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar o estudo da composição centesimal da polpa da pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus*).
- A partir do extrato alcoólico da polpa da fruta *Selenicereus megalanthus*:
 - ✓ Avaliar a atividade antioxidante por meio do ensaio de redução do radical 2,2- difenil- 1- picrilidrazila (DPPH) e 2,2-azinobis (3- etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS);
 - ✓ Determinar o teor de fenólicos totais utilizando o método de Folin-Ciocalteu.
- Avaliar e comparar os resultados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FAMÍLIA CACTACEAE (*Hylocereus* e *Selenicereus*)

A família cactaceae compreende entre 120 a 200 gêneros e consiste em 1500 a 2000 espécies encontradas especialmente em regiões semidesérticas e regiões quentes da América Latina (ARRUDA; MELO-DE-PINHA; ALVES, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As plantas pertencentes à família cactaceae se caracterizam, geralmente pela presença de aréolas com pêlos e espinhos, caule suculento (cladódio – órgão tipo caule) casca verde e ausência de folhas copadas (FAO, 2001). Segundo pesquisas, os frutos das variações de cactaceae apresentam um alto potencial de antioxidantes naturais, destacando-se a pitaia (*Hylocereus* e *Selenicereus*) e o conhecido figo da Índia (*Opuntia ficus indica*), levando a crer que seu consumo ou de seus produtos pode contribuir com quantidades significativas de antioxidantes na dieta (SAÉNZ *et al.*, 2009). A espécie *Hylocereus undatus* possui a casca vermelha e a sua polpa é de coloração esbranquiçada, já a espécie *Hylocereus polyrhizus* tem a coloração vermelha tanto na casca quanto na sua polpa. E outra, porém não menos importante a espécie *Selenicereus Megalanthus* que possui a casca amarela e sua polpa branca meio translúcida.

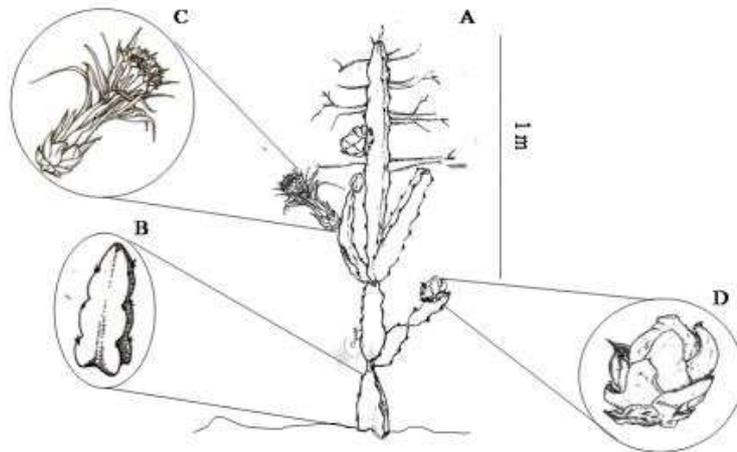
Da família botânica cactaceae, a pitaia pertencente ao gênero *Hylocereus* e *Selenicereus* é disseminada na América Latina e cultivada em todo o mundo. As mais conhecidas são a pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), que possui a casca amarela e a polpa branca; e a pitaia vermelha (*Hylocereus*), cujos frutos são de pele vermelha e de polpa branca ou vermelha, dependendo da espécie (HERBACH *et al.*, 2006 apud Britton e Rose¹, 1963).

Caracterizada por plantas de hábito escandente ou trepador, cresce tanto em árvores quanto em rochas, com raízes aéreas que sustentam as bagas (frutos) e

¹ BRITTON, N. L.; ROSE, J. N.; *The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family*. **Dover publications**, New York, USA. v. 1, p. 183-212, 1963.

glabras de grande tamanho como na Figura 1, sendo considerada uma xerofilia (PAULA; RIBEIRO, 2004; SOCHA, 2009).

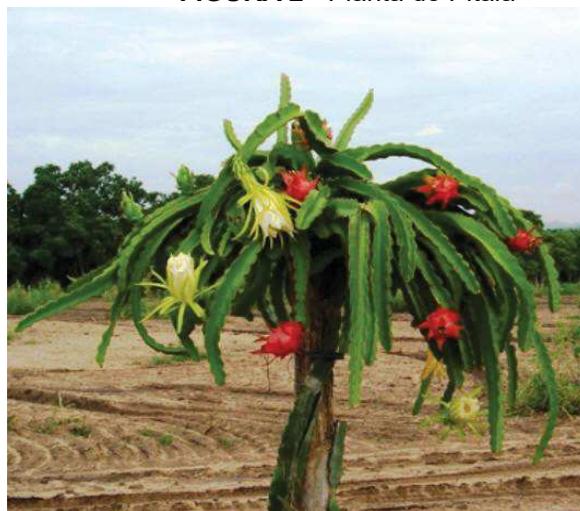
FIGURA 1 - A - Planta de Pitaia (hábito de crescimento); B - Cladódio; C – Flor; D – Fruto.



Fonte: MARQUES, 2007.

O grupo taxonômico *Hylocereus* é diplóide; como na maioria dos cactos, apresenta caule grosso e segmentado - cladódio, esverdeado e com função fotossintetizante, desprovido de folhas verdadeiras, mas providos de folhas modificadas, os espinhos conforme a Figura 2 (PAULA; RIBEIRO, 2004; SOCHA, 2009).

FIGURA 2 - Planta de Pitaia



Fonte: ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012.

2.1.1 Reprodução

A propagação *Selenicereus* pode ser através de semente ou vegetativo, mas o último é usado com mais frequência. A propagação vegetativa é feita por estacas ou frações de colmos, enxertos e *in vitro* (meristemas ou óvulos) (JEONG, 2007). O gênero *Selenicereus* pode ser plantado a céu aberto em regiões tropicais (BARBEAU, 1990), em climas mais secos e quentes (RAVEH *et al.*, 1998; CAVALCANTE *et al.*, 2011).

As flores são completas, andróginas, solitárias, de coloração branca, grandes (medem cerca de 20 a 30 cm de largura); exalam uma fragrância forte; crescem diretamente dos cladódios; formam-se na primavera e abrem-se durante a noite. Apresentam numerosos estames com pólen abundante (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; CRANE; BALERDI, 2005).

Para evitar a autopolinização, as flores de *Selenicereus* possuem o estigma mais elevado que as anteras; abrem-se durante a noite e fecham-se nas primeiras horas do dia.

2.2 FRUTA (PITAIA)

A pitáia era conhecida pelo povo Asteca como pitáia, que significa fruto coberto por escamas. O nome é empregado tanto para a planta como para o fruto (ZEE; YEN; NISHIMA, 2004). A pitáia destaca-se no mercado de frutas exóticas ganhando popularidade na Europa e nos Estados Unidos (ZEE; YEN; NISHINA, 2004; JUNQUEIRA *et al.*, 2010) e seu cultivo tem se mostrado promissor do ponto de vista agrônômico e econômico (ORTIZ; LIVEIRA, 1995). Os países europeus, Estados Unidos e Japão são os principais mercados importadores da pitáia fresca e congelada (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003).

A pitáia é uma fruta rústica, que vem sendo procurada não apenas pelo exotismo de sua aparência, como também por suas características sensoriais (LE BELLEC *et al.*, 2006). Sua polpa é rica em fibras com excelente qualidade digestiva e de baixo teor calórico (LIMA *et al.*, 2013). Sendo possível aproveitar todas as suas

partes: casca, polpa e sementes. Devido ao seu sabor doce e suave, aliado às suas propriedades nutricionais e funcionais, a pitaiá tem despertado o interesse nos produtores e na indústria de alimentos devido ao seu bom valor de mercado (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

O fruto é do tipo baga, globoso ou subgloboso, mede de 10 a 20 cm de diâmetro, com pele de coloração vermelha de polpa branca ou vermelha, coberto com brácteas (escamas), é uma fruta nutritiva e sua polpa constitui cerca de 70 a 80% do fruto (LORENZI *et al.*, 2006).

As sementes medem aproximadamente três milímetros de diâmetro e são muito numerosas, de coloração escura e encontram-se distribuídas em toda a polpa (LE BELLEC *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2007; CRANE; BALERDI, 2005). O fruto tem sabor adocicado, um pouco ácido, de aroma suave e fragrância delicada.

Quanto à pós-colheita, a pitaiá é um fruto tropical que sob condições de ambiente se deteriora com relativa facilidade e por consequência a vida útil pós-colheita é curta, aproximadamente 6 a 8 dias sob condições naturais (MIZRAHI; NERD, 1999).

A maioria da pitaiás é consumida ao natural, mais a polpa, congelada pode ser utilizada para fazer sorvetes, iogurtes, geleias, compotas, sucos, doces e bolos (CRANE; BALERDI, 2005).

Em testes com animais, foi observado que a aplicação tópica de extrato aquoso das flores e cladódios tem ação cicatrizante. Acredita-se que aumenta a síntese de colágeno nas células, diminuindo o tempo de epitelização e cicatrização da pele (PRIOR, 2003).

As sementes de pitaiá contêm um óleo que é um suave laxante (CRANE; BALERDI, 2005) e reduzem os níveis de colesterol total e LDL (lipoproteína de baixa densidade) em humanos, por inibir a absorção do colesterol no intestino. O óleo de sementes de pitaiá tem nível elevado de lipídios funcionais e pode ser utilizado como uma nova fonte de óleo essencial (JUNQUEIRA *et al.*, 2010).

As mesmas também são ricas em ácido linolênico, comparativamente, mais que em linhaça e canola. Este ácido é responsável por melhorar o aspecto de aspereza na pele, mantendo-a lisa e úmida (ARIFFIN *et al.*, 2009).

Na polpa e na casca dos frutos da espécie *Hylocereus* e *Selenicereus* podem ser encontradas as betalaínas são pigmentos nitrogenados de 13 famílias dentro do reino das plantas. São constituídas por dois subgrupos, as betaxantinas

amarelo-alaranjada e as betacianinas vermelho-violeta que são pigmentos vegetais avermelhados também presentes na beterraba, que atuam na proteção das células contra agentes cancerígenos e são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana (STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2003).

