

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
MESTRADO ACADÊMICO

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LONGANS SUBMETIDAS AO
TRATAMENTO HIDROTÉRMICO E DE DESIDRATAÇÃO, EMBALADAS E
ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

Pedro Augusto Resende Rimoli

Anápolis - GO
Fevereiro, 2020

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LONGANS SUBMETIDAS AO
TRATAMENTO HIDROTÉRMICO E DE DESIDRATAÇÃO, EMBALADAS E
ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

PEDRO AUGUSTO RESENDE RIMOLI

Orientador: Prof. Dr. André José de Campos

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - UEG, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – CCET, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Anápolis - GO
Fevereiro, 2020



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

Dados do autor (a)

Nome Completo Pedro Augusto Resende Rimoli

E-mail pedro.rimoli@yahoo.com.br

Dados do trabalho

Título Qualidade pós-colheita de longans submetidas ao tratamento hidrotérmico e de desidratação, embaladas e armazenadas sob refrigeração.

Tipo

() Tese (X) Dissertação

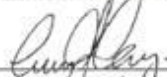
Curso/Programa Mestrado em Engenharia Agrícola

Concorda com a liberação documento [X] SIM

[] NÃO¹

Anápolis, 26 / 10 / 2020
Local Data


Assinatura do autor (a)


Assinatura do orientador (a)

¹ Casos de impedimento:

- Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da Dissertação/Tese em livro.

RP372q RIMOLI, Pedro Augusto Resende

Qualidade pós-colheita de longans submetidas ao tratamento hidrotérmico e de desidratação, embaladas e armazenadas sob refrigeração / Pedro Augusto Resende Rimoli; orientador André José de Campos. -- ANÁPOLIS, 2020. 90 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2020.

1. Pós-colheita. 2. Longan. 3. Tratamento hidrotérmico. 4. Compostos bioativos. 5. Secagem.

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LONGANS SUBMETIDAS AO
TRATAMENTO HIDROTÉRMICO E DE DESIDRATAÇÃO, EMBALADAS E
ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

Por

Pedro Augusto Resende Rimoli

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em **13/02/2020**



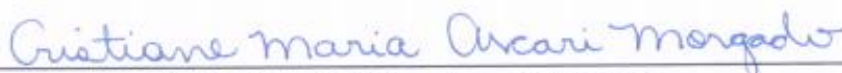
Prof. Dr. André José de Campos
Orientador

Universidade Estadual de Goiás - UEG



Prof. Dr. Elávio Alves da Silva
Membro

Universidade Federal de Goiás - UFG



Profa. Dra. Cristiane Ascari Morgado
Membro

Universidade Estadual de Goiás - UEG

Para Molly

AGRADECIMENTOS

A Ariele Venezian Busso, em primeiro lugar, pela força imensurável que emana e me contagia todos os dias, pelo apoio incondicional e pela leveza que trouxe para mais essa aventura.

Aos meus pais, Eneida Maria Resende Rimoli e João de Lima Rimoli, pelo amor, pelo suporte e pela presença independente do desafio.

Ao meu orientador professor Dr. André José de Campos, pelos conselhos desde o primeiro dia, pela confiança, amizade e sinceridade, por ser um exemplo de profissional o qual sempre me espelharei.

Aos Professores do programa de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, pelos desafios e inspirações.

A minha família, Rubens Busso, Vanessa do Vale, Vildomar do Vale, Márcia Brandão, Idan Brandão e Antônia Rezende pelo apoio diário e paciência, em especial ao meu irmão, Mateus Almeida.

Aos amigos da graduação e pós-graduação pelo indispensável apoio, companheirismo e entusiasmo durante o desenvolvimento deste trabalho Renato Rosa, Nayane Rosa, Milanna Nunes, Felipe Dourado, Mariana Silva e, principalmente, Kedinna Dias por sua imensa contribuição e resiliência.

A Prof. Dra. Cristiane Ascari Morgado da Universidade Estadual de Goiás, pela amizade, disposição e orientação em meus últimos meses de mestrado.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela colaboração. Em especial ao Sr. Valdeir e a Sra. Eliete, por sua dedicação, paciência e simpatia.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

A Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo e ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola.

Muito Obrigado!

“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los.”

Isaac Asimov

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. CARACTERIZAÇÃO DAS LONGANS	18
2.2. TRATAMENTO HIDROTÉRMICO	19
2.3. DESIDRATAÇÃO	21
2.4. PARÂMETROS DE QUALIDADE E BIOATIVOS.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS	26
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	26
3.2.1. Primeiro experimento: Temperatura + Embalagens + Dias	27
3.2.2. Segundo experimento: Desidratação + Dias	27
3.3. ANÁLISES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS	28
3.3.1. Perda de massa	28
3.3.2. Relação polpa/casca e relação polpa/semente	28
3.3.3. Firmeza de casca	28
3.3.4. Potencial hidrogeniônico (pH)	29
3.3.5. Acidez titulável (AT)	29
3.3.6. Sólidos solúveis (SS)	29
3.3.7. Índice de maturação (SS/AT)	29
3.3.8. Coloração	29
3.3.9. Taxa respiratória (TR)	30
3.4. ANÁLISES BIOATIVAS	30
3.4.1. Vitamina C (ácido ascórbico)	30
3.4.2. Atividade antioxidante (ATA)	31
3.4.3. Polifenóis extraíveis totais (PET).....	32
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. TRATAMENTO HIDROTÉRMICO E EMBALAGEM	34
4.1.1. Perda de massa	34
4.1.2. Relação polpa/casca e polpa/semente	35
4.1.3. Firmeza de casca	38
4.1.4. Sólidos solúveis (SS)	39
4.1.5. Acidez titulável (AT)	40
4.1.6. Índice de maturação (SS/AT)	42

4.1.7.	Potencial hidrogeniônico (pH)	44
4.1.8.	Coloração	45
4.1.8.1.	Luminosidade (L*)	45
4.1.8.2.	<i>°Hue</i>	47
4.1.8.3.	Croma	49
4.1.8.4.	Índice de escurecimento	50
4.1.9.	Taxa respiratória	52
4.1.10.	Vitamina C (ácido ascórbico)	54
4.1.11.	Atividade antioxidante (DDPH e ABTS)	55
4.1.11.1.	Radical livre DPPH	55
4.1.11.2.	Radical livre ABTS+	57
4.1.12.	Polifenóis extraíveis totais (PET).....	59
4.2.	DESIDRATAÇÃO	60
4.2.1.	Perda de massa	60
4.2.2.	Acidez titulável (AT)	61
4.2.3.	Sólidos solúveis (SS)	62
4.2.4.	Índice de maturação (SS/AT)	63
4.2.5.	Potencial hidrogeniônico (pH)	64
4.2.6.	Coloração	65
4.2.6.1.	Luminosidade (L*)	65
4.2.6.2.	<i>°Hue</i>	66
4.2.6.3.	Croma	67
4.2.6.4.	Índice de escurecimento	68
5.	CONCLUSÃO	70
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
7.	ANEXO	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estágio de maturação fisiológica das longans (<i>Dimocarpus longan</i> Lour)	26
Figura 2. Longans após o tratamento hidrotérmico, armazenadas em B.O.D, a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $75\pm 5\%$ (A), longans após tratamento hidrotérmico armazenadas sem embalagem (B) e longans após tratamento hidrotérmico armazenadas com embalagem (C)	27
Figura 3. Longans in natura (A), longans após desidratação a 60°C por 12 horas (B) e longans após desidratação a 80°C por 12 horas (C).....	28
Figura 4. Curva de calibração do DPPH (a) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500 mg L ⁻¹ (b).....	31
Figura 5. Curva de calibração do ABTS (a) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500 mg L ⁻¹ (b).	32
Figura 6. Curva de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE)	33
Figura 7. Perda de Massa (%) de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (A) e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (B).....	35
Figura 8. Relação polpa/casca de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A) e utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B).....	36
Figura 9. Relação polpa/semente de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A) e utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B)	37
Figura 10. Firmeza de casca (N) de longans acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (B).....	39
Figura 11. Sólidos solúveis (SS, °Brix) de longans acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (B).....	40
Figura 12. Acidez titulável (% ácido málico) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico em função dos dias de armazenamento (A), com e sem embalagem de PEBD em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C).....	42
Figura 13. Índice de maturação (SS/AT) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A) e acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B).....	44
Figura 14. Potencial hidrogeniônico (pH) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A), e acondicionadas com e sem embalagem de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) em função dos dias de armazenamento (B).....	45

Figura 15. Luminosidade (L^*) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico em função dos dias de armazenamento (A), utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B), e utilização de embalagem em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C)...	47
Figura 16. °Hue de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico em função dos dias de armazenamento (A), utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B), e utilização de embalagem em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C).....	49
Figura 17. Croma de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (B).....	50
Figura 18. Índice de escurecimento de longans acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico e acondicionadas utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B).....	51
Figura 19. Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico em função dos dias de armazenamento (A), utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B), e utilização de embalagem em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C).....	53
Figura 20. Vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A), e acondicionadas com e sem embalagem de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) em função dos dias de armazenamento (B),.....	55
Figura 21. Atividade antioxidante (DPPH $\mu\text{M trolox g}^{-1}$) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A) e acondicionadas com e sem embalagem de em função dos dias de armazenamento (B).....	57
Figura 22. Atividade antioxidante (ABTS $\mu\text{M trolox g}^{-1}$) de longan acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico em função dos dias de armazenamento (A), utilização de embalagem em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C).....	58
Figura 23. Polifenóis extraíveis total (PET) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos em função dos dias de armazenamento (A) e acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (B)	60
Figura 24. Perda de massa (%) de longans desidratadas armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias) (A) e sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) (B) com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$	61
Figura 25. Acidez titulável (% ácido málico) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias)	62

Figura 26. Sólidos solúveis (°Brix) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	63
Figura 27. Índice de maturação (SS/AT) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	64
Figura 28. Potencial hidrogeniônico (pH) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	65
Figura 29. Luminosidade (L*) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	66
Figura 30. °Hue de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C	67
Figura 31. Croma de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	68
Figura 32. Índice de escurecimento (%) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.....	69

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), relação polpa/ casca (RP/C) e polpa/semente (RP/S), firmeza de casca (FC), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), pH, luminosidade (L*), croma, °hue, índice de escurecimento (IE), vitamina C (VC), taxa respiratória (RESP), atividade antioxidante por radical livre dp_{ph} (DPPH) e por radical livre abts⁺ (ABTS) e compostos fenólicos (CF), em longans (*Dimocarpus longan* Lour) submetidas a período de armazenamento, diferentes temperaturas e ausência ou presença de embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD)..... **89**
- Tabela 2.** Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), pH, luminosidade (L*), croma, °hue, índice de escurecimento (IE), em longans (*Dimocarpus longan* Lour) submetidas a período de armazenamento e diferentes temperaturas de desidratação..... **90**

RIMOLI, P.A.R. **Qualidade pós-colheita de longans submetidas ao tratamento hidrotérmico e de desidratação, embaladas e armazenadas sob refrigeração.** 2020. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás - UEG/CCET.

