



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
*CAMPUS POMBAL***

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA
OXIDATIVA DE PITAIA [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton
& Rose]**

**POMBAL – PB
JULHO DE 2015**

Rafaela Teixeira Rodrigues do Vale Costa

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA
OXIDATIVA DE PITAIA [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton
& Rose]**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

Coorientadora: Prof^a. D.Sc. Adriana Ferreira dos Santos

Pombal - PB

Julho de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C837q Costa, Rafaela Teixeira Rodrigues do Vale.
Qualidade pós-colheita e atividade enzimática oxidativa de pitaia
[*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose] / Rafaela Teixeira
Rodrigues do Vale Costa. – Pombal, 2015.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos)
- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologias Agroalimentar, 2015.

"Orientação: Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, Prof^a. D.Sc.
Adriana Ferreira dos Santos".

Referências.

1. Conservação - Alimentos. 2. Compostos Fenólicos. 3. Metabolismo
Oxidativo. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Santos, Adriana Ferreira
dos. III. Título.

CDU 664(043)

Rafaela Teixeira Rodrigues do Vale Costa

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA
OXIDATIVA DE PITAIA [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton
& Rose]**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Campina Grande, Campus
Pombal, como requisito básico para a conclusão do
Curso de Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

Coorientadora: Prof^a. D.Sc. Adriana Ferreira dos Santos

Aprovado em: 10 / 07 / 15

BANCA EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa
Orientador

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos
UATA / CCTA / UFCG



Prof^a D.Sc. Adriana Ferreira dos Santos
Coorientadora

Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
UATA / CCTA / UFCG



Prof. D.Sc. Pahlevi Augusto de Souza
Examinador Externo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
Campus Limoeiro do Norte

Ao meu pai, Romeu Rodrigues do Vale (*in memoria*), pelo exemplo de pai, homem e amigo. Sou e serei eternamente grata pelos seus ensinamentos e para sempre lembrarei e guardarei em meu coração.

OFEREÇO

“Agradeço a todas as dificuldades que enfrentei, pois se não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. A facilidade nos impede de caminhar e as dificuldades nos ensinam”.

Chico Xavier

A minha mãe, Edna Aparecida Teixeira do Vale, com todo o meu carinho, admiração e gratidão por sempre ter dedicado a sua vida por mim e por sempre ter colocado suas filhas em primeiro plano. Ao meu esposo ao qual chamo carinhosamente de Francis, por todo seu amor, cumplicidade, incentivo, compreensão e presença nos momentos mais difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida e por sempre mostrar-se presente em minha vida, guiando meus passos, me concedendo oportunidades únicas e colocando pessoas amigas e preciosas em meu caminho.

Á Nossa Senhora da Saúde e Nossa Senhora dos Impossíveis pelas intercessões nos momentos de angústia e aflição.

Á Universidade Federal de Campina Grande, ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar e a Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização do curso e pelas condições de trabalho.

Á diretoria do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, em especial ao Prof. D. Sc. Roberto Cleiton de Queiroga, pelo bom trabalho desempenhado.

Ao coordenador administrativo, o Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, e ao coordenador de curso, o Prof. Me. Hallyson Gustavo Guedes Lima de Moraes, pelo excelente trabalho realizado em prol do curso de Engenharia de alimentos e pela constante busca por melhorias.

Ao meu orientador, o Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, que me ensinou que acima de qualquer coisa, somos capazes de tudo, basta acreditar e confiar em Deus. Agradeço imensamente pela oportunidade de trabalho, pelos ensinamentos, competência, paciência e compreensão.

Á minha coorientadora Prof^a D. Sc. Adriana Ferreira dos Santos por sua presença nos momentos mais difíceis, pelos seus conselhos, ensinamentos, compreensão e amizade.

Ao Prof. D. Sc. Pahlevi Augusto de Souza pela doação da matéria-prima, pelo incentivo, apoio e ensinamentos.

Á todos os professores do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar pelos preciosos ensinamentos e por suas contribuições para minha formação acadêmica e pessoal. Em especial, agradeço ao Prof. D. Sc. Francisco Hevilásio Freire Pereira e ao Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito, pela amizade, incentivo e conselhos.

Á minha irmã Juliana, a minha sobrinha Manuela, e a meu cunhado Romualdo, pelo apoio, carinho e incentivo.

Á José Marcos Pereira por todo o carinho, incentivo, conselhos, ensinamentos e por sua constante presença nos momentos mais difíceis.

Á todas as tias, tios e primos. Em especial, a minha Tia Eliane Rodrigues e á Tia Rita, pelos pensamentos positivos, orações e torcida.

Á minha sogra D. Sebastiana e ao meu sogro Sr. Antônio, pelo carinho, preocupações, cuidados, ensinamentos e orações.

Á todos os membros da família Teixeira, Rodrigues e Costa, pelo carinho, incentivo, orações e ensinamentos.

Ás minhas queridas afilhadas, Letícia Mirely e Maria Isabelle, pelo sincero amor e carinho. Vocês são muito especiais para mim.

Á minhas amigas Elisângela, D. Cida, Dysterro, Hévila, Kaliane e Sandra, pela amizade, preocupação e incentivo.

Aos amigos conquistados no Laboratório de Análise de Alimentos do CCTA/UFCG: Ana Marinho, Anderson, Auderlan, Chintia, Jessica Leite, Joelito, Kalinne, Malba e Mayara, pela amizade, apoio, harmonioso convívio, momentos de descontração e imensurável ajuda na condução do experimento.

Á minha grande amiga Jessica Leite, pela amizade, incentivo e por me dar forças para superar as dificuldades.

Á todos do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos (GPCTEA) que direto ou indiretamente me ajudaram a concretizar este trabalho.

A todos que de algum modo me ajudaram durante o percurso do curso.

Meus sinceros agradecimentos!

COSTA, R. T. R. V. C. **Qualidade pós-colheita e atividade enzimática oxidativa de pitaia [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose]**. 2015. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

RESUMO

A pitaia de polpa roxa-avermelhada tem aparência exuberante e excelente potencial comercial, mas pouco se conhece do seu metabolismo oxidativo. Desta forma, o objetivo do trabalho foi estudar a qualidade pós-colheita e a atividade enzimática oxidativa de frutos de pitaia [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose]. Os frutos foram colhidos no pomar comercial da fazenda PTLA, Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte (CE), acondicionados em caixa plástica e, transportados sob ar condicionado veicular ligado, por cerca de 312 km, até o Laboratório de Análise de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, onde foram mantidos a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob $55\pm 5\%$ UR. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tempos (0, 1, 2, 3 e 4 dias) de análise, 5 repetições, cada repetição contendo 1 fruto. Neste estudo, os frutos de pitaia mantiveram-se com características físicas, químicas e nutricionais aceitáveis para o consumo *in natura*, com destaque para os baixos teores de acidez e de sólidos solúveis, próximo ao observado para outras espécies do gênero. Verificou-se quantidades elevadas de compostos fenólicos, flavonoides e de antocianinas, ótimo indicativo para estudar a capacidade antioxidante dos frutos em estudos futuros; e, a atividade das enzimas PAL, PPO e POD envolvidas diretamente no metabolismo oxidativo do fruto de pitaia pode estar associada, aos elevados teores de flavonóides e antocianinas.

Palavras-chave: Conservação, Compostos fenólicos, Metabolismo oxidativo.

COSTA, R. T. R. V. C. **Postharvest quality and oxidative enzymatic activity of pitaya [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose]**. 2015. 48 f. Monograph (Graduation in Food Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2015.

ABSTRACT

Pitaya purple-red pulp has lush appearance and excellent commercial potential, but little is known of their oxidative metabolism. Thus, the objective was to study the postharvest quality and oxidative enzyme activity of fruit pitaya [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose]. The fruits were harvested in a commercial orchard of PTLA farm, Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte (CE), packed in plastic box and transported under air on vehicular conditioning, about 312 km, to the center of the Food Analysis Laboratory Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, Campus de Pombal, where they were stored at 20 ± 2 ° C under $55 \pm 5\%$ RH. The experimental design was completely randomized with five times (0, 1, 2, 3 and 4 days) analysis, 5 replicates, each replicate containing one fruit. In this study, the pitaya fruit remained with physical, chemical and nutritional acceptable for fresh consumption, with emphasis on low levels of acidity, soluble solids, close to that observed for other species of the genus. It was found high amounts of phenolics, flavonoids and anthocyanins, indicative great for studying the antioxidant capacity of fruits in future studies; and the activity of enzymes PAL, PPO and POD directly involved in the oxidative metabolism of pitaya fruit can be linked to the high levels of flavonoids and anthocyanins.

