

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA**

**ESTUDOS MORFOBIOMÉTRICOS, PONTOS DE MATURAÇÃO E  
CONSERVAÇÃO DE FIGO-DA-ÍNDIA MINIMAMENTE PROCESSADO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2024**

**DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA**

**ESTUDOS MORFOBIOMÉTRICOS, PONTOS DE MATURAÇÃO E  
CONSERVAÇÃO DE FIGO-DA-ÍNDIA MINIMAMENTE PROCESSADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Fabíola Villa

Linha de Pesquisa: Manejo de Culturas

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Ferreira da Silva, Débora Regina

Estudos morfobiométricos, pontos de maturação e conservação de figo-da-índia minimamente processado / Débora Regina Ferreira da Silva; orientadora Fabíola Villa. -- Marechal Cândido Rondon, 2024.

48 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2024.

1. Figo da índia . 2. Pós-colheita. 3. Morfobiometria. I. Villa, Fabíola , orient. II. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

## DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA

Estudo morfobiométrico, pontos de maturação e conservação de figo-da-índia minimamente processado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientadora - Fabíola Villa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Andréia Cristina Peres Rodrigues da Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Luciana Alves Fogaça

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Daniel Fernandes da Silva

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, 23 de julho de 2024

**DEDICO**

Primeiramente a Deus, a meus pais e irmãos, ao meu marido e todos amigos por estarem sempre presentes.

### **OFEREÇO**

À minha família e amigos que estiveram ao meu lado durante todo o percurso do mestrado, e em particular, aos colegas do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), cuja colaboração foi fundamental para a realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Dra. Fabíola Villa, pela dedicação incansável, apoio constante, confiança, conselhos valiosos e direcionamentos necessários para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos membros da Banca de Defesa, Prof. Dr. Daniel Fernandes da Silva, Profa. Dra. Luciana Alves Fogaça e Profa. Dra. Andréia Cristina Peres Rodrigues da Costa, pelas contribuições e sugestões que enriqueceram este trabalho.

À minha querida família e amigos, especialmente meu marido e melhor amigo, Jonatas Ricardo Zwick, pelo amor incondicional e suporte em todos os momentos.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), Larissa Kiahara, Lilian Martins, Edlaine da Costa, Mateus Cavalcante, Laís Romero, Rodrigo Vargas e Renan Araújo, pelo auxílio fundamental na execução e avaliação dos experimentos... amo todos vocês.

Aos colegas da graduação, Isabela Pons, Katriely Centurião, Maria Eduarda Comim, Eduarda Schuck e Vinícius Druziani, pelo apoio e troca de conhecimentos ao longo desta jornada acadêmica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, que foi fundamental para a realização deste sonho.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste projeto, meu mais sincero agradecimento.

**MUITO OBRIGADA.**

## RESUMO

SILVA, Débora Regina Ferreira da. M. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, julho de 2024. **Estudos morfobiométricos, pontos de maturação e conservação de figo-da-índia minimamente processado.** 2024. Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fabíola Villa.

Os processos empregados na pós-colheita auxiliam no aumento do armazenamento de frutas minimamente processadas. Diante do exposto, objetivou-se com presente trabalho realizar uma caracterização visual e morfobiométrica, além de indicar o ponto de colheita de frutos de figo-da-índia. Além disso, na pós-colheita, avaliar diferentes embalagens e tipos de cortes nos frutos minimamente processados, no armazenamento. Três experimentos foram realizados, sendo os dois primeiros, concomitantemente, onde, o experimento 1 realizou-se uma caracterização visual e morfobiométrica de frutos e experimento 2, constou dos 5 pontos de colheita. No momento da colheita, os frutos foram selecionados em diferentes pontos de maturação e levados ao Laboratório Tecnologia de pós-colheita pertencente ao núcleo da Unioeste de Marechal Cândido Rondon (PR), higienizados, selecionados e realizada a caracterização físico-química. O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi inteiramente casualizado, contendo 5 tratamentos, representado pelos pontos de maturação (PM), 10 repetições e 5 frutos por repetição. O experimento 3 foi realizado em esquema fatorial 3 x 2 x 6 [3 embalagens x 2 cortes x 6 tempos de armazenamento], contendo duas repetições e duas amostras por repetição. Ao final do armazenamento, foram avaliados a diferença de coloração da polpa e casca, perda de biomassa fresca (g), firmeza de polpa (N), firmeza da casca (N), pH e sólidos solúveis (°Brix). Com a caracterização, foi possível afirmar que os frutos são ovóides, firmes e com casca vermelho-alaranjada, quando maduros e com grande quantidade de aréolas. Conforme o avanço do PM, ocorreram incrementos de variáveis biométricas do fruto, além da intensificação da coloração. Maiores sólidos solúveis foram verificados em PM4 e PM5. Frutos colhidos em PM1 apresentaram cascas mais espessas e com maior luminosidade. A utilização da bandeja Polietileno tereftalato e Polipropileno, propiciam melhor conservação dos frutos. O corte transversal do fruto apresenta-se como melhor opção para comercialização de figo-da-índia minimamente processado, podendo ser armazenado sob refrigeração a 10°C entre 3-4 dias.

**Palavras-chave:** *Opuntia ficus-indica* L. Caracterização de frutos. Pós-Colheita. Armazenamento.

## ABSTRACT

SILVA, Débora Regina Ferreira da. M. S. State University of Western Paraná, July 2024. **Morphobiometric studies, ripening points and conservation of minimally processed prickly pears.** 2024. Advisor: Prof. Dr. Fabíola Villa.

The processes used in post-harvest help to increase the storage of minimally processed fruits. In view of the above, the objective of this study was to perform a visual and morphobiometric characterization, in addition to indicating the harvest point of prickly pear fruits. In addition, in the post-harvest, to evaluate different packaging and types of cuts in the minimally processed fruits, in storage. Three experiments were carried out, the first two being concomitantly, where experiment 1 performed a visual and morphobiometric characterization of fruits and experiment 2 consisted of the 5 harvest points. At the time of harvest, the fruits were selected at different ripening points and taken to the Post-Harvest Technology Laboratory belonging to the Unioeste center in Marechal Candido Rondon (PR), cleaned, selected and the physical-chemical characterization performed. The experimental design used in the experiments was completely randomized, containing 5 treatments, represented by the points of maturity (PM), 10 replicates and 5 fruits per replicate. Experiment 3 was carried out in a 3 x 2 x 6 factorial scheme [3 packages x 2 cuts x 6 storage times], containing two replicates and two samples per replicate. At the end of storage, the difference in pulp and peel color, loss of fresh biomass (g), pulp firmness (N), peel firmness (N), pH and soluble solids (°Brix) were evaluated. With the characterization, it was possible to state that the fruits are ovoid, firm and with red-orange peel, when ripe and with a large amount of areoles. As the PM advances, there were increases in biometric variables of the fruit, in addition to the intensification of color. Higher soluble solids were observed in PM4 and PM5. Fruits harvested in PM1 presented thicker peels with greater luminosity. The use of polyethylene terephthalate and polypropylene trays provides better preservation of the fruits. The cross-section of the fruit is the best option for marketing minimally processed prickly pears, which can be stored under refrigeration at 10°C for 3-4 days.

**Keywords:** *Opuntia ficus-indica* L. Fruit characterization. Post-Harvest. Storage.

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 ARTIGO 1.....	2
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
2.1 INTRODUÇÃO.....	4
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
2.4 CONCLUSÕES.....	15
REFERÊNCIAS.....	15
3 ARTIGO 2.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
3.1 INTRODUÇÃO.....	22
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.4 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS.....	38
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	41

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A figueira-da-Índia (*Opuntia ficus-indica*) é uma planta de origem mexicana, da família Cactaceae, subgênero Opuntioideae e gênero *Opuntia*, que constitui um grupo extremamente diversificado, com conjunto de estratégias adaptativas, evolutivas e ecológicas (TORRES-PONCE et al., 2015). A planta é arbustiva suculenta, ramificada, com porte variável (COSTA, 2022), com parte aérea formada por segmentos ou cladódios, com aparência de folhas carnosas, possuindo espinhos nas aréolas ou gemas (MARQUES et al., 2011).

A produção de frutos ainda é incipiente no Brasil, concentrando-se, principalmente, em São Paulo (Valinhos) e nos estados de Pernambuco e Paraíba. Do total produzido em São Paulo, uma grande parcela é exportada para a Europa e Estados Unidos, regiões com o hábito de consumo deste fruto (ALVES et al., 2008).

O fruto é do tipo baga com 5-10 cm de comprimento e 4-8 cm de largura. De modo geral, possui várias sementes e a casca contém gloquídeos e coloração variável. O peso do fruto pode variar entre 100-200 g (RAMADAN; MÖRSEL, 2003).

Do ponto de vista fisiológico, considerando toda sua complexidade, a realização da colheita de um determinado fruto deve estar ligada ao conhecimento do seu estágio de maturação. Isto evitará perdas e desuniformidade dos frutos, além de apresentar ao consumidor final um produto de qualidade (MENEZES et al., 2015).

O principal objetivo do processamento mínimo de frutas é fornecer um produto que possua característica semelhante àquele fresco, mantendo a sua qualidade nutricional e apresentando vida útil que permita uma otimização na logística de comercialização e consumo (MARQUES et al., 2011). O corte ocasiona a aceleração do metabolismo da matéria-prima, reduzindo, por conseguinte, a vida útil do produto processado (DÍAZ-DELGADO et al., 2024).

Frutos como o figo-da-índia, minimamente processados, têm ganhado a atenção e a demanda dos consumidores, devido às suas características de frescor, segurança, qualidade nutricional, propriedades de saúde e conveniência (PANZA et al., 2022). Além disso, são ricos em fibras, minerais, vitaminas e compostos fenólicos (SILVA et al., 2021). A seleção de condições ideais para a conservação pode manter também elevadas as qualidades microbianas e nutricionais dos frutos até o consumo (PALMA et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se com presente trabalho realizar uma caracterização visual e morfobiométrica, além de indicar o ponto de colheita de frutos de figo-da-índia. Além disso, na pós-colheita, avaliar diferentes embalagens e tipos de cortes nos frutos minimamente processados, no armazenamento.

## 2. ARTIGO 1

### CARACTERIZAÇÃO VISUAL, MORFOBIOMÉTRICA E PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE FIGO-DA-ÍNDIA CULTIVADOS EM MARECHAL CÂNDIDO RONDON (PARANÁ)

(Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA<sup>1\*</sup>, FABIÓLA VILLA<sup>2</sup>, MATEUS LOPES  
BORDUQUI CAVALCANTE<sup>1</sup>, RODRIGO JOSÉ DE VARGAS<sup>1</sup>,  
LARISSA HIROMI KIAHARA<sup>1</sup>, RENAN ARAUJO SONEGO<sup>1</sup>

**RESUMO:** O estágio de maturação do fruto é uma etapa importante na colheita, para que um produto de qualidade chegue ao consumidor final. Diante do exposto, objetivou-se com presente trabalho realizar a caracterização visual, morfobiométrica e ponto de colheita de frutos de figo-da-índia cultivados no município de Marechal Cândido Rondon (PR). Dois experimentos foram realizados concomitantemente, onde, o experimento 1 realizou-se uma caracterização visual e morfobiométrica de cem frutos de figo-da-índia, colhidos totalmente maduro, com a casca de coloração alaranjada-avermelhada e experimento 2, constou dos cinco pontos de colheita dos frutos. A colheita dos frutos foi realizada manualmente, do pomar da Unioeste. No momento da colheita, foram selecionados em diferentes pontos de maturação, sendo os tratamentos: T1 = coloração de casca 100% verde, T2 = coloração de casca 75% verde, T3 = coloração de casca 50% verde, T4 = coloração de casca 25% verde e T5 = coloração de casca 0% verde. Posteriormente os frutos foram levados ao Laboratório Tecnologia de pós-colheita pertencente ao núcleo da Unioeste de Marechal Cândido Rondon (PR), higienizados e selecionados quanto à coloração da casca e ausência de danos físicos. Biomassa fresca dos frutos, casca e polpa foram avaliadas, além do diâmetro horizontal e vertical, número de aréolas, espessura da casca, volume, sólidos solúveis totais da polpa, pH, acidez titulável, ratio (SS/AT) e análise colorimétrica da polpa e casca, além da firmeza da casca e polpa, para o experimento de caracterização morfobiométrica. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente

---

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Marechal Cândido Rondon, PR.

<sup>2</sup>Professora Associado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: fvilla2003@hotmail.com.

66 casualizado, contendo 5 tratamentos, representado pelos diferentes pontos de maturação, 10  
67 repetições e 5 frutos por repetição. Com a caracterização visual e morfobiométrica, foi possível  
68 afirmar que os frutos de figo-da-índia são ovóides, firmes e com casca de coloração vermelho  
69 alaranjada, quando maturo e com grande quantidade de aréolas presentes na casca. Conforme  
70 o avanço do ponto de maturação, ocorreram incrementos de variáveis biométricas do fruto,  
71 além da intensificação da coloração vermelha (*a*) e azul (*b*). Maiores sólidos solúveis totais  
72 foram verificados em PM4 e PM5, respectivamente. Ademais, frutos colhidos em PM1  
73 apresentaram cascas mais espessas e com maior luminosidade (*L*).

74 **Palavras-chave:** *Opuntia ficus-indica* L., morfometria, ponto de maturação.