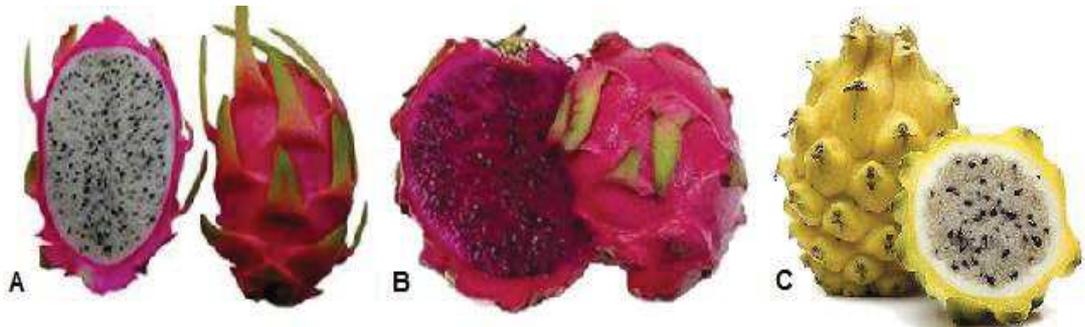
A espécie *Selenicereus* é uma variação da pitiaia que tem a sua casca amarela e a sua polpa é branca translúcida na mesma contém glicose, frutose e oligossacarídeos de vários pesos moleculares (WICHENCHOT *et al.*, 2010).

Além da fruta pitiaia que é consumida, jovens hastes e botões de flores das espécies *Hylocereus undatus* são comidos como legumes (CASTILLO *et al.*, 2005; JUÁREZ-CRUZ *et al.*, 2012), enquanto secas são também utilizadas em alguns lugares para medicina caseira (ORTIZ-HERMÁNDEZ, 1999).

A *Hylocereus polyrhizus* é outra variação da espécie *Hylocereus*, a fruta possui a coloração avermelhada tanto na casca quanto em sua polpa. Têm propriedades nutricionais em sua polpa que é rica em fibras, vitamina C e minerais, que conferem valores elevados de antioxidantes. Secas podem conter alto teor de proteína, gordura, fibras, cinzas e antioxidantes (REBECCA *et al.*, 2010; TZE *et al.*, 2012). A Figura 3 mostra a diferença das três espécies da pitiaia.

Estudos demonstraram que extratos de polifenóis da fruta têm propriedades antioxidantes. Oligossacarídeos de *Selenicereus* tem características de pré-bióticos, resistência ao ácido nas condições no estômago, e resistência parcial a enzima humana α -amilase (WICHENCHOT *et al.*, 2010). A partir da polpa e da casca corantes naturais e pectina podem ser extraído utilizando métodos caseiros, artesanais ou tecnologias industriais (ESQUIVEL, 2007).

FIGURA 3 - A - Pitiaia (*Hylocereus Undatus*); B – Pitiaia (*Hylocereus Polyrhizus*); C – Pitiaia (*Selenicereus Megalanthus*).



Fonte: SOUZA, 2012.

2.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal, ou a também chamada análise aproximativa ou composição química de um alimento exprime, de forma básica, a proporção em que aparecem em 100 g da porção comestível do produto, grupos homogêneos de substâncias que o constituem. Determinam, de forma grosseira, o seu valor nutritivo ou seu valor calórico. Essa composição é conhecida por meio de análises químicas de determinação de: umidade ou voláteis a 105°C; cinzas ou resíduo mineral fixo; lipídios, gorduras; proteínas totais ou substâncias nitrogenadas); fibras totais; carboidratos (MORETTO, *et al.*, 2002).

Para a população consumir equilibradamente os nutrientes de acordo com a IDR (Ingestão Diária Recomendada), são necessários dados sobre composições de alimentos. Essas composições são importantes para inúmeras atividades, como para avaliar o suprimento e o consumo alimentar de um país, verificar a adequação nutricional da dieta de indivíduos e de populações, avaliar o estado nutricional, desenvolver pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, em planejamento agropecuário, na indústria de alimentos, além de outras (TORRES, *et al.*, 2000).

Frutas e vegetais são exemplos de importantes fontes de elementos essenciais. Os minerais desempenham uma função vital no peculiar desenvolvimento e boa saúde do corpo humano e as frutas são consideradas as principais fontes de minerais necessários na dieta humana (HARDISSON, 2001).

2.3.1 Determinação da umidade

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos, pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição podendo afetar aspectos relacionados à estocagem, embalagem do produto e até mesmo o processamento. Essa análise é importante por refletir o teor de sólidos e o teor de água total contida em um alimento sem, entretanto, fornecer informações de como essa água está distribuída no alimento.

Umidade, considerando a análise por secagem, é a fração que engloba todos os constituintes voláteis à temperatura de 100 – 105°C sendo que a porcentagem de umidade do alimento (%U) relaciona-se com a quantidade de água disponível nele existente, pois, na realidade, não é somente a água que é removida, mas outras substâncias que se volatilizam nessas condições (MORETTO, *et al.*, 2002).

2.3.2 Determinação das cinzas

Em alimentos, cinzas se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. Geralmente, a cinza contém cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, cloreto, sódio e outros componentes minerais. Alto teor de cinza indica a presença de adulterantes e também é recomendável determinar os componentes insolúveis em ácido clorídrico. A temperatura de incineração pode variar de 400 – 700°C, mas a mais utilizada é 500°C (MORETTO, *et al.*, 2002).

2.3.3 Técnica de quantificação de proteínas pelo método Kjeldahl

A determinação de proteínas baseia-se na determinação de nitrogênio orgânico total, feita pelo processo de digestão Kjeldahl. Este método, idealizado em 1883, tem sofrido numerosas modificações e adaptações, porém sempre se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. A matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é finalmente transformado em amônia. Sendo o conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, utilizou-se o fator empírico 6,25 para transformar o número de g de nitrogênio encontrado em número de g de proteínas, segundo o método do manual do Adolf Lutz (IAL, 2008).

2.3.4 Técnica de quantificação de lipídios pelo método Bligh-Dyer

O método Bligh-Dyer utiliza a mistura de três solventes, clorofórmio-metanol-água. A amostra é misturada com o metanol e clorofórmio que estão numa proporção que formam uma só fase com a amostra. Adiciona-se então mais clorofórmio e água promovendo a formação de duas fases distintas, uma de clorofórmio, contendo lipídios, e outra de metanol mais água, contendo substâncias não lipídicas. A fase do clorofórmio com a gordura é isolada e, após a evaporação do clorofórmio, obtém-se a quantidade de gordura por pesagem (PARK, ANTONIO, 2006).

O resíduo obtido não é constituído unicamente por lipídios, mas por todos os compostos que, nas condições da determinação, possam ser extraídos pelo solvente. Estes conjuntos incluem os ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, as lecitinas, as ceras, os carotenoides, a clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminam A e D, óleos essenciais etc., mas em quantidades relativamente pequenas, que não chegam a representar uma diferença significativa na determinação. Nos produtos em que estas concentrações se tornam maiores, a determinação terá a denominação mais adequada de extrato etéreo (IAL, 2008).

O método tem uma série de vantagens em relação à extração a quente: Extraem todas as classes de lipídios, inclusive os polares que representam um alto teor em produtos de trigo e soja e são importantes para avaliações dietéticas. Os lipídios são extraídos sem aquecimento e os extratos podem ser utilizados para avaliação de deterioração dos lipídios, o método pode ser utilizado em produtos com altos teores de umidade, além dos produtos seco (CECCHI, 1999).

2.3.5 Determinação de Fibra Bruta

Fibra dietética, antigamente chamada de fibra bruta, inclui teoricamente, materiais que não são digeríveis pelo organismo humano e animal. São insolúveis em ácido e base diluídos em condições específicas. A fibra bruta não tem valor nutritivo, mas fornece a ferramenta necessária para os movimentos peristálticos do intestino (CECCHI, 2003, DAMODARAN, 2010). A fibra dietética é nutricionalmente importante, pois mantém o funcionamento normal do trato gastrointestinal. Sua

presença nos alimentos induz à saciedade no momento das refeições. Há estudos que indicam que a fibra solúvel reduz os níveis sanguíneos de colesterol e também as chances de câncer de colón (DAMODARAN, 2010).

A determinação da quantidade de fibra presente em um alimento pode ser realizada utilizando diferentes metodologias. A metodologia utilizada para a determinação da fibra bruta foi segundo o método da AOAC (Método BA 6A-05, 2009), A concentração de fibra bruta é determinada pelo sistema de análise proximal ou Weende, padronizado por Hennerberg e Stohmann. A fibra Bruta é obtida através da digestão ácida e alcalina da amostra seca e desengordurada durante 30 minutos em cada digestão. O resíduo orgânico é recebido em cadinho de porcelana. Calcula-se então a fibra bruta pela diferença de peso do cadinho antes e após a queima do resíduo em mufla.

2.3.6 Determinação de Carboidratos

Os carboidratos fornecem a maior parte da energia necessária para manutenção das atividades das pessoas. A ingestão diária recomendada de carboidratos é de 50% a 60% do valor calórico total. Eles são encontrados nos amidos e açúcares e, com exceção da lactose do leite e do glicogênio do tecido animais são de origem vegetal (FRANCISCO, 2008).

Os carboidratos são classificados em simples e complexos. Glicose, frutose, sacarose e lactose são os carboidratos simples mais encontrados nos alimentos, estando o amido entre os complexos. Os carboidratos simples são formados por açúcares simples ou por um par deles; sua estrutura química faz com que possam ser facilmente digeridos e mais rapidamente absorvidos (FRANCISCO, 2008).

Nos seres humanos, o metabolismo da glicose é a principal forma de suprimento energético. A partir da glicose, uma série de intermediários metabólicos pode ser suprida, como esqueletos carbônicos de aminoácidos, nucleotídeos, ácidos graxos etc. Além do suprimento energético, os carboidratos atuam como elementos estruturais da parede celular e como sinalizadores no organismo (FRANCISCO, 2008).

2.4 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes podem ser definidos como moléculas capazes de prevenir ou retardar a oxidação (perda de um ou mais elétrons) de outras moléculas, geralmente substratos biológicos como lipídeos, proteínas ou ácidos nucleicos. A oxidação destes substratos pode acontecer através de duas espécies reativas: os radicais livres e aqueles, sem radicais livres, cuja reatividade é suficiente para induzir o processo oxidativo sobre o substrato (PEREZ, AGUILAR, 2013).

Segundo Pérez e Aguilar (2013), os antioxidantes são classificados de acordo com as suas características bioquímicas, suas funções e o local onde desenvolvem suas atividades. Sendo três tipos de antioxidantes:

1. Primário: Previne a formação de novos radicais livres, convertendo-os em moléculas menos danosas antes que possam reagir ou prevenir a formação de radicais livres de outras moléculas, por exemplo, proteínas que se ligam a metais (ferritina, transferrina e ceruloplasmina) limitam a disponibilidade de ferro necessário para formar o radical OH.

2. Secundário: Capturam radicais livres, prevenindo reações em cadeia (vitamina E ou α -tocoferol, vitamina C ou ácido ascórbico, β -caroteno, ácido úrico, bilirrubina, albumina, ubiquinol-10, metionina).