Keywords: Conservation, phenolic compounds, oxidative metabolism.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 - Fruto *Hylocereus undatus* (A); Fruto *Hylocereus polyrhizus* (B); Fruto *Hylocereus costaricensis* (C); *Selenicereus megalanthus* (D), e *Selenicereus setaceus* (E).....14
- Figura 02 - Principais compostos fenólicos derivados da enzima fenilalanina amônia-liase.....18
- Figura 03 - Esquema das reações de escurecimento enzimático de fenólicos pelas enzimas polifenoxidase (PPO) e peroxidase (POD).....20
- Figura 04 - Frutos de pitaias (*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose) acondicionados em caixas plásticas.....21
- Figura 05 - Frutos de pitaias (*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose) acondicionadas individualmente em bandejas de poliestireno.....22
- Figura 06 - Perda de massa fresca em pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....27
- Figura 07 - Sólidos solúveis em pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....28
- Figura 08 - Acidez titulável em pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....29
- Figura 09 - Potencial hidrogeniônico em pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....30
- Figura 10 - Ácido ascórbico em pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....31

- Figura 11 - Compostos fenólicos em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....32
- Figura 12 - Flavonoides em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....33
- Figura 13 - Antocianinas em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....34
- Figura 14 - Fenilalanina amônia-liase (PAL) em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....35
- Figura 15 - Polifenoloxidase (PPO) em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....36
- Figura 16 - Peroxidase (POD) em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....36

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 ORIGEM E REGIÕES PRODUTORAS DE PITAIA	14
2.2 NOMENCLATURAS UTILIZADAS	15
2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PITAIAS MAIS COMERCIALIZADAS	15
2.4 <i>Hylocereus costaricensis</i> (Web.) Britton & Rose	17
2.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS	17
2.6 CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS	19
2.6.1 Atividade enzimática	19
2.6.1.1 Fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5).....	19
2.6.1.2 Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1).....	21
2.6.1.3 Peroxidase, POD (E.C. 1.11.1.7).....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	23
3.2 SELEÇÃO E PREPARO DO MATERIAL VEGETAL	23
3.3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS	24
3.3.1 Perda de massa fresca	24
3.3.2 Sólidos Solúveis	25
3.3.3 Acidez Titulável	25
3.3.4 Potencial hidrogeniônico, pH	26
3.3.5 Vitamina C	26
3.3.6 Compostos Fenólicos	26
3.3.7 Flavonoides e Antocianinas	27
3.3.8 Análises Enzimáticas	27
3.3.8.1 Fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5).....	27
3.3.8.2 Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1).....	28
3.3.8.3 Peroxidase, POD (E.C. 1.11.1.7).....	28
3.3 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1.1 Perda de massa fresca	29
4.1.2 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e pH	30
4.1.3 Vitamina C	32
4.1.4 Compostos Fenólicos, Flavonoides e Antocianinas	33
4.1.5 Fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5), Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1) e Peroxidase, POD (E.C. 1.11.1.7)	37
5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as pitaias são consideradas uma novidade promissora devido às suas características de sabor doce e suave, polpa firme e repleta de sementes com ação laxante (MARQUES, 2008).

As pitaias apresentam diversos gêneros e espécies. De acordo com a espécie, os frutos apresentam formato globoso ou subgloboso, medindo entre 10 e 20 centímetros de diâmetro, podendo ser de coloração externa amarela ou vermelha (vermelho rubi). A polpa pode apresentar coloração branca ou vermelha com pequenas sementes escuras e sabor que lembra uma mistura de kiwi com maracujá. (NERD; MIZRAHI, 1997; JUNQUEIRA et al., 2002).

A polpa da pitiaia é delicada, suculenta, com inúmeras sementes escuras comestíveis de, aproximadamente 3mm, de diâmetro. Apresenta sabor doce e consistência gelatinosa quando madura, geralmente pode ser consumida *in natura* ou, ainda, processada na forma de sorvetes, sucos, vinhos e saladas (NERD; MIZRAHI, 1997). Em algumas regiões da América do Sul, a polpa é usada em bebidas, como ocorre com sucesso em restaurantes paulistas, onde é servida em pedaços, juntamente com o champanhe (KLINGL, 2003).

Rodrigues (2010) ressalta que a fruta é marcada por uma coloração externa intensa, polpa atraente e de sabor agradável, o que desperta a atenção dos mais exigentes consumidores, além de ser rica em nutrientes e possuir baixo teor calórico. No entanto, pouco se sabe sobre o metabolismo de atividade das enzimas oxidativas como a fenilalanina amônia-liase (PAL), polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), envolvidas principalmente no mecanismo de proteção da planta.

Desse modo, o objetivo geral do trabalho foi estudar a qualidade pós-colheita e a atividade enzimática oxidativa de frutos de pitiaia [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose].

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM E REGIÕES PRODUTORAS DE PITAIA

A pitaia é uma cactácea originada da América Tropical e Subtropical, pertencente ao grupo de frutíferas tropicais consideradas promissoras para o cultivo. Durante décadas, essas plantas eram desconhecidas, mas com o decorrer dos anos começou a ocupar um crescente nicho no mercado de frutas exóticas da Europa, bem como de países como o Vietnã, Colômbia, México, Costa Rica e Nicarágua (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

No Brasil, ainda são poucas as áreas produtoras de pitaia, o que estimula o interesse dos fruticultores no plantio e cultivo desta frutífera exótica e de alto valor comercial. De acordo com Bastos et al. (2014), a espécie *undatus* começou a ser cultivada no Brasil na década de 1990, no estado de São Paulo, sendo a região de Catanduva a principal produtora.

Atualmente, a região Sudeste do Brasil é a principal produtora do país, onde a cultura da pitaia se aclimatou muito bem, com produção de frutos nos meses de dezembro a maio, e produtividade média anual de 14 toneladas de frutos por hectare. No entanto, existem diversos plantios distribuídos no Brasil, sendo alguns desses na região da Chapada do Apodí, nos municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, estado do Ceará, totalizando aproximadamente 15 hectares da cultura, onde as plantas produzem frutos o ano inteiro, com pequeno decréscimo nos meses mais chuvosos, que geralmente vão de janeiro a abril. A safra é comercializada a preços elevados nas principais redes de supermercados de Fortaleza (CE) e/ou exportada para países europeus (NUNES et al., 2014).

A Chapada do Apodi é uma formação rochosa que fica entre os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte. Segundo a classificação de Köppen, a região é caracterizada como “As”, onde o clima é tropical quente semiárido, com temperatura média anual de 26°C a 28°C, com mínima de 22°C e máxima de 35°C. A altitude média em cima da Chapada é em torno de 140m e a precipitação média anual é 720,5mm, registrando-se uma distribuição de chuvas muito irregulares, espacial e temporalmente, sendo os meses chuvosos de janeiro a abril (PEEL et al, 2007; FUNCEME/IPECE, 2011; NUNES et al., 2014).

2.2 NOMENCLATURAS UTILIZADAS

A pitaya (inglês), ou pitahaya (espanhol) ou, ainda, em português, pitaia é o nome dado ao fruto de várias espécies de cactos epífitos, com origem nas Américas e distribuída em diversos países deste continente (BARBEAU, 1990).

O termo pitaya significa fruta escamosa, também sendo chamada de fruta-do-dragão, devido ao grande porte de brácteas da casca, que assemelham às escamas de dragão (LUDERS, 1999). Além desta nomenclatura, segundo Paull (2015) existem outras denominações como pera morango ou thang Loy (Vietnamita), roja pitaya (Espanhol), e la rouge pitahaya (Francês) que também se referem aos frutos de pitaia.

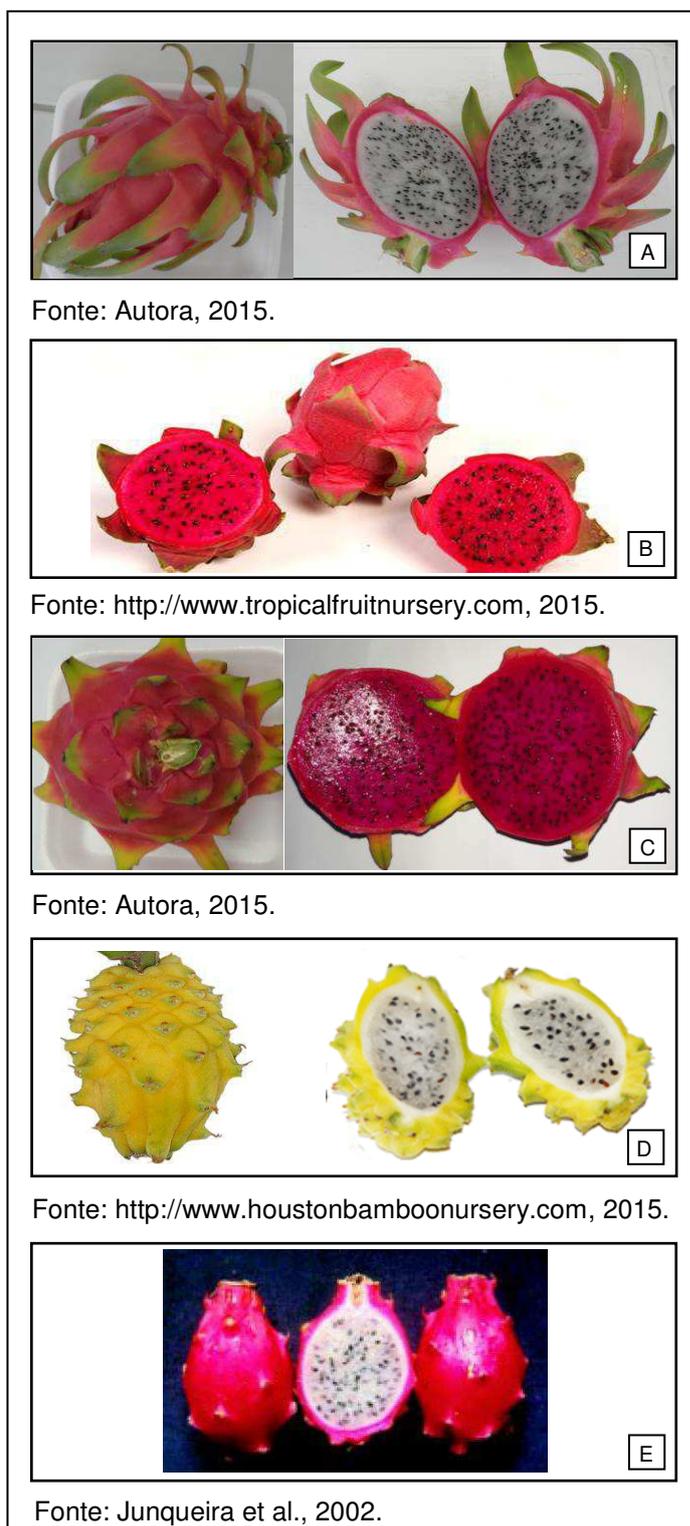
2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PITAIAS MAIS COMERCIALIZADAS

A pitaya é um fruto pertencente à família *Cactaceae*, subfamília *Cactoideae*, tribo *Cacteae* e podendo apresentar diversos gêneros, dentre eles os mais cultivados são *Hylocereus* e *Selenicereus*. No gênero *Hylocereus* as espécies mais cultivadas são: *H. undatus* (Figura 1A), *H. polyrhizus* (Figura 1B) e *H. costaricensis* (Figura 1C); e no gênero *Selenicereus* um exemplo é a espécie *S. megalanthus* (Figura 1D). Para os dois gêneros os frutos apresentam pele escamosa, sendo que *H. undatus* com sua pele rosa e polpa branca e *H. polyrhizus* pele rosa e polpa vermelha. No gênero *Selenicereus*, especificamente para a espécie *S. megalanthus*, os frutos apresentam pele escamosa de coloração amarela e polpa branca (FERNANDES et al., 2010).