75

76 **VISUAL CHARACTERIZATION, MORPHOBIO-METRIC AND HARVESTING**  
77 **POINT OF PEARCH FRUITS CULTIVATED IN MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
78 **(PARANÁ, BRAZIL)**

79

80 **ABSTRACT:** The fruit's ripening stage is an important stage in harvesting, so that a quality  
81 product reaches the final consumer. In view of the above, the objective of this work was to carry  
82 out the visual, morphobiometric and harvest point characterization of prickly pear fruits  
83 cultivated in the municipality of Marechal Cândido Rondon (PR). The fruits were harvested  
84 manually, from the orchard at the Unioeste Experimental Farm. At the time of harvest, they  
85 were selected at different maturation points, with the treatments being: T1 = 100% green skin  
86 color, T2 = 75% green skin color, T3 = 50% green skin color, T4 = 25% skin color % green  
87 and T5 = 0% green peel color. Subsequently, the fruits were taken to the Institution's Post-  
88 Harvest Technology Laboratory, cleaned and selected for skin color and absence of physical  
89 damage. Fresh biomass of fruits, peel and pulp were evaluated, in addition to horizontal and  
90 vertical diameter, number of areolas, peel thickness, volume, total soluble solids of the pulp,  
91 pH, titratable acidity, ratio (SS/AT) and colorimetric analysis of the pulp. and bark. The  
92 experimental design used was completely randomized, containing 5 treatments, represented by  
93 different ripening points, 10 replications and 5 fruits per replication. As the ripening point  
94 progressed, there were increases in the fruit's biometric variables, in addition to the  
95 intensification of the red (*a*) and blue (*b*) color. Higher total soluble solids were found in PM4  
96 and PM5, respectively. Furthermore, fruits harvested in PM1 had thicker skins and greater  
97 luminosity (*L*).

98 **Keywords:** *Opuntia ficus-indica* L., morphometry, ripening point.

99

## 100 2.1 INTRODUÇÃO

101

102 A figueira-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) é uma planta de origem mexicana, da família  
103 Cactácea, subgênero Opuntioideae e gênero *Opuntia*, que constitui um grupo extremamente  
104 diversificado, com conjunto de estratégias adaptativas, evolutivas e ecológicas (TORRES-  
105 PONCE et al., 2015). A planta é arbustiva suculenta, ramificada, com porte variável, podendo  
106 alcançar até seis metros de altura (COSTA, 2022), com parte aérea formada por segmentos ou  
107 cladódios, também conhecidos como raquetes, ou palmas, com aparência de folhas carnosas,  
108 mas são caules modificados, possuindo espinhos nas aréolas ou gemas (MARQUES et al.,  
109 2011).

110 A produção de frutos ainda é incipiente no Brasil, concentrando-se, principalmente, em  
111 São Paulo (Valinhos) e nos estados de Pernambuco e Paraíba. Do total produzido em São Paulo,  
112 uma grande parcela é exportada para a Europa e Estados Unidos, regiões com o hábito de  
113 consumo deste fruto in natura e processados (ALVES et al., 2008). No Nordeste, a cultura é  
114 explorada principalmente para obtenção de forragem para a alimentação animal, durante o  
115 período de seca (SEGANTINI et al., 2010).

116 O fruto é do tipo baga com 5-10 cm de comprimento e 4-8 cm de largura. De modo geral,  
117 possui várias sementes, portanto, considerado polispérmico, carnoso, doce, umbilicado no  
118 extremo superior, casca contendo gloquídeos e coloração variável. O peso do fruto pode variar  
119 entre 100-200 g, apresenta sementes obovoladas e discóides com 3 a 4 mm de diâmetro  
120 (RAMADAN; MÖRSEL, 2003).

121 Do ponto de vista fisiológico, considerando toda sua complexidade, a realização da  
122 colheita de um determinado fruto deve estar ligada ao conhecimento do seu estágio de  
123 maturação. Isto evitará perdas e desuniformidade dos frutos, além de apresentar ao consumidor  
124 final um produto de qualidade. Diante do exposto, podem ser utilizados indicadores de  
125 maturação, que compreendem avaliações físico-químicas, que sofrem alterações durante os  
126 pontos de colheita (MENEZES e t al., 2015).

127 Frutos de figo-da-Índia passam por diversas modificações físicas e químicas do início do  
128 seu desenvolvimento até atingir a maturação completa. Tais alterações estão no tamanho e  
129 coloração da casca, por exemplo, que vai de completamente verde a vermelho intenso. Outro  
130 ponto de variação é a acidez da polpa, que varia de acordo com o estágio de maturação, podendo  
131 ser mais acentuada em frutos processados (MARQUES et al., 2011). Apesar do Brasil ser  
132 produtor de figo-da-Índia, principalmente de polpa laranja, pouco se sabe sobre os índices de  
133 colheita e o comportamento pós-colheita do fruto, assim como os parâmetros de qualidade.

134 Alguns estudos já foram realizados com frutos tropicais e subtropicais, como por  
135 exemplo, aqueles realizados por Cavalini et al. (2015) com goiabas da cultivar Paluma e  
136 Kumagai e Villa et al. (2019) com frutos de doviális. Os mesmos autores observaram uma  
137 mudança de coloração do exocarpo ao longo das diferentes fases de maturação e perda da  
138 coloração verde inicial. Ainda afirmam que, a perda da coloração verde é uma característica do  
139 amadurecimento, e que a mesma acontece em função da degradação da clorofila e aparecimento  
140 de outros pigmentos peculiares de frutos maduros. Em trabalho com figo-da-Índia, a polpa  
141 apresentou elevada doçura, baixa acidez, compostos fenólicos, betalaínas e atividade  
142 antioxidante, podendo ser utilizada na elaboração de alimentos e ser uma alternativa no seu  
143 aproveitamento no País (SOUZA; CORREIA, 2013).

144 Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho realizar uma caracterização  
145 visual, morfobiométrica em diferentes pontos de colheita de frutos de figo-da-índia cultivados  
146 no município de Marechal Cândido Rondon (PR).

147

## 148 **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

149

150 Dois experimentos foram realizados concomitantemente, onde, o experimento 1 realizou-  
151 se uma caracterização visual e morfobiométrica de 100 frutos de figo-da-índia, colhidos  
152 totalmente maduro, com a casca de coloração alaranjada-avermelhada. Para este experimento  
153 aplicou-se uma estatística descritiva, por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2011). O  
154 experimento 2 constou dos cinco pontos de colheita dos frutos, descritos abaixo.

155 A colheita dos frutos foi realizada manualmente, nas horas mais frescas da manhã, em  
156 plantas matrizes de 5 anos, localizadas no pomar da Fazenda Experimental “Prof. Dr. Antônio  
157 Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste,  
158 *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR (coordenadas geográficas 24°31’54,4” S e  
159 54°01’26,9” W).

160 No momento da colheita, os figos-da-Índia foram selecionados em diferentes pontos de  
161 maturação (PM), seguindo metodologia adaptada de Rangel Júnior et al. (2021), sendo: PM1 =  
162 coloração de casca 100% verde, PM2 = coloração de casca 75% verde, PM3 = coloração de  
163 casca 50% verde, PM4 = coloração de casca 25% verde e PM5 = coloração de casca 0% verde  
164 (Figura 1).

165 Posteriormente os frutos foram levados em caixas plásticas ao Laboratório de Tecnologia  
166 Pós-Colheita da Instituição e na sequência higienizados, selecionados quanto à coloração da  
167 casca e ausência de danos físicos, lavados em água corrente e secos com papel absorvente, a

168 fim de caracterizá-los físico-quimicamente, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz  
169 (IAL, 2008).

170



171

172 **Figura 1:** Pontos de maturação (PM). PM1 (1) = coloração de casca 100% verde, PM2 (2) =  
173 coloração de casca 75% verde, PM3 (3) = coloração de casca 50% verde, PM4 (4) = coloração  
174 de casca 25% verde e PM5 (5) = coloração de casca 0% verde dos frutos de figo-da-índia.  
175 Metodologia adaptada de Rangel Júnior et al. (2021).

176

177 A biomassa fresca dos frutos (g), biomassa da casca (g) e biomassa da polpa (g) foram  
178 avaliadas e determinadas por meio de pesagem individual de cada fruto ou parte dele, com  
179 auxílio de balança eletrônica de precisão, com duas casas decimais. O diâmetro horizontal e  
180 vertical foi realizado com auxílio de paquímetro digital e a unidade expressa em milímetros. O  
181 número de aréolas (gemas com espinhos) foi contabilizado por fruto e a espessura da casca  
182 (mm) medida com paquímetro digital. Os sólidos solúveis da polpa foram avaliados por meio  
183 de refratômetro digital de bancada, com os resultados expressos em °Brix.

184 O volume foi estimado por meio individual dos frutos pelo método de deslocamento de  
185 água. Foi utilizado béquer com capacidade de 2000 mL. Inicialmente o recipiente foi  
186 preenchido com o volume fixo de 1500 mL de água. Na sequência os frutos foram imersos no  
187 recipiente para obter-se o deslocamento de coluna d'água, estabelecendo, portanto, o volume  
188 individual dos frutos. A determinação do pH foi adaptada, a partir da metodologia do Instituto  
189 Adolfo Lutz (IAL, 2008), pesando 2 g de cada amostra de fruto em béquer, diluída em 50 mL  
190 de água destilada e homogeneizando, até que as partículas ficassem suspensas. Para  
191 determinação do pH das amostras foi utilizado pHmetro de bancada.

192 Para a acidez titulável foram pesados, aproximadamente, 5 g de polpa de fruto e cada  
193 amostra diluída em 50 mL de água destilada, adicionando 0,3 mL de solução fenolftaleína.  
194 Posteriormente foi realizada a titulação com hidróxido de sódio 0,1 M, até o aparecimento de

195 uma coloração rósea (IAL, 2008). Para o ratio, realizou-se uma divisão entre os sólidos solúveis  
196 (SS) e a acidez titulável (AT), obtendo uma relação SS/AT (SILVA et al., 2011).

197 Para a firmeza da casca e polpa, utilizou-se penetrômetro de frutas digital FR-5120 Lutron  
198 (Impac<sup>®</sup>), com ponteira de penetração de 8 mm e resultados expressos em Newton (N). Para  
199 esta avaliação, primeiro avaliou-se a firmeza da casca e na sequência, cortou-se o fruto ao meio,  
200 na transversal, para medição da polpa.

201 Para a análise colorimétrica, os frutos (casca e polpa) foram dispostos sobre bancada,  
202 sendo a cor determinada com luz branca em temperatura ambiente, com colorímetro de bancada  
203 (marca Konica Minolta, modelo Sensy CR 400). A coloração foi expressa pelo sistema de  
204 coordenadas retangulares  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , conforme a Comissão Internationale de Eclairage (CIE,  
205 1986), onde  $L^*$  = percentagem dos valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco),  $a^*$   
206 = cor vermelha (+) ou verde (-) e  $b^*$  = cor amarela (+) ou azul (-).

207 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de 5  
208 tratamentos, representado pelos diferentes pontos de maturação, distribuídos em 10 repetições  
209 de 5 frutos por repetição. Os dados obtidos foram submetidos à verificação da normalidade,  
210 pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett.  
211 Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F  
212 ( $p < 0,05$ ), e quando observadas diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Scott-  
213 Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa computacional estatístico Sisvar  
214 (FERREIRA, 2011).

215

### 216 **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

217

218 Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as estatísticas descritivas referentes à caracterização  
219 morfobiométrica dos frutos de figo-da-índia. As características morfobiométricas referem-se às  
220 medidas e características físicas de um fruto em relação à sua média. Essas análises podem  
221 fornecer uma compreensão detalhada da biometria dos frutos de figo-da-índia, destacando  
222 aspectos importantes da variabilidade presente, essenciais para a caracterização precisa dos  
223 frutos, com implicações práticas na produção, colheita e comercialização (PEREIRA et al.,  
224 2021), além de possíveis estudos no melhoramento genético e definição de possível variedade  
225 (SANTOS & ALMEIDA, 2019).

226 Nessa perspectiva, a caracterização morfobiométrica de figo-da-índia quanto aos seus  
227 frutos contribui para subsidiar a identificação da espécie e sua variabilidade genética, além de  
228 determinar seu potencial de utilização imediata pelos fruticultores. Outro ponto importante a

229 ser observado é que a palma (*Opuntia*), por ser uma cactácea tropical e por se tratar de uma  
 230 espécie sem cultivo comercial, apresenta grande variabilidade na quantidade de frutos  
 231 produzidos no cladódio e no tamanho dos frutos (DUTRA et al., 2017; GÓMEZ-MAQUEO et  
 232 al., 2020).

233

234 **Tabela 1.** Estatística descritiva da caracterização morfobiométrica dos frutos de figo-da-índia.

	DT (mm)	DL (mm)	NA	BFP (g)	BFC (g)	EC (mm)	Firmeza (N)	
							Cas.	Pol.
Média	55.26*	96.41	67.46	75.50	66.32	4.30	38.31	10.77
Máx.	69.20	141.30	101.00	112.36	112.62	6.70	44.50	13.10
Mín.	32.30	59.00	35.00	11.34	29.90	2.20	32.10	8.10
Var.	48.28	256.46	179.93	516.73	357.17	0.95	23.74	3.14
DVP	6.95	16.01	13.41	22.73	18.90	0.97	4.87	1.77
CV(%)	12.57	16.61	19.88	29.11	28.50	22.68	12.54	16.05

235 \*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. Máx. = máximo, mín. = mínimo,  
 236 var. = variância, DVP = desvio padrão, CV = coeficiente de variação. DT = diâmetro  
 237 transversal, DL = diâmetro longitudinal, NA = número de aréolas, BFP = biomassa fresca da  
 238 polpa, BFC = biomassa fresca da casca, EC = espessura da casca, Casc. = casca, Pol. = polpa.