3. Terciário: Repararam os danos das biomoléculas causados por radicais livres.

Desta maneira, os antioxidantes também podem ser classificados em dois grandes grupos, em função de sua solubilidade em água (hidrofílicos) ou lipídios (hidrofóbicos). Antioxidantes solúveis em água reagem com os oxidantes presentes no citoplasma da célula e no plasma do sangue, enquanto os lipossolúveis protegem as membranas das células contra a peroxidação lipídica (PEREZ, AGUILAR, 2013).

Segundo Devasagaya *et al.* (2004), os organismos possuem uma complexa rede de metabólitos antioxidantes e enzimas que trabalham juntas para prevenir o dano oxidativo sobre os componentes das células, como o DNA, proteínas e lipídios.

Geralmente, os antioxidantes previnem que estas espécies reativas sejam formadas ou são removidas antes que possam causar danos sobre componentes vitais das células. Danos celulares causados por oxidantes são resultados das reações químicas em cadeia devido a processos como peroxidação de lipídeos,

oxidação do DNA ou danos sobre as proteínas, que podem causar mutações e possivelmente câncer se não revertido por meio de mecanismos de reparo do DNA, enquanto os danos sobre as proteínas causarão a inibição das enzimas, desnaturação e, conseqüentemente, a degradação das proteínas (DEVASAGAYA; TILAK; BOLOOR, 2004).

De acordo com Rahman *et al.* (2008), os sistemas de defesa dos organismos são dotados de antioxidantes endógenos (catalase, superóxido, dismutase, glutathioninaperoxidase/ redutase) e exógenos (vitamina C, E, β -caroteno) contra as reações dos radicais livres. Entretanto, a geração de radicais, além da capacidade antioxidante, leva ao estresse oxidativo, implicando em diversas condições patológicas, tais como a peroxidação de lipídios, oxidação de proteínas, danos no DNA e degeneração celular relacionado às doenças cardiovasculares, diabetes, doenças inflamatórias, câncer e o Mal de Parkinson (BARREIROS *et al.*, 2006).

Em função destes resultados, atenção tem sido dada quanto ao uso de antioxidantes, especialmente antioxidantes naturais para inibir e proteger dos danos causados pelos radicais livres e espécies oxigenadas reativas (RAHMAN *et al.*, 2008). Os antioxidantes provenientes de plantas e frutas são alternativas preferidas, em detrimento aos sintéticos, devido à segurança destes e ao melhor acesso. Estudos epidemiológicos mostram que o consumo de vegetais e frutas pode proteger o organismo humano contra danos oxidativos através da inibição ou eliminação dos radicais livres e espécies oxigenadas reativas com (HAMZAH *et al.*, 2013).

Muitas plantas, incluindo frutas e vegetais, são reconhecidas como fontes naturais de antioxidantes que podem proteger contra o estresse oxidativo e, portanto, desempenham papel importante na prevenção das doenças que possuem a etiologia e patofisiologia em espécies reativas (DRAGLAND *et al.*, 2003).

Ao lado das vitaminas antioxidantes, há os compostos fenólicos, metabólitos secundários das plantas que podem ser subdivididos em muitos grupos de acordo com suas estruturas moleculares. Embora tradicionalmente sejam considerados antioxidantes, os compostos fenólicos também apresentam propriedades antimicrobianas, antivirais e anti-inflamatórias (IGNAT; VOLFF; POPA, 2011) e vêm recebendo merecida atenção devido aos efeitos benéficos para a saúde.

2.4.1 Métodos de avaliação da Atividade Antioxidantes Totais

Devido à complexidade da composição desses alimentos, a separação e o estudo individual de cada substância antioxidante são praticamente inviáveis, além de custosos. Por isso, espera-se dos pesquisadores que venham a ter métodos rápidos para a determinação da eficiência dos antioxidantes para a saúde humana.

Sendo assim, o trabalho irá discorrer sobre os métodos DPPH e ABTS, que são comumente utilizados na avaliação do potencial antioxidante e redutor, principalmente de fontes naturais.

Ambos apresentam boa estabilidade em certas condições de análise, mas também mostram diferenças importantes frente aos antioxidantes e quanto à manipulação. O DPPH é um radical livre que é adquirido dessa forma, sem a necessidade de preparo, somente necessitando de diluição; já o radical ABTS^{•+}, deve ser gerado por reações enzimáticas ou químicas. Outra diferença é que o ABTS pode ser solubilizado em meios orgânicos e aquosos nos quais a atividade antioxidante pode ser determinada, dependendo da natureza dos compostos antioxidantes, enquanto que o DPPH somente pode ser solubilizado em meios orgânicos, especificamente alcoólicos (ARNAO, 2000).

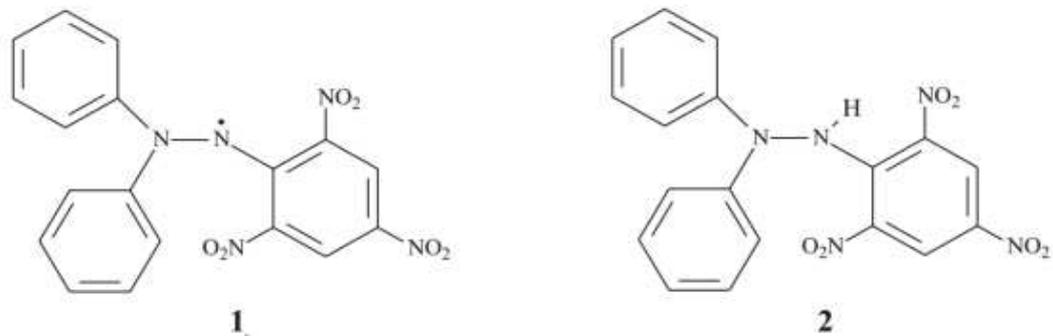
2.4.1.1 Metodologia DPPH - 2,2- difenil- 1- picrilidrazila

A molécula de DPPH é caracterizada como um radical livre estável em virtude da deslocalização do elétron desemparelhado por toda a molécula. Esta deslocalização confere a esta molécula uma coloração violeta, caracterizada por uma banda de absorção em etanol com cerca de 517 nm. Este ensaio se baseia na medida da capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical DPPH, reduzindo-o à hidrazina. Quando uma determinada substância que age como doador de átomos de hidrogênio é adicionado a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com mudança simultânea na coloração de violeta a amarelo pálido (ALVES *et al*, 2010). O método é influenciado pelo solvente e pelo pH das

reações; o método é considerado fácil e útil para análise de substâncias puras e amostras complexas (GOULART *et al.*, 2009).

Esse método tem como princípio a verificação da capacidade do possível antioxidante estudado de reduzir o radical DPPH, representado na Figura 4, reduzindo-o a hidrazina. A redução da absorvância obtida no comprimento de onda de 517 nm mostra que a substância adicionada agiu como doadora de átomos de hidrogênio para o radical, e que levou a uma consequente mudança de coloração de violeta para amarelo pálido (ALVES *et al.*, 2010).

Figura 4 - Forma radicalar (1) e não-radicalar (2) do 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH).

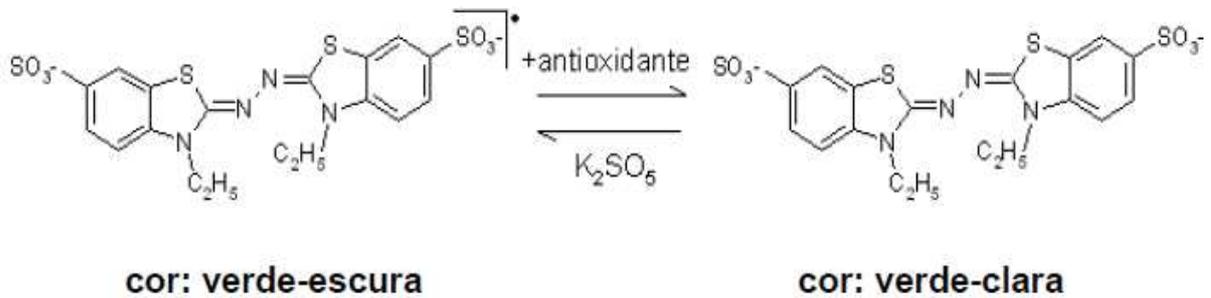


Fonte: ALVES *et al.*, 2010.

2.4.1.2 Metodologia ABTS - 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico)

O método baseia-se na geração do $ABTS^{\bullet+}$, de cor azul esverdeado, por meio da reação do ABTS com persulfato de potássio que possui absorção máxima em 734 nm. Com a adição de um antioxidante ocorre a redução do radical $ABTS^{\bullet+}$, a ABTS promovendo a perda da coloração do meio reacional, como é observado na Figura 5. Com a extensão da perda de cor, a porcentagem de inibição do $ABTS^{\bullet+}$ é determinada em função do Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico), um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante. O método é aplicável ao estudo de antioxidantes hidrossolúveis e lipossolúveis, compostos puros e extratos vegetais (RE *et al.*, 1999).

Figura 5: Estabilização do radical ABTS^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.



Fonte: RUFINO *et al.* (2007)

O método ABTS^{•+} é simples e pode ser avaliado em diferentes faixas de pH, o que torna essa metodologia importante para conhecimento do efeito do pH em mecanismos oxidantes. Porém, esse método tem a limitação de não ser um representante das biomoléculas e nem mesmo ser encontrado em nenhum sistema biológico. Destaca-se, ainda, que termodinamicamente, qualquer componente que apresente um potencial redutor menor que este radical pode reagir com o mesmo (MAGALHÃES *et al.*, 2008).

2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS

Para Nass (2007), os vegetais possuem dois tipos de metabólitos: primários e secundários. Os metabólitos primários são responsáveis pela sobrevivência do vegetal, exercendo função ativa nos processos de fotossíntese, respiração e fixação de nutrientes, ao passo que os metabólitos secundários estão relacionados com as estratégias de defesa das plantas. Os principais metabólitos secundários estão classificados em três grupos de acordo com sua rota biossintética: terpenos, compostos fenólicos e compostos contendo nitrogênio (TAYZ; ZEIGER, 2004).

Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência. Na maioria dos vegetais e frutas, os compostos fenólicos constituem os

antioxidantes mais abundantes (EVERETTE *et al.*, 2010). Entretanto, quando em concentração muito elevada ou em composição inadequada, estes compostos podem conferir características indesejáveis, como o escurecimento enzimático de frutas e a interação com proteínas, carboidratos e minerais (IMEH; KHOKHAR 2002).

Os compostos fenólicos (CF) são substâncias amplamente distribuídas na natureza, sendo que mais de 8000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas. Esse complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que conferem a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário. Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também devido a seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de ingredientes do alimento, principalmente de lipídios (SILVA *et al.*, 2010).

Os compostos fenólicos podem ser classificados de diversas maneiras, pois são constituídos em um grande número de estruturas heterogêneas que variam de uma simples molécula até compostos altamente polimerizados (GIADA, 2013).