RESUMO: Longan (*Dimocarpus longan* Lour) é uma cultura de grande importância, cultivada comercialmente em zonas de clima tropical e subtropical. Devido à grande carência de informações relacionadas a conservação pós-colheita, faz-se necessário a realização de estudos que auxiliem na melhoria das condições de conservação do fruto, buscando o aumento da vida de prateleira e a manutenção das propriedades organolépticas. Devido a isso, este trabalho teve como objetivo pesquisar os efeitos na qualidade pós-colheita de longans submetidas a diferentes temperaturas de secagem e de tratamento hidrotérmico, além do efeito relativo a presença e ausência de embalagem em ambiente refrigerado, verificando as variáveis de qualidade: físicas, físico-químicas e bioativas. Após a colheita, as frutas, oriundas da Fazenda Coqueiro, localizada no município de Santa Rita do Passa Quatro/SP, foram transportadas até o laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas-Henrique Santillo, em Anápolis - GO. O trabalho foi dividido em dois experimentos, ambos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No primeiro experimento, com esquema fatorial 6x2x6, as frutas foram submetidos a seis temperaturas de tratamento hidrotérmico (25 (controle), 45, 47, 49, 51, 53°C); acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade – PEBD ou sem embalagem (controle); e avaliados a cada três dias, num total de 6 dias de análise (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). No segundo experimento, com esquema fatorial 5x9, foram utilizadas cinco temperaturas de desidratação (60, 65, 70, 75 e 80°C), com duração de 12 horas, e nove dias de análises, que foram realizadas a cada três dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias) e armazenados em embalagem de PEBD. Em ambos os experimentos, após a aplicação dos tratamentos, as frutas foram armazenadas e mantidas em incubadora BOD, à 75±5% U.R e temperatura de armazenamento de 4±2°C. Durante o armazenamento, foram avaliados: perda de massa, firmeza (1º experimento), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), coloração (L*, °Hue, Croma e Índice de Escurecimento), potencial hidrogeniônico (pH), relação polpa/casca e polpa/semente (1º experimento), ácido ascórbico (vitamina C) (1º experimento), atividade antioxidante total (1º experimento) e polifenóis extraíveis totais (1º experimento). Os dados obtidos com as respectivas análises foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade para o fator embalagem, e regressão para os demais fatores. Conclui-se que os frutos submetidos as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico obtiveram resultados positivos, com destaque para os tratamentos a 45°C, que proporcionou a maior conservação das características físico-químicas da longan, e 53°C, que gerou melhoria nas características bioativas da longan, devido a elevação dos parâmetros de atividade antioxidante e polifenóis, enquanto para as longans embaladas em PEBD foi possível observar maior conservação das qualidades desejáveis. Já no experimento de desidratação, as temperaturas que mais se destacaram foram a de 80°C, devido aos resultados mais adequados quanto a conservação química, e 75°C, que também obteve resultados positivos para todos os parâmetros, mantendo por maior período os atributos de qualidade pós-colheita, além de prolongar a vida útil das longans. Ambos os experimentos foram capazes de conservar as frutas durante todo o período de armazenamento.

Palavras-chave: *Dimocarpus longan* Lour, conservação, secagem, bioativo, imersão em água quente.

RIMOLI, P.A.R. **Longans post-harvest quality submitted to hydrothermal, and dehydration and packaging treatments stored under refrigeration.** 2020. 90p. Dissertation (Master's Degree in Agricultural Engineering) – Universidade Estadual de Goiás - UEG / CCET.

ABSTRACT: The longan (*Dimocarpus longan* Lour) is a major crop, grown commercially in tropical and subtropical climate zones. Due to the lack of information related to postharvest conservation, it is necessary to carry out studies that help to improve the conservation conditions of the fruit, seeking to increase shelf life and maintenance of organoleptic properties. Therefore, this work aimed to study longan's post-harvest quality submitted to different drying temperatures and hydrothermal treatment, in addition to the effect related to the presence and absence of packaging in refrigerated environment, verifying the quality variables: physical, physical-chemical and bioactive. After the harvest, the fruits were transported from Fazenda Coqueiro, located in Santa Rita do Passa Quatro – SP, to the Laboratory of Drying and Storage of Vegetable Products, Universidade Estadual de Goiás - Campus of Exact and Technological Sciences - Henrique Santillo, in Anapolis - GO. The project was divided into two experiments, both in a completely randomized design with four replications. In the first experiment, with a 6x2x6 factorial scheme, the fruits were submitted to six temperatures of hydrothermal treatment (25 (control), 45, 47, 49, 51 and 53 °C); packed in low density polyethylene packaging - LDPE or without packaging (control); and evaluated every three days for a total of 6 days of analysis (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days). The second experiment used a factorial scheme of 5x9, five dehydration temperatures (60, 65, 70, 75 and 80°C), lasting 12 hours each, and nine days of analysis, which were performed every three days (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24 days) and stored in LDPE packaging. In both experiments, after application of the treatments, the fruits were stored and kept in a BOD incubator at 75±5% U.R and storage temperature of 4±2°C. The following analysis were studied during storage: mass loss, firmness (1st experiment), soluble solids (SS), titratable acidity (AT), maturation index (IM), coloring (L *, ° Hue, Chroma and Darkening Index), hydrogen potential (pH), pulp / peel and pulp / seed ratio (1st experiment), ascorbic acid (vitamin C) (1st experiment), antioxidant activity (1st experiment) and extractable polyphenols (1st experiment). The data obtained with the respective tests were subjected to analyze of variance ($P \leq 0.05$) and, when significant, the means were compared by Scott Knott's test at 5% probability for the packaging factor and regression for the other factors. It was possible to conclude that the fruits that were submitted in different hydrothermal treatment temperatures have obtained positive results, with emphasis on the treatment at 45°C, which provides greater conservation in the longan's physicochemical characteristics, and 53°C, which generates improvements in longan's bioactive characteristics, due to an increase in the antioxidant activity and polyphenols parameters. While longans that were packaged in LDPE it was observed a greater conservation of desirable qualities. Regarding the dehydration experiment, the temperatures that stood out the most were 80°C, due to the higher results in all parameters, and 75°C, which furthermore have obtained positive results for all tests, maintaining the fruit's quality during storage, in addition to extending the longan's useful life. Both experiments were able to conserve the fruits for their respective entire storage period.

Keywords: *Dimocarpus longan* Lour, conservation, drying, bioactive, hot water immersion.

1. INTRODUÇÃO

A Longan (*Dimocarpus longan* Lour) é uma cultura de grande importância mundial, cultivada comercialmente em zonas de clima tropical e subtropical como Tailândia, China, Austrália, Índia e Vietnã (PHAM et al., 2016). O fruto é pequeno e arredondado, apresenta pericarpo fino, polpa translúcida, frágil, succulenta e doce, que contorna uma semente preta (JIANG et al., 2002), sendo de coloração marrom-amarelado, achatado, esférico e em torno de 1,2-2,5 cm de diâmetro (LIU et al., 2015).

A produção mundial de longan atingiu mais de 3,6 milhões de toneladas em 2017 (FAO, 2018), sendo a China o maior produtor e o país que concentra a maior área de cultivo de longan no mundo, apresentando 73,6 % da área cultivada e 59,7 % da produção mundial (CHEN et al., 2014), com aproximadamente 2.149 milhões de toneladas; Tailândia e Vietnã produziram aproximadamente 900 milhões de toneladas e 500 milhões de toneladas, respectivamente em 2017 (FAO, 2018). No Brasil foram comercializadas 4,68 toneladas de longan no ano de 2017, pela CEAGESP, sendo o estado de São Paulo o maior produtor da fruta, responsável por mais de 70% desta produção (CEAGESP, 2018).

A longan apresenta em sua composição: carboidratos (25,2%), proteínas (1,0%), fibras (0,4%), gorduras (0,5%), vitamina C (0,08%), cálcio (0,02%), fósforo (0,06%), ferro (0,003%), vitamina B1 (0,004%), vitamina B2 (0,007%) e vitamina B3 (0,006%) (WONG, 2000). Devido a sua composição, a longan é tradicionalmente utilizada em receitas medicinais chinesas, servindo como um alívio para dores em nervos e inchaços. O extrato da longan, incluindo arilo, pericarpo e semente, tem apresentado grandes resultados antioxidantes e boas atividades anticancerígenas e antitirozinase (CHUNG et al., 2010; DE ASSIS et al., 2009; PARK et al., 2010; RANGKADILOK et al., 2007; SOONG e BARLOW, 2004; YANG et al., 2009).

É um fruto não climatérico, o que significa que após a colheita ele deixa de amadurecer (LI et al. 2018), porém este fruto apresenta rápido escurecimento do pericarpo, o que se torna um limitante quanto ao armazenamento e a comercialização da longan. O escurecimento pode ser atribuído ao resultado do contato entre compostos fenólicos e a polifenoloxidase, além da perda de distribuição compartimentalizada celular. Outro ponto com grande relevância está relacionado ao limitado tempo de prateleira que o fruto apresenta, quando armazenado em temperatura ambiente (25°C), podendo se manter por apenas 3 ou 4 dias (LIN et al., 2016; YI et al., 2010; JIANG et al., 2002).

Além disso, outra dificuldade enfrentada por produtores de longan é a suscetibilidade do fruto a infestações de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), popularmente

conhecida como mosca-das-frutas. Há ainda relatos de ataques à longan por moscas do mediterrâneo (*Ceratitis capitata*) e, também, por moscas orientais (*Bactrocera dorsalis*) (ARMSTRONG e FOLLETT, 2007). As moscas-das-frutas podem causar danos diretamente aos frutos, pelas fêmeas adultas que perfuram o fruto por ocasião da oviposição, e pelas larvas, que se alimentam da polpa, causando apodrecimento interno. Tal cenário torna necessário o desenvolvimento de novas estratégias, ou o aprimoramento de técnicas já utilizadas, para se controlar essa praga (HERNANDES et al., 2013).

Métodos de aquecimento convencional, como a imersão ou lavagem do fruto em água quente e, também, o aquecimento por vapor de água estão se mostrando como uma boa alternativa no tratamento de pragas e fungos e no consequente aumento do tempo de vida útil dos alimentos (FALLIK, 2004; SPADONI et al., 2013). Armstrong e Follett (2007) demonstraram que tratamento em imersão por água quente, com temperaturas iguais ou superiores a 45°C, também produz efeitos positivos no controle de larvas de mosca-das-frutas, chegando a mortalidade de 99,99%, com grau de confiança de 95%, de ovos e larvas.

Outro possível tratamento, que apresenta eficiência no acréscimo do tempo de armazenamento dos frutos de longan, é a secagem por ar quente. Entre os métodos de secagem que possuem potencial para serem usados neste propósito, a secagem por ar quente ainda é um dos métodos de desidratação mais utilizada (ZHANG et al., 2014). A desidratação pode prolongar a vida de prateleira de produtos agrícolas e preservar sua qualidade, diminuindo a atividade de água (DUAN et al., 2017).

Além dessas técnicas pós-colheita, o uso de embalagens associados a refrigeração têm mostrado resultados positivos. Tanto o uso de embalagem, quanto o de refrigeração, reduzem a atividade metabólica e a perda de água de frutas e hortaliças, além de manter uma aparência atrativa do produto (SIQUEIRA et al., 2017). Portanto, a combinação de baixa temperatura e alta umidade, associada ao uso de embalagem, pode garantir a conservação de frutas frescas durante o transporte e o armazenamento (SANTOS et al., 2011).

Neste contexto, objetivou-se avaliar os atributos de qualidade pós-colheita de longans submetidas a diferentes temperaturas de secagem e de tratamento hidrotérmico, além do efeito relativo a presença e ausência de embalagem em ambiente refrigerado, verificando as variáveis de qualidade: físicas, físico-químicas, químicas e bioativas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS LONGANS

A Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) é uma fruta exótica subtropical/tropical perene, não climatérica e amplamente distribuída no sudeste asiático (JIANG et al., 2002). Pertencente à família Sapindaceae que contém cerca de 2000 espécies de arbustos e videiras, incluindo diversas cultivares tropicais e subtropicais frutíferos, além da longan, lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), guaraná (*Paullinia cupana* Kunth), korlan (*Nephelium hypoleucum* Kurz.), pitomba (*Talisia esculenta* Radlk.), lima espanhola (*Melicoccus bijugatus* Jacq.), pulasan (*Nephelium mutabile* Blume) e ackee (*Blighia sapida* K. D. Koenig) (LORA et al., 2018).

Embora primariamente produzida na China, responsável por aproximadamente 60% da produção mundial (cerca de 2.150 milhões de toneladas) em 2017, e no sudeste asiático, sua expansão mundial já atingiu mais de 20 países que começaram a produzi-la comercialmente (FAO, 2018, GOYAL et al., 2017; YAOUNDE, 2011). Essa tradição chinesa no cultivo da longan data de mais de 2000 anos, e foi confirmada por meio de documentos ancestrais, sementes e antigas espécies que ainda estão vivas (HUANG et al., 2005; WU et al., 2007).

A longan é uma espécie diploide, de crescimento lento, árvores com porte de médio a grande, atingindo até 20 m de altura e tronco áspero. Possui folhas pinadas com variação de 6 a 9 folíolos, distribuídas em oposição no pecíolo primário (SUBHADRABANDHU e STERN, 2005). As frutas são geradas em flores aglomeradas, externas a coroa das folhas, e apresentam um exocarpo marrom claro, semelhante a uma casca de árvore (STERN e GAZIT, 2010).