239

240 Através da análise morfobiométrica realizada no 1º experimento, observa-se que a média  
 241 do diâmetro transversal e longitudinal, a média dos frutos de figo-da-índia ficou entre 55,26 e  
 242 96,41 mm, respectivamente, demonstrando assim, que são ovoides, caracterizando este ecotipo  
 243 (SEGANTINI et al., 2010). A grande variação entre os valores máximos e mínimos, se deve, a  
 244 variabilidade de produção não comercial dos frutos em cada cladódio (MARTINÉZ-  
 245 CARDADOR et al., 2011).

246 O pericarpo do fruto de figo-da-índia possui várias aréolas (meristemas), contendo  
 247 pequenos espinhos finos (FERREIRA et al., 2016), sendo um indicativo de densidade. No  
 248 presente trabalho foi verificado uma média de 68 aréolas, com densidade semelhante a outros  
 249 frutos do gênero *Opuntia*, como o xoconostle (*O. joconostle*). Esta densidade de aréolas pode  
 250 caracterizar os frutos de figo-de-índia e as plantas domesticadas (REYES-AGÜERO et al.,  
 251 2005; GALLEGOS-VAZQUEZ et al., 2018).

252 Para a biomassa fresca da polpa e casca, houve uma média de 75,50 e 66,32 g,  
 253 respectivamente, indicando uma proximidade de peso entre as espessuras desta última e frutos

254 grandes e pesados, conforme relatado em outros trabalhos de caracterização do gênero *Opuntia*  
255 (GALLEGOS-VAZQUEZ et al., 2014, 2018).

256 A média para firmeza da casca e polpa, foram 38,31 N e 10,77 N, A firmeza é uma  
257 característica de textura que corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais à  
258 compressão, considerada como um dos principais atributos da qualidade dos frutos  
259 (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Respectivamente, demonstrando que os frutos maduros são  
260 firmes no momento da colheita, sendo menos propensos as perdas pós-colheita, sofrendo menos  
261 danos no manuseio e transporte, podendo assim, ter maior tempo de conservação, em condições  
262 adequadas de armazenamento (OLIVEIRA et al., 2022).

263 A determinação da firmeza da polpa dos frutos de figo-da-índia reveste-se de grande  
264 dificuldade, uma vez que possui textura gelatinosa, com alta quantidade de sementes grandes e  
265 rígidas, de tegumento duro (MARTINS et al., 2023), causando uma dificuldade na penetração  
266 da ponteira do penetrômetro.

267 Na Tabela 2 verificou-se a coloração da polpa e casca dos frutos de figo-de-índia, por  
268 meio da estatística descritiva, com médias de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 38,92; 11,87 e 22,42 e 39,66; 8,69  
269 e 15,98, respectivamente, indicando que, quando maduros são avermelhados (casca) e com  
270 polpa amarelo alaranjada. Estes resultados são fundamentais para a comercialização, pois a  
271 coloração é muitas vezes um fator determinante na escolha do consumidor. Além disso, os  
272 produtores podem usar essas informações para classificar os frutos com base na qualidade  
273 visual, otimizando o processo de seleção.

274

275 **Tabela 2:** Estatística descritiva da caracterização visual dos frutos de figo-da-índia.

	Coloração da polpa			Coloração da casca		
	$L$	$a$	$b$	$L$	$a$	$b$
Média	38.92	11.87	22.42	39.66	8.69	15.98
Máximo	51.22	20.18	30.90	48.35	13.85	24.65
Mínimo	27.20	4.01	12.93	25.46	1.55	7.03
Variação	21.94	9.99	13.23	22.74	8.01	10.33
DVP	4.68	3.16	3.64	4.77	2.83	3.21
CV(%)	12.04	26.63	16.22	12.02	29.57	20.11

276 \*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. DVP = desvio padrão, CV =  
277 coeficiente de variação.  $L$  = luminosidade,  $a$  = coordenada vermelho/verde,  $b$  = coordenada  
278 amarelo/azul.

279 A alta variação nas coordenadas colorimétricas indica uma diversidade morfológica  
280 significativa nos frutos de figo-da-índia. Isso pode ser valioso para a preferência do consumidor  
281 e seleção de frutos com características específicas (OLIVEIRA et al., 2022; GÓMEZ-  
282 MAQUEO et al., 2020).

283 Ao estudar as características destes frutos em diferentes pontos de maturação (PM)  
284 verificou-se que o diâmetro transversal, número de aréolas, espessura da casca, biomassa fresca  
285 da polpa, biomassa fresca da casca, sólidos solúveis, pH e volume apresentaram significância  
286 em função da coloração das cascas. Conforme análise de variância apresentada na (Tabela 3),  
287 além disso houve efeito significativo para todas as colorações, tanto da polpa quanto da casca.

288 Quanto maior o ponto de maturação do fruto, menor a espessura da casca, sendo uma  
289 característica desejável, visto que quanto mais espessas, tendem a reduzir o rendimento da  
290 polpa, por ser uma variável de relação, como observado por Souza; Correia (2013), em que o  
291 incremento de rendimento de polpa de banana foi inversamente proporcional ao espessamento  
292 da casca, conforme avanço do estágio de maturação. Além disso, com o avanço do  
293 amadurecimento do fruto, estes tendem a expandir seu volume, conseqüentemente, os frutos  
294 apresentaram maior diâmetro transversal.

295 Independente do PM, o diâmetro longitudinal dos frutos não diferiu estatisticamente, ou  
296 seja, independe das fases da maturação. Com o desenvolvimento dos frutos, a densidade de  
297 aréolas aumentou e a espessura da casca diminuiu (Tabela 3).

298 Em relação ao ponto de maturação dos frutos de figo-da-índia, na Tabela 3a pode-se  
299 verificar diferença estatística para o diâmetro transversal, número de aréolas e espessura da  
300 casca, com frutos de maior diâmetro quando se encontrava no PM4 e PM5.

301 Na Tabela 4 verificam-se as diferenças estatísticas para as variáveis analisadas, onde,  
302 para diâmetro transversal, maiores valores foram encontrados nos PM4 e PM5, enquanto que,  
303 para diâmetro longitudinal, não houve diferença significativa entre os PMs, demonstrando que,  
304 os frutos de figo-da-índia aumentaram sua área equatorial, quando se encontravam maduros,  
305 caracterizando-os como piriformes. Maior número de aréolas ocorreu em frutos no PM5,  
306 inversamente proporcional à espessura da casca, indicando que devem ser lavados para a  
307 retirada total ou parcial dos espinhos, além da facilidade de descascamento, para consumo final.

308

309

310

311

312 **Tabela 3:** Anava contendo os quadrados médios para diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal  
 313 (DL), número de aréolas (NA), espessura da casca (EC), biomassa fresca da polpa (BFP), biomassa  
 314 fresca da casca (BFC), volume (m<sup>3</sup>), sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável e ratio, coloração da  
 315 polpa e casca de frutos de figo-da-índia.

FV	GL	DT (mm)	DL (mm)	NA	EC (mm)		
PM	4	81.182*	18.278 <sup>ns</sup>	281.121*	2.199*		
Repetição	4	9.026	48.415	26.361	0.440		
Erro	16	4.781	23.48	30.376	0.639		
Total	24						
CV(%)		3.95	4.81	9.21	16.71		
FV	GL	BFP (g)	BFC (g)	Volume (m <sup>3</sup> )			
PM	4	791.751*	490.472*	0.0086*			
Repetição	4	132.055	78.856	0.0002			
Erro	16	62.454	74.731	0.0005			
Total	24						
CV(%)		10.19	13.27	1.30			
FV	GL	SS (°Brix)	pH	AT (g 100 g <sup>-1</sup> de ácido cítrico)	Ratio		
PM	4	13.082*	0.426*	0.013*	227.946 <sup>ns</sup>		
Repetição	4	0.878	0.0057	0.001	18.055		
Erro	16	1.619	0.010	0.001	132.456		
Total	24						
CV(%)		10,67	1,62	24,78	22,90		
Coloração da polpa				Coloração da casca			
FV	GL	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
PM	4	106.169*	24.491*	23.016*	76.290*	28.516*	44.785*
Repetição	4	21.669	1.738	16.635	14.272	2.818	3.934
Erro	16	6.323	2.493	3.725	4.509	1.343	1.841
Total	24						
CV(%)		6.88	14.63	9.05	5.13	14.79	8.64

316 \*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> = não significativo. FV = fator de variação,  
 317 GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação, PM = Ponto de maturação, de acordo com o  
 318 ponto de maturação dos frutos, *L* = luminosidade, *a* = coordenada vermelho/verde, *b* = coordenada  
 319 amarelo/azul. de acordo com o ponto de maturação dos frutos.

320

321 **Tabela 4:** Diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), número de aréolas (NA) e  
 322 espessura da casca (EC) de frutos de figo-da-índia, de acordo com o ponto de maturação dos  
 323 frutos.

Ponto de maturação (PM)	DT (mm)	DL (mm)	NA	EC (mm)
PM1	51.91 c*	101.57 <sup>ns</sup>	54.73 c	5.86 a
PM2	51.25 c	101.72 <sup>ns</sup>	55.80 c	4.81 b
PM3	54.59 b	99.13 <sup>ns</sup>	53.93 c	4.77 b
PM4	60.59 a	102.71 <sup>ns</sup>	63.13 b	4.17 b
PM5	58.22 a	98.18 <sup>ns</sup>	71.53 a	4.31 b
CV(%)	3.95	4.81	9.21	16.71

324 \*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si na coluna, pelo Teste  
 325 de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação, ns = não  
 326 significativo. PM1 = coloração de casca 100% verde, PM2 = coloração de casca 75% verde,  
 327 PM3 = coloração de casca 50% verde, PM4 = coloração de casca 25% verde e PM5 = coloração  
 328 de casca 0% verde.

329

330 Na Tabela 5 observa-se diferença significativa para volume de fruto de figo-da-índia,  
 331 biomassa fresca da polpa e casca dos frutos de figo-da-índia, com maiores valores a partir do  
 332 PM3. A maturação dos frutos de figo-da-Índia, fase em que está apto para o consumo, ocorre  
 333 cerca de 72 dias, a partir do florescimento (SEGANTINI et al., 2010). Os resultados  
 334 encontrados têm relação direta com o período de maturação, ou seja, quanto mais próximo do  
 335 ponto adequado para o consumo, maior o volume de biomassa fresca, tanto da casca, quanto da  
 336 polpa, além da maior intensidade da coloração (MENEZES et al., 2015).

337 Isso pode ser uma característica inerente aos frutos, não apenas para as cactáceas como,  
 338 pitaia e figo-da-índia, mas a qualquer fruto, independente da espécie, como o umbuzeiro  
 339 (*Spondias tuberosa*), que apresenta ganho de peso até próximo da fase de maturação, mantendo  
 340 seu peso estável ao chegar no ponto ideal de colheita (DANTAS et al., 2016). Entretanto, cabe  
 341 ressaltar que o peso dos frutos poderá diminuir de acordo com a exposição a luminosidade,  
 342 podendo acentuar a coloração, aumentar a concentração de sólidos solúveis totais e diminuir a  
 343 acidez, porém, melhorando o sabor dos frutos (MATTIUZ, 2007).

344 As características físicas e químicas dos frutos são de grande importância para seu valor  
 345 comercial. As primeiras estão relacionadas com o aspecto visual dos frutos e as segundas, como

346 os SS e acidez titulável, ao sabor do fruto, que inclui, principalmente, açúcares e ácidos  
 347 orgânicos da polpa (LIMA et al., 2014).

348

349 **Tabela 5:** Volume, biomassa fresca da polpa (BFP) e biomassa fresca da casca (BFC) de figo-  
 350 da-índia, de acordo com o ponto de maturação dos frutos.

Ponto de maturação (PM)	Volume (m <sup>3</sup> )	BFP (g)	BFC (g)
PM1	1.63 c*	70.75 b	50.78 b
PM2	1.63 c	64.68 b	59.04 b
PM3	1.66 b	71.27 b	69.66 a
PM4	1.70 a	95.35 a	72.85 a
PM5	1.72 a	85.63 a	73.46 a
CV(%)	1.30 <sup>(a)</sup>	10.19	13.27

351 \*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si na coluna, pelo Teste  
 352 de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. PM1 = coloração  
 353 de casca 100% verde, PM2 = coloração de casca 75% verde, PM3 = coloração de casca 50%  
 354 verde, PM4 = coloração de casca 25% verde e PM5 = coloração de casca 0% verde.

355

356 Na Tabela 6 observou-se que o PM4 apresentou maior quantidade de sólidos solúveis,  
 357 pelo PM5 com 14,40°, apresentando valores superiores aos demais PMs. Os resultados para SS  
 358 do presente trabalho corroboram Ferreira et al. (2016), que afirmaram que podem variar de 10  
 359 a 17°Brix, dependendo do ecotipo, genótipo ou cultivar.

360 Além disso, o pH apresentou maior alcalinidade em função do ponto de maturação, visto  
 361 que quanto maior o estágio de maturação do fruto, menor acidez. Resultados semelhantes foram  
 362 observados por Kyriacou et al. (2016) e Oumato et al. (2017), portanto, os valores estão entre  
 363 os valores citados na literatura. Ademais, o segundo autor ressalta que frutos de cactos são  
 364 considerados ácidos *in natura*, devido à baixa concentração de ácidos orgânicos.