No entanto, de acordo com Junqueira et al. (2002), no gênero *Selenicereus* existe uma espécie de pitaya-vermelha (*Selenicereus setaceus* Rizz.) conhecida como “pitaya-do-cerrado” ou “Saborosa” que vegetam naturalmente sobre maciços rochosos, troncos de árvores e solos arenosos de campos rupestres de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Tocantins. As pitaias *Selenicereus setaceus* (Figura 1E) apresentam frutos avermelhados, tendendo a roxo (vermelho-rubi), com polpa branca, succulenta com pequenas sementes escuras. Em seu habitat, os frutos maduros pesam de 30 a 80 gramas possuem 13 a 15° Brix e rendimento de polpa em torno de 75%. Seu fruto tem formato similar e tamanho menor que a pitaya-amarela ou colombiana (*Selenicereus megalanthus*),

porém seu sabor, que lembra uma mistura de Kiwi com maracujá, é qualificado como mais agradável, e sua aparência é muito mais atrativa para o consumidor, que a pitaya-amarela.

Figura 1. Fruto *Hylocereus undatus* (A); Fruto *Hylocereus polyrhizus* (B); Fruto *Hylocereus costaricensis* (C); *Selenicereus megalanthus* (D), e *Selenicereus setaceus* (E).



De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar características físicas e químicas diversificadas quanto ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teores de sólidos solúveis e pH na polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA et al., 2013).

O fruto é uma baga de tamanho médio, formato globoso ou subgloboso, apresentando em algumas espécies, coloração externa vermelha, com escamas verdes ou avermelhadas, de grande porte. (NERD; MIZRAHI, 1997).

A polpa (mesocarpo) é a parte comestível do fruto, formada por massa de textura mucilaginosa, com sementes pequenas e macias, distribuídas homogeneamente, e representa de 60 a 80% do peso dos frutos maduros. O rendimento de polpa, sem as sementes, representa em torno de 55% do fruto, embora maiores variações possam ser encontradas entre as diferentes espécies. Variações também podem ser observadas na acidez (pH) e na doçura (teor de sólidos solúveis). Dentre os açúcares presentes na polpa, destacam-se a glicose e a frutose (LEBELLEC, 2006).

2.4 *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose

Frutos de pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose apresentam mudas vigorosas, talvez a mais vigoroso deste gênero. As hastes são cerosas e as flores são semelhantes as da espécie *Hylocereus polyrhizus*; seu fruto escarlate (diâmetro: 10-15 cm; peso: 250-600 g) é ovoide e coberto com escamas que variam em tamanho; tem a polpa roxa-avermelhada com muitas sementes pretas e pequenas, textura da polpa agradável e saborosa (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

2.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

As características físicas e físico-químicas dos frutos são de grande importância para a sua comercialização e manuseio. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca são fatores físicos importantes para a aceitabilidade dos consumidores (COSTA; LUZ; BRUNO, 2004).

Características químicas e físico-químicas como sólidos solúveis, acidez titulável, pH, razão sólidos solúveis/acidez (SS/AT), vitamina C, pigmentos, dentre outras características, além ser um atributo relevante para a aceitabilidade é sobretudo, um atributo de qualidade de frutos e hortaliças de modo geral e estão diretamente relacionados com o sabor destes.

Segundo Santos et al. (2010), frutos com altos teores de sólidos solúveis são preferidos tanto para consumo *in natura* quanto para a industrialização, por propiciarem maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzida por quantidade de polpa. Além disso, o mesmo autor também ressalta a importância da relação SS/AT como uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez.

Cristofoli et al. (2014), trabalhando com frutos de pitaias *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose constatou a importância industrial do fruto por meio de características químicas e físico-químicas que apontam a utilização dessa espécie nas indústrias de sucos de frutas com o objetivo de corrigir a acidez de outros sucos devido a considerável concentração de sólidos solúveis totais e a baixa acidez da polpa. Este mesmo estudo destaca a grande concentração de ácido ascórbico, na qual o consumo de 100g da polpa vermelha supre 60% das recomendações diárias de vitamina C, segundo a legislação brasileira vigente (45mg).

A vitamina C, conhecida por ácido ascórbico, é um nutriente essencial para prevenir o escorbuto, doença causada pela deficiência da vitamina. O ácido ascórbico exerce diversas funções como biossíntese de colágeno, síntese de ATP, síntese da norepinefrina, metabolismo da tirosina e tem ação na conversão do colesterol em ácidos biliares e no metabolismo iônico de minerais (COZZOLINO, 2009).

De acordo com Sato et al. (2014), ao estudar as características químicas em frutos de *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose concluiu que os frutos são consideradas de baixo valor energético, ricos em água, fibras e desta forma, podem contribuir para uma alimentação saudável. Em relação a características físicas, os frutos analisados apresentaram formato subgloboso, com peso elevado e expressivo rendimento de polpa. Com relação à coloração, às polpas foram as de tonalidades vermelhas, constituindo-se, portanto em uma fruta atrativa tanto

sensorialmente quanto tecnologicamente, já que a coloração encontrada é uma boa indicação da presença de pigmentos.

2.6 CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS

Os produtos vegetais sofrem uma série de estresse quando colhidos, devido às modificações no seu ambiente, suprimento de nutrientes e ferimento pelo processo de colheita. O seu metabolismo é modificado, embora continue a funcionar, uma vez que são órgãos vivos. Os procedimentos de colheita, manuseio, embalagem, transporte e armazenamento causam danos mecânicos, alterações no regime de temperatura, de trocas gasosas e, portanto, respostas metabólicas modificadas. Sendo assim, as transformações bioquímicas, ao longo do desenvolvimento e na fase pós-colheita, são os principais eventos responsáveis pelas modificações nos atributos sensoriais e nutricionais desses produtos. Com base nessa premissa, o doseamento de enzimas e de alguns compostos intermediários das principais vias metabólicas ou de vias secundárias podem ser excelentes indicadores de qualidade do produto como um todo, bem como de alguma condição de estresse ou desordem fisiológica (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.6.1 ATIVIDADE ENZIMÁTICA

O monitoramento da qualidade e do tempo de vida útil de frutos pode ser realizado por meio de análises enzimáticas uma vez que, enzimas como a fenilalanina amônio-liase (PAL), polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) podem estar envolvidas com a síntese de antocianinas, fenólicos e escurecimento do tecido, dentre outros produtos que afetam diretamente a qualidade dos mesmos.

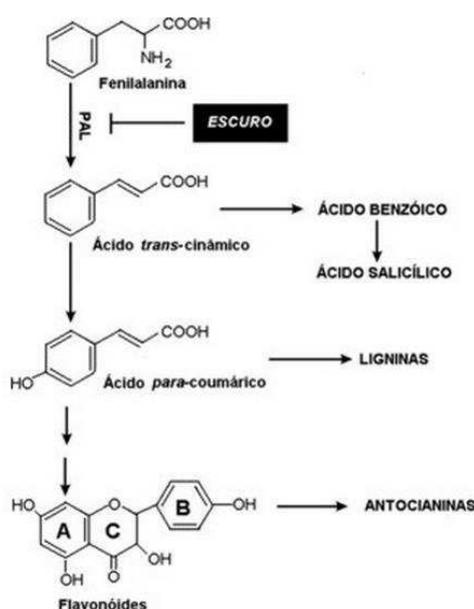
2.6.1.1 Fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5)

A PAL é talvez a enzima mais estudada no metabolismo secundário vegetal, pois está situada em um ponto intermediário entre o metabolismo primário e secundário, e catalisa uma etapa reguladora na formação de muitos mecanismos de defesa vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A enzima fenilalanina amônia-liase tem como substrato o aminoácido fenilalanina. Esta é uma enzima chave para todas as vias de síntese de compostos fenólicos, os quais estão envolvidos com resistência a pragas e patógenos. Esta enzima é a responsável pela primeira de uma série de reações metabólicas, que gera inúmeros produtos naturais baseados em fenilpropanos, incluindo a lignina, certos pigmentos e protetores contra luz ultravioleta. A produção de tal enzima é regulada durante o crescimento vegetal, mas é também induzida em células vizinhas ao local de infecção por vários estímulos ambientais, como infecção, ferimentos, contaminação por metais pesados, luz e reguladores de crescimento (RAHMAN; PUNJA, 2005; PINTO; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), a fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5) se trata de uma enzima-chave no metabolismo fenilpropanóides (Figura 2), tendo em vista que catalisa a desaminação da L-fenilalanina com produção de ácidos trans-cinâmicos, os quais são precursores para uma grande variedade de compostos fenólicos, como ácidos cumárico, caféico, ferrúlico, clorogênico, pigmentos antocianinas, lignina, entre outros. Ainda de acordo com o autor, o aumento na atividade da PAL é indicativo de condições de estresse nos tecidos vegetais, pela ação de agentes bióticos ou abióticos. Além disso, a atividade também pode ser estimulada pela presença de etileno.

Figura 2. Principais compostos fenólicos derivados da enzima fenilalanina amônia-liase.



Fonte: PERES, 2015.