Do ponto de vista nutricional, podem ser classificados em: solúvel (fenóis simples, flavonóides e taninos de baixo e médio peso molecular não ligado aos componentes das membranas) e insolúvel (taninos condensados, ácidos fenólicos entre outros componentes fenólicos de baixo peso molecular, ligados aos polissacarídeos da parede celular ou em proteínas que formam complexos estáveis insolúveis) (SANCHÉZ-MORENO, 2002)

Os flavonóides podem prevenir processos de estresse oxidativo, que causam a morte celular como a degeneração de neurônios e membranas celulares (Mal de Parkinson e Alzheimer) e de câncer, em função dos danos causados às moléculas de DNA pelos radicais livres (DÔRES, 2007). O grupo dos flavonóides é também conhecido como polifenólicos e geralmente ocorrem em plantas na forma de glucosídios, sendo uma das substâncias responsáveis pela atribuição do perfil sensorial de frutas, atribuindo-lhes o corpo característico. Mais de 6.000 diferentes estruturas já foram identificadas e este número continua a aumentar (AHERNE; O'BRIEN, 2002; BOBBIO, 1989; CORDENUNSI *et al.*, 2002; SLUIS *et al.*, 2001).

As frutas, principalmente as que apresentam a coloração vermelha/azul, são as mais importantes fontes de compostos fenólicos em dietas alimentares.

Especialmente os derivados do ácido hidroxibenzóico e do ácido hidroxicinâmico, dentre estes se cita: as antocianinas, os flavonóis, as catequinas e os taninos (hidrolisados ou condensados), nas quais estão frequentemente presentes. Muitos destes compostos apresentam uma grande gama de efeitos biológicos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora. Estes compostos fenólicos apresentam diversas funções de defesa para as plantas, não somente contra agentes do meio ambiente (luz, temperatura e umidade), mas para fatores internos incluindo diferenças genéticas, nutrientes, hormônios, que contribuem para a sua síntese (AHERNE; O'BRIEN, 2002; BURNS *et al.*, 2001; KÄHKÖNEN, HOPIA; HEINONEN, 2001; SELLAPAN; AKOH; KREWER, 2002; SLUIS *et al.*, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

Os CF também são potentes antioxidantes, podendo agir como redutores de oxigênio singleto, atuando nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelatação de metais. Compostos antioxidantes estão naturalmente presentes em frutas, sendo que algumas apresentam altas concentrações de determinados grupos (ALMEIDA *et al.*, 2006). CF de fontes vegetais podem ser divididos em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides (MELO; GUERRA, 2002).

Segundo Giada (2013), os compostos fenólicos naturais têm recebido grande interesse, uma vez que grandes quantidades destes podem ser encontradas em plantas. O consumo de vegetais e bebidas, com elevadas concentrações de compostos fenólicos, pode reduzir o risco de desenvolver várias doenças, devido ao poder antioxidante destes alimentos, e entre outros fatores.

Em alguns casos, estes compostos podem ser utilizados com propósitos terapêuticos devido as suas propriedades farmacológicas (PERCIVAL, 1998), por exemplo, muitos compostos fenólicos de baixo peso molecular, como o timol, são utilizados na medicina como anticéptico devido a sua toxicidade (GIADA, 2013).

2.5.1 Análise dos compostos fenólicos

Os métodos de análise empregados para a quantificação dos compostos fenólicos podem ser divididos em análises espectrofotométricas e análises cromatográficas. A primeira se baseia em diversos princípios e pode ser utilizada

para a quantificação de diversos grupos estruturais. O reagente Folin-Denis, bastante utilizado na determinação de fenólicos totais em vegetais, foi um dos primeiros a ser utilizado para esta finalidade (SINGLETON; ROSSI, 1999).

O reagente Folin-Denis foi modificado ao longo do tempo, resultando no reagente Folin-Ciocalteu, uma das técnicas mais utilizadas para a quantificação dos compostos fenólicos (SOUSA et al., 2007).

Segundo Matysik e Wójciak-Kosior (2005), várias técnicas podem ser empregadas para o controle da qualidade dos compostos fenólicos de uma planta, tais como a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatografia gasosa (CG) e espectrometria de massas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Equipamentos e Software

Para as análises foram utilizados os seguintes equipamentos e softwares no decorrer do trabalho: Balança Welmy BCW 6/15/3; Estufa de secagem com ventilação SOLAB. Modelo SL.102/125; Processador Britânia;; Agitadora orbital Marconi; Forno Mufla JUNG. Modelo 212; Espectrofotômetro Modelo IL-0082 100. Marca Kasuaki; Destilador de nitrogênio TECNAL TE-0363; Pacote Office - Microsoft Excel 2016 e Pacote Office - Microsoft Word 2016.

3.2 PROCEDIMENTOS

As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo (UTFPR). As amostras foram adquiridas na cidade Curitiba-PR no mês de agosto de 2017, as mesmas foram devidamente congeladas embaladas e mantidas resfriadas para o envio até a cidade de Toledo-PR, onde foram utilizadas para as respectivas análises.

3.2.1 Amostragem

As pitaias estavam no mesmo estágio de maturação. Com a finalidade de retirar sujidades e reduzir a contaminação microbológica dos frutos, foi realizada a lavagem e sanitização dos mesmos com solução de cloro ativo 150 mg L⁻¹. As frutas foram cortadas ao meio (Figura 6) e separadas em casca e polpa. A polpa juntamente com as sementes, foi colocada em um processador industrial por 10 minutos para uma total homogeneização, após armazenada em sacos plásticos e

congelada a -18°C até o momento da análise, sendo descongelado apenas o necessário.

Figura 6 - Fruta pitaia inteira e cortada ao meio



Fonte: Autoria própria.

3.2.2 Preparação dos extratos

Os extratos da fruta *in natura* foram obtidos a partir de 4,0 g de amostra previamente processadas. Com os processados em temperatura ambiente, foram pesados aproximadamente 4,0 g de amostra em um erlenmeyer seco e limpo de 50 mL.

Na sequência adicionou-se 20 mL de etanol absoluto e homogeneizou-se manualmente por aproximadamente 1 minuto. Após esta etapa, a solução foi levada em agitação durante 60 minutos em agitadora orbital ao abrigo da luz. Após as amostras foram filtradas a vácuo com papel filtro quantitativo e avolumadas em balões volumétricos de 50 mL com água destilada. O filtrado foi acondicionado em frasco âmbar e refrigerado para as posteriores análises.

A partir do desse extrato obtido, foram então preparadas as seguintes diluições (Tabela 1), em etanol, para as amostras:

Tabela 1 – Diluições do extrato da amostra

Amostras	Volume pipetado (mL)	Balão Volumétrico	Concentração final (mg mL ⁻¹)
1	0,780	25,00	2,5
2	1,250	10,00	10,0
3	3,125	10,00	25,0
4	5,000	10,00	40,0
5	6,250	10,00	50,0

Essas diluições foram utilizadas nas análises de antioxidantes para as duas metodologias utilizadas (ABTS e DDPH) e também para análise de compostos fenólicos totais.

3.2.3 Determinações da composição centesimal

A composição centesimal foi realizada conforme as metodologias descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e todas as análises foram realizadas na polpa em triplicata, com exceção da análise de lipídios que foi realizada em duplicata.

3.2.4 Determinação da umidade - Método por estufa

Foram pesadas, em balança analítica ($\pm 0,1$ mg), aproximadamente 5g de amostra, em cadinhos de porcelana limpos e secos em estufa a 105°C por uma hora, sendo levadas a estufa e mantidos a 105° C por 4 horas. Em seguida, os cadinhos foram transferidos para um dessecador e resfriados por aproximadamente 25 minutos. Estas operações de aquecimento e resfriamento se repetiram até peso constante. O cálculo da porcentagem de umidade foi realizado pela seguinte Equação 1:

$$\% \text{ UMIDADE} = \frac{(PCad+Amostra (g) - PCad - A.Sec) \times 100}{P.AT (g)} \quad (1)$$

Onde:

PCad = Peso do Cadinho

A.Sec = Amostra Seca

P.AT = Peso da Amostra Total Inicial

3.2.5 Determinação de cinzas

Para um melhor aproveitamento das amostras, foram utilizadas as amostras usadas na determinação de umidade, como já se encontravam previamente secas, não sendo necessária a carbonização das amostras inicial em bico de Bunsen. Com isso foi determinado o peso inicial das amostras nos respectivos cadinhos e logo depois colocadas em forno mufla a 150°C sendo aumentada sua temperatura no decorrer das 3 horas e meia com uma temperatura final de 550°C da total incineração da amostra obtendo cinzas brancas. Os cadinhos foram retirados do forno mufla e colocadas em dessecador por 25 minutos até obter a temperatura ambiente, sendo em seguida determinadas o seu peso final. Para a determinação das cinzas foi realizado o seguinte calculo como mostra a Equação 2.

$$\% \text{ CINZA} = \frac{\text{PESO DA CINZA} \times 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (2)$$

A diferença entre o peso do conjunto (cadinho+ amostra) após a incineração e o peso do cadinho vazio foi à quantidade de cinzas da amostra.

3.2.6 Determinação de Proteína bruta - Técnica de quantificação pelo método de Kjeldahl

Para a determinação de proteínas pesou-se 0,5 g da amostra em papel filtro. Transferiu-se para o tubo de Kjeldahl (papel+amostra). Adicionou-se aproximadamente 1,5 g de mistura digestora (dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, na proporção 0,3:0,3:6(IAL, 2008)) e 20 mL de ácido sulfúrico concentrado. A digestão foi realizada a 400°C no bloco digestor contido dentro da capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material orgânico, aproximadamente 3 horas de digestão. Após esfriar foram adicionados 10 mL de água destilada na amostra.

Na sequência realizou-se a destilação em destilador de nitrogênio com hidróxido de sódio 30% (utilizado o suficiente para neutralizar a amostra). Em um erlenmeyer foi adicionado 30 mL de ácido bórico 2% como solução receptora e 4 gotas da mistura de verde de bromocresol (0,1 g% em álcool) e vermelho de metila (0,1g% em álcool), como indicador. A destilação foi realizada até um volume de 75 mL e apresentar coloração verde claro.

A amostra foi titulada com ácido clorídrico 0,1 mol/L na bureta até que a cor da solução tornou-se rósea.