365 A relação SS/AT ou ratio, é um importante indicador da qualidade, sabor e grau de  
 366 maturação de figo-da-índia, pois mede o equilíbrio doce-ácido do fruto. Um ratio elevado indica  
 367 que existem mais açúcares do que ácidos no fruto, dependente dos pontos de maturação  
 368 (NUNES et al., 2017).

369 Na Tabela 6 pode-se verificar um baixo ratio, independente dos PMs avaliados,  
 370 demonstrando a acidez presente nestes frutos. Diversos pesquisadores, em trabalhos com figo-

371 da-índia, citam que os valores são muito distintos, variando entre 19,94 e 582,91, causado,  
 372 principalmente, pela região de cultivo, ecotipos ou cultivares e condições edafoclimáticas  
 373 (ALWASEAI; AL-GABR, 2023; BOUDOUAN et al., 2022; BOURHIA et al., 2020).

374

375 **Tabela 6:** Sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT) e ratio de figo-da-índia, de acordo  
 376 com o ponto de maturação dos frutos.

Ponto de maturação (PM)	SS (°Brix)	pH	AT (g/100 g ácido cítrico)	Ratio
PM1	10.34 c*	5.91c	0.20 b	52.58 a
PM2	11.16 c	6.04c	0.19 b	59.49 a
PM3	11.07 c	6.41b	0.26 a	42.91 a
PM4	12.64 b	6.44b	0.28 a	51.91 a
PM5	14.40 a	6.59a	0.31 a	44.34 a
CV(%)	10.67	1.62 <sup>(a)</sup>	24.78	22.90

377 \*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si na coluna, pelo Teste  
 378 de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. PM1 = coloração  
 379 de casca 100% verde, PM2 = coloração de casca 75% verde, PM3 = coloração de casca 50%  
 380 verde, PM4 = coloração de casca 25% verde e PM5 = coloração de casca 0% verde.

381

382 Na Tabela 7 pode-se verificar diferença para a coloração da polpa e casca de figo-da-  
 383 índia, portanto, pode-se utilizar a cor da casca como indicativo de maturação. Portanto, quanto  
 384 menor o ponto de maturação do fruto, menor sua luminosidade, determinando a opacidade do  
 385 fruto, ficando mais próximo do branco.

386 A epiderme evoluiu da cor verde para a vermelha, a partir do segundo ponto de maturação.  
 387 O ganho de coloração vermelha pode ter ocorrido principalmente devido ao aumento de  
 388 betalaína, betacianina e betaxantila no fruto, conforme aumento da maturação (KYRIACOU et  
 389 al., 2016).

390 Além disso, com o avanço do amadurecimento, observou-se a degradação da cor amarela,  
 391 aproximando-se do azul, o que refletiu no escurecimento da epiderme dos frutos a partir do  
 392 PM3, conforme resultados do valor *b*.

393

394

395 **Tabela 7:** Coloração da polpa e da casca de figo-da-índia, de acordo com o ponto de maturação  
 396 dos frutos.

Ponto de maturação	Coloração da polpa			Coloração da casca		
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
PM1	43.13 a	6.99 b	23.73 a	37.19 c	4.53 c	11.75 c
PM2	38.53 b	12.64 a	22.13 a	41.74 b	6.16 b	15.20 b
PM3	36.06 c	11.02 a	22.21 a	47.71 a	8.74 a	20.13 a
PM4	30.92 d	11.94 a	18.09 b	40.52 b	9.93 a	16.16 b
PM5	34.13 c	11.40 a	20.46 b	39.78 b	9.81 a	15.27 b
CV(%)	6.88	14.63	9.05	5.13	14.79	8.64

397 \*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si na coluna, pelo Teste  
 398 de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. *L* = luminosidade,  
 399 *a* = coordenada vermelho/verde, *b* = coordenada amarelo/azul.

400

401 Ainda pouco se sabe sobre a planta e os frutos de figo-da-índia e seu cultivo no Brasil,  
 402 com informações técnico-científicas quase inexistentes. Diante de tal fato, trabalhos futuros  
 403 devem ser realizados, tanto com a planta em si, quanto com frutos, incrementando as  
 404 informações iniciais contidas nesta pesquisa.

405

## 406 2.4 CONCLUSÕES

407

408 Com a caracterização visual e morfobiométrica, foi possível afirmar que os frutos de figo-  
 409 da-índia são ovóides, firmes e com casca de coloração vermelho alaranjada, quando maturo e  
 410 com grande quantidade de aréolas presentes na casca.

411 Conforme o avanço do ponto de maturação, ocorreram incrementos de variáveis  
 412 biométricas do fruto, além da intensificação da coloração vermelha (*a*) e azul (*b*).

413 Maiores sólidos solúveis totais foram verificados em PM4 e PM5, respectivamente,  
 414 corroborado a isto, o pH apresentou maior alcalinidade em PM5.

415 Ademais, frutos colhidos em PM1 apresentaram cascas mais espessas e com maior  
 416 luminosidade (*L*).

417

## 418 REFERÊNCIAS

419

- 420 ALWASEAI, A. M.; AL-GABR, H. M. Physicochemical properties of wild grown prickly pear  
421 fruits (*Opuntia ficus-indica*) in Yemen. **Journal of Multidiscipline of Science**, 5: 1-10, 2023.  
422
- 423 ALVES, M. A. et al. Fruto de palma [*Opuntia ficus-indica* (L) Miller, Cactaceae]: morfologia,  
424 composição química, fisiologia, índices de colheita e fisiologia pós-colheita. **Revista**  
425 **Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, 9: 16-25, 2008.  
426
- 427 AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **The Phyto-chemical**  
428 **Renaissance**. Food Processing. 17Ed. Gaithersburg, USA. p.46-48, 2000.  
429
- 430 BARBERA, O.; INGLESE, P. **La coltura del ficodindia**. Ed. Calderini Edagricola, Bologna,  
431 189 p. 1993.  
432
- 433 BOUDJOUAN, F. et al. Comparison study on wild and cultivated *Opuntia* sp.: Chemical,  
434 taxonomic, and antioxidant evaluations. **Agriculture**, 12: 1755, 2022.  
435
- 436 BOURHIA, M. et al. Physicochemical evaluation of the fruit pulp of *Opuntia* spp. growing in  
437 the Mediterranean area under hard climate conditions. **Open Chemistry**, 18: 565-575, 2020.  
438
- 439 CAVALINI, F. C. et al. Ponto de colheita e qualidade de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. **Revista**  
440 **Brasileira de Fruticultura**, 37: 64-72, 2015.  
441
- 442 CIE. COMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **Colorimetry**. 2nd Edition,  
443 Publication CIE No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna. 1986.  
444
- 445 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e**  
446 **Manuseio**. 2ª ed Lavras: ESAL/FAEPE, 785 p. 2005.  
447
- 448 COSTA, T. S. A. Genetic and environment effects on bioactive compounds of *Opuntia* cacti –  
449 a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, 9: e104514, 2022.  
450
- 451 DANTAS, A. L. et al. Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de  
452 colheita de frutos da umbugueleira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 38: 33-  
453 42, 2016.

- 454 DUTRA, F. V. et al. Características biométricas de frutos e sementes de flamboyant. **Scientia**  
455 **Agraria Paranaensis**, 16: 127-132, 2017.
- 456
- 457 FERREIRA, A. et al. **A cultura da figueira-da-índia e a valorização agroindustrial do fruto.**  
458 Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária: Portugal. 1ª. Ed. 2016. 99p.
- 459
- 460 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**,  
461 35: 1039-1042, 2011.
- 462
- 463 FIGUEIRA, R. et al. Análise físico-química e legalidade em bebidas de laranja. **Alimentos e**  
464 **Nutrição**, 21: 267-272, 2010.
- 465
- 466 GALLEGOS-VAZQUEZ, C. et al. 'Borrego': a new variety of xoconostle with nutritional and  
467 functional value for the Central Mesa region of Mexico. **Revista Mexicana de Ciencias**  
468 **Agrícolas**, 9: 1214-1221, 2018.
- 469
- 470 GALLEGOS-VASQUEZ, C. et al. 'Sainero': nueva variedad de xoconostle para la región  
471 centro norte de México\* 'Sainero': new variety of xoconostle for the northern region of central  
472 Mexico. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, 5: 1125-1131, 2014.
- 473
- 474 GIANNONI, J. A. et al. Caracterização física, química, bioquímica e microbiológica da pitaya  
475 vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada armazenada sob refrigeração.  
476 **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 5: 438-449, 2022.
- 477
- 478 GÓMEZ-MAQUEO, A. et al. Digestive stability and bioaccessibility of antioxidants in prickly  
479 pear fruits from the Canary Islands: healthy foods and ingredients. **Antioxidants**, 9: 1-18, 2020.
- 480
- 481 IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para**  
482 **análise de alimentos**. 5.ed. São Paulo: IAL, 2008. v. 1, 533 p.
- 483
- 484 LIMA, C. A. et al. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de  
485 pitaya. **Revista Ceres**, 61: 377-383, 2014.
- 486

- 487 MARQUES, K. M. et al. Formas de preparo de figo-da-índia minimamente processado. **Revista**  
488 **Brasileira de Fruticultura**, volume especial: 606-611, 2011.
- 489
- 490 MARTÍNEZ-CARDADOR, A.; MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, C. SANDOVAL, G. Revalorization  
491 of cactus pear (*Opuntia* spp.) wastes as a source of antioxidants. **Ciência e Tecnologia de**  
492 **Alimentos**, 31: 782-788, 2011.
- 493
- 494 MARTINS, M. et al. Physicochemical, nutritional, and medicinal properties of *Opuntia ficus-*  
495 *indica* (L.) Mill. and its main agro-industrial use: a review. **Plants**, 12: 1512, 2023.
- 496
- 497 MATTIUZ, B. H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **Visão**  
498 **Agrícola**, 7, 2007.
- 499
- 500 MENEZES, T. P. et al. Características físicas e físico-químicas de pitaiá vermelha durante a  
501 maturação. **Semina. Ciências Agrárias**, 36: 631-644, 2015.
- 502
- 503 MORANTOYA, E. E. et al. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo.  
504 **Revista de Política Agrícola**, [s.v.]: 73-84, 2013.
- 505
- 506 NUNES, V. X. et al. Physico-chemical characterization of prickly pear (*Opuntia ficus indica*)  
507 in the semi-arid region of Bahia State, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, 12:  
508 3537-3541, 2017.
- 509
- 510 OCHOA, M. J.; BARBERA, G. **History and economic and agroecological importance**. In:  
511 Crop ecology, cultivation and uses of cactus pears. FAO, ICARDA, p. 1-11, 2017.
- 512
- 513 OLIVEIRA, E. A. et al. Caracterização físico-química e nutricional do fruto da palma (*Opuntia*  
514 *ficus indica* L. Mill) cultivada no sertão do sub-médio São Francisco. **HOLOS**, 3:113-119,  
515 2011.
- 516
- 517 OLIVEIRA, L. D. P. et al. Characterization of fruits of different species of Spineless Cactus.  
518 **Brazilian Journal of Development**, 8: 68433-68439, 2022.
- 519

- 520 RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-*  
521 *indica* (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins  
522 and sterols. **Food Chemistry**, 83: 447-456, 2003.
- 523
- 524 RANGEL JUNIOR, I. M. et al. Fruit quality and harvest point determination in white fleshed  
525 dragon fruit. **Research, Society and Development**, 10: e11810716287, 2021
- 526
- 527 REYES-AGUERO, J. A.; AGUIRRE RIVERA, J. R.; FLORES, J. L. Variación morfológica de  
528 opuntia (cactaceae) en relación con su domesticación en la altiplanicie meridional de  
529 México. **Interciencia**, 30: 476-484, 2005.
- 530
- 531 RODRIGUES, L. V. et al. Impacto da pandemia de Covid-19 e do isolamento social no consumo  
532 de frutas e hortaliças em residentes de municípios do Estado do Rio de Janeiro. **CADERNOS**  
533 **UniFOA**, 17: 21-32, 2022.
- 534
- 535 SALIM, N. et al. Chemical composition of *Opuntia ficus-indica* (L.) fruit. **African Journal of**  
536 **Biotechnology**, 8: 1623-1624, 2009.
- 537
- 538 SANTOS, V.; ALMEIDA, C. The complete chloroplast genome sequences of three *Spondias*  
539 species reveal close relationship among the species. **Genetics and Molecular Biology**, 42: 132-  
540 138, 2019.
- 541
- 542 SEGANTINI, D. M. et al. Fenologia da figueira-da-índia em Selvíria - MS. **Revista Brasileira**  
543 **de Fruticultura**, 36: 630-636, 2010.
- 544
- 545 SILVA, M. S. et al. Pós-colheita de frutos de palma (*Opuntia ficus-indica*) em dois estádios de  
546 maturação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 12: 907-911,  
547 2017.
- 548
- 549 SILVA, J. A. A. et al. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis*  
550 *abyssinica* Warb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial: 466-472, 2011.
- 551

552 SOUZA, R. L. A.; CORREIA, R. T. P. Caracterização físico-química e bioativa do figo-da-índia  
553 (*Opuntia ficus-indica*) e farinha de algaroba (*Prosopis juliflora*) e avaliação sensorial de  
554 produtos derivados. **Brazilian Journal of Food Nutrition**, 24: 369-377, 2013.

555

556 TORRES-PONCE, R. L. et al. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia,  
557 alimentos y nutrición animal. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, 6: 1129-1142, 2015.

558

559 VILLA, F. et al. Seed physiological quality and harvest point of dovyalis fruits. **Pesquisa**  
560 **Agropecuária Tropical**, 49: e54520, 2019.