2.6.1.2 Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1)

A PPO compreende duas enzimas distintas, cuja diferença está relacionada à especificidade aos substratos. A primeira, denominada lacase, não atua sobre monofenóis e têm ação restrita à oxidação de orto e para-difenóis. Enquanto que a segunda denominada tirosinase, cresolase, catecol oxidase, fenolase ou orto-difenol oxidase é destacada como a mais importante, pois ela é a responsável pelo escurecimento oxidativo dos tecidos, principalmente, de frutas e hortaliças, catalisando a hidroxilação de monofenóis (atividade cresolase) e a subsequente oxidação do orto-difenol resultante em orto-quinonas (atividade catecolase) (ALVARENGA et al., 2011).

Araújo (2003), afirma que a quinona é o produto inicial da oxidação e responsável por formar por meio de reações enzimáticas ou não enzimáticas pigmentos escuros denominados melaninas. Em casos de reações não enzimáticas, a formação de melanina, pigmentos de coloração castanho escuro, vermelho ou preto (ÉSPIN et al., 1995), se dá através da reação com outros compostos fenólicos, aminoácidos e proteínas. Isto ocorre, porque a formação da quinona é dependente do oxigênio molecular e da enzima PPO. Uma vez formada, podem ocorrer reações posteriores espontaneamente, não dependendo mais da enzima nem do oxigênio (ARAÚJO, 2011).

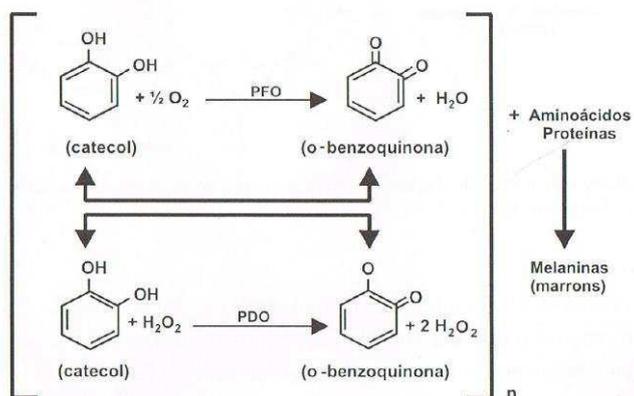
Para Lima et al. (2002), o escurecimento em frutos pode ocorrer quando a PPO e os compostos fenólicos entram em contato, em consequência de danos sofridos durante a colheita e que ocasionam a quebra da integridade física, aceleração da oxigenação dos tecidos e contato direto entre as PPOs, os fenóis e as proteínas contribuindo assim, para a aceleração das reações químicas e conseqüentemente, a formação de melaninas.

Alvarenga et al. (2011) destaca que a formação de pigmentos escuros, melaninas, relaciona-se às mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas (cor, textura e sabor) de produtos vegetais contribuindo assim, para grandes perdas econômicas, diminuição da qualidade nutritiva, redução da vida útil e do valor de mercado desses produtos.

2.6.1.3 Peroxidase, POD (E.C. 1.11.1.7)

Como exemplificado na figura 3, as peroxidases são enzimas que agem de forma semelhante às polifenoloxidasas, mas que possuem como substrato principal o peróxido de hidrogênio ou até mesmo outras moléculas doadoras de elétrons.

Figura 3. Esquema das reações de escurecimento enzimático de fenólicos pelas enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD).



Fonte: CHITARRA; CHITARRA, 2005.

A peroxidase (POD) é do grupo das oxidoreduases, sendo capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas em plantas usando peróxido como substrato, ou, em alguns casos, oxigênio como um aceptor de hidrogênio. Em vegetais, a peroxidase induz a mudanças negativas de sabor durante a estocagem (FREITAS et al., 2008).

Segundo Vilas Boas (2004), as peroxidases agem desestruturando as membranas celulares, diminuindo sua permeabilidade seletiva; promovendo, ainda, reações em cadeia que levam à formação de radicais livres que podem causar danos às organelas e membranas, podendo alterar as características sensoriais do produto.

As peroxidases podem atuar em vias de sinalização relacionadas a diversos processos fisiológicos em plantas, resposta à defesa, como também, podem atuar diretamente na defesa de plantas a patógenos (PINTO; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Os frutos de pitaias foram colhidos em outubro de 2014 no pomar comercial da fazenda PTLA, Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte (CE) e acondicionados em caixa plástica (Figura 4). Em seguida, os frutos foram cuidadosamente transportados sob ar condicionado veicular ligado, por cerca de 312 km, até o Laboratório de Análise de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal.

Figura 4. Frutos de pitaias [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose], acondicionados em caixas plásticas. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015.



Fonte: Autora, 2015.

3.2 SELEÇÃO E PREPARO DO MATERIAL VEGETAL

Em laboratório, as pitaias de polpa roxa-avermelhada, diâmetro de 10 a 15cm e peso variando de 250 a 600g foram selecionadas quanto à uniformidade, sanidade e posteriormente, acondicionadas individualmente em bandejas de poliestireno (Figura 5) e, armazenadas a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob $55\pm 5\%$ UR, durante 5 tempos de análise (0, 1, 2, 3 e 4 dias). As características observadas foram avaliadas em intervalos de 1 dia sendo que o 0 dia, representa 48 horas após a colheita.

Figura 5. Frutos de pitaias [*Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose] acondicionadas individualmente em bandejas de poliestireno. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015.



Fonte: Autora, 2015.

3.3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS.

Para as análises físicas, química e bioquímica obteve-se individualmente, a extração do suco dos frutos de pitaias com o auxílio de uma peneira. Posteriormente, o extrato foi acondicionado em frasco de plástico com tampa, coberto com papel alumínio e utilizado imediatamente para realização das análises.

3.3.1 Perda de massa fresca

A determinação da perda de massa fresca (%) foi obtida por meio do fruto inteiro e a partir da diferença entre o peso inicial (tempo zero) e o peso final (obtido em cada tempo de análise), dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100. As amostras foram pesadas em balança semianalítica (marca Bel Engineering, modelo M163) com precisão de 0,001 g.

3.3.2 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis foi obtido por meio da leitura direta em refratômetro digital de bancada (marca Instrutherm, modelo RTD 45), com compensação automática de temperatura, sendo que, o suco da pitáia foi gotejado sobre a superfície do prisma com o auxílio de uma lã de algodão. A análise foi realizada em duplicata para cada repetição e os resultados foram expressos em porcentagem. Sempre que necessário, o refratômetro foi calibrado com água destilada.

3.3.3 Acidez Titulável

O teor de acidez titulável (AT) foi determinado por titulometria, através de 5 mL do suco extraído e de 45mL de água destilada acrescida de 3 gotas de fenolftaleína alcoólica 1%, e pela utilização de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, padronizada, titulante.

A titulação foi realizada com o auxílio de potenciômetro digital de bancada (marca Digimed, modelo DM-22) até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, confirmado pela faixa de pH do indicador de 8,2. Os resultados foram calculados segundo a Equação 01 e expressos como porcentagem de ácido málico, abundante na pitáia, equivalente à quantidade de NaOH 0,1N gasto na titulação (RYAN e DUPONT, 1973).

$$\text{Acidez titulável} = \frac{V \times F \times N \times 100}{P} \quad (01)$$

Onde:

V – volume gasto na titulação;

F – fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

N – Normalidade da solução de hidróxido de sódio;

P – massa da amostra em grama.

3.3.4 Potencial hidrogeniônico, pH

O potencial hidrogeniônico foi determinado com leitura direta no suco da pitaia em potenciômetro digital de bancada (marca Digimed, modelo DM-22).

3.3.5 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico com o 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), segundo Strohecker; Henning (1967), adaptado por Costa (2002). Cerca de 1500 μ L de amostra foi diluída em balão volumétrico de 25mL com ácido oxálico 0,5%, com agitação periódica, durante 5 minutos. Em seguida filtrou-se a solução, com papel filtro, em becker de 50mL. Em tubo de ensaio de 20mL foram transferidos 300 μ L da amostra clarificada junto com 3,7mL de ácido oxálico 0,5%, 3 gotas de 2,6-diclorofenolindofenol (DFI) a 0,2%, 1mL de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) a 2% e 1 gota de tiouréia a 10%. Após adição da tiouréia, a reação ocorreu em banho-maria fervente por 10 minutos. Decorrido o tempo de reação, acrescentou-se lentamente 5mL de ácido sulfúrico 85% com repouso por mais 10 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido ascórbico, as leituras de absorbância obtidas em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105) a 520nm e os resultados expressos em mg.100 g⁻¹ de massa fresca.

3.3.6 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos solúveis totais foram estimados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2014), por meio da mistura de 25 μ L do suco filtrado de pitaia com 1.575 μ L de água destilada e 100 μ L do reagente Folin-Ciocalteu, seguido de agitação e repouso por 5 minutos. Após o tempo de reação foram acrescentados 30 μ L de carbonato de sódio 20%, seguido de nova agitação e repouso em banho-maria a 40°C, por 30 minutos. A curva padrão foi preparada utilizando-se ácido gálico, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105) a 765nm e os resultados expressos em equivalente do ácido gálico (EAG) mg.100g⁻¹ de massa fresca.