Para cálculo, tomou-se como referencial que:

1,0 mL de HCl (0,1 N) à 0,0014 g de nitrogênio

Sendo o resultado obtido para 100g de produto seco utilizou-se a Equação 3 para o cálculo:

$$DE\ NITROGÊNIO = \frac{V \times Fc \times 0,0014 \times 100}{P} \% \quad (3)$$

% de proteína= % de nitrogênio *fator de correção (6,25)

Onde:

V = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação

F_c = fator de correção da solução de ácido clorídrico $0,1 \text{ mol}^{-1}$

P = massa da amostra em gramas

$Fator$ = fator de conversão de nitrogênio para proteína 6,25 para frutas (varia conforme o alimento)

3.2.7 Determinação de lipídios pelo método Bligh-Dyer

Para a realização desta análise a amostra além de estar processada, foi macerada em cadinho para a quebra total das sementes. Foram pesadas em cadinho 30 g de amostra e secas em estufa a 105°C por 2 horas, depois retiradas e colocadas no dessecador para posterior determinação da massa. Nas amostras foi adicionado 10 mL de clorofórmio (P.A Biotec), 20 mL de metanol (Biotec) e 8 mL de água destilada e homogeneizadas com bastão de vidro. Após transferiu-se para o funil de separação e agitado a cada 3 minutos lentamente em movimentos circulares para se formar um sistema monofásico com a água. Quando observado a separação do sistema foi adicionado mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio a 1,5%, agitando lentamente por 2 minutos para separar novamente em fases com a solução de clorofórmio e lipídios sendo a fase mais densa e a outra fase contendo metanol, água e os demais constituintes a fase na parte superior. Em um erlenmeyer filtrou-se a camada inferior com auxílio de papel filtro, contendo uma pitada de sulfato de sódio anidro (aproximadamente 1,5 g). O filtrado foi pipetado totalmente em uma placa de petri, levado a estufa a 105°C para a evaporação do excesso de clorofórmio (aproximadamente 15 minutos) sendo retirado e colocado em dessecador por 10 minutos para a posterior determinação da massa, utilizando a Equação 4.

$$\% \text{ DE LIPÍDIOS} = \frac{PL \times F \times 100}{m} \quad (4)$$

Onde:

PL = Peso de Lipídios final

F = Proporção de volume final utilizado para o volume de solvente inicial

m = massa da amostra em gramas inicial

3.2.8 Determinação de Fibra Bruta segundo o método BA 6A-05 da AOAC (2009)

A determinação de fibra bruta da pitaiá foi realizada na Fundetec - Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e como repassado pelo mesmo, às análises foram realizadas em triplicata, segundo o método BA 6A-05 da AOAC (2009), que consiste em digestão ácida (H₂SO₄ 1,25%) com refluxo por 30 min a partir da ebulição, a então lavagem da amostra com água quente até a neutralização da mesma, após a digestão alcalina (NaOH 1,25%) com refluxo por 30 min a partir da ebulição e novamente a lavagem da amostra com água quente até neutralização da mesma. Posteriormente, lavagem da amostra utilizando 5 mL de acetona e 5 mL de álcool etílico, transferindo a amostra do bag de nylon para cadinho de Gooch. Antes de realizar a transferência para os cadinhos, os mesmos foram preparados, identificados conforme a amostra, e forrados com uma camada grossa de lã de vidro no fundo, tratados em mufla a 500°C por 2 h e colocados em dessecador até temperatura ambiente para pesagem. Após a transferência para o cadinho as amostras foram filtradas a vácuo. Na sequência, as amostras foram colocadas em estufa a 105°C permanecendo durante 3 à 4 horas, então pesadas, e colocadas em mufla a 550 °C por 2 h e novamente pesadas, para realizar o cálculo do percentual de fibra bruta (Equação 5).

$$\% \text{ FIBRA BRUTA} = \frac{(A-B) \times 100}{C} \quad (5)$$

Onde:

A = massa do cadinho+resíduo (g)

B = massa do cadinho+cinza (g)

C = massa da amostra (g)

3.2.9 Determinação de Carboidratos

O teor de carboidratos totais foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das médias das porcentagens de umidade, cinzas, fração lipídica e proteínas totais.

Cálculo do percentual de carboidratos:

$\% \text{ Carboidratos (g/100g)} = 100 - (\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{fração lipídica} + \text{proteínas totais} + \text{fibras}).$

3.3 PROCEDIMENTOS DAS METODOLOGIAS DE ANTIOXIDANTES

3.3.1 Determinação de atividade antioxidante pela metodologia DPPH

Para a determinação da atividade antioxidante foi utilizado o método do DPPH, segundo Choi *et al.* (2002). Os extratos foram avaliados em diferentes concentrações e cada concentração realizada em triplicata. Primeiramente procedeu-se o preparo da curva de calibração a partir da solução estoque. Pesou-se 25 mg de padrão de Trolox (Sigma Aldrich) e dilui em balão volumétrico de 50 mL com etanol ([trolox] = 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Após homogeneização seguiu com as diluições nas concentrações de 25, 125, 250, 350, 450 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Tabela 3 – Diluição do padrão de Trolox

Amostras	Alíquota da solução estoque (mL)	Balão Volumétrico (mL)	Concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
1	0	10	0
2	0,05	10	25
3	0,25	10	125
4	0,50	10	250
5	0,70	10	350
6	0,90	10	450
7	1,00	10	500

Posteriormente pipetou-se 30 μL de cada concentração de padrão para tubos de ensaio, adicionando 2,0 mL de solução de DPPH (0,06 mM) mantendo as soluções ao abrigo da luz por 60 minutos, sendo realizada a leitura em 517 nm. Foram feitas as leituras em triplicatas para cada concentração.

Para a reação 0,5 mL de cada concentração de amostra foram adicionadas a 2,0 mL da solução de DPPH (0,06 mM) (Sigma Aldrich). A mistura foi mantida à temperatura ambiente por uma hora ao abrigo da luz, obtendo assim soluções de cada amostra com concentrações de 0,5/ 2,0/ 5,0/ 8,0/ 10,0, respectivamente em mg mL^{-1} . Então foram realizadas as leituras das absorvâncias a 517 nm, onde o radical DPPH apresenta o máximo de absorção. Para o controle negativo foi utilizado 1 mL da solução de DPPH (0,06 mM) com 2,5 mL de etanol. Para o branco foi utilizado somente o etanol, realizando a leitura em triplicata para cada concentração de amostra. Como referência será utilizada o Trolox, um antioxidante sintético. Os resultados da atividade antioxidante serão expressos em $\mu\text{M Trolox grama}^{-1}$ da amostra.

3.3.2 Determinação de atividade antioxidante pela metodologia ABTS

A atividade antioxidante pelo método do radical $\text{ABTS}^{\circ+}$ será realizada conforme metodologia descrita pela RUFINO *et al.* (2007). O radical $\text{ABTS}^{\circ+}$ foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS 7 mM (Sigma Aldrich) com 88 μL da solução de persulfato de potássio 140 mM. a mistura ficou no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, diluiu-se 1 mL (aproximadamente 1:30) desta mistura em álcool etílico até obter uma absorvância de $0,70 \text{ nm} \pm 0,05 \text{ nm}$ a 734 nm. Preparado e usado apenas no dia da análise.

A partir da solução padrão de trolox ($500 \mu\text{g mL}^{-1}$), preparou-se, em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando a concentração de $12,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ a $350 \mu\text{g mL}^{-1}$, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Concentração das soluções para curva padrão ABTS

Amostras	Alíquota do padrão trolox (mL)	Balão Volumétrico (mL)	Concentrações finais de Trolox (μM)
1	0,25	10	50
2	0,50	10	100
3	2,50	10	500
4	5,00	10	1000
5	7,00	10	1400

Para a determinação da curva de calibração, em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30 μL de cada solução de trolox em tubos de ensaio, misturando com 3,0 mL da solução do radical ABTS^{•+} e homogeneizado manualmente. Realizando a leitura (734 nm) após 6 minutos e utilizando álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro.

Para as amostras seguiu-se o mesmo procedimento substituindo o trolox pelas respectivas concentrações das amostras 0,5/2,0/5,0/8,0/10,0, respectivamente em mg mL^{-1} . Tanto a curva quanto as amostras foram feitas as leituras em triplicadas para cada concentração.

Como referência utilizar-se-á o Trolox, um antioxidante sintético. Os resultados da atividade antioxidante serão expressos em μM Trolox/grama da amostra.

3.3.3 Determinação de compostos fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. O reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich) baseia-se na redução dos ácidos fosfotungstúico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) e fosfomolibdúico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), presentes no reagente de Folin-Ciocalteu, pelos fenólicos presentes na amostra a óxido de tungstênio (W_8O_{23}) e óxido de molibdênio (Mo_8O_{23}) em meio alcalino. Através da uma curva de calibração de ácido gálico é possível identificar a concentração de fenóis presentes na amostra, sendo o resultado expresso em equivalente de ácido gálico (GAE) (CRUZ, 2008). A quantidade total de compostos

fenólicos das amostras será quantificada através de uma curva padrão preparada com solução etanólica de ácido gálico. A partir da curva será calculado o coeficiente de determinação (R^2).

Para a curva foi pesado 20 mg de padrão de ácido gálico (Sigma Aldrich) e diluído em balão volumétrico de 100 mL com água destilada resultando em uma solução com concentração de $200 \mu\text{g mL}^{-1}$. Após homogeneizar cada estoque realizaram-se as diluições nas concentrações de 5,00/7,50/10,00/14,00/17,00/20,00 $\mu\text{g mL}^{-1}$, conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Diluição do padrão de ácido gálico

Amostras	Alíquota do padrão ácido gálico (mL)	Balão Volumétrico (mL)	Concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
1	0,250	10	5
2	0,375	10	7,5
3	0,500	10	10
4	0,700	10	14
5	0,850	10	17
6	1	10	20

A partir do extrato previamente preparado, coletou-se uma alíquota de 2,0 mL e transferiu para tubos de ensaio protegido da luz. Em seguida foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu a 10% (diluído em 1:3). A mistura permaneceu em repouso de 3 a 8 minutos. Em seguida foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio anidro 4% (P.A Vetec) e os tubos foram deixados em repouso por 1 hora, ao abrigo da luz. Mediu-se a absorbância em espectrofotômetro a 760 nm.

O branco será obtido substituindo-se o volume de amostra por metanol. Os resultados foram expressos em microgramas equivalentes de ácido gálico (EAG por 100 g de extrato), com base na equação da reta da curva de calibração de ácido gálico que foi previamente preparada e lida. Cada ensaio foi realizado em triplicata para cada concentração da curva quanto para a amostra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA PITAIA AMARELA (*Selenicereus megalanthus*).

A investigação da composição nutricional e das atividades biológicas de um vegetal é necessária para evidenciar cientificamente as aplicações terapêuticas e nutricionais, visto que somente o uso tradicional não é suficiente para validar uma planta como um produto eficaz para seus fins (RODRIGUES, 2013). Sabendo disso, nesse trabalho foi analisada a composição centesimal das polpas com semente de frutos de pitáia amarela (*Selenicereus megalanthus*), na expectativa de exprimir de forma básica o seu valor nutritivo e a proporção de componentes em que aparecem, em 100 g do fruto, para colaborar com o esclarecimento dos seus efeitos benéficos.