Quanto a sua floração, temperaturas noturnas próximas a 22°C desenvolvem maior número de flores e, além da temperatura, o uso de tratamentos com cloreto de potássio também apresentam aumento neste aspecto (DAVENPORT e STERN, 2005; ZHOU et al., 2014). Já os polens apresentam suas melhores características com temperatura entre 23-24°C, e seu crescimento em tubo polínico após a polinização dura até 3 dias, dependendo das condições ambientais, principalmente em relação a temperatura (PHAM et al., 2015; PHAM et al., 2016).

As longans levam de 4 a 5 meses para atingir seu estágio de maturação, quando sua casca se torna marrom amarelada e seu teor de sólidos solúveis ultrapassa 15 °Brix (JIANG et al., 2002), e totalizam entre 60 e 80 frutas por inflorescência, com uma produtividade próxima a 7% em relação ao número inicial de flores (PHAM et al., 2016), sendo esta baixa produtividade referente a abscisão maciça de flores após a polinização (MITRA et al., 2005).

A parte comestível da longan é seu arilo carnudo, que é resultante do desenvolvimento do óvulo que envolve a semente, ele pode ser consumido fresco, congelado, enlatado, seco e devido ao excesso de oferta em sua época de colheita e levando em consideração sua curta vida útil também pode ser processado em sucos, vinhos, pickles, conservas, sorvetes e iogurtes (PHAM et al., 2016; ZHAO et al., 2014).

Outro meio de utilização da longan, não relacionado a alimentação, se dá na medicina tradicional chinesa, onde é usada no combate a dores e inchaços (PAN et al., 2008). Pesquisas recentes descobriram importantes funções farmacológicas em longans, como atividades antioxidantes, antitirosinase, anticâncer e capacidade de melhora de memória, o que pode trazer significantes contribuições para o bem-estar humano (YANG et al., 2011a).

Além de ser um alimento desejado pelo mercado asiático e ter funções medicinais, a longan é uma fruta rica em nutrientes como polissacarídeos e vitaminas (LIN et al., 2019a). Porém ela é altamente perecível e se deteriora com grande facilidade, em temperatura ambiente, com tempo de prateleira entre 3 e 4 dias. A degradação da qualidade de longans colhidas pode ser caracterizada por escurecimento do pericarpo e descolamento entre polpa e semente, o que pode reduzir as qualidades de aparência e paladar, além de desvalorizar o valor da fruta como *commodity* (WANG et al., 2018; LIN, et al., 2017a). Alguns sintomas típicos dessa degradação são o amolecimento da casca, erosões, aroma e sabor desagradável (LIN et al., 2019a).

Alguns autores como Vichaiya et al. (2020), Chumyam et al., (2016) e Intarasit et al., (2018) relacionam esse escurecimento do pericarpo da longan a redução da energia celular que resulta em um decréscimo da atividade antioxidante encontrada nas frutas ao longo do armazenamento. Esses baixos níveis de atividade antioxidante induzem a peroxidação lipídica e interrompem a compartimentação celular, permitindo que a polifenoloxidade ative fenóis que geram a coloração marrom (Chomkitichai et al., 2014a; Saengnil et al., 2014; Vichaiya et al., 2018). Tais problemas podem ser solucionados, ou pelo menos retardados, com a adoção de tecnologias adequadas, como a desidratação, a imersão em água quente, a refrigeração e a utilização de embalagem.

2.2 TRATAMENTO HIDROTÉRMICO

Tem-se realizado grandes esforços no desenvolvimento de metodologias efetivas e confiáveis para a sanitização de frutas e hortaliças (CORBO et al., 2010). Tais técnicas geralmente podem ser classificadas como tratamentos físicos, biológicos e químicos. Devido ao crescente consenso sobre os riscos potenciais que sanitizantes químicos podem trazer para a

saúde humana, houve aumento da necessidade do desenvolvimento de métodos sanitizantes seguros e livres de químicos (BARRY-RYAN, 2012).

Neste contexto, o tratamento hidrotérmico foi identificado como uma alternativa promissora de método de higienização, por ser muito efetivo no combate a fungos e infestações de insetos, além de fácil aplicação e de promover a manutenção da qualidade do fruto armazenado (KABELITZ et al., 2019). O conceito de utilização de tratamento hidrotérmico no combate a insetos baseia-se em procedimentos desenvolvidos por Baker (1939), que foram adotados por países como Canadá, Chile, Estados Unidos e Japão como medida quarentenária no combate a mosca-das-frutas para mangas exportadas (OLIVEIRA, 2015).

Devido a sua efetividade no controle da mosca-das-frutas, o uso de tratamento hidrotérmico se mostra como uma alternativa barata e livre de químicos, sendo a imersão em água quente, a 49°C por 20 min, seguida de imersão em água em temperatura ambiente (25°C) por 20 min, uma técnica aprovada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) como um tratamento efetivo no controle as moscas que atacam a lichia (*Litchi chinensis* Sonn), fruto da família Sapindaceae, mesma família da longan (FOLLETT e SANXTER., 2001). Em discussão sobre o tratamento hidrotérmico, Ducamp-Collin et al. (2007) afirmaram que a exposição a temperaturas iguais, ou superiores, a 45°C eliminam tanto os ovos, quanto as larvas da mosca-das-frutas.

No entanto, o tempo e a temperatura utilizados comumente podem provocar aumento da perda de peso, alteração de cor, redução da resistência a patógenos, redução na firmeza, aceleração ou bloqueio do amadurecimento (BRITO et al., 2009). Por isso, é interessante que se use equipamentos que possam controlar a temperatura da água, como banhos maria digitais, que possam assegurar a temperatura desejada evitando exposição a temperaturas exageradas que poderiam causar dano as frutas.

O uso do tratamento hidrotérmico tem apresentado resultados positivos para diferentes cultivares, Liu et al. (2012) em estudo com pêssegos imersos por 10 minutos a 40°C, obtiveram resultados positivos no controle de fungos, Jemric e Fruk (2013) apresentaram estudo com nectarinas imersas por 12 minutos a 48°C e obtiveram resultados benéficos quanto aos valores sensoriais das frutas, similarmente Spadoni et al. (2013) apresentaram redução de podridão em pêssego e nectarina mergulhando as frutas em água a 60°C por 1 minuto. Além disso, estudos indicam que o tratamento hidrotérmico pode estimular o aumento dos compostos fenólicos e de carotenoides, pois o estresse causado no fruto pelo aumento de temperatura funciona como um gatilho natural de produção dos compostos (YASSER et al., 2019; UMMARAT et al., 2011).

Entretanto, apesar do tratamento hidrotérmico apresentar alta eficiência no controle do desenvolvimento de insetos e de podridões pós-colheita, ele não apresenta efeito residual, requerendo uma combinação com outros métodos de controle e manutenção (MURAKAMI, 2018; CIA, 2005). A combinação de tratamento com imersão em água quente com outros tratamentos pós-colheita, como o armazenamento em atmosfera modificada (MURRAY et al., 2007) vem sendo aplicada além do uso conjunto de refrigeração, com o objetivo de se estender a qualidade do alimento (SUPAPVANICH et al., 2019).

Tratamentos pós-colheita, como o tratamento por imersão em água quente, combinados com a utilização de atmosfera modificada podem inibir o escurecimento e a deterioração das frutas (LIU et al., 2018). Ha et al. (2017) obtiveram resultados positivos com a associação de tratamento hidrotérmico a 47°C associada ao uso de embalagens de polietileno, incrementando a vida útil de lichias. Já Malakou e Nanos (2005) obtiveram melhores resultados com a associação de temperatura de tratamento hidrotérmico de 46°C e uso de polietileno para pêssegos.

2.3 DESIDRATAÇÃO

Frutas são produtos alimentícios de alta pericibilidade e seu processo de deterioração pode ser bem rápido, por este motivo há uma grande dificuldade no fornecimento de produtos seguros e saudáveis para o consumidor final, consequentemente muitos alimentos são perdidos ou desperdiçados com muita frequência durante seu processamento, transporte ou armazenamento (RAO, 2015). Pesquisas mostram que as perdas de alimentos são similares entre países industrializados e países em desenvolvimento, entretanto em países em desenvolvimento mais de 40% das perdas alimentícias ocorre durante a pós-colheita e processamento de produtos enquanto em países industrializados mais de 40% das perdas ocorrem nos varejos e pelos consumidores (GUSTAVSSON et al., 2011).

Atualmente qualidade e preservação efetiva são preocupações tão importantes quanto o suprimento da demanda por produtos sustentáveis, e este ideal vem se difundindo mais, dia após dia (FARUQ et al., 2018). Portanto, há uma necessidade urgente de incremento na qualidade dos produtos alimentícios e no desenvolvimento de técnicas apropriadas com o objetivo de melhorar o mercado global de alimentos, e a redução de perdas pós-colheita pode ser um caminho (RAO, 2015).

Sendo assim, um possível passo positivo rumo a uma alimentação melhor e mais saudável pode estar ligado a redução em perdas pós-colheita de frutos e hortaliças, somada a conservação de seus nutrientes (FARUQ et al., 2018). A secagem, ou desidratação de alimentos

é o método mais simples e tradicional relacionado a preservação alimentícia (ZHOU et al., 2018). Tratamentos com calor são usados regularmente na secagem de alimentos e aquecimento convencional é a técnica mais utilizada na indústria alimentícia (FARUQ et al., 2018).

Dentre estes tratamentos, podemos destacar a desidratação por ar quente (secagem por convecção), devido a sua simplicidade e baixo custo. Neste método, o ar aquecido entra em contato com amostras úmidas a fim de promover a transferência de calor e massa. Diferentes tipos de secadores podem ser utilizados, por exemplo, leito fixo, armário, forno, túnel, calha de esteira, leito deslizante, secadores pneumáticos e transportadores, entre outros (SILVA, et al., 2017a).

A secagem não apenas estende significativamente a vida útil de um alimento, como também diversifica o produto, gerando assim mais possibilidade de interesse para os consumidores (GUINÉ et al., 2014). Este método de preservação possui o objetivo de conservar as qualidades da fruta e estender seu tempo de prateleira, por meio da redução da atividade de água a um nível baixo o suficiente para inibir a proliferação de microorganismos, reações enzimáticas, além de outras reações que possam deteriorar o alimento (RODRÍGUEZ et al., 2015; VEJA-GALVÉZ et al., 2015).

Tratamentos com desidratação por ar quente reduzem significativamente o tempo de secagem devido ao aumento na sensação térmica (ZIELINSKA et al., 2017). Zielinska e Michalska (2016) secaram frutos silvestres com ar quente com temperaturas de 60 a 90°C, e descobriram que menores temperaturas de secagem aumentam a exposição das frutas ao oxigênio, resultando em uma degradação dos polifenóis e reduzindo a atividade antioxidante. Porém, foi observado que a deterioração da textura das frutas aumentou proporcionalmente ao aumento da temperatura de desidratação.

Em relação a temperatura de secagem ideal para a longan, ainda não há um consenso, com autores utilizando temperaturas de 60°C (JU et al., 2018), 65°C (APINYAVISIT et al., 2018) e 70°C (ATTABHANYO et al., 1998). Já Pongsuttiyakorn et al. (2018) obtiveram resultados satisfatórios trabalhando com temperaturas de 60°C, 70°C e 80°C. Em todos os casos, o objetivo da secagem era a obtenção de uma coloração dourada, que é desejada para frutos de longan descascados. Já Varith et al. (2007) relataram que a desidratação da longan descascada, a uma temperatura de 70°C, necessita de aproximadamente 12 horas para se atingir a coloração desejada, objetivando um teor de água adequado de 22%.

Após o tratamento, já durante o armazenamento, os produtos desidratados se tornam mais sensíveis a oxidação, umidade relativa e luz, devido a sua baixa umidade (RANDELOVIC

et al., 2014). Portanto, é importante que se associe o alimento a embalagens com material, espessura e que proporcionem uma manutenção gasosa adequados para frutas desidratadas (MOKAPANE et al., 2018), pois a utilização de atmosfera modificada gera um controle eficiente do crescimento de microorganismos em produtos desidratados, consequentemente garantindo maior higiene (SERGIO et al., 2016)

2.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE E BIOATIVOS

O aumento da proeminência do consumo de frutas, pode ser justificado devido as propriedades nutricionais, pelos benefícios ao funcionamento do organismo e prevenção de doenças que estes alimentos trazem (SANTOS et al., 2015). A grande variedade de frutas existentes gerou a necessidade da busca por suas respectivas características físicas, químicas e nutricionais que podem ser divididas em coloração, firmeza, índice de maturação e compostos bioativos (SIRIAMORNPUN e KAEWSEEJAN, 2017).