3.3.7. Flavonoides e Antocianinas

Para a determinação dos teores de flavonoides e antocianinas pesou-se 0,25g de pitáia, macerou-a em almofariz com 10mL de Etanol-HCl (85:15 v/v) por um minuto. Em seguida, o extrato obtido foi recolhido em tubo de ensaio deixado em repouso por 24 horas sob refrigeração e posteriormente, filtrado para leitura. As leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105) a 374 nm para flavonoides e a 535 nm para antocianinas. Os resultados foram calculados a partir da Equação 03 e 04, conforme descrito pelo método Francis (1982).

$$\text{Flavonóides (mg/100g)} = \frac{F_d \times \text{Abs.}}{76,6} \quad (03)$$

$$\text{Antocianinas (mg/100g)} = \frac{F_d \times \text{Abs.}}{98,2} \quad (04)$$

Onde:

$F_d = 100 / (\text{massa}_{(g)} / \text{volume da diluição}_{(mL)})$;

Abs.= absorvância

3.3.8 Análises Enzimáticas

3.3.8.1 Fenilalanina amônia-liase, PAL (E.C. 4.3.1.5)

A extração enzimática foi realizada a partir de 0,5 g de pitáia homogeneizada em almofariz gelado com 3mL de solução tampão (pH 7,8) composta de Tris-HCl 20mM , β -mercapetanol 15 mM , glicerol 20%, fluoreto de fenilmetilsulfonil (PMSF) 1mM e Triton X-100 1% (v/v). A amostra foi centrifugada a 3500 RPM por 30 minutos e o sobrenadante utilizado para medir a atividade da PAL, estimada a partir da reação de 2,8mL de Tris-HCl 100mM (pH 8,8) contendo L-fenilalanina 11mM, durante 3 minutos, a 30°C . A formação do ácido *trans*-cinâmico foi monitorado a 290nm, os resultados estimados por meio de curva padrão do ácido cinâmico 5mM.

A atividade da enzima foi expressa em $\mu\text{M PAL min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa fresca de pitáia, como descrito por Ali; Hahn; Paek (2007), com modificações.

3.3.8.2 Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1)

A extração para a determinação da atividade enzimática foi realizada a partir de 2g de pitáia homogeneizada em almofariz gelado com 6mL de solução tampão com pH 6,5 contendo acetato de sódio 50mM, Triton X-100 6%, ácido etilenodiamino tetra-acético – EDTA 2mM, fluoreto de fenilmetilsulfonil – PMSF 1mM e cloreto de magnésio 1mM. A suspensão foi mantida em repouso por 10 minutos, filtrada com o auxílio de algodão e seringa, mantida novamente em repouso por 20 minutos e centrifugada a 3500 RPM, por 60 minutos, a 4°C. O sobrenadante foi utilizado para medir a atividade da PPO a partir da reação em tubo de ensaio contendo 1192 μL de tampão fosfato de sódio 200mM (pH 6,5), 300 μL de catecol 200mM e 8 μL de extrato enzimático. A reação ocorreu em banho-maria a 30°C por 15 minutos, as leituras monitoradas a 475nm e os resultados expressos em UE PPO $\text{min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa fresca de pitáia (WISSEMANN; LEE, 1980; AYDIN; KADIOGLU, 2001), com adaptações para pitáia.

3.3.8.3 Peroxidase, POD (E.C. 1.11.1.7)

O procedimento de extração da POD foi o mesmo empregado para a PPO. O sobrenadante foi utilizado para medir a atividade da POD a partir da reação em tubo de ensaio contendo 1485 μL de tampão fosfato de sódio 200 mM (pH 6,5), 1000 μL de guiacol 40mM, 500 μL de peróxido de hidrogênio 26mM e 15 μL de extrato enzimático. A reação ocorreu em banho-maria a 30°C por 15 minutos, as leituras monitoradas a 420nm e os resultados expressos em absorbância de POD (WISSEMANN; LEE, 1980; AYDIN; KADIOGLU, 2001), com adaptações para pitáia.

3.4 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tempos (0, 1, 2, 3 e 4 dias) de análises, 5 repetições com 1 fruto por repetição.

Os dados foram apresentados por análise estatística descritiva, levando-se em consideração o desvio padrão das médias.

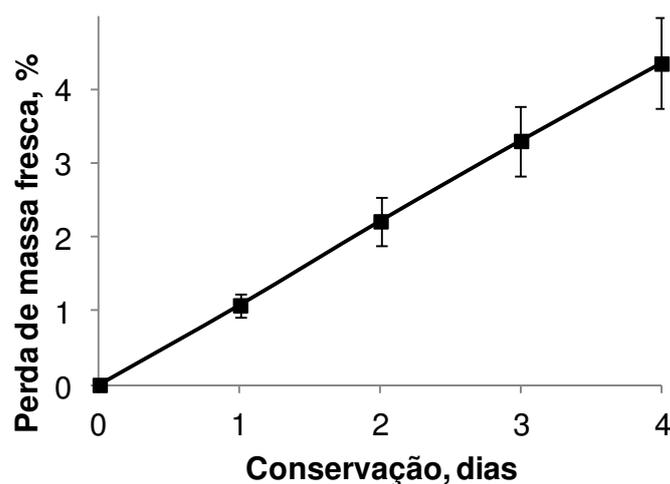
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS

4.1.1 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca acumulada sobre os frutos de pitaiia manteve-se abaixo de 5%, ao final do período de conservação (Figura 6).

Figura 6. Perda de massa fresca em pitaiia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



A perda de massa fresca dos frutos está relacionada às atividades respiratórias com a conseqüente perda de água para o meio, pela seu mecanismo de transpiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Duarte (2013), a perda de

massa fresca é considerada fator limitante para conservação, pois provoca enrugamento da casca e compromete a comercialização do produto mesmo a polpa estando em boas condições para consumo.

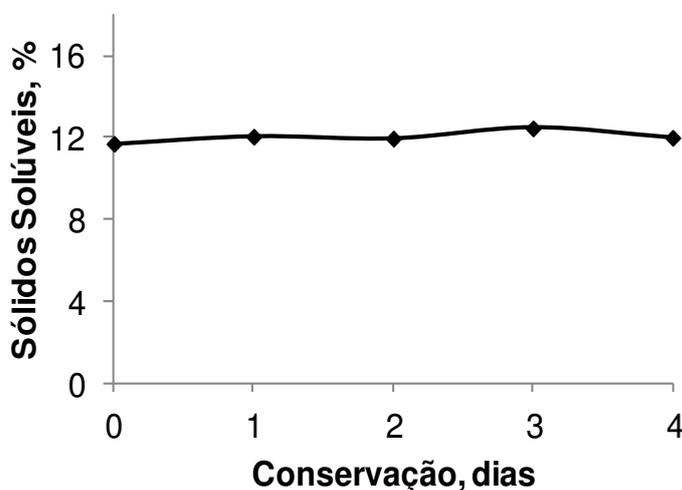
Freitas; Mitcham (2013), estudando a qualidade de fruto de pitaia (*Hylocereus undatus*) influenciada pela temperatura de armazenamento e tipo de embalagem verificaram que, os frutos perderam massa fresca em torno de 5% quando armazenados por 20 dias a 10°C e sem saco plástico. Os mesmo frutos, quando foram submetidos por mais 5 dias, a 20°C, aumentaram a perda de massa para cerca de 15%. Brunini; Cardoso (2011), ao estudarem o comportamento pós-colheita de frutos de pitaia de polpa branca em diferentes temperaturas de armazenamento, detectaram que houve perda de massa fresca de 6,41% após 5 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

Duarte (2013), ao verificar a qualidade de frutos de pitaia submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C, verificou que ao 7 dias, nos frutos controle, a perda de massa fresca acumulada ficou abaixo de 5%.

4.1.2 Sólidos solúveis, Acidez titulável e pH

Os teores de sólidos solúveis permaneceram praticamente constantes durante o período de conservação, em média 11,7%, conforme mostra a Figura 7.

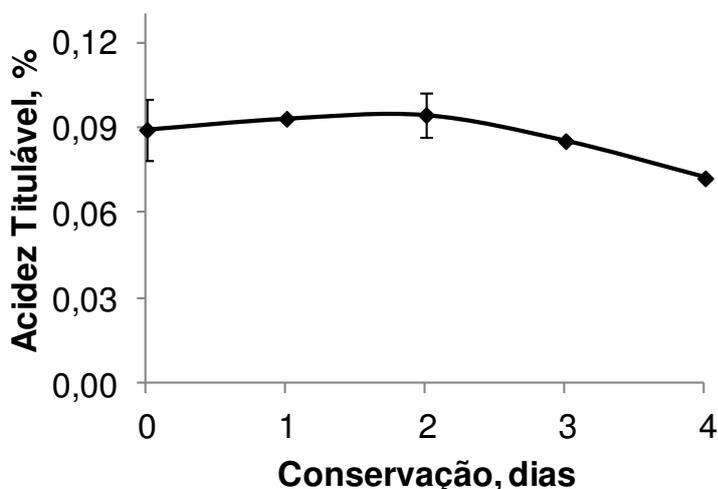
Figura 7. Sólidos solúveis em pitaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



A variação dos sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Ao ocorrer a perda de massa há favorecimento no teor de sólidos solúveis, em decorrência da concentração dos teores de açúcares no interior dos tecidos (GUEDES, 2007).

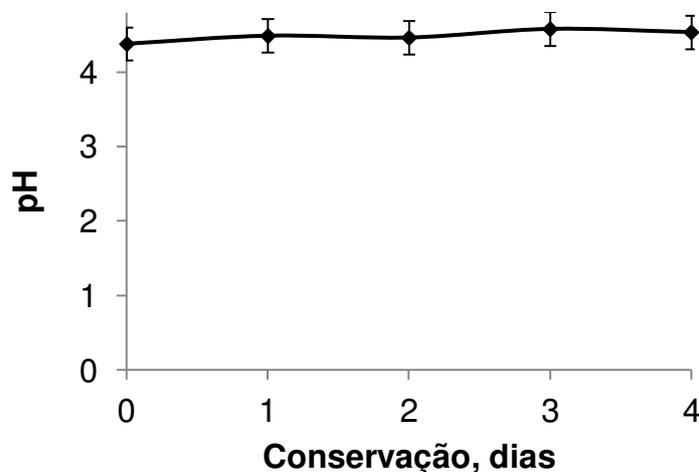
Os teores de acidez titulável reduziram durante os dias de conservação (Figura 8). Enquanto, o pH consequentemente tendeu a um aumento, com valores variando de 4,38 no primeiro dia de análise, a 4,54 no último dia de análise (Figura 9). Embora, aparentemente esse aumento nos valores de pH seja pequeno, mas em concentração de íons H^+ , isso representa uma variação de 48,2 para 23,9 μ M.