Os resultados das análises físico-químicas da pitáia amarela são apresentados na Tabela 5. Os valores obtidos em base úmida.

Tabela 5 – Composição centesimal da polpa da pitáia amarela (*Selenicereus megalanthus*).

Análises físico-química	Polpa da pitáia <i>in natura</i>
Umidade	82,85 ± 0,85
Cinzas	0,46 ± 0,02
Proteína	0,51 ± 0,17
Lipídios	0,63 ± 0,02
Fibra bruta	1,61 ± 0,53
Carboidratos ²	13,94 ± 0,01

¹ Valores representam a média e o desvio padrão (± DP) de análise realizada em triplicata com exceção de lipídios, realizada em duplicata.

² Valor obtido por diferença.

Os poucos estudos sobre sua composição nutricional mostram que a pitáia não apresenta um conteúdo diferenciado se compararmos com outras frutas, principalmente com frutas tropicais. A pitáia contém muita umidade, poucos lipídios e proteínas, maior quantidade de carboidratos, e quantidades de minerais e de vitaminas que não se destacam em relação a outras frutas (GOBBO-NETO; LOPES, 2007; NUNES *et al.*, 2014).

As amostras das pitaias amarelas apresentaram alto teor de umidade (82,85%) e baixo teor de proteínas e lipídios (Tabela 5). Segundo Le Bellec *et al.* (2006), o teor de umidade da polpa das pitaias vermelhas variam de 82 a 88% e proteínas entre 0,3 a 1,5%. Em um estudo realizado por Abreu *et al.* (2012), onde realiza a caracterização da pitaia vermelha de polpa branca e da pitaia vermelha de polpa vermelha, demonstra que foi encontrado um teor de umidade de 86,08% e 85,52%, e um teor de proteínas de 0,87% e 1,06% enquanto para lipídios os valores encontrados variaram de 0,47% e 0,36% respectivamente. Essas diferenças de valores de composição podem ser relacionadas à variação da espécie e também devido a fatores extrínsecos (época da colheita; temperatura do ambiente; umidade, grau de amadurecimento).

. Sabendo que o teor cinza reflete a quantidade de minerais presentes em um alimento (STORCK; NUNES; OLIVEIRA, 2013), verificou-se que a polpa da pitaia amarela apresentou quantidade de minerais maior do que a encontrada por Abreu *et al.* (2012), para as pitaias vermelhas de polpa branca (0,39%) e vermelha (0,36%). Pode-se inferir que a diferença do valor de cinzas pode ser atribuída à diferença quantitativa de minerais presentes nos solos dos diferentes locais dos quais as pitaias foram colhidas, e a variação de espécies. Através do resultado obtido no presente estudo verifica-se que a pitaia amarela é um alimento com uma boa fonte de fibra bruta, podendo contribuir para uma dieta saudável, trazendo benefícios ao ser consumida *in natura*.

Os valores encontrados em revisões de literatura realizadas por Nunes *et al.* (2014) e Mizrahi (2014) colaboram com dados encontrados nesse estudo, no que diz respeito à proporção dos macronutrientes em pitaias de diferentes espécies e procedências. Na composição química da pitaia o principal componente é a água, seguida dos carboidratos e fibras, os lipídios são os componentes macronutrientes que aparecem em maior quantidade do que as proteínas. Ao comparar a proporção de macronutrientes da polpa de pitaia à de outras polpas de frutas, convencionais, principalmente frutas tropicais como acerola, laranja e mamão (NEPA, 2004), pode-se concluir que a espécie de pitaia apresenta um conteúdo semelhante às mesmas.

4.2 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

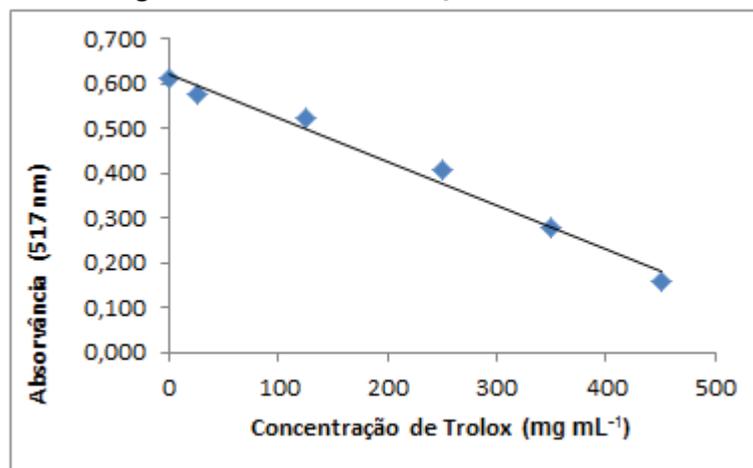
Para a determinação da atividade antioxidante foram utilizados 2 métodos o DPPH e o método ABTS^{•+}, ambos apresentam boa estabilidade em certas condições de análise, mas também mostram diferenças importantes frente aos antioxidantes e quanto à manipulação, sendo duas técnicas de fácil aplicabilidade e utilização.

4.2.1 Métodos DPPH

Para a determinação da inibição do radical DPPH foi utilizado como método a comparação com o padrão e também o IC50. Os resultados encontrados experimentalmente foram expressos em μM Trolox grama⁻¹ de fruta. Nesse ensaio, o resultado também foi expresso em IC50, que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50% o radical DPPH, sendo que quanto menor o IC50, maior a atividade antioxidante do material.

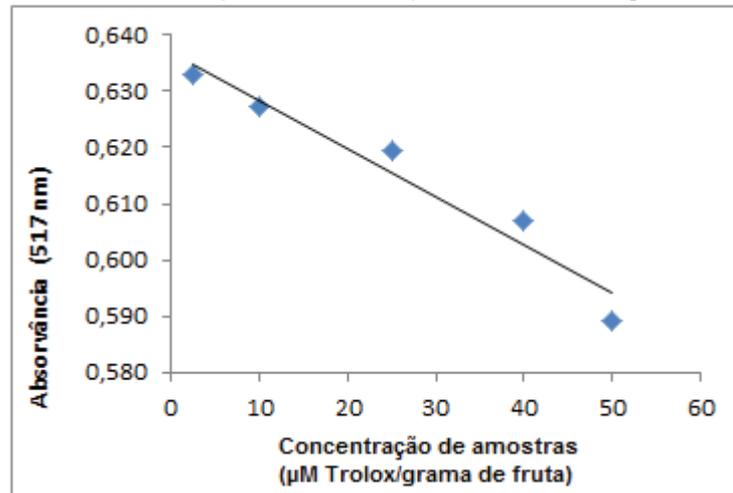
Inicialmente foi construída uma curva de calibração com o padrão sintético Trolox. A curva está apresentada na Figura 7.

Figura 7: Curva de calibração método DPPH



Utilizando-se a Figura 7 apresentada, foi possível obter a equação da reta $y = -0,0009817x + 0,6230127$, com $R^2 = 0,9845564$. Essa equação foi utilizada para realizar os cálculos da atividade antioxidante da pitaya. Além do gráfico da curva foi construído também um gráfico para as amostras. Como apresenta a Figura 8.

Figura 8: Atividade antioxidante pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) método DPPH



Obtendo para as amostras a equação da reta $y = -0,0008558x + 0,6370229$, com $R^2 = 0,9504872$. Através das equações geradas a partir dos gráficos de regressão linear para a pitaia amarela, foi possível calcular a quantidade de antioxidante que foi de 875,27 µM Trolox/grama de fruta. A capacidade antioxidante da pitaia se deve, principalmente, pela relação entre as quantidades significativas de ácido ascórbico, carotenoides, (ABREU et al., 2012) betalaínas e compostos fenólicos contidos na fruta, fazendo com que ela tenha um potencial para ser considerada como alimento funcional (FATHORDOOBADY et al., 2016; TENORE; NOVELLINO; BASILE, 2012)

As betalaínas são um composto n-heterocíclico e está presente no vacúolo das plantas. Além disso, as betalaínas são divididas em dois grupos, as betaxantinas e as betacianinas, sendo que as betaxantinas possuem coloração amarelo-alaranjado e as betacianinas têm cor vermelho-púrpura, e elas são responsáveis pelas diferentes cores das flores e dos frutos (GARCÍA-CRUZ et al, 2013; LIM, et al., 2010; NUNES et al., 2014).

No estudo realizado por Vizzotto e colaboradores em 2014, determinaram a AAT em genótipos de pitaia, porém em espécies não determinadas, o valor encontrado para o método e DPPH foi 1039,30 µg de Trolox g⁻¹ de amostra, sendo maior que o encontrado no presente estudo. Essa diferença pode estar relacionada com a variação das espécies de pitaias, maturação, tratamento das plantas, solo...

Através das equações geradas a partir dos gráficos de regressão linear para a pitaia (Figura 8) foi possível calcular a IC50 (concentração efetiva para 50%) da amostra que foi de ± 303,2 µg mL⁻¹. Dias (2016), encontrou resultados de IC50 para

as duas espécies de pitaia, $737,72 \pm 2,08 \mu\text{g mL}^{-1}$ para a pitaia vermelha e de $327,26 \pm 4,47 \mu\text{g mL}^{-1}$ para a pitaia branca. Ao comparar o resultado encontrado para a pitaia branca, verifica-se que o valor encontrado por Dias (2016) se aproxima do resultado do presente estudo.

4.2.2 Métodos ABTS

Para o método ABTS, também foi elaborada uma curva de calibração, presente na Figura 9. A partir do gráfico foi possível obter a seguinte equação da reta $y = -0,0003031x + 0,5918012$, com $R^2 = 0,9749661$. A Figura 10, apresenta o gráfico obtido para as amostras utilizadas.