A cor é o fator inicial levado em consideração pelo consumidor ao escolher um alimento e por isso é uma de suas mais importantes características (DE SOUZA et al., 2018). Além da relação com o consumidor, a coloração do fruto e suas mudanças são características que permitem inferir sobre a maturação fisiológica e, consequentemente, sobre a época adequada de colheita (BORGES et al., 2016). Dessa forma, a coloração de produtos agrícolas é um atributo de qualidade de grande importância e seu monitoramento é essencial na produção e comércio de frutas e hortaliças (FARONI et al., 2006).

Além da coloração do exocarpo, outras características dos frutos têm sido utilizadas como indicadores de maturidade e qualidade para vários produtos comerciais (TADESSE et al., 2002). Uma delas é a firmeza, que é um importante atributo representativo da qualidade dos frutos e aceitação pelo consumidor, e é associada a manutenção da vida útil pós-colheita (ONIAS et al., 2018). Outro aspecto que precisa ser considerado é a alta perecibilidade dos frutos, relacionada principalmente, à perda de firmeza associada ao ataque de pragas e doenças (DE SOUZA et al., 2017), fazendo-se necessária a utilização de tratamentos que possam controlar tais ameaças a fim de gerar uma manutenção da firmeza dos frutos.

Já o ao índice de maturação, ou relação sólidos solúveis / acidez titulável, se trata de uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois dá uma ideia do equilíbrio entre esses dois componentes e indica a doçura dos alimentos, sendo que quanto maior for esta relação, maior será a sensação de doçura no paladar (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Enquanto o aumento

nas características deste índice, e conseqüentemente do “flavor”, durante o amadurecimento de frutas ocorre pelo aumento no teor de açúcares simples e decréscimo da acidez (DA SILVA et al., 2009).

Dentre os compostos bioativos, os polifenóis e a vitamina C fazem parte dos mais citados e são conhecidos por retardar ou até impedir a ação de radicais livres no organismo, controlar o colesterol sanguíneo e ajudar na prevenção de doenças cardiovasculares (PAZZOTI, 2019). Os polifenóis são os mais ativos e mais predominantes antioxidantes nas frutas (SHAHIDI e AMBIGAIPALAN, 2015). Por serem potentes antioxidantes eles podem impedir as biomoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, lipídios poliinsaturados e açúcares) de sofrerem danos oxidativos por radicais livres. Os antioxidantes realizam essas propriedades utilizando-se de dois mecanismos distintos: a inativação de radicais livres e a transferência de elétrons para formar radicais estáveis (RAPHAELLI, 2019; VUOLO et al., 2018).

Essas propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos são essenciais, pois podem aumentar a vida de prateleira dos alimentos sem causar efeitos adversos nutricionais ou sensoriais. Além do mais, foram observadas interessantes propriedades químicas e biológicas, como os efeitos protetores desses compostos na saúde humana, particularmente na prevenção da oxidação, de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes e obesidade (NASCIMENTO et al., 2019; DIAS et al., 2017).

De acordo com Schaich et al. (2015), estudos sobre a atividade antioxidante dos alimentos vem sendo realizados a mais de 25 anos, com os quais se descobriu a grande capacidade antioxidante presente nos polifenóis, que a maioria das plantas apresenta alto conteúdo de fenóis os quais exibem excelente atividade antioxidante e que o número e a posição de grupos fenólicos afetam a eficácia antioxidante do alimento (XIE e SCHAICH, 2014).

Devido a grande diversidade química existente nos frutos, uma variedade de ensaios tem sido desenvolvida para avaliação da atividade antioxidante de amostras (COELHO, 2015). Entre os métodos mais utilizados para se estimar a atividade antioxidante estão o teste de redução do radical DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil), que é baseado na capacidade do DPPH• reagir com doadores de hidrogênio (JAYAPRAKASHA et al., 2007) e ABTS•+(2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)), que consiste em se monitorar o decaimento do cátion-radical ABTS produzido pela oxidação do ABTS•+, quando a amostra contendo antioxidantes é adicionada (RE et al., 1999).

Portanto, se faz necessário o estabelecimento de padrões de identidade e de qualidade de frutos visando-se o consumidor, esta classificação proporcionaria um incremento no valor

do produto, aumentando assim o lucro do produtor (LADO et al., 2018). Somando-se a isto há a importância dos compostos bioativos no aporte a melhoria da saúde do consumidor e diminuição dos riscos de ocorrência de algumas doenças, portanto a realização de estudos para se conhecer melhor a composição dos alimentos, em relação a todos seus parâmetros de qualidade e bioativos, a fim de possibilitar uma facilidade no planejamento alimentar da população é de grande importância (PAZZOTI, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS

As longans foram colhidas no mês de fevereiro de 2019 na Fazenda Coqueiro, localizada no município de Santa Rita do Passa Quatro/SP, a 21°42'37" S, 47°28'41" O e 752m de altitude. Os frutos foram colhidos manualmente de diferentes plantas, 120 dias após a antese, ou seja, quando o fruto atinge seu estágio de maturação fisiológica (Figura 1), apresentando mudança na coloração de verde amarelado para marrom amarelado.

Após a colheita, os frutos foram transportados em caixas de poliestireno expandido (EPS, isopor), até o laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) – Henrique Santillo, da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente e visualmente, quanto à ausência de defeitos e injúrias, visando à uniformidade do lote. Porém, as longans não foram sanitizadas, com o objetivo de se testar o efeito dos tratamentos na conservação das frutas.



Figura 1. Estádio de maturação fisiológica das longans (*Dimocarpus longan* Lour).
Fonte: Próprio autor, 2019.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Foram realizados dois experimentos, ambos com o objetivo de avaliar a máxima conservação pós-colheita da longan. No primeiro experimento foi empregado o uso de diferentes temperaturas hidrotérmicas, com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade com fechamento tipo zíper abre e fecha) em função dos dias de armazenamento; e o segundo experimento testou o efeito de diferentes temperaturas de desidratação no armazenamento pós-colheita da longan.

3.2.1 Primeiro experimento: Temperaturas, embalagens e tempo de armazenamento

Para verificar o efeito combinado das temperaturas hidrotérmicas, embalagem e tempo de armazenamento, na conservação pós-colheita da longan, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial triplo 6x2x6 (temperaturas hidrotérmicas x embalagem x dias de análise), com 4 repetições e 5 frutos por embalagem/repetição.

As frutas foram submetidas a seis temperaturas de tratamento hidrotérmico (25 (Controle), 45, 47, 49, 51, 53°C), em Banho Maria Digital- NT 265-Novatecnica, por 20 minutos, seguido de imersão em água a temperatura ambiente (25°C) por 20 minutos; acondicionadas em: embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 0,06mm de espessura 30cm de comprimento e 10cm de largura, ou sem embalagem (controle); e avaliadas a cada três dias, num total de seis dias de análise (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). Após a aplicação dos tratamentos, as frutas foram mantidas refrigeradas ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) em incubadora BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) à $75\pm 5\%$ de umidade relativa (UR) (Figura 2).



Figura 2. Longans após o tratamento hidrotérmico, armazenadas em B.O.D, a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $75\pm 5\%$ (A), longans armazenadas sem embalagem (B) e longans armazenadas com embalagem (C).

3.2.2 Segundo experimento: Desidratação e tempo de armazenamento

Para avaliar os efeitos da desidratação na conservação pós-colheita de longan, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial duplo 5x9 (temperatura de secagem x dias de análise), com 4 repetições e 5 frutos por embalagem/repetição.

Antes da aplicação dos tratamentos, as longans foram descascadas visando facilitar a desidratação. A retirada do epicarpo foi realizada manualmente e por meio de faca inoxidável (Figura 3A).

Foram utilizadas cinco temperaturas de secagem (60, 65, 70, 75 e 80°C), em estufa Ethiktechnology de circulação de ar forçado (Figura 3), durante 12 horas (VARITH et al., 2007). Após a secagem, as frutas descascadas e desidratadas foram armazenadas em embalagens de PEBD, com 0,06mm de espessura 30 cm de comprimento e 10 cm de largura, e mantidas refrigeradas (4±2°C) em incubadora BOD à 75±5% U.R. As análises foram realizadas a cada três dias, num total de nove análises (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias).



Figura 3. Longans *in natura* (A), longans após desidratação a 60°C por 12 horas (B) e longans após desidratação a 80°C por 12 horas (C).

3.3 ANÁLISES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS

3.3.1 Perda de massa

Para a perda de massa, as pesagens foram realizadas utilizando-se balança digital de precisão Tepron Mark500, precisão de 0,001g, com carga máxima de 500g, considerando a massa inicial de cada fruto, sendo calculada a porcentagem de perda a partir da equação (1):

$$PM (\%) = \frac{(M_i - M_d)}{M_i} * 100 \quad (1)$$

Em que:

PM (%) = Perda de Massa; M_i = Massa inicial do fruto (g); M_d = Massa do fruto no dia de análise (g).

3.3.2 Relação polpa/casca e relação polpa/semente

Com o auxílio de uma balança digital (Tepron Mark500), precisão de 0,001g e carga máxima de 500g, considerou o peso das partes referidas, dividindo-se o peso da polpa pela casca e o peso da polpa pela semente.

3.3.3 Firmeza do fruto

A firmeza das frutas foi determinada com o auxílio de um texturômetro da marca Brookfield (*Texture Analyser* CT3 - 50K), com velocidade de 6,9 mm s⁻¹, sendo utilizado a ponteira de prova TA4/1000 cilíndrica, com 38,1 mm de diâmetro e 20 mm de altura. Os resultados foram expressos em Newton (N).

3.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

Foi obtido utilizando-se potenciômetro portátil da Kasvi (pH 0-14 K39-0014P-Kasvi), com precisão de ± 0,06 e compensação automática de temperatura (AOAC, 2012).

3.3.5 Acidez titulável (AT)

A determinação da acidez titulável se deu por titulação potenciométrica, utilizando-se 5 g de polpa homogeneizada e diluída até o volume total de 100 mL de água destilada, a qual foi destilada com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol L⁻¹, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido málico, equação (2), conforme recomendação da AOAC (2012).

$$AT (\%) = \frac{V * F_c * C * E_q}{P_a} \quad (2)$$

Em que:

V: Volume da solução de NaOH gastos na titulação (mL); Fc: Fator de Correção da solução de NaOH; C: Concentração da solução de NaOH (mol L⁻¹); Eq: Equivalente-grama do ácido málico (g); Pa: Peso da amostra adicionado no Erlenmeyer (g).

3.3.6 Sólidos solúveis (SS)

Foi determinado por leitura refratométrica, com refratômetro digital portátil da marca Reichert (Brix/RI-Chek), medindo de 0 a 62 °Brix, seguindo a recomendação da AOAC (2012), sendo os resultados expressos em °Brix.

3.3.7 Índice de maturação (SS/AT)

Foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER e JOSLYN, 1961).

3.3.8 Coloração

A cor da casca foi obtida por refletância, utilizando-se colorímetro portátil da Konica Minolta (CR-400), com escala CIELAB (L*, a* e b*). Em que a coordenada L* indica quão escuro (0) e quão claro (100) é o produto, a coordenada a* está relacionada à intensidade de

verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b* está relacionada à intensidade de azul (-b) a amarelo (+b). A partir das coordenadas a* e b*, calculou-se o croma (pureza da cor), equação (3), e o °hue (tonalidade da cor), equação (4):

$$\text{Croma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3)$$

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan g\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

E o índice de escurecimento foi calculado a partir da utilização das coordenadas L*, a* e b* nas equações (5 e 6) (PALOU et al., 1999):

$$\text{BI} = \frac{100*(x-0,31)}{0,17} \quad (5)$$

$$x = \frac{(a^*+1,75L^*)}{(5,645L^*+a^*-3,012b^*)} \quad (6)$$

Em que:

a* = Valor de a*, obtido pelo Colorímetro; b* = Valor de b*, obtido pelo Colorímetro.