Figura 8. Acidez titulável em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}C$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, onde estes são encontrados, na forma livre ou combinados, nos vacúolos celulares ajudando a compor o aroma característico das frutas. No ciclo dos ácidos tricarboxílicos, o teor dos ácidos orgânicos tende a diminuir durante o armazenamento, devido às oxidações ocorridas no ciclo dos ácidos tricarboxílico. Como durante o armazenamento ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo, justifica-se a diminuição dos ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 9. Potencial hidrogeniônico em pitaiia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Mudanças de pH e temperatura são fatores que afetam sensivelmente pigmentos antocianos, visto que a deficiência natural de elétrons das antocianinas faz desses compostos serem particularmente reativos, a esses fatores. Ademais, os polifenóis são doadores efetivos de hidrogênio (KUSKOSKI et al., 2004).

Cordeiro et al. (2015), observaram em pitaiia-rosa de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) teor de sólidos solúveis, em média de $13,14^{\circ}\text{Brix}$, pH de 5,6 e acidez titulável de $0,29\text{mg}$ de ácido málico por 100mL de suco. Enciso et al. (2011), verificaram para frutos de pitaiia, *H. undatus*, colhidos totalmente maduros, valores de sólidos solúveis entre 11,6 e 13,6% e de acidez de $0,63\text{mg}$ de ácido málico, valores próximos aos estimados no presente trabalho para *H. costaricensis*.

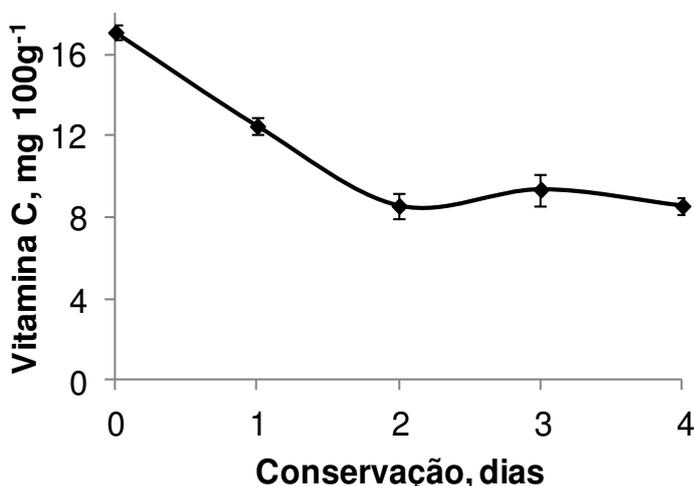
4.1.3 Vitamina C

Os teores de vitamina C reduziram em cerca de 50% até o 2° dia de armazenamento das pitaias, mantendo praticamente constante até o final do período de conservação (Figura 10).

Esta característica está relacionada com a qualidade nutricional dos frutos. Enciso et al. (2011), ao estudarem os teores de vitamina C em pitaias *H. undatus* colhidas em três estádios de maturação e, armazenadas a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 12 dias, verificaram redução nos valores de vitamina C para os três estádio (inicial:

9,31-8,43mg.100g⁻¹, médio: 8,49-7,02mg.100g⁻¹, completo: 7,93-7,24mg.100g⁻¹). Segundo Rodriguez et al. (2005), a redução de ácidos orgânicos nos frutos de pitaias está relacionado à condição destes serem utilizados como substrato na respiração durante o armazenamento. Centúrión et al. (2008), verificaram decréscimo nos teores vitamina C durante a maturação de frutos de *H. undatus* que colhidos aos 20 dias após floração obtiveram 14,7mg.100g⁻¹ e, quando foram colhidos aos 31 dias, os teores de vitamina C reduziram para 9,6mg.100g⁻¹.

Figura 10. Vitamina C em pitaiia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20±2°C, 55±5% UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



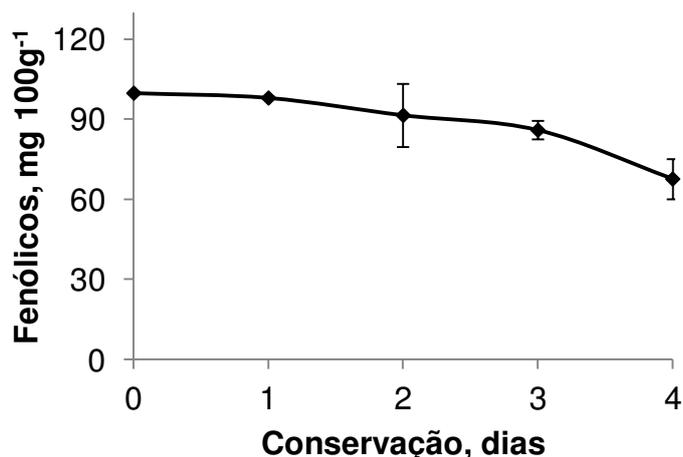
4.1.4 Compostos fenólicos, flavonóides e antocianinas

Verificou-se uma redução nos teores de compostos fenólicos em cerca de 30% ao longo dos 5 dias de conservação (Figura 11). Este comportamento, pode estar associado ao estágio de maturação dos frutos e mesmo a atividade antioxidante que os compostos fenólicos podem exercerem nos mesmos.

Os componentes que respondem por uma atividade biológica em alimentos podem ser influenciados pelo estágio de maturação e pela variedade (MENEZES; ALVES, 1995). Segundo esses autores, a redução dos compostos fenólicos no amadurecimento deve-se aos processos de complexação e polimerização.

Durante o amadurecimento, os níveis de compostos fenólicos, taninos hidrolisáveis e atividade antioxidante em frutos de romã foram reduzidos (SHWARTZ et al., 2009).

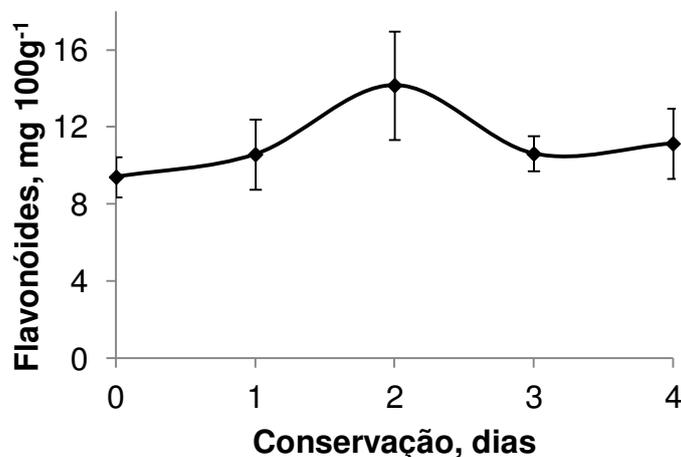
Figura 11. Compostos fenólicos em pitaiia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCEG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Os compostos fenólicos presentes nas plantas estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a microrganismos e pragas. 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, os compostos fenólicos constituem os antioxidantes mais abundantes (EVERETTE et al., 2010). Segundo Talcott et al. (2003), os compostos fenólicos são importantes constituintes de muitas frutas e hortaliças sendo que a quantificação dessas substâncias revela informações a respeito da atividade antioxidante, qualidade do alimento e dos potenciais benefícios à saúde.

Para os teores de flavonóides, houve um incremento em cerca de 20%, até final dos dias de conservação (Figura 12), variando de $9,4$ a $14,2\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ até o 2º dia de análise, alcançando $11,1\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, no último dia de avaliação dos frutos de pitaiia. Este comportamento pode contribuir para ativar o metabolismo secundário do fruto, a partir das enzimas fenilalanina amônia-liase (PAL), polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD).

Figura 12. Flavonóides em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Os teores de flavonóides encontrados neste trabalho ficaram acima dos encontrados por Lima (2013) que, estudando sobre a caracterização de pitiaia comercial e nativa do Cerrado encontrou variação nos níveis de flavonóides, onde, a espécie *H. costaricensis* apresentou a maior quantidade, em média $6,03\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de flavonóides amarelos, diferenciando significativamente das demais espécies, valor médio de $1,89\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de flavonóides amarelos. Este valor foi mais de 6 vezes superior ao apresentado pela espécie *S. megalanthus* nativa. A espécie nativa *S. setaceus* apresentou, em média, a segunda maior quantidade de flavonóides amarelos com $2,97\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Segundo Kim et al. (2011) os teores de flavonóides em pitaias de polpa vermelha foram 5 vezes maiores do que em pitaias de polpa branca, tanto na casca quanto na polpa dos frutos.

Os flavonóides são considerados um dos compostos fenólicos mais importantes e diversificado entre os produtos de origem vegetal sendo encontrado nas frutas, vegetais, sementes, flores e cascas de árvores (SCHMITZ et al., 2005).

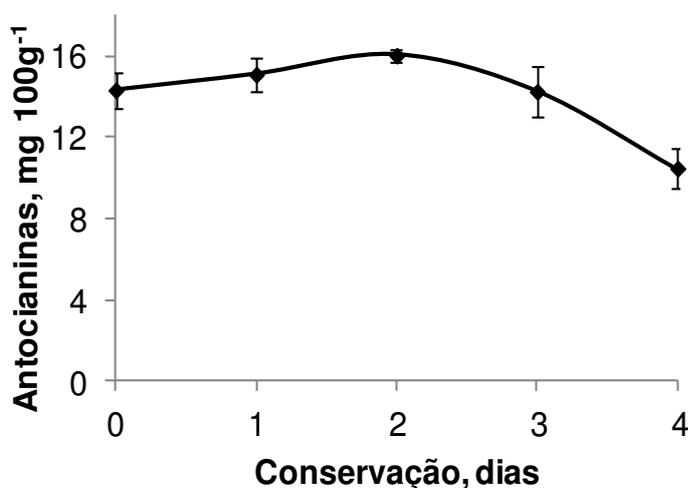
Os teores de antocianinas aumentaram até o 2º dia de avaliação, variando de 14,3 para $16\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, reduzindo em seguida para $10,5\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca, ao final da conservação (Figura 13). Uma possível explicação para a redução das antocianinas pode estar associado a sua degradação e/ou inibição da biossíntese destas no período final de conservação, uma vez que, o nível de antocianos livres diminui durante o amadurecimento mas não a cor vermelha, já que

as condensações são coloridas e mais estáveis. Deste modo, a manutenção da cor não depende somente da sua riqueza em antocianos tituláveis, monômeros ou ionizados, mas sim de seu processo de polimerização, fundamentalmente com taninos (DURIGAN, 2015).