Figura 9: Curva de calibração método ABTS

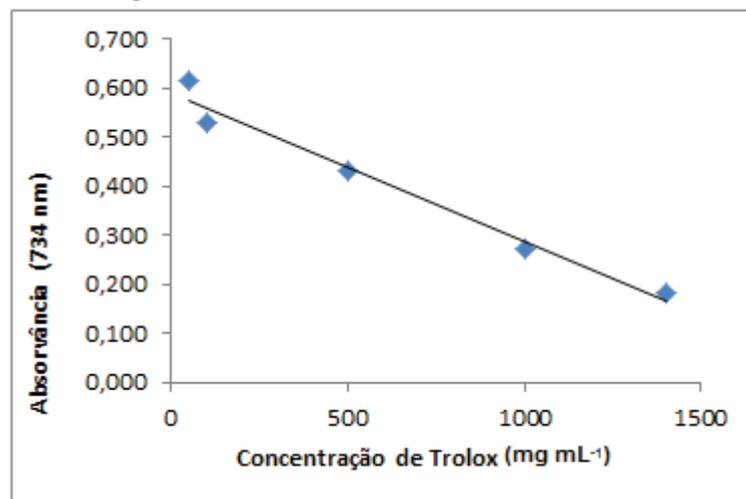
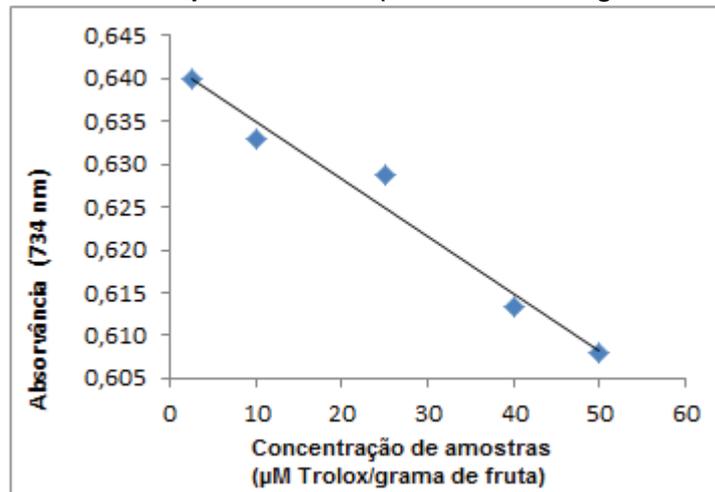


Figura 10: Atividade antioxidante pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) método ABTS



A medida da Capacidade Antioxidante em equivalente Trolox (TEAC - trolox equivalent antioxidant capacity), utilizando a captura do radical ABTS^{•+}, e a partir da reta da equação obtida $y = -0,0006687x + 0,6416511$, com $R^2 = 0,9720611$ apresentou uma atividade antioxidante de 1715,8 $\mu\text{M Trolox grama}^{-1}$ de fruta.

No estudo realizado por Fernandes (2016) o valor encontrado para a pitiaia, através do método ABTS^{•+} foi de 180,59 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ para a pitiaia vermelha de polpa vermelha. Wu *et al.* (2006) relataram valores de ABTS de 28,3 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ na polpa e 175 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ na casca de pitiaia vermelha. Esses valores mais baixos encontrados podem estar relacionados com o tipo de pitiaia, demonstrando que a pitiaia amarela apresenta uma maior atividade antioxidante comparada às outras espécies de pitiaia vermelha pelo método ABTS^{•+}.

4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS

Diversas técnicas podem ser utilizadas na determinação espectrofotométrica de fenólicos, sendo a de Folin-Ciocalteu uma das mais utilizadas. Para a expressão dos resultados em termos de miligramas equivalentes de ácido gálico, foi construída uma curva analítica do ácido gálico.

A equação da reta utilizada foi de $y = 0,0201593x + 0,2468824$, $R^2 = 0,9669045$, onde os valores das médias das absorvâncias foram adicionados em y para a obtenção da concentração em equivalente de ácido gálico pelos valores de x. O teor de fenólicos totais encontrado para a pitiaia branca foi de $18,26 \pm 0,86 \text{ mgEAG } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base úmida

Lim *et al.* e Wu *et al.* encontraram teor médio de fenólicos totais em pitaias vermelhas da polpa branca ($21 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e vermelha ($42 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), superiores aos encontrados no presente estudo, sendo o teor da polpa branca bem próximo ao encontrado na polpa da pitiaia amarela. Já no trabalho de Abreu *et al.* (2012) o teor de metabólitos fenólicos totais encontrado para a pitiaia vermelha de polpa branca foi de $118,18 \pm 6,03 \text{ mgEAG } 100 \text{ g}^{-1}$ e de $124,55 \pm 2,956 \text{ mgEAG } 100 \text{ g}^{-1}$ para a pitiaia vermelha. De acordo com os resultados apresentados por CHOO *et al.* (2011) o teor de fenólicos em pitiaia de polpa vermelha e branca foi de 24,22 e 28,65 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. As diferenças no teor de fenólicos totais observadas em vários estudos provavelmente ocorreram devido à utilização de frutos com diferentes

origens e climas com graus de maturação diferentes entre as espécies da pitaia (ABREU *et al.*, 2012).

No estudo realizado por Santos *et al.* (2016), o teor de compostos fenólicos decresceu significativamente durante o processo de amadurecimento do fruto. Em decorrência de diversos fatores, como consumo de compostos por processos bioquímicos e degradação, os compostos fenólicos decaem durante o amadurecimento. Entretanto, estes fatores podem também acarretar ao acúmulo de compostos, desencadeado por fatores como estresses e oxidações, conseqüentemente síntese de compostos pré-existentes como substâncias de defesa com caráter antioxidante (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Apesar das diferenças significativas entre a quantidade de fenólicos totais de diferentes espécies de pitaia, tal quantidade é relativamente pequena, quando comparada com a obtida em outros frutos tropicais. O valor médio de fenólicos totais obtidos dos frutos de pitaia da espécie *Selenicereus Megalanthus*, de 18,26 mg EAG 100 g⁻¹, está acima do mamão (15,3 mg EAG 100 g⁻¹) e abaixo do abacaxi (85,1 mg EAG 100 g⁻¹), da banana (215,7mg EAG 100 g⁻¹), da laranja (114,6 mg EAG 100 g⁻¹) e da manga (110,5 mg EAG 100 g⁻¹) (FALLER; FIALHO, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à composição centesimal pode-se concluir que teor de umidade da amostra *in natura* foi alto, assim como de outras frutas tropicais. O alto teor de umidade justifica sua baixa vida de prateleira, se conservada a temperatura ambiente. Contudo, os outros parâmetros também foram muito semelhantes a várias frutas tropicais como laranja, mamão e acerola. A amostra utilizada apresentou uma proporção reduzida de lipídios, pouca proteína e uma quantidade considerável de carboidratos.

Os resultados da caracterização física apresentados foram compatíveis aos da literatura. No entanto, alguns resultados referentes à caracterização físico-química apresentaram diferenças observadas entre os valores expostos neste trabalho e na literatura, essas diferenças podem estar relacionadas às características extrínsecas de cada material, temperatura ambiente, variedade de espécies, metodologia adotada para as análises.

O teor de compostos fenólicos obtidos em base úmida foi considerado baixo comparando-o com outros estudos obtidos para outras espécies da pitáia, . Pela análise espectrofotométrica da atividade antioxidante (DPPH e ABTS), o extrato obtido apresentou um valor de atividade antioxidante alta, para ambos os métodos utilizados, apresentando um maior potencial para a metodologia ABTS.

Conclui-se então que a pitáia tem potencial para ser incorporada à dieta do brasileiro, contribuindo para a diversidade alimentar, para a saúde e também para outros fins como a utilização de seu pigmento para as indústrias alimentícia e cosmética. Porém é necessário também uma maior produção e disponibilidade do fruto, que é ainda pouco encontrado em prateleiras de mercados.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELOS, M. F. P.; Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Rev. Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v.71, n.4, p. 656-61, 2012.

AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**. New York: v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.

ALMEIDA, J. M. D.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β - caroteno/Ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452. Abr. jun. 2006.

ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos paradedeterminação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. Influência da fonte e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p 183-186, jan. 2007.

ARIFFIN, A. A.; BAKAR, J.; TAN, P.; RAHMAN, R. A.; KARIM, R.; LOI, Ch. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry** v. 114, n.2, p. 561-564, 2009.

ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.11, p. 419- 421, 2000.

ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Rev. Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, jul./set. 2005.

AOAC. **Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique Ba 6a-05**. 2009.

BARBEAU, G. **La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique**. **Fruits**. v. 45, p. 141-147, 1990.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BASTOS, C. D.; PIO, R.; SCARPARE.; FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D. *et al.* Propagação da pitaya vermelha por estaquia. **Ciênc. Agrotecnol.** n.30, p.9, 2006.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. **São Paulo : Varela**, v. 2 1989.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N.; *The Cactaceae*: Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family. **Dover publications**, New York, USA. v. 1, p. 183-212, 1963.

BURNS, J. *et al.* Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago. v. 49, p. 5797-5808, 2001.

CASTILLO, M. R.; CÁLIX, D. H. Las especies de pitahaya (*Hylocereus*) y su ubicación en México. **Trópico Rural**. v. 1 n. 2, p. 31-37, 2005.

CAVALCANTE, Í. H. L.; MARTINS, A. B. G.; SILVA J., G. B; FONSECA R. L.; NETO, R. F.; CAVALCANTE, L. F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaya em bom Jesus-PI. **Rev. Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n.3, p. 970-982, 2011.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. **UNICAMP**, v. 2, p. 60-67, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças. **Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: FAEPE, 2005.

CHOI, C. W.; KIM, S. C.; HWANG, S. S.; CHOI, B. K.; AHN, H. J.; LEE, M. Y.; PARK, S. H.; KIM, S. K. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Science**, v. 163, p. 1161-1168, 2002.

CORDENUNSI, B.R. *et al.* Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago: v. 50, n. 9, p. 2581-2586, 2002.

CHOO, W.S.; YONG, W.K. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, Benha, v.2, n.3, p.418- 425. 2011.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. Pitaya growing in the Florida Home landscape. Orland: **IFAS Extension of University of Florida**. p 9, 2005.

CRUZ, A. P. G. Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante. **Dissertação. (Mestrado em Bioquímica) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro**. 2008

CRUZ, G. A. Desidratação de alimentos. **Publicações Globo Rural**. São paulo, p. 207, 1990.

DAMORADAN, S. **Química dos alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEVASAGAYA, T. P.; TILAK, J. C.; BOLOOR, K. K. Free radicals and antioxidants in human health: Current status and future prospects. **Journal of the Association of Physicians of India**, v. 52, p. 794-804, 2004.

DIAS, P.S.M. Composição centesimal, atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e ecotoxicidade da polpa de frutos de pitaiá branca (*Hylocereus undatus*) e pitaiá vermelha (*Hylocereus Polyrhizus*). **UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA FACULDADE DE FARMÁCIA**. 2016.

DÔRES, R. G. R. Análise morfológica e fitoquímica da fava d'anta (*Dimorphandramollis*Benth.). **Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. p. 347, 2007.

DOYMAZ, I. Effect of dipping treatment on air drying of plums. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 465-470, 2004.

DRAGLAND, S.; SENOO, H.; WAKE, K.; HOLTE, K.; BLOMHOFF, R. Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. **The Journal of Nutrition**, v. 5, p. 1286-1290, 2003.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Pigment pattern and expression of colour in fruits from different *Hylocereus* sp. genotypes. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v. 8, n.3, p. 451-457, 2007.

EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteou reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, p. 8.139-8.144, 2010.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). Produção e Proteção vegetal, 1995. **Sebrae/PB**. v.132, p. 72-78, 2001.

FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.43, n.2, p.211-218, 2009.

FATHORDOOBADY, F. et al. Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by 58 supercritical fluid extraction and solvent extraction. **Food Chem, Barking**, v. 202, p. 70-80,2016.