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584 **3 ARTIGO 2**

585

586 **FRUTOS DE FIGO-DA-ÍNDIA MINIMAMENTE PROCESSADOS**

587

588 (Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

589

590 DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA\*, FABÍOLA VILLA, LARISSA HIROMI

591 KIAHARA, LILIAN APARECIDA MARTINS, DANIEL FERNANDES DA SILVA

592

593 **RESUMO:** Os processos empregados na pós-colheita podem auxiliar no aumento do  
594 armazenamento de frutas minimamente processadas. Diante do exposto, objetivou-se com o  
595 presente trabalho avaliar diferentes embalagens e tipos de cortes nos frutos de figo-da-índia no  
596 armazenamento. O experimento com frutos maduros foi conduzido no Laboratório de  
597 Tecnologia Pós-Colheita da Unioeste, em janeiro de 2024, utilizando delineamento  
598 experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 x 6 [3 embalagens x 2 cortes  
599 x 6 tempos de armazenamento], contendo duas repetições e duas amostras por repetição. As  
600 embalagens consistiram de embalagem retangular de polipropileno com tampa (PP), bandeja  
601 de poliestireno + filme PVC (EPS) e embalagem retangular de polietileno tereftalato com tampa  
602 articulada (PET) e os cortes dos frutos em longitudinal e transversal. Por fim foram  
603 considerados os tempos de armazenamento em BOD, sendo 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias. Ao final de  
604 cada dia de armazenamento, foram avaliados a diferença de coloração da polpa e casca dos  
605 frutos ( $L^*a^*b$ ), perda de biomassa fresca (g), firmeza de polpa (N), firmeza da casca (N), pH e  
606 sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix). Os resultados mostraram que, durante o armazenamento dos frutos, a  
607 diferença de coloração da polpa e casca foram aumentando, conforme o período de  
608 armazenamento, enquanto que a firmeza de polpa e casca seguiram uma tendência de redução.  
609 A utilização da bandeja PET com tampa hermética e embalagem retangular com tampa de PP,  
610 propiciam melhor conservação dos frutos de figo-da-índia minimamente processados. O corte  
611 transversal do fruto apresenta-se como melhor opção para comercialização de figo-da-índia  
612 minimamente processado. O figo-da-índia minimamente processado pode ser armazenada sob  
613 refrigeração a 10°C entre 3 e 4 dias.

614 **Palavras-chave:** *Opuntia-ficus indica* (L.) Müller, embalagem, corte, armazenamento.

615

616

617

## MINIMALLY PROCESSED PRICKLY PEAR FRUITS

618

619

620 **ABSTRACT:** The processes used in post-harvest can help increase the storage of minimally  
621 processed fruits. Given the above, the objective of this study was to evaluate different packaging  
622 and types of cuts in prickly pear fruits during storage. The experiment with ripe fruits was  
623 conducted at the Post-Harvest Technology Laboratory of Unioeste, in January 2024, using a  
624 completely randomized experimental design, in a 3 x 2 x 6 factorial scheme [3 packages x 2  
625 cuts x 6 storage times], containing two replicates and two samples per replicate. The packaging  
626 consisted of rectangular polypropylene packaging with lid (PP), polystyrene tray + PVC film  
627 (EPS) and rectangular polyethylene terephthalate packaging with hinged lid (PET) and the fruits  
628 were cut longitudinally and transversely. Finally, the storage times in BOD were considered,  
629 being 0, 1, 2, 3, 4 and 5 days. At the end of each day of storage, the difference in color of the  
630 pulp and peel of the fruits ( $L^*a^*b$ ), loss of fresh biomass (g), pulp firmness (N), peel firmness  
631 (N), pH and soluble solids ( $^{\circ}$ Brix) were evaluated. The results showed that, during storage of  
632 the fruits, the difference in color of the pulp and peel increased, according to the storage period,  
633 while the firmness of the pulp and peel followed a decreasing trend. The use of the PET tray  
634 with airtight lid and rectangular packaging with PP lid, provide better conservation of minimally  
635 processed prickly pear fruits. The cross-section of the fruit presents itself as the best option for  
636 commercialization of minimally processed prickly pear. Minimally processed prickly pear can  
637 be stored under refrigeration at 10°C between 3 and 4 days.

638 **Keywords:** *Opuntia-ficus indica* (L) Miller, packaging, cutting, storage.

639

640 \*Corresponding author. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do  
641 Paraná, PR, Brazil; email - [debora191145@edu.unipar.br](mailto:debora191145@edu.unipar.br).

642

### 643 3.1 INTRODUÇÃO

644

645 O principal objetivo do processamento mínimo de frutas é fornecer um produto que  
646 possua característica semelhante àquele fresco, mantendo a sua qualidade nutricional e  
647 apresentando vida útil que permita uma otimização na logística de comercialização e consumo  
648 (MARQUES et al., 2011). Apesar da praticidade e conveniência que esta técnica oferece, os  
649 danos físicos causados nos tecidos vegetais tornam o produto mais perecível (SANTOS;  
650 OLIVEIRA, 2012). O corte ocasiona a aceleração do metabolismo da matéria-prima, reduzindo,  
651 por conseguinte, a vida útil do produto processado (DÍAZ-DELGADO et al., 2024).

652 Frutos como o figo-da-índia, minimamente processados, têm ganhado a atenção e a  
653 demanda dos consumidores, devido às suas características de frescor, segurança, qualidade  
654 nutricional, propriedades de saúde e conveniência (PANZA et al., 2022). Além disso, são ricos  
655 em fibras, minerais, vitaminas e compostos fenólicos (SILVA et al., 2021). Porém, a presença  
656 de espinhos e gloquídeos na superfície dos figos-da-índia reduz a sua comercialização, assim,  
657 frutos frescos processados têm maior demanda no mercado que aqueles inteiros.

658 O fruto do figo-da-índia apresenta uma variação de peso entre 100 a 200 g, sendo  
659 classificado como baga e com formato ovoide (variando entre 5-10 cm de comprimento e 4-8  
660 cm de largura). De modo geral, possui várias sementes (3-4 mm de diâmetro), portanto,  
661 considerado polispérmico, carnoso, doce, umbilicado no extremo superior, casca contendo  
662 gloquídeos e coloração variável, tanto da casca, quanto da polpa (REIS et al., 2018;  
663 RAMADAN; MÖRSEL, 2003). Devido as características apresentadas acima, os produtos  
664 minimamente processados podem ser mais convenientes aos consumidores finais (HA et al.,  
665 2024).

666 A seleção de condições ideais para a conservação de figos-da-índia minimamente  
667 processados pode manter também elevadas as qualidades antimicrobianas e nutricionais dos  
668 frutos até o consumo (PALMA et al., 2017), como, por exemplo, a utilização de algumas  
669 técnicas, como sanitização com cloro, descascamento elétrico ao invés de manual com faca,  
670 embalagens recobertas com filmes de polipropileno, radiação e armazenamento refrigerado  
671 (ALAM-ELDEIN et al., 2021; TRINDADE et al., 2023).

672 Vários autores relataram que a aplicação de técnicas de preservação adequadas permite  
673 que frutos de figo-da-índia tenha características semelhantes aos produtos frescos, com vida útil  
674 de 7 a 13 dias (SHUMYE et al., 2014; ANDREU-COLL et al., 2021).

675 Tendo em vista a popularização e tendência crescente do consumo de frutas minimamente  
676 processadas no mercado e ao mesmo tempo a preocupação em manter sua qualidade, sabor e  
677 segurança, a adoção de técnicas eficazes de preservação torna-se necessária. Diante do exposto,  
678 objetivou-se com o presente trabalho avaliar dois tipos de corte e três tipos de embalagens no  
679 armazenamento de frutos de figo-da-índia minimamente processados.

680

### 681 **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

682

683 Para realização do experimento foram utilizados frutos de figo-da-índia (*Opuntia ficus-*  
684 *indica* (L) Miller), colhidos no ponto de maturação 5 (totalmente maduros, com coloração de  
685 casca laranja-avermelhada), de matrizes de oito anos cultivadas no Pomar Experimental

686 localizado na Fazenda Experimental “Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao  
687 Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste),  
688 *Campus* Marechal Cândido Rondon (PR), localizada sob coordenadas geográficas 24°35’54”  
689 latitude sul, 53°59’54” longitude oeste e altitude de 420 metros.

690 De acordo com a divisão climática do estado, a região é classificada como *Cfa* (zona  
691 tropical úmida), com temperatura máxima média anual de 28,5°C e mínima média anual de  
692 17°C (CAVIGLIONE et al., 2000).

693 Os frutos foram colhidos em fevereiro de 2024, no período da manhã, com auxílio de uma  
694 tesoura de poda. Imediatamente após a colheita, foram colocados em uma caixa de polietileno  
695 vazada com alça, com dimensões 60 x 40 x 17 cm e levados ao Laboratório de Tecnologia Pós-  
696 Colheita da Unioeste, onde foram selecionados quanto: injúrias, danos mecânicos e tamanho,  
697 lavados, sanitizados com hipoclorito de sódio a 1% e, na sequência, submetidos aos  
698 tratamentos.

699 O experimento seguiu delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em  
700 esquema fatorial 3 x 2 x 6 [3 embalagens x 2 cortes x 6 tempos de armazenamento], contendo  
701 duas repetições e duas amostras por repetição, totalizando 144 amostras.

702 As embalagens consistiram de embalagem retangular de polipropileno (PP) de 350 mL,  
703 com tampa, bandeja de poliestireno + filme PVC (EPS) de 15 x 15 cm, coberta com filme PVC  
704 e embalagem retangular de polietileno tereftalato (PET) de 700 mL, com tampa articulada  
705 (PET) e os cortes dos frutos, em duas formas de preparo, sendo longitudinal e transversal. Por  
706 fim foram considerados os tempos de armazenamento em BOD, sendo 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias.

707 Para montagem do experimento, inicialmente, os frutos foram separados e identificados.  
708 Na sequência, raspou-se a casca com faca inoxidável, para a retirada dos gloquídeos, em água  
709 corrente e foram realizados os cortes dos frutos (Figura 1), sobre uma tábua de polietileno,  
710 também com faca inoxidável.

711 Após a realização do corte, os frutos foram acomodados nas embalagens (Figura 2),  
712 conforme cada tratamento. Em sequência foi realizada a análise colorimétrica inicial da polpa  
713 e casca de cada fruto, sendo o ponto de leitura das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da casca demarcada,  
714 para posterior leitura, após armazenamento, no mesmo local. A leitura foi realizada com uso de  
715 colorímetro portátil (modelo CR-400 Konica Minolta). A coloração obtida foi expressa pelo  
716 sistema de coordenadas retangulares, conforme Commission Internationale de E’clairage (CIE,  
717 1986), onde  $L^*$  = percentagem dos valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco),  $a^*$   
718 = cor vermelha (+) ou verde (-) e  $b^*$  = cor amarela (+) ou azul (-).

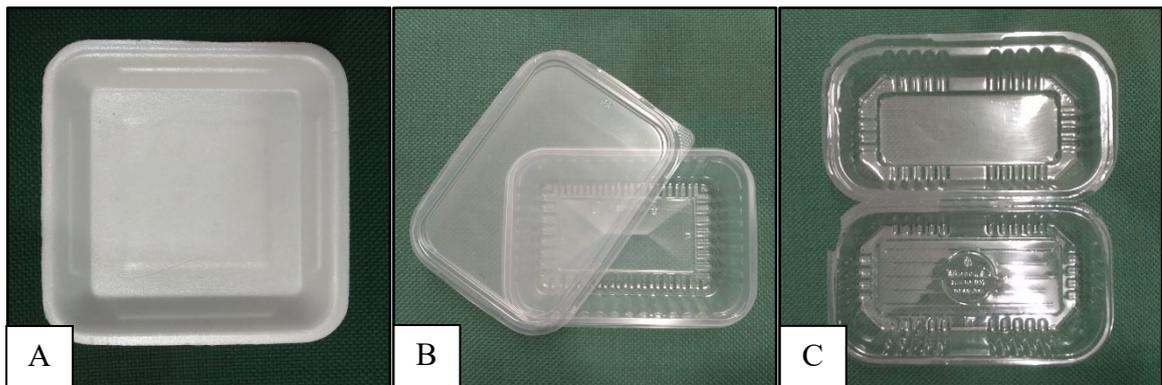
719



720

721 **Figura 1:** Formas de preparo dos frutos, com corte longitudinal (A) e corte transversal (B).

722



723

724 **Figura 2:** Tipos de embalagens utilizados no armazenamento dos frutos. (A) Bandeja de  
 725 poliestireno (EPS) + filme PVC. (B) Embalagem retangular de polipropileno (PP) com tampa.  
 726 (C) Embalagem retangular de polietileno tereftalato (PET) com tampa articulada.

727

728 Na sequência as amostras foram pesadas e levadas à BOD a 10°C, conforme os cinco  
 729 tempos de armazenamento (dias). Os frutos do tempo 0 de armazenamento foram cortados e  
 730 avaliados quanto a biomassa fresca, firmeza de polpa, pH e sólidos solúveis (SS) no mesmo dia  
 731 da colheita.

732 Nas avaliações nos dias 1, 2, 3, 4 e 5 após o armazenamento dos frutos, realizou-se a  
 733 pesagem das bandejas, a fim de verificar a perda de biomassa fresca, além da análise  
 734 colorimétrica da polpa e casca, firmeza da polpa, SS e pH. A partir das coordenadas \*L, \*a e  
 735 \*b, foi possível determinar a diferença total de coloração, de acordo com a Equação 1.