Segundo Kennedy et al. (2007), alguns fatores como processo de extração, permeabilidade celular, área superficial e composição do meio extrator (concentração de etanol) podem influenciar na extração de antocianinas.

As antocianinas são componentes do grupo dos flavonóides e estão amplamente distribuídos na natureza (VOLP et al., 2008), fazendo parte da composição de muitas frutas vermelhas e hortaliças escuras (DOWNHAM; COLLINS, 2000).

Figura 13. Antocianinas em pituaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCEG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

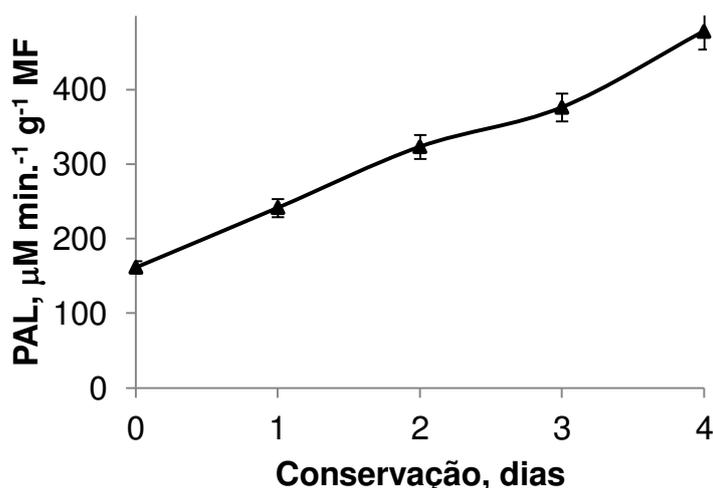


Segundo Durigan (2015) as antocianinas variam de cor em função do pH, mas essa propriedade se atenua à medida que se polimerizam e aumentam o peso molecular. A perda máxima da cor é observada em valores de pH próximos a 3,2 e 3,5. A cor varia de violeta a azul em valores de pH acima de 4,0, até tornar-se cor clara a amarelo em meio neutro ou alcalino. Os antocianos estão presentes em meios ácidos em quatro formas de equilíbrio: cor vermelha (cátion flavílio), cor azul (base anidra ou quinônica), incolor (base carbinol), amarelo (chalconas, *cis* e *trans*).

4.1.5 Fenilalanina amônia-liase (PAL), Polifenoloxidase (PPO) e Peroxidase (POD)

A atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (PAL) aumentou (Figura 14) com o tempo de conservação. Esse comportamento de atividade enzimática da PAL pode ter sido desencadeado pela temperatura de armazenamento, $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, a qual os frutos foram submetidos. Frutos de pitáia são frutos tropicais que quando expostos a temperaturas baixas podem gerar respostas enzimáticas provenientes do estresse térmico.

Figura 14. Fenilalanina amônia-liase (PAL) em pitáia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



A PAL é a primeira enzima da rota do metabolismo fenólico (JONES, 1984). Neste caso, os compostos fenólicos podem atuar no mecanismo de defesa do vegetal, incluindo a presença de antocianinas e de flavonóides. Segundo DEGL'INNOCENTI et al. (2005) a PAL pode funcionar como um indicativo de vida útil e qualidade, especialmente, cor e firmeza.

Em consequência ao aumento da atividade da PAL pode se verificar que houve aumento de atividade das enzimas polifenoloxidase - PPO (Figura 15) e peroxidase - POD (Figura 16), nos frutos de pitáia durante o período de conservação avaliado. Esse comportamento reforça, provavelmente, o envolvimento dos

compostos fenólicos como os flavonóides (Figura 9) e das antocianinas (Figura 10), estimados neste trabalho.

Figura 15. Polifenoloxidase (PPO) em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 5 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

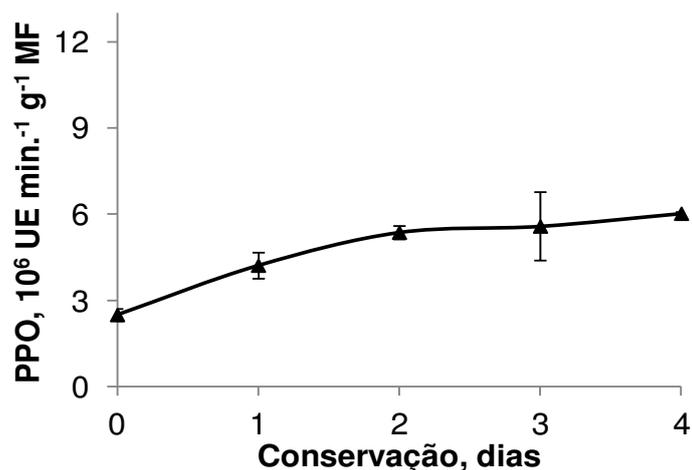
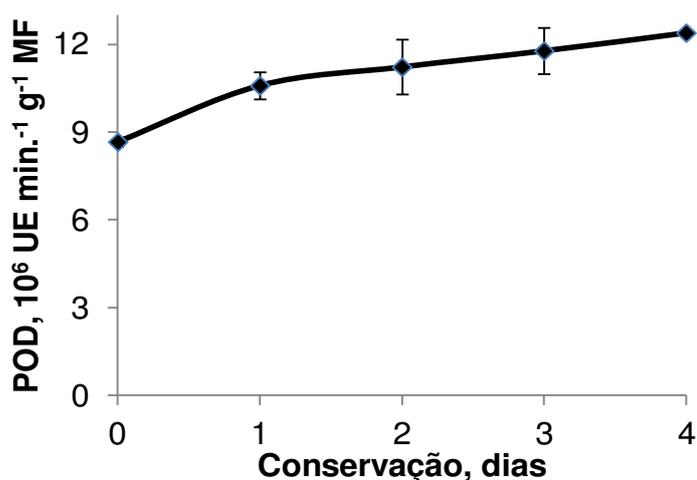


Figura 16. Peroxidase (POD) em pitiaia *Hylocereus costaricensis* (Web.) Britton & Rose, conservada a 20 ± 2 °C, $55\pm 5\%$ UR, por 4 dias. Pombal-PB, UATA/CCTA/UFCG, 2015. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



É comprovado o envolvimento da PPO e POD no escurecimento de frutas e hortaliças, visto que a PPO é uma cuproproteína que catalisa duas reações

diferentes nas plantas, a primeira é a hidroxilação de monofenóis a o-difenóis e, a segunda reação consiste na oxidação de o-difenóis a o-quinonas. Já a POD, muito bem distribuída nas plantas, catalisa uma série de reações e pode ser modulada tanto por estresse biótico como abiótico. Na presença de peróxido de hidrogênio, a POD pode oxidar mono e difenóis, além de ser uma proteína ativa no processo de cicatrização de ferimentos de tecidos vegetais, durante a biossíntese de lignina (Degl'Innocenti et al., 2005).

O acúmulo de substâncias de natureza fenólica em plantas submetidas ao estresse parece ser consequência do aumento da atividade da PAL, o que resulta geralmente em aumento na atividade de outras enzimas como, por exemplo, polifenol oxidase (PPO) e peroxidases (GASPAR et al., 1985). Guaiacol peroxidase (POD), na presença de substâncias fenólicas e ascorbato em membranas celulares podem agir na detoxificação de H_2O_2 na interface parede celular / plasmalema e contribuir para a proteção da bicamada fosfolipídica da lipoperoxidação provocada pelos radicais $\cdot OH$, que são fortes oxidantes causadores de danos à semipermeabilidade das membranas (VIANELLO et al., 1997).

As enzimas PODs catalisam reações redox em vegetais, usando peróxido de hidrogênio e oxigênio como agentes oxidantes (GUIMARÃES et al., 2010). Essas enzimas oxidam diferentes doadores de hidrogênio (fenólicos, amins e compostos heterocíclicos) (CHON et al., 2012).

A senescência do tecido vegetal leva a desorganização das células (destruição da barreira biológica entre as enzimas e o substrato) (YORUK; MARSHALL, 2003; POURCEL et al., 2006), e consequentemente a indução da atividade de enzimas, como as do metabolismo de proteção oxidativo, da planta.

Percebe-se que o mecanismo de atividade enzimática oxidativo em frutos de pitaiá, ainda não é bem estabelecido. Mas, é possível verificar que neste trabalho, a presença e a detecção de atividade dessas enzimas (PAL, PPO e POD), sobre os frutos de pitaiá, seja um excelente indicativo para o potencial antioxidante que esses frutos venham apresentar.

5. CONCLUSÕES

A pitiaia apresentou características físicas, químicas e nutricionais aceitáveis para o consumo *in natura*, destacando-se baixo teor de acidez e o teor de sólidos solúveis próximo ao observado para outras espécies do gênero.

A pitiaia destacou-se pelas quantidades elevadas de compostos fenólicos, flavonóides e de antocianinas, ótimo indicativo para estudar a capacidade antioxidante dos frutos em estudos futuros.