FELLOWS, P.J. Tecnologia do Processamento de Alimentos. Porto Alegre: **Artmed**. p. 602. 2006.

FERNANDES, A. C. F. Produção e caracterização de fermentado alcoólico e vinagre de físalis e pitaia como estratégia de aproveitamento tecnológico. **Lavras-MG**.2016.

FRANCISCO JR., W.E. Experimentação, modelos e analogias no ensino da deposição metálica espontânea: uma aproximação entre Paulo Freire e aulas de Química. 2008. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,2008.

GARCIA-CRUZ, L. et al. Physical, chemical and antioxidant activity characterization of Pitaya (*Stenocereus pruinosus*) Fruits. **Plant Foods Hum Nutr**, Dordrecht, v. 68, n. 4, p. 403-410, 2013.

GIADA, M. L. R. Food phenolics compounds: Main classes, sources and their antioxidant power. Oxidative stress and chronic degenerative diseases. **A role for antioxidants**. Croatia: in Tech, 2013.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOULART, M, O. F.; OLIVEIRA, A, C.; VALENTIM, I, B.; SILVA, C, A.; BECHARA, E, J. H.; TREVISAN, M, T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Revista Química nova**, v. 32, n. 3, 2009.

HAMZAH, R. U.; JIGAM, A. A.; MAKUN, H. A.; EGWIN, E. C. Antioxidant properties of selected African vegetables, fruits and mushrooms – A review. MAKUN, H. A. **Mycotoxin and food safety in developing countries**. Croatia: in Tech, 2013.

HARDISSON, A. et al. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. **Food Chemistry**, 2001, vol. 73, p. 153-161.

HERBACH, K. M.; ROHE, M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Structural and chromatic stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus* Britton & Rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. **Food Research International**. v. 39, p. 667-677, 2006.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1821-1835, 2011.

IMEH. U.; KHOKHAR. S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 6.301- 6.306, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985.

JEONG, S. J. Effect of stationary room temperature on graft-take and post-graft growth of grafted cactus Ruby Ball. **Horticulture Environment and Biotechnology**. v.48, n.6, p. 393-396, 2007.

JUÁREZ-CRUZ, A.; LIVERA-MUÑOZ, M.; SOSA-MONTES, E.; GOYTIA-JIMÉNEZ, M. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; BÁRCENA-GAMA, R. Composición química de tallos inmaduros de *Acanthocereus* spp (*Hylocereus undatu* Britton e Rose). **Rev. Fitotecnia Mexicana** v. 35, n.2, p. 171-175, 2012.

JUNQUEIRA, K. P. J.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; LIMA, C. A.; SOUZA, L. S. Diversidade genética de Pitayas nativas do cerrado com base em marcadores RAPD. **Rev. Bras Frutic.** n.32, p. 819-24, 2010.

JUSTUS, L. S. C. Potencial antioxidante de produtos naturais. 2014. 109 p. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Farmácia**, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA A. I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago. v. 49, p. 4076-4082, 2001.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford, v.37, p.153-161, 2002.

KIM, H. et al. **Comparative antioxidant and proliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content.** **J Food Sci**, Chicago, v. 76, n. 1, p. 38-45, 2011.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237–250, 2006.

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

LIM, H. K. et al. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chem, Barking**, v. 119, p. 1326-1331, 2010.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). Nova Odessa: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**. p. 640, 2006.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S; LIMA, J. L. F. C. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, n.1, p. 1-19, 2008.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J. A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K.; BALSWIN, E. A. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. **J Agric Food Chem.** v.54, n.19, p.7355-63, 2006.

MARQUES, Virna Braga. Seminiferal and vegetative propagation of dragon fruit (*Hylocereus undatus*. (Britton e Rose.) **Dissertação (Master Program in Crop Science)** – Federal University of Lavras, Lavras, MG. p. 85- 9. 2007.

MATYSIK, G.; WÓJCIAK-KOSIOR, M. **Optimized method for the determination of flavonoid glycosides and aglycones.**Chromatographia, v. 61, p. 89-92, 2005.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas,** v. 26, n. 3 p. 639-644, 2006.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA.** Campinas: v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MERTEN S. **A review of *Hylocereus* production in the United States.** J PACD. v.2, p. 98-105, 2003.

MIZRAHI Y.; NERD A. Climbing and columnar cacti- new arid lands fruit crops. In: Janick J. ed. **Perspective in new crops and new crops uses.** Alexandria, USA. p. 358-366, 1999.

MIZRAHI, J. Vine-cacti pitayas - The new crops of the world. **Rev Bras Frutic,** Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014.

NASS, L. L. Recursos genéticos vegetais. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e Biotecnologia,** 2007.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).** 2 ed. Campinas, 2004.

NUNES, E. N. et al. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia,** João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 90-98, 2014.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, Etelvino J. H.; TREVISAN, Maria T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Revista Química nova**, v. 32, n. 3, 2009.

ORTIZ-HERMÁNDEZ, H.; Y. D.; LIVERA, M. M.; COLINAS, L.; M. T. B.; CARRILLO S.; J. A. Estrés hídrico e intercambio de CO₂ de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agrociencia**. v. 33, p. 397-405, 1999.

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

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. Análises de materiais biológicos. Campinas: **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006.

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C.; **Cultivo prático de Cactáceas**. Viçosa: UFV. v. Série Soluções, p. 94, 2004.

PERCIVAL, M. Antioxidants. **Clinical Nutrition Insights**, v. 10, p. 1-4, 1998.

PÉREZ, J. A. M.; AGUILAR, T. A. F. Chemistry of Natural Antioxidants and Studies Performed with Different Plants Collected in Mexico. MORALES-GONZALEZ, J. A. **Oxidative stress and chronic degenerative diseases – A role for antioxidants**. Croatia: in Tech, 2013.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 78, p. 570S-578, 2003.

RAHMAN, A.; RAHMAN, M. M.; SHEIK, Md. M. I.; RAHMAN, M. M.; SHADLI, S. M.; ALAM, M. F. Free radical scavenging activity and phenolic content of *Cassia sophera* L. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, p. 1591-1593, 2008.

RATTI, C. “Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review”. *Journal of Food Engineering*, 49, p. 311-319, 2001.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**. v.73, p. 151- 164, 1998.

RE, R.; PELEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation

decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, 1999.

REBECCA, O. P. S.; BOYCE, A. N.; CHANDRAN, S. Pigment identification and anti-oxidant properties of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **African Journal of Biotechnology** v. 9, n.10, p. 1450-1454, 2010.

ROSA, E. D.; TSUKADA, M.; FREITAS, L. A. P. Secagem por atomização na indústria alimentícia: **Fundamentos e Aplicação**. p. 12, 2011..

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS.+ e DPPH. **Comunicado Técnico 128. Embrapa**, Fortaleza, 2007.

SANTOS, M. R. P. V.; CASTRO, J. C.; MARDIGAN, L. P.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E.; Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitáia (*Hylocereus undatus*). **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1: p. 2081-2095, 2016.

SAÉNZ, C.; TAPIA, C. CHAVÉZ, J.; ROBERT, P. Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus indica*). **Food chemistry**, v.114, n.2, p. 616-622, 2009.

SANCHÉZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos: actividad antioxidante. **Alimentaria**. v. 329, p. 29-40, 2002.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant Activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v. 112, p. 654-658, 2009.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **J. Agric. Food Chemistry**, Chicago. v. 50, n. 8, p. 2432-2438, 2002.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics sources, chemistry, effects, applications. Lancaster, **Pennsylvania. Technomic Publishing Company Co**. p. 331, 1995.

SILVA, M.a L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 3, p.669- 682, jul/set. 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents**. American Journal of Enology and Viticulture, v. 16, p. 144-168, 1999.

SLUIS, A.A. *et al.* Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J. Agric. Food Chemistry*. Chicago: v. 49, p. 3606-3613, 2001.

SOCHA, A. M. A. **From Areoles to *Zygocactus*: an evolutionary masterpiece - Synopsis of the Family Cactaceae. 2009.**

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, M. V. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, p. 351-355, 2007.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry, Barking**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

STINTZING, F. C.; SHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. **Eur Food Res Technol**. v. 216, n.4, p. 303-11, 2003.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B. de Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 537-543, 2013.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Rev. UNOPAR Científica, Ciências biológicas e da saúde**, v. 14, n. 4, p. 263–272, mai. 2012.

TAYZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **Journal of Functional Foods**. v. 4, n.1, p. 129-136, 2012.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; BRABET, C.; GILBERT, O.; PALLET, D.; HUBINGUER, M. D. Water sorption and glass transition temperature of spray dried (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. **Journal of Food Engineering**. V. 94, p. 215-221, 2009.

TORRES, E.A.F.S; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, maio/ago. 2000, vol. 20, n. 2, p. 145-150.

TURCHIULI, C.; GIANFRANCESCO, A .; PALZER, S.; DUMOULIN, E. Evolution of particle properties during spray drying in relation with stickiness and agglomeration control. **Powder technology**. v. online, p. 1-8, 2010.

TZE, N. L.; HAN, P.; YUSOF, Y. A.; LING, N.; TALIB, R. A.; TAIP, F. S.; AZIZ, M. G. Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. **Food Science and Biotechnology** v. 21, n.3, p. 675-682, 2012.

VILLALOBOS, V. M. A. Aplicação do cultivo de tecidos para a micropropagação de *Opuntia*. **Agroecologia, Cultivo e Utilizações da Palma Forrageira**. v. 1, 2001.

VIZZOTTO, M; SCHIAVON, M.V; MUNHOZ, P.C; COELHO, D.S; NACHTIGAL, J.C. Determinação de compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em genótipos de pitaia (espécies não determinadas). **XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Cuiabá-MT. 2014

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.44, n.3, p. 701-705, 1996.

WICHIENCHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry** v. 120, n.3, p. 850-857, 2010.

WU, L.C.; HSU, H.W.; CHEN Y.C.; CHIU, C.C.; LIN, Y.I. HO; J.A.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, Oxford, v. 95, p.319–327, 2006.

WYBRANIEC, S.; NOWAK-WYDRA, B.; MITKA, K.; KOWALSKI, P.; MIZRAHI, Y. Minor betalains in fruits of *Hylocereus* species. **Phytochemistry**. v. 68, n.2, p. 251-259, 2007.

YOUSEFI, S.; EMEM-DJOMEH, Z.; MOUSAVI, S. M. Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (*Punica Granatum L.*). **Journal of Food Science and Technology**. v. online, p. 1-8, 2010

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya (Dragon fruit, Strawberry pearl). **Fruits e Nuts**, Hawai, v. 9, p. 1-3, Jun 2004.

ZHENG, W; WANG, S.Y. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *J. Agric. Food Chemistry*. Chicago: v. 49, p. 4977-4982, 2001.