3.3.9 Taxa respiratória (TR)

A determinação da taxa respiratória foi efetuada de forma indireta, pela medida do CO₂ liberado pelas longans, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al. (1976). A taxa respiratória foi calculada pela equação (7):

$$T_{\text{CO}_2} = \frac{2,2*(V1-V2)*V3}{P*T*V4} \quad (7)$$

Em que:

TCO₂= taxa respiratória em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹; 2,2 = inerente ao equivalente do CO₂ (44/2), multiplicado pela concentração do HCl a 0,1 mol L⁻¹; V1 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH – padrão antes da absorção de CO₂ (mL); V2 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH após a absorção do CO₂ da respiração; V3= volume de KOH usado na absorção de CO₂ (mL); P = peso dos frutos (kg); T = tempo das reações metabólicas (hora); V4= volume de KOH utilizado na titulação (mL).

3.4 ANÁLISES BIOATIVAS

3.4.1 Vitamina C (ácido ascórbico)

O teor de ácido ascórbico (C₆H₈O₆) foi quantificado pela adição de 5 mL de amostra do suco de longan em um balão volumétrico de 50 mL, ao qual foi completado com solução extratora de ácido oxálico 2% (C₂H₂O₄). Após a filtragem da amostra diluída, uma alíquota de 10 mL foi usada para a determinação quantitativa da vitamina C, por meio de titulação oxidativa, com 2,6-diclorofenolindofenol a 0,02% contida na bureta, sendo o ponto de viragem

detectado visualmente pela coloração rósea claro (BENASSI e ANTUNES, 1988; MAPA, 2006).

3.4.2 Atividade antioxidante total (AAT)

Foram realizados dois tipos de análises para a avaliação da atividade antioxidante total, um pela captura do radical livre DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil) e o outra pelo radical ABTS⁺ (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico). Para a captura do radical livre DPPH seguiu-se a metodologia de Brand-Williams et al. (1995), adaptada por Rufino et al. (2010). O método consistiu em adicionar 0,1 mL de cada diluição (50.000, 25.000 e 12.500 mg L⁻¹) do extrato para tubos de ensaios com 3,9 mL do radical DPPH. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 515 nm, realizadas após 10 minutos da reação. A partir da solução inicial de DPPH (60 µmol L⁻¹) realizou a plotagem da curva de calibração, variando de 10 a 60 µmol L⁻¹ (Figura 4A). Das absorbâncias obtidas com as diferentes diluições dos extratos, realizou a plotagem das absorbâncias no eixo Y e as diluições (mg L⁻¹) no eixo X (Figura 4B).

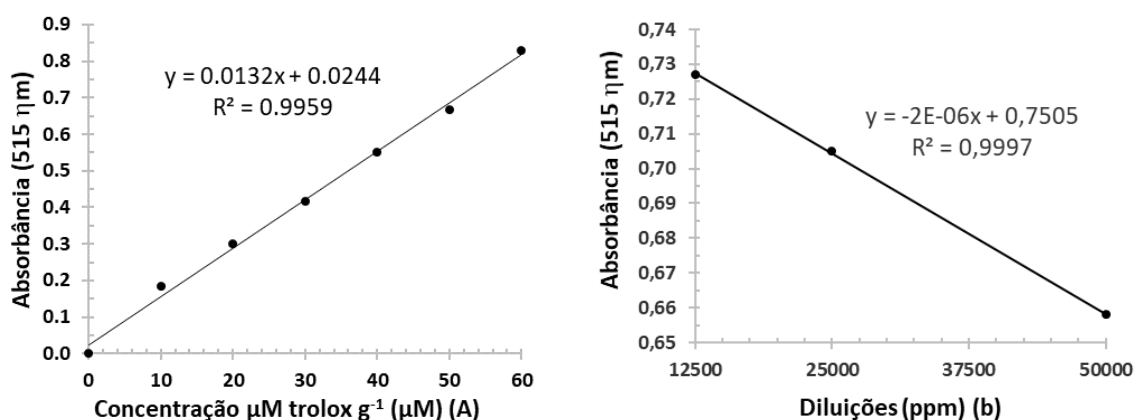


Figura 4. Curva de calibração do DPPH (A) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500 mg L⁻¹ (B).

Os resultados obtidos foram calculados pelas equações (8, 9, 10 e 11), e expressos em µM trolox g⁻¹.

$$X = \frac{\left(\frac{A_c}{2} + a_1\right)}{b_1} \quad (8)$$

$$Y = \frac{X}{1.000.000} * 394,3 \quad (9)$$

$$X' = \frac{\left(\frac{A_c}{2} - a_2\right)}{-b_2} * 1000 \quad (10)$$

$$A = \frac{X'}{Y} \quad (11)$$

Em que:

X= atividade antioxidante (μM trolox g^{-1}); A_c = absorbância inicial do controle (515 nm); a_1 = valor do intercepto da curva padrão; b_1 = valor do coeficiente angular da curva padrão; Y= atividade antioxidante (g DPPH); 394,3= peso molecular do DPPH; X' = atividade antioxidante (μM trolox g^{-1}); a_2 = valor do intercepto da curva obtida a partir das absorbâncias das diferentes diluições dos extratos; b_2 = valor do coeficiente angular da curva obtida a partir das absorbâncias das diferentes diluições dos extratos; A= atividade antioxidante (μM trolox g^{-1});

Para a captura do radical livre ABTS^+ seguiu-se a metodologia de Kuskoski et al. (2005), adaptada por Rufino et al. (2010). O método consistiu em adicionar 0,03 mL de cada diluição (50.000, 25.000 e 12.500 mg L^{-1}) do extrato para tubos de ensaios com 3,0 mL do radical ABTS^+ . As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 734 nm , realizadas após 6 minutos da reação. A partir da solução inicial de ABTS^+ realizou a plotagem da curva-padrão, variando de 100 a 2000 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 5A), e utilizando-se de solução padrão de trolox 2 mmol L^{-1} . Das absorbâncias obtidas com as diferentes diluições dos extratos, realizou a plotagem das absorbâncias no eixo Y e as diluições (mg L^{-1}) no eixo X (Figura 5B).

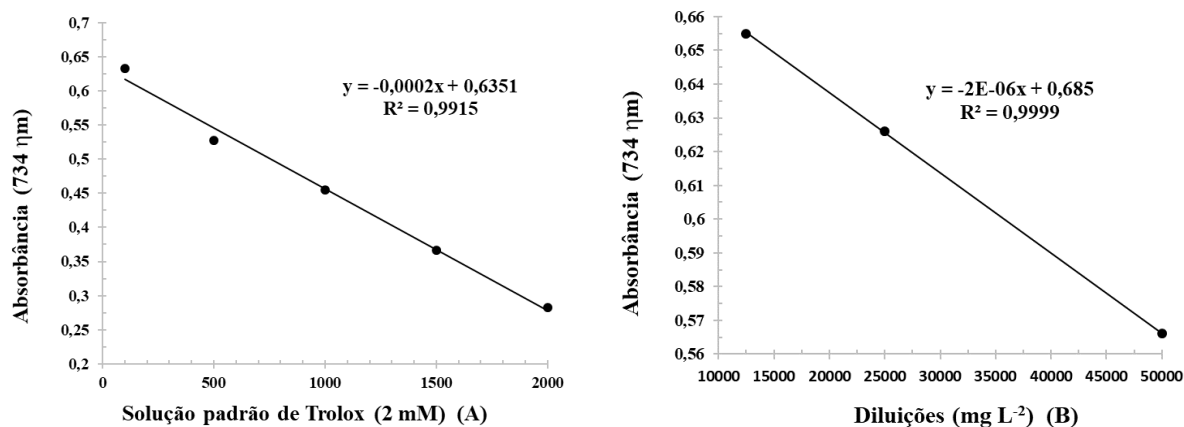


Figura 5. Curva de calibração do ABTS (A) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500 mg L^{-1} (B).

Os resultados obtidos foram calculados pelas equações (12, 13, 14 e 15), e expressos em μM trolox g^{-1} .

$$X = \frac{\left(\frac{A_c}{2} + a_1\right)}{b_1} \quad (12)$$

$$Y = \frac{X}{1.000.000} * 394,3 \quad (13)$$

$$X' = \frac{\left(\frac{A_c}{2} - a_2\right)}{-b_2} * 1000 \quad (14)$$

$$A = \frac{X'}{Y} \quad (15)$$

Em que:

X= atividade antioxidante (μM trolox g^{-1}); A_c = absorbância inicial do controle (515 ηm); a_1 = valor do intercepto da curva padrão; b_1 = valor do coeficiente angular da curva padrão; Y= atividade antioxidante (g ABTS+); 394,3= peso molecular do ABTS+; X' = atividade antioxidante (μM trolox g^{-1}); a_2 = valor do intercepto da curva obtida a partir das absorbâncias das diferentes diluições dos extratos; b_2 = valor do coeficiente angular da curva obtida a partir das absorbâncias das diferentes diluições dos extratos; A= atividade antioxidante (μM trolox g^{-1});

3.4.3 Polifenóis extraíveis totais (PET)

A determinação dos polifenóis extraíveis dos extratos foi efetuada por espectrofotômetro, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (reativo para fenol), de acordo com a metodologia de Obanda e Owuor (1997), adaptada por Rufino et al. (2010). Para elaborar a curva de calibração utilizou-se padrão de ácido gálico, variando de 10 a 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 6).

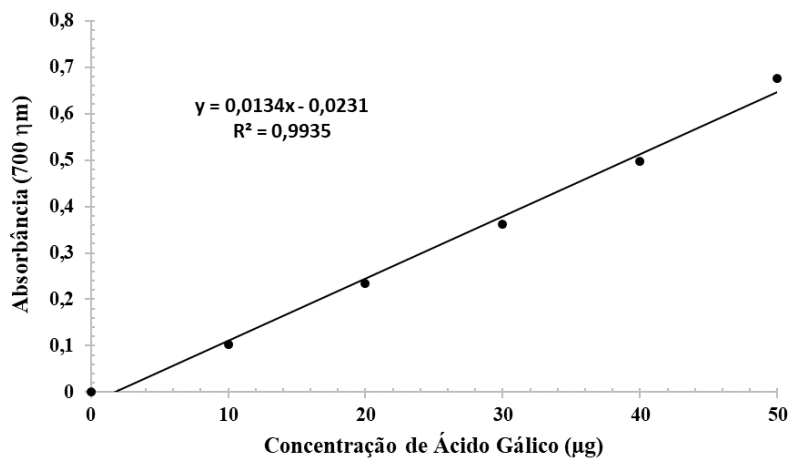


Figura 6. Curva de calibração dos polifenóis extraíveis totais (PET), Ácido Gálico (GAE).

O método consistiu em adicionar 1 mL do extrato para tubos de ensaios com 1 mL de Folin Ciocalteau, 2 mL de carbonato de sódio (20%) e 2 mL de água destilada. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 700 ηm , realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. Para o branco da leitura utilizou-se 1 mL de água destilada, acrescentando todos os reagentes anteriormente citados.

Os resultados obtidos foram expressos em mg GAE 100 g⁻¹, e calculados por meio das equações (12, 13 e 14):

$$C = \frac{(A_{\text{abs}} * a)}{b} \quad (16)$$

$$\text{PET} = \frac{(P_a * V_a)}{V_b} * 1000 \quad (17)$$

$$\text{PET} = \frac{(100 * C)}{X} \quad (18)$$

Em que:

C = concentração (µg); A_{abs} = Absorbância (700 nm); a = valor do intercepto da curva padrão; b = valor do coeficiente angular da curva padrão; PET₁ = teores dos polifenóis extraíveis totais (mg); P_a = peso da amostra obtida antes da extração (g); V_a = volume da amostra (extrato) obtido após a extração (mL⁻¹); V_b = volume do balão volumétrico usado na extração (mL⁻¹); PET₂ = teores dos polifenóis extraíveis totais (mg GAE 100 g⁻¹).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (P≤0,05) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade para o fator embalagem, e análise de regressão para os demais fatores. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TRATAMENTO HIDROTÉRMICO E EMBALAGEM

4.1.1 Perda de massa

O uso de embalagem mostrou resultados significativos tanto na conservação ao longo do armazenamento (Figura 7A) quanto nas diferentes temperaturas avaliadas (Figura 7B) em relação a perda de massa. Este fator se trata de um dos mais importantes relativos a pós-colheita, podendo afetar tanto a aparência quanto a qualidade dos frutos, ela pode ser resultante da perda de água por evaporação ou por processos respiratórios (LIN et al., 2020).