A atividade das enzimas PAL, PPO e POD envolvidas diretamente no metabolismo oxidativo do fruto de pitiaia pode estar associada aos elevados teores de flavonóides e antocianinas estimados no presente trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALI, M. B.; HAHN, E.; PAEK, K. Methyl jasmonate and salicylic acid induced oxidative stress and accumulation of phenolics in *Panax ginseng* bioreactor root suspension cultures. **Molecules**, v. 12, p. 607-621, 2007.
- ALVARENGA, T.C.; NETO, H.F.S.; OGASSAVARA, F.O.; ARANTES, F.C.; MARQUES, M.O.; FRIGIERI, M.C. Polifenoloxidase: uma enzima intrigante. **Ciência & Tecnologia**, v.3, n.1, p.83-93, 2011.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 416p. 2001.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3.ed. Viçosa: Ed. da UFV, 475p. 2003.
- AYDIN, N.; KADIOGLU, A. Changes in the chemical composition, polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v. 27, p. 85-92, 2001.
- BARBEAU, G. La pitaia rouge, um nouveau fruit exotique. **Fruits**, v.45, n.2, p.141-147, 1990.
- BASTOS D.C.; PIO, D.; FILHO, J.A.S.; LIBARDI, M.N.; ALMEIDA, L.F.P.; BEERLI, K.M.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; PICCOLI, R.H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência e agrotecnologia**, v.28, n.1, p. 107-112, 2004.
- BRUNINI, M.A.; CARDOSO, S.S. Qualidade de pitayas de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 24, n.3, p.78-84, 2011.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed., Larvas: UFLA, 785p., 2005.

CHON, S.; BOO, H.; HEO, B.; GORINSTEIN, S. Anthocyanin content and the activities of polyphenol oxidase, peroxidase and phenylalanine ammonia-lyase in lettuce cultivars. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.63, n.1, p.45-48, 2012.

CORDEIRO, M.H.M.; SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, G.P.; MIZOBUTSI, E.H.; MOTA, W.F. Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p.20-26, 2015.

COSTA, F.B. **Armazenamento refrigerado do mamão Havaí 'Golden' produzido na Chapada do Apodi**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2002. 60p. Monografia de graduação.

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

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 3^a ed. Barueri, São Paulo: Manole, p. 253-597, 2009

CRISTOFOLI, N.L.; LIMA, C.A.R.; MOTA, A.M.; PEIXOTO, N.M.; LIMA, J.S.S.;

DEGL'INNOCENTI, E.; GUIDI, L.; PARADOSSI, A.; TOGNONI, F. Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Acephala). **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v.52, n.26, p.9980-9984, 2005.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our foods in the last and next millennium. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 35, n.1, p.5-22, 2000.

DUARTE, M.H. **Armazenamento e qualidade de pitaiá [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] submetida à adubação orgânica**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013, 113p. Dissertação de mestrado.

DURIGAN, A.J.N. **Influência da microoxigenação sobre as características cromáticas do vinho touriga nacional**. Disponível em:

http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095392844787tcc_allan_j.n._duri gan.pdf Acesso em: 08 jul 2015.

EDAHIRO, J.; NAKAMURA, M.; SEKI, M.; FURUSAKI, S. Enhanced accumulation of anthocyanin in cultured strawberry cells by repetitive feeding of L-phenylalanine into the medium. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.99, n.1, p.43-47, 2005.

ENCISO, T.O.; ZAZUETA, M.E.I.; RANGEL, M.D.M.; TORRES, J.B.V.; ROMERO, M.V.; VERDUGO, S.H. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* haw.) cosechados en tres estados de madurez. **Revista Fitotecnia Mexico**, v.34, n.1, p.63-72, 2011.

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**, v. 58, n.14, p. 8.139-8.144, 2010.

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

FREITAS, A.A.; FRANCELIN, M.F.; HIRATA, G.F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F.L. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.172-177, 2008.

FREITAS, S.T.; MITCHAM, E.J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. **Scientia Agricola**, v.70, n.4, p.257-262, 2013.

FERNANDES, L.M.S.; VIEITES, R.L.; CERQUEIRA, R.C.; BRAGA, C.L.; SIRTOLI, L.F.; AMARAL, J.L. Características pós-colheita em frutos de pitaya orgânica submetida a diferentes doses de irradiação. **Revista Biodiversidade**, v.9, n.1, p.15-22, 2010.

FUNCEME/IPECE, **Perfil básico do município de Limoeiro do Norte**. 18p. 2011.

GASPAR, T.; PENEL, C.; CASTILLO, F.J.; GREPPIN, H. A two-step control of basic and acidic peroxidases and its significance for growth and development. **Physiologia Plantarum**, v.64, n.3, p.418-423, 1985.

GUEDES, P.A. **Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. Rosa**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007, 70p. (Dissertação de mestrado)

GUIMARÃES, A.A.; FINGER, F.L.; SOUZA, P.A.; LINHARES, P.C. Fisiologia pós-colheita de *Heliconia* spp. **Revista Verde**, v.5, n.5, p.38-49, 2010.

JUNQUEIRA, K.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; RAMOS, J.D.; PEREIRA, A.V. Informações preliminares sobre uma pitaya (*Selenicereus setaceus* Rizz) nativa do Cerrado. Planaltina: **EMBRAPA**, 18p. (Documentos 62), 2002.

JONES, H.D. Phenylalanine ammonia lyase: regulation of its induction, and its role in plant development. **Phytochemistry**, v. 23, n.1, p.1349-1355, 1984.

KENNEDY, J.A. Grape and wine phenolic: observations and recent findings. **Ciência e investigação agrária**, v. 35, n.2, p.77-90, 2008.

KIM, H.; CHOI, H.K.; MOON, J.Y.; KIM, Y.S.; MOSADDIK, A.; CHO, S.K. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, v.76, n.1, p.38-45, 2011.

KLINGL, E. O fruto das flores: novas espécies tornam mais rentáveis os investimentos no campo. **Isto É**, São Paulo, n. 305, 2 jul. 2003. Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/7994_o+fruto+das+flores>. Acesso em: 07 jul 2015.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; GARCÍA-PARILLA, M.C.; TRONCOSO, A.M.; FETT, R. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.692-693, 2004.

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. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 124p. (Tese de Doutorado).

LIMA, C.A.; FALEIR, 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.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; ASSIS, J.S.; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Aparência, compostos fenólicos e enzimas oxidativas em uva 'Itália' sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.1, p.39-43, 2002.

LUDERS, L. The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*). **Agnostes**, v.778, n.42, p.1-5, 1999.

MARQUES, V.B. **Propagação seminífera e vegetativa de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008, 85p. Dissertação de Mestrado.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. 1 ed. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 20p, 1995.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Reproductive biology of cactus fruit crops. **Horticultural Reviews**, v.18, p. 321-346, 1997.

NUNES, E.N.; SOUSA, A.S.B.; LUCENA, C.M.; SILVA, S.M.; LUCENA, R.F.P.; ALVES, C.A.B.; ALVES, R.E. Pitaia (*Hylocereus sp.*): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014.

PAULL, R. E. **Dragon Fruit**. Disponível em:
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/dragonFruit.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2015.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; Mc MAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PERES, L.E.P. Metabolismo secundário das plantas. Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/metabolismo-secundario-das-plantas> Acesso em: 27 jun 2015.

PINTO, M.S.T.; RIBEIRO, J.M.; OLIVEIRA, E.A.G. O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas. **Revista brasileira de Biociência**, v.9, n.2, p. 241-248, 2011.

POURCEL, L.; ROUTABOUL, J.M.; CHEYNIER, V.; LEPINIEC, L.; DEBEAUJON, I. Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. **Trends in Plant Science**, v.12, n.1, p.29-36, 2006.

RAHMAN, M.; PUNJA, Z.K. Biochemistry of ginseng root tissues affected by rusty root symptoms. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.43, n.12, p.1103-1114, 2005.

RODRIGUES, L.J. **Caracterização do desenvolvimento e processamento mínimo de pitáia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010, 155p. Tese de Doutorado.

RODRÍGUEZ, D.A.R.; GUTIÉRREZ, M. DEL P.P.; LASPRILLA, D.M.; FISCHER, G.; VANEGAS, J.A.G. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**. v.58, n.2, p.2837-2857, 2005.

RYAN, J.J.; DUPONT, J.A. Identification and analysis of the major acids from fruit juices and wines. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 21, p. 45-49, 1973.

SANTOS, M.B.; CARDOSO, R.L.; FONSECA, A.A.O.; CONCEIÇÃO, M.N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SATO, S.T.A.; RIBEIRO, S.C.A; SATO, M.K.; SOUZA, J.N.S. Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*). **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.1, n.2, p.46-56, 2014.

SCHMITZ, W.; SAITO, A.Y.; ESTEVÃO, D.; SARIDAKI, H.O. O chá verde e suas ações como quimioprotetor. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.26, n.2, p. 119-130, 2005.

STROHECKER RL; HENNING HM. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428p. 1967.

SHWARTZ, E.; GLAZER, I.; BAR-YA'AKOV, I.; MATITYAHU, I.; BAR-ILAN, D.; AMIR, R. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. **Food Chemistry**, v.115, n.3, p.965–973, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TALCOTT, S.T.; PERCIVAL, S.S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.4, p.935-941, 2003.

VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA I.; DORNIER, M., REYNES, M., Colorant and antioxidant properties of red pitahaya (*Hylocereus sp.*), **Fruits**, v. 60, n.1, p.3-12, 2005.

VILAS BOAS, E.V.B. **Frutas minimamente processadas**: banana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. Palestras... Viçosa: UFV, p.115-121, 2004.

VIANELLO, A.; ZANCANI, M.; NAGY, G.; MACRI, F. Guaiacol peroxidase associated to soybean root plasma membranas oxidizes ascorbate. **Journal of Plant Physiology**, v.150, n.5, p.573-577, 1997.

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

WATERHOUSE, A. **Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine**.

Disponível em: <http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/foolin-ciocalteu-micro-method-for-total-phenol-in-wine>. Acesso em: 01 out. 2014.

WISSEMANN, K.W.; LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, n.3, p. 206-211, 1980.

YORUK, R.; MARSHALL, M.R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review. **Journal of Food Biochemistry**, v.27, n.1, p.361-422, 2003.