736

$$737 \Delta E = \sqrt{(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)} \quad (\text{Equação 1})$$

738

739 Onde:

740  $\Delta E$  = diferença total de cor da amostra entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após  
741 armazenamento.

742  $\Delta L$  = diferença de luminosidade entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após  
743 armazenamento.

744  $\Delta a$  = diferença na cor vermelha/verde entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após  
745 armazenamento.

746  $\Delta b$  = diferença na cor amarelo/azul entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após  
747 armazenamento.

748

749 A firmeza da polpa foi aferida utilizando dinamômetro digital, com célula externa (Impac  
750 modelo IP-90 DI) e resultados expressos em Newton (N). Os sólidos solúveis (SS) da polpa  
751 foram avaliados por meio de refratômetro digital portátil (Atago modelo PAL<sup>-1</sup>), utilizando uma  
752 gota do suco da polpa do figo-da-índia, com resultados expressos em °Brix.

753 O valor final de SS foi determinado a partir da média de três pontos equidistais da polpa  
754 do fruto. O pH foi determinado com pHmetro digital de bancada e eletrodo (Marte modelo  
755 MB10), utilizando amostra homogênea de 2 g da polpa de figo-da-índia macerada, de várias  
756 partes do fruto, com auxílio de um cadinho e adição de 20 mL de água destilada.

757 Os dados obtidos foram tabulados e aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk,  
758 com transformação para  $(Y+1,0)^{0,5}$  quando necessário. Posteriormente foram submetidos a  
759 análise de variância e as médias comparas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro  
760 por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019). A análise estatística foi realizada  
761 separadamente, como fatorial duplo, entre tipos de embalagens x períodos de armazenamento  
762 de frutos de figo-da-índia e preparo dos frutos (tipos de cortes) x períodos de armazenamento.

763

### 764 **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

765

766 Para a primeira análise, estatística, entre os tipos de embalagens x períodos de  
767 armazenamento de frutos de figo-da-índia, são apresentados na Tabela 1 o resumo da análise de  
768 variância, contendo os quadrados médios, com interação significativa para a perda de biomassa  
769 fresca, firmeza da polpa, diferença de coloração da polpa, pH e sólidos solúveis.

770 Analisando o desdobramento da interação significativa para perda de biomassa fresca,  
771 pode-se observar na Figura 3 maior perda de biomassa em relação ao aumento nos dias do  
772 período de armazenamento, quando se utilizaram a EPS (poliestireno) e PET (polietileno  
773 tereftalato). Frutos de figo-da-índia mantidos em PP (polipropileno) não foram influenciados

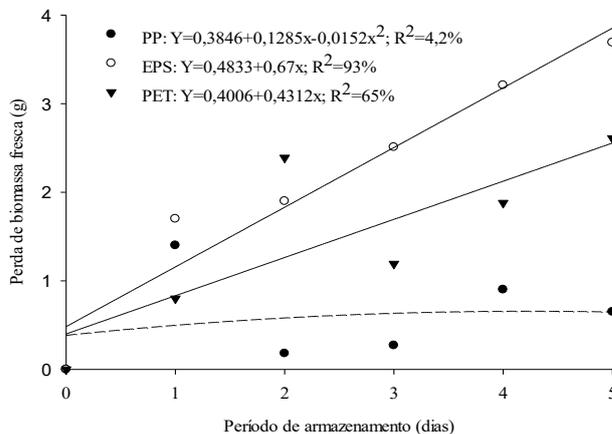
774 pelos dias de armazenamento, deixando claro que, neste tipo de embalagem, em qualquer  
775 período, existe PBF, porém, em menor quantidade, se comparada às demais.

776

777 **Tabela 1:** Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios para perda de  
778 biomassa fresca (PBF), firmeza da casca (FC), firmeza da polpa (FP), diferença de coloração  
779 da polpa (DCP), diferença de coloração da casca (DCC), pH e sólidos solúveis (SS) de frutos  
780 de figo-da-índia colhidos.

FV	GL	PBF (g)	FC (N)	FP (N)	DCP	DCC	pH	SS (°Brix)
TE	2	1.473*	23.808 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.440 <sup>ns</sup>	0.137 <sup>ns</sup>	10.346 <sup>ns</sup>	10.346 <sup>ns</sup>
PA	5	0.921*	197.250 <sup>ns</sup>	43.885*	11.882*	6.316*	11.357*	11.357 <sup>ns</sup>
TE x PA	10	0.217*	24.908 <sup>ns</sup>	13.932*	1.853*	0.389 <sup>ns</sup>	9.232*	9.232 <sup>ns</sup>
Erro	54	0.03	30.461	3.362	0.305	0,211	3.533	3.533
Total	71							
CV(%)		11.53 <sup>(a)</sup>	16.49	17.38	22.74 <sup>(a)</sup>	21.90 <sup>(a)</sup>	18.07	18.07

781 \*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. FV= fator de variação, TE = tipos  
782 de embalagens, PA = períodos de armazenamento (dias), GL = graus de liberdade, CV =  
783 coeficiente de variação.



784

785 **Figura 3:** Perda de biomassa fresca (g) de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
786 armazenamento (dias) e tipos de embalagem.

787

788 Considerando a relação entre os pontos e valores máximos de cada função, chegou-se à  
789 conclusão que a embalagem EPS (poliestireno) proporcionou maiores perdas diárias de  
790 biomassa, com uma perda de cerca de 0,48 g por dia de armazenamento, seguida da PET  
791 (polietileno tereftalato), com perda de 0,40 g ao dia. Resultados semelhantes foram encontrados

792 por Pagliarini et al. (2015) ao trabalharem com os mesmos tipos de embalagens, no  
793 armazenamento de abacaxi Smooth Cayenne minimamente processado, sendo a PET  
794 (polietileno tereftalato) aquela embalagem que obteve maiores perdas de biomassa fresca do  
795 produto, enquanto a embalagem do tipo PP com tampa hermética, obteve menores perdas.

796 A perda de biomassa durante um período de armazenamento é um fator crítico na  
797 caracterização do prazo de validade dos frutos, principalmente para aqueles não climatéricos e  
798 com grande composição em água, como é o caso do figo-da-índia (TRINDADE et al., 2023;  
799 AMAYA-CRUZ et al., 2019). Muitos fatores levam à perda da biomassa nesta fase, incluindo  
800 a perda de água da superfície, deterioração da parede celular e aumento da respiração (SEDKI  
801 et al., 2020). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), esta perda pode ser minimizada quando o  
802 armazenamento é feito em condições de umidade relativa elevada, combinada com baixas  
803 temperaturas, sendo possível assim reduzir a deterioração dos atributos de qualidade do fruto.

804 No presente trabalho, vale salientar que a perda da biomassa, em termos gerais, foi  
805 inferior a 4%, até 5 dias de armazenamento, em uma temperatura média de 10°C, e, para uma  
806 aceitável qualidade visual de um fruto, o valor máximo aceitável é 5% (TRINDADE et al.,  
807 2023). As tampas plásticas atuam como uma barreira, impedindo a transferência de umidade  
808 para o exterior e aumentando-a lentamente no interior da embalagem, atuando assim como uma  
809 atmosfera modificada (OCHOA-VELASCO; GUERRERO-BELTRÁN, 2016).

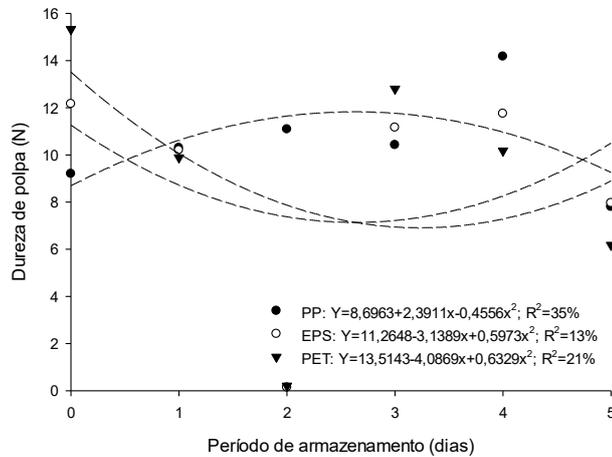
810 No trabalho de Freitas; Mitcham (2013), foi verificada uma perda de biomassa maior em  
811 frutos de pitaiá minimamente processados, em armazenamento a 10°C, do que em 5°C,  
812 demonstrando então uma quantidade menor perda de biomassa e injúrias nos frutos, quando se  
813 utilizou uma menor temperatura.

814 Para a firmeza da casca e da polpa, verificou-se interação significativa apenas para polpa  
815 (Tabela 1). Na Figura 4 observa-se que, o desdobramento da interação significativa para firmeza  
816 da polpa não foi significativo, nos períodos de armazenamento e tipos de embalagens.

817 Os resultados apresentados para firmeza de polpa e casca foram desfavoráveis para o  
818 armazenamento de frutas minimamente processadas, pois, independentemente dos tipos de  
819 embalagens e períodos de armazenamento, ocorreu uma perda da integridade estrutural dos  
820 tecidos. No caso do figo-da-índia, um fruto que tem em sua constituição 85-90% de água  
821 (COTA-SANCHÉZ, 2016), a redução na firmeza, tanto da polpa, quanto da casca, pode estar  
822 relacionada à transpiração e perda de umidade do fruto.

823 Apesar da interação não ter sido significativa, houve perda de firmeza, em relação ao  
824 aumento de dias de armazenamento. Na pós-colheita frutos minimamente processados, com  
825 casca e mais firmes são menos propensos às perdas nesta fase, pois tendem a sofrer menos

826 danos, podendo ter maior tempo de conservação, em condições adequadas de armazenamento,  
 827 como observado para o figo-da-índia no presente estudo e em estudos de Trindade et al. (2023).



828

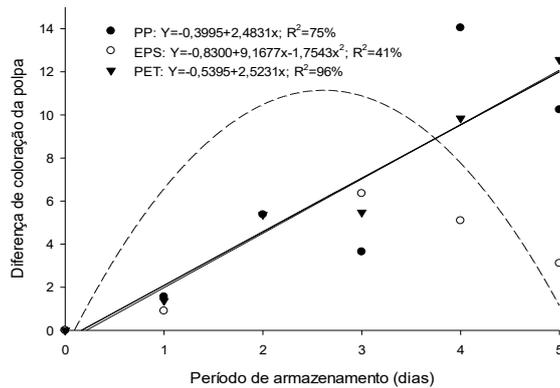
829 **Figura 4:** Firmeza da polpa (N) de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
 830 armazenamento (dias) e tipos de embalagem.

831

832 A quantidade de água está diretamente relacionada à textura (turgidez) e ao frescor do de  
 833 frutas minimamente processados (LAMANI; RAMASWAMY, 2023). Sua perda por  
 834 transpiração reduz o turgor celular, resultando na deterioração da fruta e amolecimento dos  
 835 tecidos (ALAIM-ELDEIN et al., 2021).

836 Em frutas oriundas de plantas cactáceas, a textura da fruta é um atributo crítico de  
 837 qualidade, pois o amolecimento do tecido ocorre em uma taxa alta, devido a processos  
 838 metabólicos naturais dos frutos, podendo ser intensificado por reações enzimáticas relacionadas  
 839 às operações de processamento, levando a rápidas perdas de firmeza (PALMA et al., 2017).

840 Para diferença de coloração ( $\Delta E$ ) da polpa e casca, verificou-se interação significativa  
 841 apenas para polpa e significância da casca apenas nos períodos de armazenamento (Tabela 1).  
 842 Na Figura 5a observa-se o desdobramento para  $\Delta E$  da polpa, com significância para a  
 843 embalagem PET e um aumento linear crescente, com o aumento nos dias de armazenamento,  
 844 ou seja, há uma perda de coloração, tanto na polpa, quanto na casca.

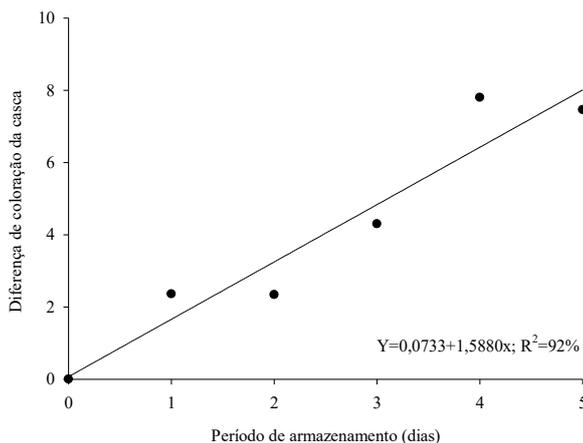


845

846 **Figura 5a:** Diferença de coloração de polpa ( $\Delta E$ ) de frutos de figo-da-índia, em função dos  
 847 períodos de armazenamento (dias) e tipos de embalagem.

848

849 Os frutos de figo-da-índia acondicionados na embalagem de PET (polietileno tereftalato),  
 850 apresentaram maiores valores significativos, em comparação com aqueles acondicionadas nas  
 851 outras embalagens. Esse fato pode ser atribuído a composição e permeabilidade do material das  
 852 embalagens. A baixa vedação da embalagem PET (polietileno tereftalato), favorece a entrada  
 853 de oxigênio ( $O_2$ ) externo, impossibilitando a formação de atmosfera com quantidade reduzida  
 854 de  $O_2$ , ideal para a redução da taxa de respiração do fruto. Uma das causas da perda de brilho  
 855 da casca e da polpa, do fruto em geral, é a sua transpiração, um fator importante que determina  
 856 a vida útil após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).