Em relação ao tempo de armazenamento, apesar de ambos os tratamentos apresentarem comportamentos crescentes lineares, o tratamento com embalagem resultou na maior conservação das frutas, com valores de perda de massa que não ultrapassaram 2%, enquanto o sem embalagem (controle) se aproximou dos 25% de perda ao final do armazenamento.

Khan et al. (2016) também obtiveram valores próximos a 1% no estudo com diferentes embalagens para longan, por outro lado, Shi et al. (2013), utilizando quitosana na conservação de longan, apresentaram valores superiores a 8% de perda de massa e, em ambos os casos, as frutas apresentaram comportamento crescente em relação a perda de massa.

Ferreira et al. (2016), estudando a utilização de embalagens em lichia, obtiveram resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho, com diferença significativa entre os frutos embalados (3% de perda de massa) em comparação aos não embalados (17% de perda de massa), tal efeito também foi encontrado por Morgado et al. (2019), detectando diferença significativa entre jabuticabas com e sem embalagem.

Portanto, em relação as médias da interação entre embalagens e temperaturas, os valores encontrados nas frutas sem embalagem foram significativamente superiores as frutas do tratamento com embalagem, evidenciando a eficiência das embalagens de PEBD na manutenção das características iniciais das longans e preservando suas qualidades independente das temperaturas testadas (KHAN et al., 2016). Gouveia (2019) concluiu que a aplicação de atmosfera modificada passiva, com uso de PEBD, atrasa a senescência do produto por diminuir os níveis de oxigênio, elevar os níveis de CO₂ e diminuir a perda de massa.

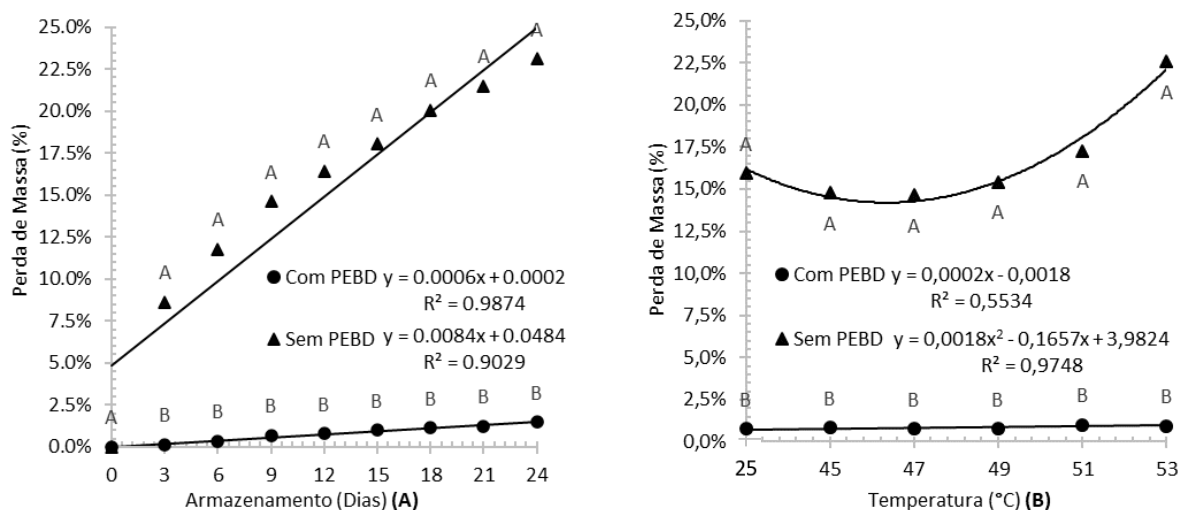


Figura 7. Perda de Massa (%) de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias) (A) e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) (B), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (A) e em cada temperatura (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.2 Relação polpa/casca e polpa/semente

As longans apresentaram, em média, valores de peso total iniciais equivalentes a 30±5g, diferentemente do encontrado na literatura que defende pesos médios em torno de 20g (MEZEL e WAITE, 2005; JIANG et al., 2002). As médias encontradas por este estudo para polpa, casca, semente e as relações polpa/casca e polpa/semente foram 22,6g, 6,5g, 6,6g, 3,9 e 3,4, respectivamente.

Para a relação polpa/casca, ao longo de 15 dias de armazenamento e tratados com diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (Figura 8A), foi observada tendência de aumento até o 9º dia para todos os tratamentos, com posterior queda, sendo que os tratamentos hidrotérmicos 47 e 53°C apresentaram as maiores tendências na conservação da relação polpa/casca. Esse comportamento de crescimento da relação polpa/casca se dá, possivelmente, pela maior perda de água sofrida pela casca devido ao amadurecimento (MOTA et al., 2006; DAMATTO et al., 2005).

A polpa da longan se mostra responsável por aproximadamente 60% da massa fresca total do fruto, com a semente e a casca responsáveis por 20% cada, tendo médias de relação polpa/casca entre 2,5 e 5, valores esses superiores aos apresentados por Fraga et al. (2020) que

obtiveram média de 0,34 em seu trabalho com pitomba, porém inferiores a relação de 9,9 apresentada por Dos Santos et al. (2009) em seu estudo com lichia.

Na Figura 8B pode-se observar maior tendência de aumento da relação polpa/casca para os frutos não embalados, sendo que este comportamento pode estar ligado diretamente a maior perda de massa apresentada por este tratamento, como Castricini et al. (2012) e Silva et al. (2016) afirmaram que a casca pode perder água tanto para a polpa quanto para o ambiente, o que pode justificar esse crescimento. Em contrapartida, a conservação significativa gerada pelo uso de embalagens, proporcionou estabilidade neste parâmetro durante todo o armazenamento.

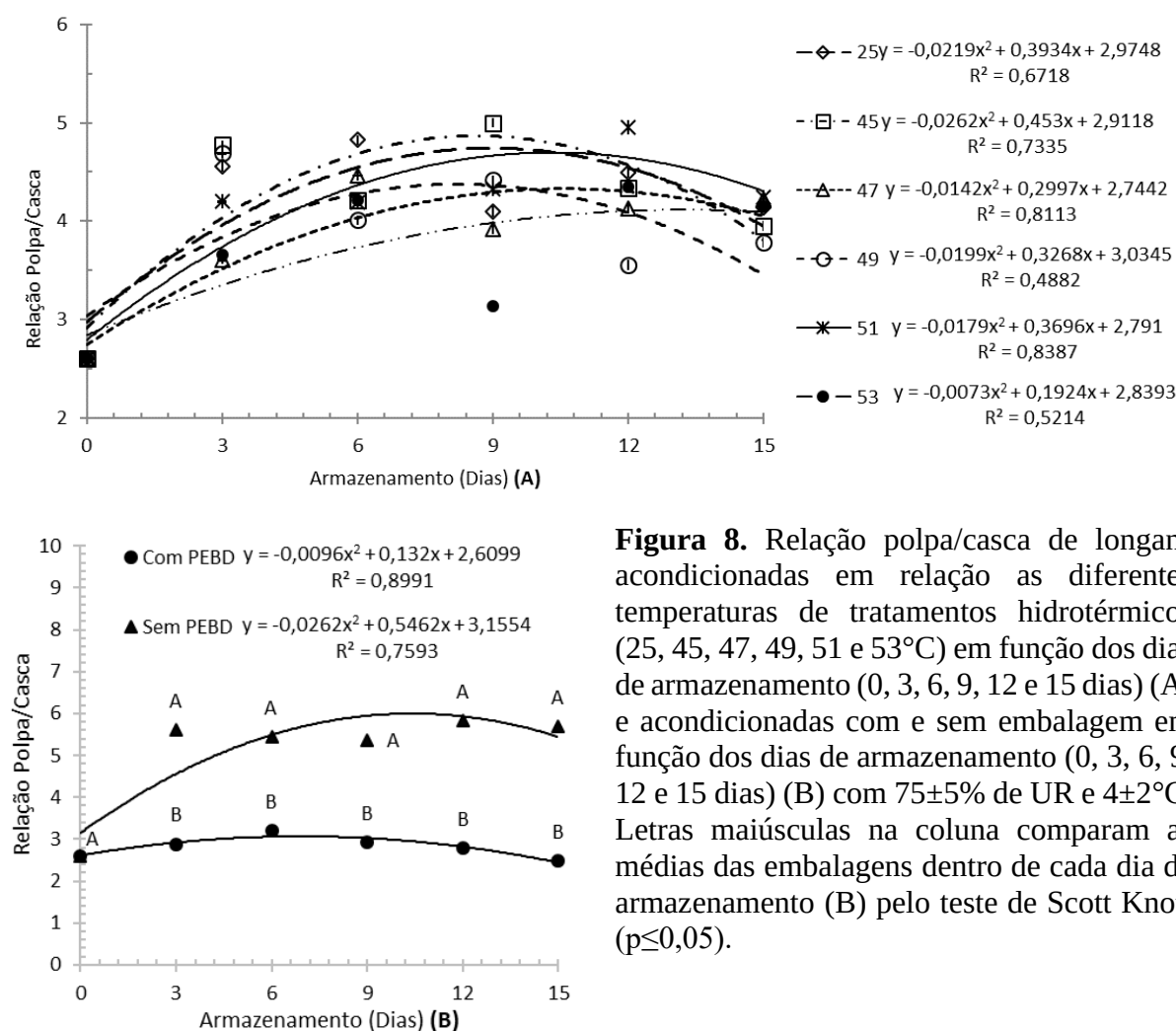


Figura 8. Relação polpa/casca de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A) e acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (B) com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia de armazenamento (B) pelo teste de Scott Knott (p≤0,05).

Por outro lado, a relação entre polpa/semente apresentada na Figura 9A mostra um comportamento mais ligado a manutenção da relação até o 9º dia, com posterior queda e médias que variaram entre 2,8 e 4,1 para as diferentes temperaturas hidrotérmicas ao longo do

armazenamento, tendo destaque as temperaturas de 47 e 51°C que apresentaram maior tendência a conservação deste parâmetro.

Esse comportamento de manutenção também foi observado por Chit-aree et al. (2019) em estudo com diferentes técnicas de produção de longan, onde encontraram variação de 4,72 a 5,22, valores próximos aos encontrados por este trabalho. Fraga (2018) obteve média da relação polpa/semente de 0,40 para pitomba e Mezel e Waite (2005) alegam que a variação normal entre polpa/semente em lichia é de 3,9 a 5,5.

Apesar da diferença significativa no uso de embalagens apresentada nos dias 3 e 6 (Figura 9B), nos dias subsequentes não foi possível constatar mais diferenças, sendo que o comportamento apresentado pelos tratamentos foi semelhante e com tendência de conservação do estado inicial das frutas. O comportamento de leve queda dos valores da relação polpa/semente ao fim do armazenamento pode ter uma relação direta com a perda de massa sofrida pela polpa (LIN et al., 2018).

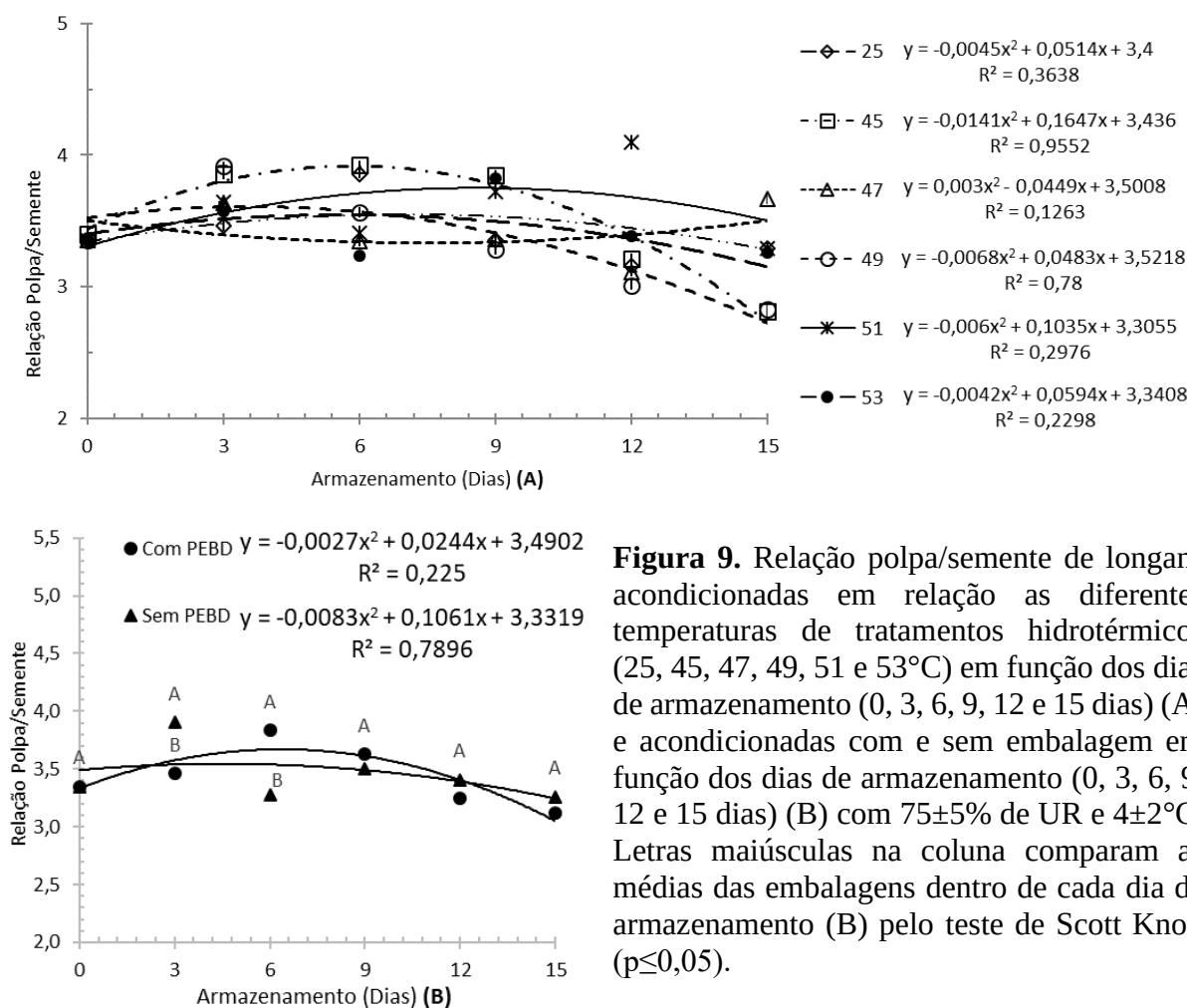


Figura 9. Relação polpa/semente de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A) e acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (B) com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia de armazenamento (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.3 Firmeza de casca

Não foi observado endurecimento da casca da longan neste trabalho, com exceção das frutas sem embalagem ao longo dos dias de armazenamento, sendo este um resultado desejável. Neste contexto, Almeida (2019) argumentou que o aumento da firmeza da casca da pitomba, fruto da família da longan, não é interessante pois quanto mais resistente se torna a casca, maior será a dificuldade do consumidor em ter acesso a polpa do fruto.

O comportamento das frutas com e sem embalagem ao longo dos dias de armazenamento são demonstrados na figura 10A. A tendência de queda, observada nas frutas embaladas, pode ser consequência da degradação dos componentes da parede celular e da despolimerização das frutas de longan (KHAN et al., 2017). Tal tendência também foi observada por Khan et al. (2016) em seu estudo com longan, no qual esse decréscimo de firmeza está associado ao aumento das atividades de enzimas de degradação da parede celular como poligalacturonase (PG), pectinmetilesterase (PME) e pectato-liase que causam a degradação da parede celular e consequente amolecimento da fruta.

Já o aumento linear apresentado pelas frutas com ausência de embalagem (controle), também foi encontrado por Chit-Aree et al. (2019) em seu estudo com longans. Este comportamento indesejado pode ser justificado pela elevada perda de água sofrida pelas frutas, diferentemente do tratamento com embalagem que apresentou tendência maior de conservação de seu peso e consequente umidade (SOUZA et al. 2010b).

Para as médias de firmeza em relação as diferentes temperaturas e embalagens (Figura 10B) foram encontradas com maiores médias sendo apresentadas pelos tratamentos que não utilizaram embalagens. Tais números podem ser justificados pela grande diferença apresentada pela perda de massa fresca nestes mesmos fatores, pois quanto maior a perda de massa maior será a resistência do fruto (SOUZA et al. 2010b; SALVADOR et al., 2018).

A maior média para firmeza de casca foi encontrada nos tratamentos sem embalagem (49°C - 101,10 N), e a menor no tratamento com embalagem (53°C - 76,46 N), sendo que ambos os tratamentos apresentaram tendência significativa de queda de firmeza em relação ao aumento da temperatura e que as únicas temperaturas que não apresentaram diferença significativa quanto ao uso de embalagem foram a de 25 e a de 47°C. Almeida (2019) encontrou valores que variaram de 117,60 até 145,51 N para firmeza de casca de pitomba, Anjos et al. (2014), trabalhando com lichia, outro fruto da família Sapindaceae, encontraram valores para firmeza de casca que variaram de 25 a 45 N, caracterizando a firmeza da longan como intermediária entre essas duas frutas.

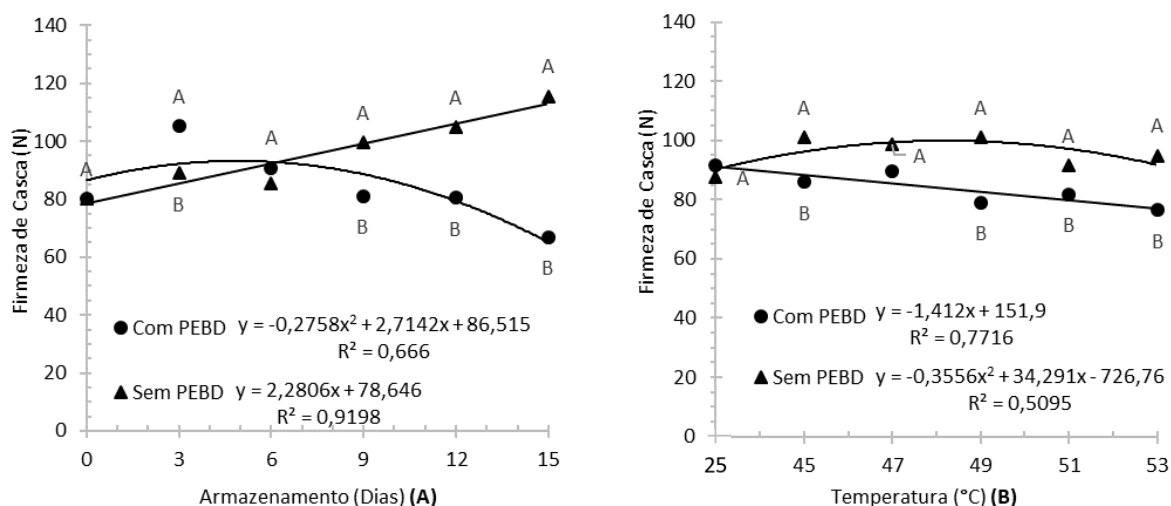


Figura 10. Firmeza de casca (N) de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) (B), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (A) e de cada temperatura (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.4 Sólidos solúveis (SS)

O comportamento do teor de sólidos solúveis das longans submetidas ao tratamento hidrotérmico apresentou diferenças significativas nas interações entre tempo de armazenamento e embalagens (Figura 11A) e, também, diferença significativa entre as médias de temperatura e embalagem (Figura 11B).

Em relação a interação dias de armazenamento e embalagem, foi constatado nas frutas armazenadas com embalagem de PEBD, comportamento semelhante ao apresentado por Lin et al. (2020) em seu trabalho com longans tratadas com quitosana, que se caracterizaram por apresentarem ligeira queda nos teores de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. Os autores justificaram essa redução pela conservação resultante do uso de embalagem, que acarreta na manutenção do teor de água da fruta e consequentemente interfere na concentração de açúcares. Outra justificativa para a queda do teor de sólidos solúveis pode estar ligada ao consumo dos açúcares como substrato no processo respiratório (SANCHES et al. 2017).

Já em relação ao tratamento controle pode-se assumir que o acréscimo dos valores de sólidos solúveis foi resultado da transformação das reservas acumuladas em açúcares somada a perda de massa fresca observada (SALVADOR et al., 2018; SILVA et al., 2009). Consequentemente, a diferença nas médias apresentada na interação entre diferentes

temperaturas e embalagens também pode ser justificada pela diferença observada na perda de massa entre os dois tratamentos, sendo que a maior perda de massa constatada pelas frutas armazenadas sem embalagem possa ter concentrando os sólidos solúveis, resultando em um acréscimo neste parâmetro.

As maiores médias foram encontradas no controle, com variação de 19,9 a 18,8 °Brix já o tratamento com embalagem proporcionou médias com variação de 17,1 a 18,1 °Brix, valores esses superiores aos encontrados por Lin et al. (2020), que apresentaram médias entre 16,0 e 11,0 °Brix para longan, e dentro da faixa dos valores encontrados por Li et al. (2018), que variaram entre 21,0 e 16,0 °Brix em seu estudo do uso de hidrocloreto de L-cisteína na conservação de longans.

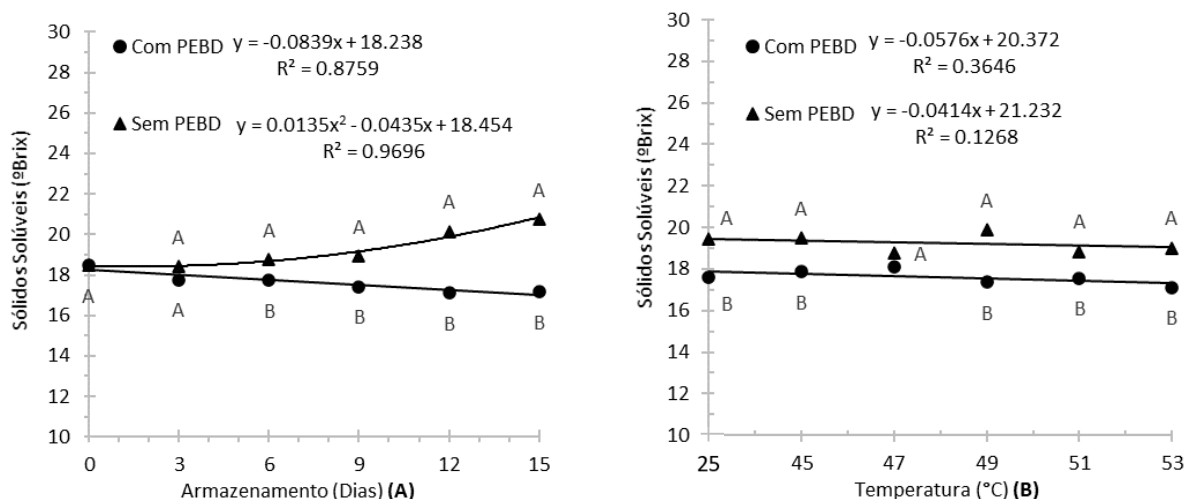


Figura 11. Sólidos solúveis (SS, °Brix) de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) (B), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (A) e de cada temperatura (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.5 Acidez titulável (AT)

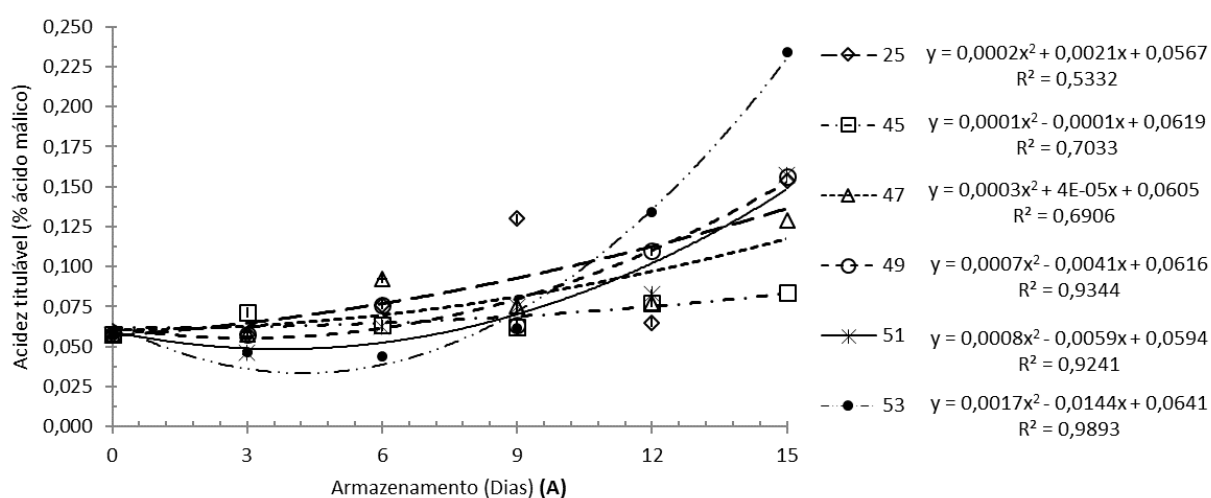
A interação entre tempo de armazenamento e diferentes tratamentos hidrotérmicos (Figura 12A) obteve resultados significativos para o fator acidez titulável, apresentando manutenção dos valores iniciais, com destaque para os tratamentos 45 e 47°C que demonstraram maior estabilidade durante o armazenamento. Le et al. (2016) defenderam o comportamento de queda da acidez titulável ao longo do tempo para longans, e argumentaram que possíveis aumentos podem ser causados por apodrecimento da polpa, o que poderia justificar o aumento

acentuado apresentado pelo tratamento a 53°C ao final do armazenamento, Khan et al. (2016) observaram leve decréscimo nos valores de acidez titulável após armazenamento de longans, diferente da estabilidade apresentada pela maioria dos tratamentos deste trabalho.