857

858 **Figura 5b** - Diferença de coloração de casca ( $\Delta E$ ) de frutos de figo-da-índia, em função  
 859 dos períodos de armazenamento (dias).

860

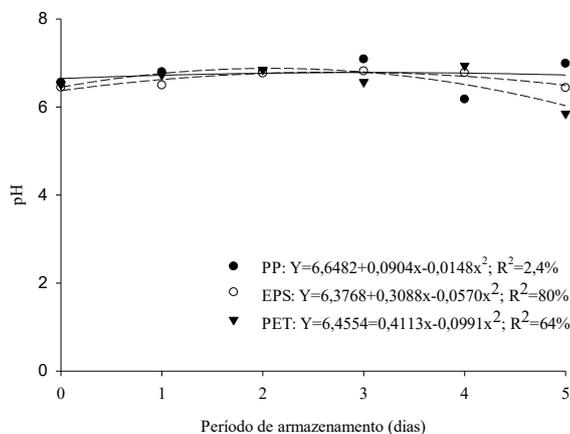
861 Possivelmente, devido ao aumento da taxa de respiração do fruto combinado com as  
 862 características específicas de cada embalagem, ocorreram mudanças nas concentrações de  $O_2$  e

863 CO<sub>2</sub>, criando uma atmosfera entre o fruto e a embalagem que influenciou no processo de  
 864 degradação dos pigmentos presentes na casca do figo-da-índia.

865 Pode-se inferir para o presente estudo que as alterações de cor na polpa decorrem do  
 866 processo de oxidação enzimática ocasionado pela exposição de enzimas e compostos fenólicos  
 867 presentes no fruto ao O<sub>2</sub>. A operação de corte faz com que o tecido sofra estresse por ferimento,  
 868 rompendo as células e induzindo os sistemas enzimáticos oxidativos a reagirem com os  
 869 compostos fenólicos existentes, causando o escurecimento oxidativo dos tecidos afetados (Li  
 870 et al. 2017).

871 Alzaem; Ebrahim (2023), ao trabalharem com armazenamento de frutos de figo-da-  
 872 índia, em dois tipos de embalagens plásticas, observaram que a degradação da cor da casca  
 873 ocorreu, de acordo com o aumento nos dias de armazenamento, corroborando com o presente  
 874 trabalho.

875 Ainda na Tabela 1, pode-se verificar interação significativa para pH, com desdobramento  
 876 apresentado na Figuras 6 e não significância para sólidos solúveis (SS). Maiores valores de pH  
 877 foram encontrados no presente trabalho, sendo associados a menores quantidades de ácidos  
 878 orgânicos (substâncias de reserva) (MORA et al., 2021).



879

880 **Figura 6:** pH medido em frutos de figo-da-índia, em função dos tipos de embalagens e períodos  
 881 de armazenamento (dias).

882

883 Logo após o processamento mínimo, o fruto apresenta uma maior taxa de respiração e  
 884 consequentemente maior consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório (ANTUNES  
 885 et al., 2017). Sendo assim, pode-se supor que os frutos armazenados nas embalagens de PP e  
 886 PET (polietileno tereftalato) possivelmente tiveram uma maior taxa respiratória que os frutos  
 887 armazenados na embalagem de EPS + PVC.

888 Para SS não foi observada interação significativa, nem menos significância para nenhum  
 889 dos fatores estudados, De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de ácidos orgânicos  
 890 pode diminuir tanto em função do processo respiratório, quanto de sua conversão em açúcares,  
 891 sendo que, em alguns casos, há um aumento nos valores com a maturação do fruto. Todas as  
 892 embalagens conferiram uma maior estabilidade das condições de armazenamento, permitindo  
 893 a continuação do processo de amadurecimento do fruto de forma mais controlada, utilizando os  
 894 ácidos orgânicos não somente para o processo respiratório, mas também para sua conversão em  
 895 açúcares.

896 Quanto ao pH, estudos realizados por Duarte et al. (2017) e Brunini e Cardoso (2011) no  
 897 armazenamento refrigerado de frutos inteiros de pitáia, verificou-se que o pH tende a ser maior  
 898 com o passar do armazenamento, variando entre 4,6 a 5,9 ao longo de 21 e 23 dias. No presente  
 899 experimento, foram obtidos valores médios de pH de 6,0 a 8,0 para os frutos de figo-da-índia  
 900 minimamente processados, entre os 5 dias de armazenamento.

901 Para a segunda análise estatística, entre os tipos de cortes x períodos de armazenamento  
 902 de frutos de figo-da-índia, são apresentados na Tabela 2 o resumo da análise de variância  
 903 contendo os quadrados médios, com significância de forma isolada para o corte e para os  
 904 períodos de armazenamento.

905

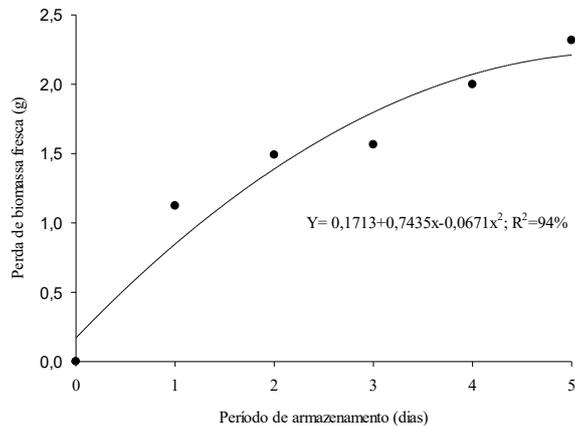
906 **Tabela 2:** Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios para perda de  
 907 biomassa fresca (PBF), firmeza da casca (FC), firmeza da polpa (FP), diferença de coloração  
 908 da polpa (DCP), diferença de coloração da casca (DCC), pH e sólidos solúveis (SS) de frutos  
 909 de figo-da-índia colhidos.

FV	GL	PBF (g)	FC (N)	FP (N)	DCP	DCC	pH	SS (°Brix)
TC	1	0.005 <sup>ns</sup>	320.51*	0.834 <sup>ns</sup>	29.465 <sup>ns</sup>	53.702*	0.017 <sup>ns</sup>	9.102 <sup>ns</sup>
PA	5	7.841*	197.25*	43.885*	296.012*	115.061*	0.379*	11.357*
TC x PA	5	0.13 <sup>ns</sup>	20.09 <sup>ns</sup>	6.477 <sup>ns</sup>	29.727 <sup>ns</sup>	25.714 <sup>ns</sup>	0.077 <sup>ns</sup>	8.947 <sup>ns</sup>
Erro	60	1.119	25.343	4.795	22.277	3.444	0.111	4.166
Total	71							
CV(%)		22.20 <sup>(a)</sup>	15.05	20.75	29.41 <sup>(a)</sup>	19.05 <sup>(a)</sup>	5.03	19.62

910 \*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. FV= fator de variação, TC = tipos de cortes,  
 911 PA = períodos de armazenamento (dias), GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação.

912

913 A significância para perda de biomassa fresca nos períodos de armazenamento foi  
 914 apresentada na Figura 7, com tendência quadrática crescente, com o aumento nos dias de  
 915 armazenamento. Isso significa que, com o aumento nos dias de conservação dos frutos de figo-  
 916 da-índia minimamente processados, há uma maior perda da biomassa fresca.

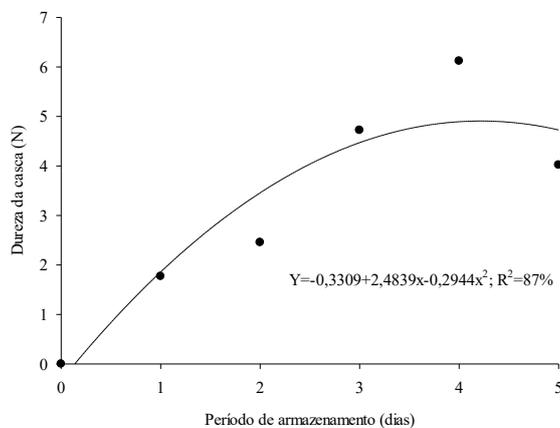


917

918 **Figura 7:** Perda de biomassa fresca (g) de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
 919 armazenamento (dias).

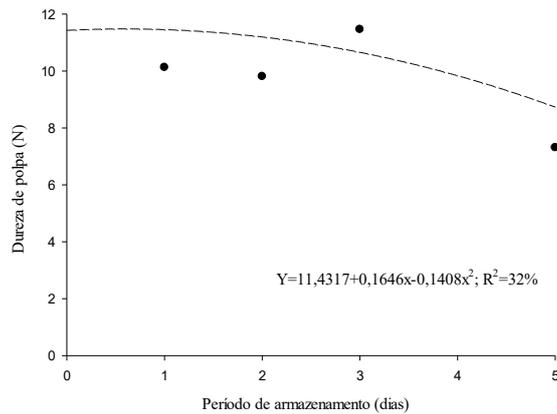
920

921 Para firmeza da polpa e casca dos frutos de figo-da-índia, verificou-se na Tabela 2  
 922 significâncias de forma separada, não sendo observada interação significativa. Na Figura 8a,  
 923 verificou-se, com o aumento no período de armazenamento, uma tendência quadrática crescente  
 924 para dureza da casca; inversamente proporcional ocorreu para a firmeza da polpa (Figura 8b).  
 925 Esta queda quadrática torna-se desfavorável ao armazenamento dos frutos de figo-da-índia  
 926 minimamente processados, pois indica a perda da integridade estrutural de seus tecidos.



927

928 **Figura 8a:** Firmeza da casca (N) de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
 929 armazenamento (dias).



930

931 **Figura 8b:** Firmeza de polpa (N) de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
 932 armazenamento (dias).

933

934 Ainda na Tabela 3, observa-se a significância para firmeza de casca (N), com melhores  
 935 resultados quando foi realizado o corte longitudinal nos frutos de figo-da-índia minimamente  
 936 processados. No caso do figo-da-índia, um fruto que tem em sua constituição 85-90% de água  
 937 (COTA-SANCHÉZ, 2016), a redução na firmeza, tanto da polpa, quanto da casca, pode estar  
 938 relacionada à transpiração e perda de umidade do fruto. Lima et al. (2010) também observaram  
 939 perda de firmeza em polpa e casca de goiaba minimamente processada ao longo do período de  
 940 armazenamento.

941

942 **Tabela 3:** Firmeza da casca (N) de frutos de figo-da-índia minimamente processados, em  
 943 função dos tipos de corte.

Tipos de corte	Firmeza da casca (N)
Longitudinal	35.57 a*
Transversal	31.44 b
CV(%)	15.05

944 \*Letras minúsculas iguais não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de  
 945 erro.

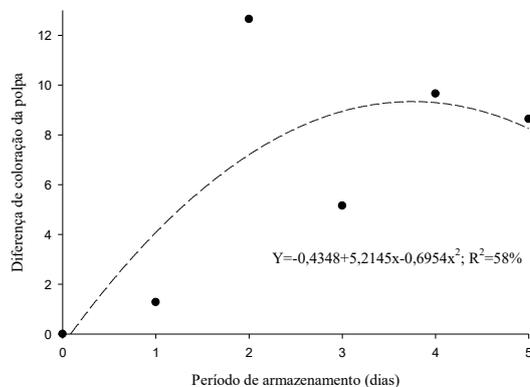
946

947 A quantidade de água está diretamente relacionada à textura (turgidez) e ao frescor dos  
 948 frutos minimamente processado. Sua perda por transpiração reduz o turgor celular, resultando  
 949 na deterioração da fruta e amolecimento dos tecidos (LAMANI; RAMASWAMY, 2023).

950 Em frutas oriundas de plantas cactáceas, a textura da fruta é um atributo crítico de  
 951 qualidade, pois o amolecimento do tecido ocorre em uma taxa alta devido a processos

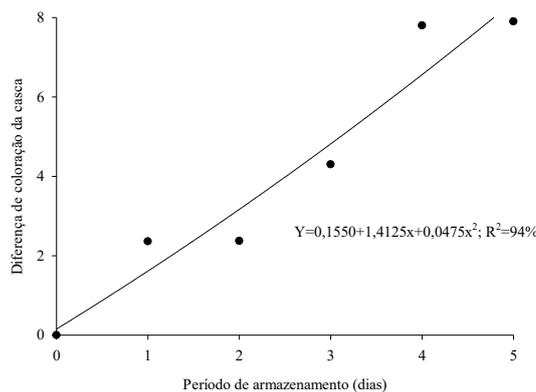
952 metabólicos naturais dos frutos e pode ser intensificado devido a reações enzimáticas  
 953 relacionadas às operações de processamento da fruta, levando a rápidas perdas de firmeza  
 954 (PALMA et al., 2017).

955 Na Figura 9a é apresentado o resultado para a diferença de coloração da polpa e na Figura  
 956 9b e Tabela 4, para a diferença de coloração da casca. A diferença de cor ( $\Delta E$ ) no espaço  $L^*$ ,  $a^*$   
 957 e  $b^*$  não indica a direção da mudança na coloração, porém, durante a realização das análises foi  
 958 observado o surgimento de pontos escuros na polpa de alguns frutos nos diferentes cortes, a  
 959 partir do quarto dia de armazenamento, sendo este coincidentemente o dia em que a curva  
 960 quadrática começa a apresentar tendência crescente ou decrescente.



961

962 **Figura 9a:** Diferença de coloração da polpa de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos  
 963 de armazenamento (dias).



964

965 **Figura 9b:** Diferença de coloração da casca de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos  
 966 de armazenamento (dias).

967

968 Pode-se inferir para o presente estudo que as alterações de cor na polpa de figo-da-índia  
 969 decorrem do processo de oxidação enzimática ocasionado pela exposição de enzimas e

970 compostos fenólicos presentes no fruto ao O<sub>2</sub>. A operação de corte, principalmente aquele  
 971 transversal (Tabela 4), faz com que o tecido sofra estresse por fermento, rompendo as células  
 972 e induzindo os sistemas enzimáticos oxidativos a reagirem com os compostos fenólicos  
 973 existentes, causando o escurecimento oxidativo dos tecidos afetados (MARTINS et al., 2023).

974 O corte longitudinal favoreceu menores valores na diferença de coloração da casca de  
 975 figo-da-índia (Tabela 4), indicando que este tipo de corte pode interferir, de forma negativa,  
 976 alguns aspectos de qualidade do fruto, como a coloração. Fatores fisiológicos, como  
 977 transpiração e trocas gasosas, apresentam maior atividade metabólica com o corte dos frutos,  
 978 devido à exposição das superfícies internas cortadas (LAMANI; RAMASWAMY, 2023).

979

980 **Tabela 4:** Diferença da coloração da casca de frutos de figo-da-índia minimamente  
 981 processados, em função dos tipos de corte.

Tipos de corte	Diferença da coloração da casca (N)
Longitudinal	3.18 b
Transversal	4.91 a
CV(%)	19.05 <sup>(a)</sup>

982 \*Letras minúsculas iguais não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de  
 983 erro.

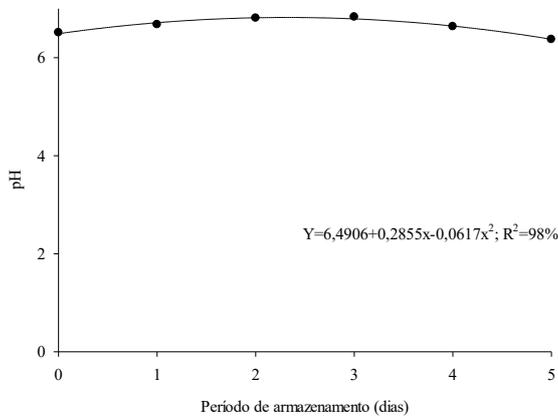
984

985 Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2018), onde os diferentes  
 986 tipos de corte favoreceram o escurecimento da polpa de frutos de mamão cv. Formosa, sem  
 987 diferença significativa entre os mesmos, chegando ao tempo máximo de quatro dias de  
 988 armazenamento devido ao escurecimento. Díaz-Delgado et al. (2024) também verificaram o  
 989 escurecimento da polpa de figo-da-índia minimamente processada, ao longo do período de  
 990 armazenamento, sendo este agravado em temperaturas mais elevadas.

991 Por fim, nas Figuras 10a e 10b verificam-se a significância do pH e sólidos solúveis  
 992 apenas para os períodos de armazenamento, independentemente do tipo de corte realizado nos  
 993 frutos de figo-da-índia minimamente processados. Maiores valores de pH são associados a  
 994 menores quantidades de ácidos orgânicos (substâncias de reserva). Logo, após o processamento  
 995 mínimo, o fruto apresenta uma maior taxa de respiração e conseqüentemente maior consumo  
 996 dos ácidos orgânicos no processo respiratório (MORA et al., 2021).

997 Quanto ao pH, estudos realizados por Duarte et al. (2017) no armazenamento refrigerado  
 998 de frutos inteiros de pitaita, mostraram que esta variável tende a ser maior com o passar dos dias  
 999 armazenamento, variando entre 4,6 a 5,9. No presente experimento, foram obtidos valores

1000 médios de pH em torno de 6,0 para os frutos de figo-da-índia minimamente processados, entre  
 1001 os 5 dias de armazenamento, corroborando Alzaeem; Ebrahim (2023).

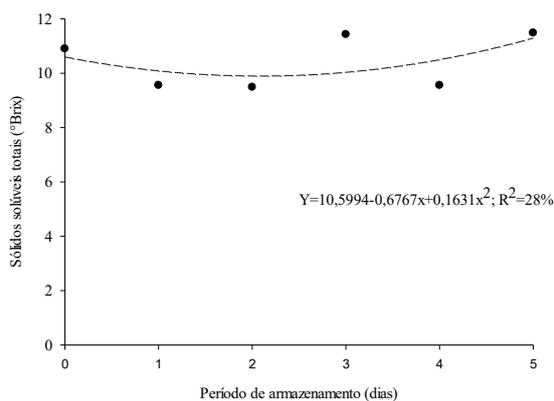


1002

1003 **Figura 10a:** pH de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de armazenamento (dias).

1004

1005 De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos orgânicos pode diminuir tanto  
 1006 em função do processo respiratório, quanto de sua conversão em açúcares, sendo que, em alguns  
 1007 casos, há um aumento nos valores com a maturação do fruto. Apesar da curva quadrática da  
 1008 Figura 10b não ter sido significativa, maiores valores de sólidos solúvel nos frutos de figo-da-  
 1009 índia ocorreram no 5º dia de armazenamento, permitindo a continuação do processo de  
 1010 amadurecimento de forma mais controlada, utilizando os ácidos orgânicos não somente para o  
 1011 processo respiratório, mas também para sua conversão em açúcares.



1012

1013 **Figura 10b:** Sólidos solúveis de frutos de figo-da-índia, em função dos períodos de  
 1014 armazenamento (dias).

1015

1016 Com isso é possível inferir que o processo de corte em frutos de figo-índia minimamente  
 1017 processados acelera o metabolismo do fruto, aumentando sua taxa respiratória, desde o processo

1018 de corte, uma vez que, o aumento do pH resulta do consumo de ácidos orgânicos durante o  
1019 processo respiratório.

1020 Diante do exposto, torna-se necessário entender melhor a pós-colheita do figo-da-índia,  
1021 a fim de manter os compostos bioativos e o aumento da vida útil de prateleira dos frutos,  
1022 realizando assim trabalhos futuros com frutos minimamente processados.

1023

### 1024 **3.4 CONCLUSÕES**

1025

1026 A utilização da bandeja PET (polietileno tereftalato) com tampa hermética e embalagem  
1027 retangular com tampa de PP (Polipropileno), propiciam melhor conservação dos frutos de figo-  
1028 da-índia minimamente processados.

1029 O corte transversal do fruto apresenta-se como melhor opção para comercialização de  
1030 figo-da-índia minimamente processado.

1031 O figo-da-índia minimamente processado pode ser armazenada sob refrigeração a 10°C  
1032 entre três a quatro dias.

1033

### 1034 **REFERÊNCIAS**

1035

1036 ALAM-ELDEIN, S. M. et al. **Harvest and postharvest technology of *Opuntia* spp.** Chapter  
1037 10. p. 219-255, 2021.

1038

1039 AMAYA-CRUZ, D. M. et al. An integral profile of bioactive compounds and functional  
1040 properties of prickly pear (*Opuntia ficus indica* L.) peel with different tonalities. **Food**  
1041 **Chemistry**, 278: 568-578, 2019.

1042

1043 ALZAEEM, I.; EBRAHIM, K. Evaluation of quality of storage of prickly pear (*Opuntia ficus*  
1044 *indica* (L.)). using two packaging methods. **Online Journal of Animal and Feed Research**, 5,  
1045 2023.

1046

1047 ANDREU-COLL. et al. Influence of storage on physiological properties, chemical  
1048 composition, and bioactive compounds on cactus pear fruit (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).  
1049 **Agriculture**, 11: 62, 2021.

1050

1051 CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR. 2000. 1 CD-ROM.

- 1052 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e**  
1053 **manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- 1054
- 1055 COTA-SÁNCHEZ, J. H. **Nutritional composition of the prickly pear (*Opuntia ficus-indica*)**  
1056 **fruit**. In: SIMMONDS, M. S. J.; PREEDY, V. R. (Eds.), *Nutritional composition of fruit*  
1057 *cultivars*. Academic Press, 2016. p. 691-712.
- 1058
- 1059 DÍAS-DELGADO, G. L. et al. Storage conditions of refrigerated prickly pears in small  
1060 processing industries. **Agriculture**, 14: 594, 2024.
- 1061
- 1062 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**,  
1063 35: 1039-1042, 2019.
- 1064
- 1065 FREITAS, S. T.; MITCHAM, E. J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced  
1066 by storage temperature and packaging. **Scientia Agricola**, 70: 257-262, 2013.
- 1067
- 1068 HA, Q. T. T. *Opuntia ficus-indica* (L.): an overview of the recent application and opportunities  
1069 in food. **Tropical Journal of Natural Products Research**, 8: 5734-5745, 2024.
- 1070
- 1071 LAMANI, N. A.; RAMASWAMY, H. S. Composite alginate–ginger oil edible coating for  
1072 fresh-cut pears. **Journal of Composites Science**, 7: 245, 2023.
- 1073
- 1074 LI, Z. et al. Mechanical models of compression and impact on fresh fruits. **Comprehensive**  
1075 **Reviews in Food Science and Food Safety**, 16: 1171-1378, 2017.
- 1076
- 1077 LI, Z. et al. Hot air pretreatment alleviates browning of fresh-cut pitaya fruit by regulating  
1078 phenylpropanoid pathway and ascorbate-glutathione cycle. **Postharvest Biology and**  
1079 **Technology**, 190: e111954, 2022.
- 1080
- 1081 LIMA, P. C. C. et al. Influence of cut, packaging and storage temperature on physicochemical  
1082 aspects of minimally processed *Carica papaya* cv. ‘Formosa’. **Revista de Investigación**  
1083 **Agraria y Ambiental**, 9: 72-80, 2018.
- 1084

- 1085 LIMA, M. S.; PIRES, E. M. F. Quality of minimally processed guava with different types of  
1086 cut, sanification and packing. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 30: 79-87, 2010.  
1087
- 1088 MARQUES, K. M. et al. Formas de preparo de figo-da-índia minimamente processado. **Revista**  
1089 **Brasileira de Fruticultura**, v.esp.: 606-611, 2011.  
1090
- 1091 MARQUES, K. M. et al. Minimally processed prickly pear stored under different temperatures  
1092 and packaging. **African Journal of Agricultural Research**, 10: 1810-1816, 2015.  
1093
- 1094 MORA, E. et al. Atributos físico-químicos e bioquímicos de melancia vermelha e amarela  
1095 minimamente processada, durante o armazenamento. **Scientific Electronic Archives**, 14: 12,  
1096 2021.  
1097
- 1098 OCHOA-VELASCO, C. E.; GUERRERO-BELTRÁN, J. A. The effects of modified  
1099 atmospheres on prickly pear (*Opuntia albicarpa*) stored at different temperatures. **Postharvest**  
1100 **of Biological Technology**, 111: 314-321, 2016.  
1101
- 1102 PAGLIARINI, M. K. et al. Influência de embalagens no processamento mínimo de abacaxi  
1103 smooth Cayenne. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, 9: 63-70, 2015.  
1104
- 1105 PALMA, A. et al. Changes in physiological and some nutritional, nutraceuticals, chemical–  
1106 physical, microbiological and sensory quality of minimally processed cactus pears cvs ‘Bianca’,  
1107 ‘Giulla’ and ‘Rossa’ stored under passive modified atmosphere. **Journal of the Science of Food**  
1108 **and Agriculture**, 98: 1839-1849, 2017.  
1109
- 1110 PANZA, O. et al. Quality preservation of ready-to-eat prickly pears by peels recycling. **Foods**,  
1111 11: e2016, 2022.  
1112
- 1113 RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). **Food**  
1114 **Chemistry**, 82: 339-345, 2003.  
1115
- 1116 REIS, C. M. G. et al. Fruit production from *Opuntia ficus-indica* ecotypes in comparison to  
1117 commercial Italian clones. **Horticultural Science**, 45: 92-100, 2018.  
1118

- 1119 SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Fresh, minimally processed foods packaged under  
1120 modified atmosphere. **Brazilian Journal of Food Technology**, 15: 1-14, 2012.
- 1121
- 1122 SEDKIM, M. et al. Enhancing postharvest quality of *Opuntia ficus-indica* L. in southern  
1123 Morocco. **Moroccan Journal of Biology**, 17: 47-58, 2020.
- 1124
- 1125 SHUMYE, G. et al. Effect of integrated postharvest handling practices on quality and shelf life  
1126 of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruits. **Journal of Postharvest Technology**, 2:  
1127 68-79, 2014.
- 1128
- 1129 SILVA, M. A. et al. *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.: A multi-benefit potential to be  
1130 exploited. **Molecules**, 26: 951, 2021.
- 1131
- 1132 TRINDADE, S. et al. *Opuntia ficus-indica* L. fruits cold storage using different packaging  
1133 materials. **Sustainability**, 15: e11334, 2023.
- 1134

#### 1135 4. CONCLUSÕES GERAIS

1136

1137 Com a caracterização, foi possível afirmar que os frutos são ovoides, firmes e com casca  
1138 vermelho-alaranjada, quando maduros e com grande quantidade de aréolas.

1139 Conforme o avanço do PM, ocorreram incrementos de variáveis biométricas do fruto,  
1140 além da intensificação da coloração. Maiores sólidos solúveis foram verificados em PM4 e  
1141 PM5.

1142 Frutos colhidos em PM1 apresentaram cascas mais espessas e com maior luminosidade.

1143 A utilização da bandeja PET e PP, propiciam melhor conservação dos frutos.

1144 O corte transversal do fruto apresenta-se como melhor opção para comercialização de  
1145 figo-da-índia minimamente processado, podendo ser armazenado sob refrigeração a 10°C entre  
1146 3-4 dias.

1147