Chen et al. (2014) observaram aumento para acidez titulável de longan ao longo de 5 dias de armazenamento, sendo este um comportamento atípico, e argumentaram que tal efeito pode ser devido ao desenvolvimento de podridão causada pelo *Geotrichum candidum* (HOLCROFT et al., 2005). Este comportamento de acréscimo da acidez titulável pode ser visualizado na interação entre embalagens e tempo de armazenamento (Figura 12B), após o 6º dia de armazenamento, para os frutos não embalados, com diferença significativa para as longans embaladas em PEBD. Esta diferença constatada pode ser justificada pela diminuição de risco de contaminação gerada pelo uso de embalagens, que acaba por isolar o produto do ambiente, evitando assim contato com microorganismos (MORGADO et al., 2019).

O comportamento de leve declínio apresentado conforme ocorre aumento da temperatura de tratamento hidrotérmico, em relação as frutas não embaladas, pode ser observado na Figura 12C. Rocha (2016) em estudo sobre os efeitos do tratamento hidrotérmico em maçãs também observou menores valores de acidez inversamente proporcionais ao aumento de temperatura, sendo que os tratamentos com 25 e 45°C não apresentaram diferença significativa entre o uso de embalagens.

Em relação as médias encontradas, os valores variaram entre 0,05 e 0,23% ácido málico. Da mesma forma, Masoud et al. (2014) encontraram variação entre 0,45 e 0,84% ácido málico para longans e Marques (2015) encontrou acidez titulável em lichias de 0,63% ácido málico, caracterizando, assim, valores abaixo dos esperados de acidez titulável, porém menor variação ao longo do armazenamento, mesmo após a submissão das frutas aos diferentes tratamentos.



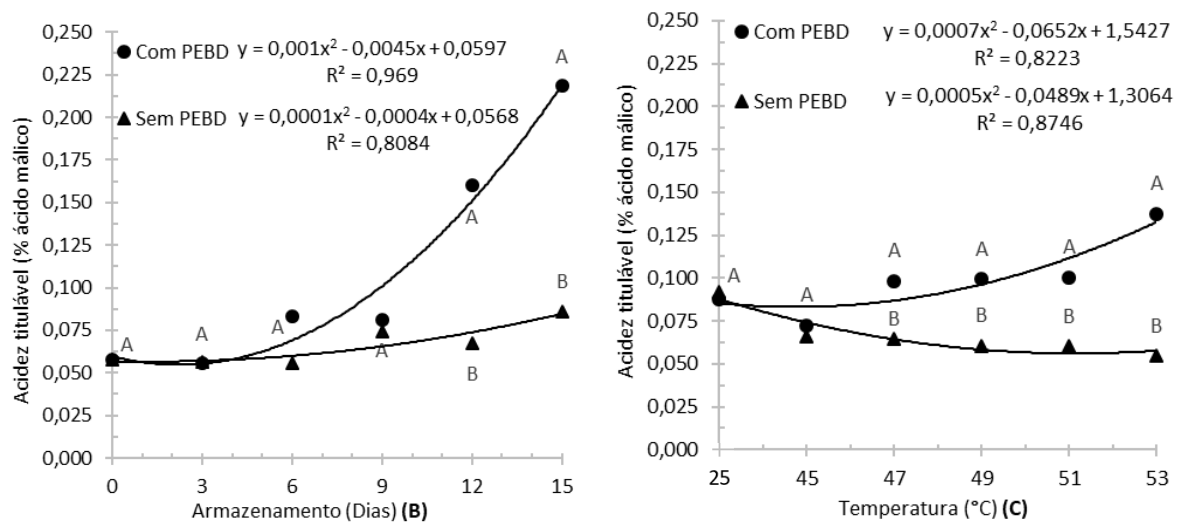


Figura 12. Acidez titulável (% ácido málico) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C), com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) e em cada temperatura (C) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.6 Índice de maturação (SS/AT)

Os resultados observados para o índice de maturação na interação entre diferentes temperaturas e dias de armazenamento (Figura 13A) mostraram, em todos os tratamentos, uma queda significativa dos valores. Por se tratar de uma relação direta entre os sólidos solúveis e acidez titulável, já discutidos anteriormente, esse resultado era esperado devido ao comportamento atípico encontrado para o parâmetro de acidez titulável.

Os tratamentos que apresentaram maior conservação deste índice, durante os 15 dias de armazenamento, foram os de 45 e 49°C, enquanto o tratamento a 53°C apresentou uma maior manutenção dos valores iniciais até o 6º dia de armazenamento e um comportamento de queda acentuada após esse período, com valores menores que o tratamento controle, a 25°C, que apresentava o maior decréscimo até então.

Comportamento distinto foi observado por Shi et al. (2016), sendo a variação dos valores apresentados pelos autores de 48,5 até 201,60 ao final do armazenamento de longan, tendência semelhante ainda ao apresentado por Suiubon et al. (2017) que demonstraram aumento nos valores do índice de maturação, variação de 80,00 a 120,00, após 8 dias de armazenamento de longans.

Os resultados encontrados por este trabalho variaram entre 157,55 (15º dia a 53°C) a 392,23 (3º dia a 53°C), médias superiores as encontradas na literatura. Este índice (SS/AT) reflete o equilíbrio entre açúcares e ácidos, sendo seu crescimento um sinônimo de aumento da concentração de açúcares e, também, da diminuição dos ácidos (OLIVEIRA et al., 2017). Conforme mencionado anteriormente, o comportamento deste índice reflete o comportamento apresentado no parâmetro da acidez titulável, e fica mais evidente na comparação entre interação de dias de armazenamento e uso de embalagens (Figura 13B), onde os frutos embalados apresentaram uma queda brusca, enquanto nos frutos não embalados é possível observar uma tendência de manutenção dos valores iniciais.

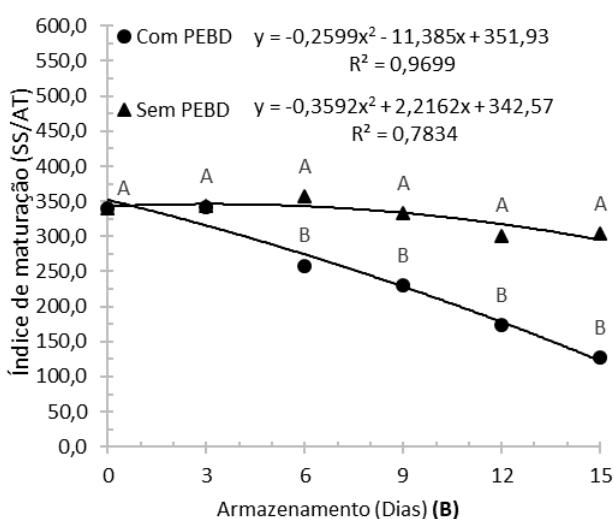
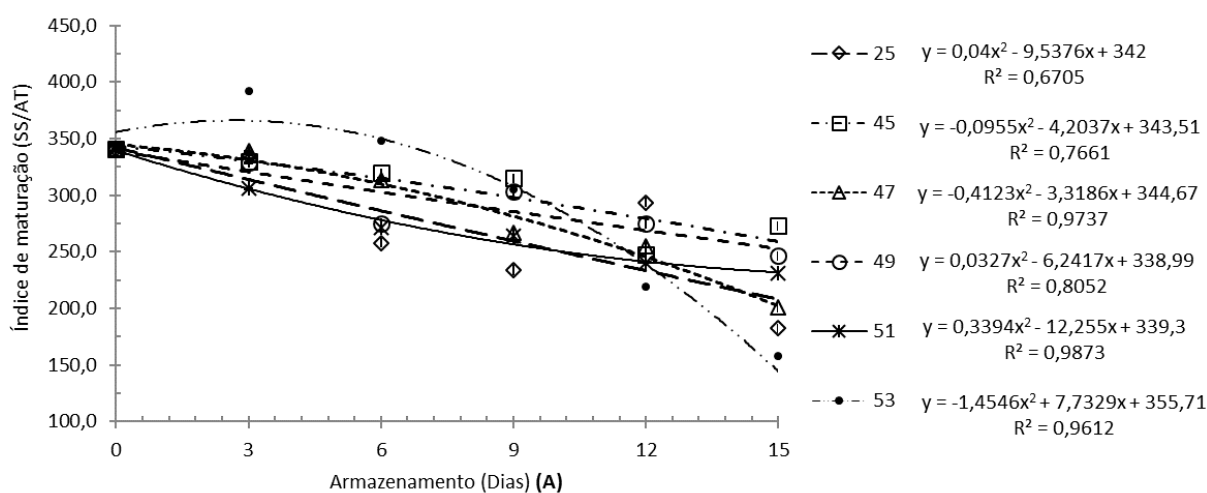


Figura 13. Índice de maturação (SS/AT) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A) e acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (B) com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparas as Médias das embalagens dentro de cada sai de armazenamento (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

As longans apresentaram tendência de decréscimo do pH ao longo dos dias de armazenamento, independentemente da temperatura de tratamento hidrotérmico pela qual

foram submetidas (Figura 14A), com exceção do tratamento a 45°C que apresentou maior conservação dos valores iniciais, com variação entre 6,21 e 6,34, o que denota comportamento de conservação dos valores iniciais, acompanhando os resultados apresentados na acidez titulável, onde o mesmo tratamento se mostrou com a maior tendência de conservação. O pH é um parâmetro de indicação importante da apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, sendo sua conservação um comportamento desejado (DUARTE, 2018).

Com relação as médias de pH encontradas para as longans, houve variação média geral de 6,58 a 5,94, valores elevados, porém comportamento próximo ao apresentado por Khan et al. (2016) que evidenciaram valores decrescentes de 5,66 a 4,42 em trabalho com longans. Valores elevados de pH, apesar de não favorecerem a conservação dos alimentos, são mais atrativos aos consumidores para o consumo fresco (GONDIM et al., 2013).

Para a interação significativa entre dias de armazenamento e uso de embalagens (Figura 14B) foi observada tendência de queda para as frutas embaladas, principalmente a partir do 3º dia de armazenamento, enquanto as frutas sem embalagem de PEBD apresentaram uma tendência de conservação dos valores iniciais. O pH próximo de 6,5 é ideal para a atividade da polifenoloxidase, enzima responsável pelo consumo dos compostos fenólicos e consequente escurecimento da fruta (KHAN et al. 2019; LI et al. 2008; JIANG et al. 1999), logo o comportamento de queda do pH dos frutos embalados é o mais desejado, uma consequência desta afirmação pode ser vista no parâmetro de luminosidade, onde os frutos embalados apresentaram os maiores valores durante o armazenamento.

Comportamento semelhante ao encontrado por este trabalho foi apresentado por Silva et al. (2017b) que observaram valores que decaíram de 3,43 a 3,06 para jabuticabas, enquanto Silva et al. (2012) e Almeida (2019) constatarem elevações nos níveis de pH entre 4,20 e 4,80 e 4,06 a 4,20 para lichia e pitomba, respectivamente.

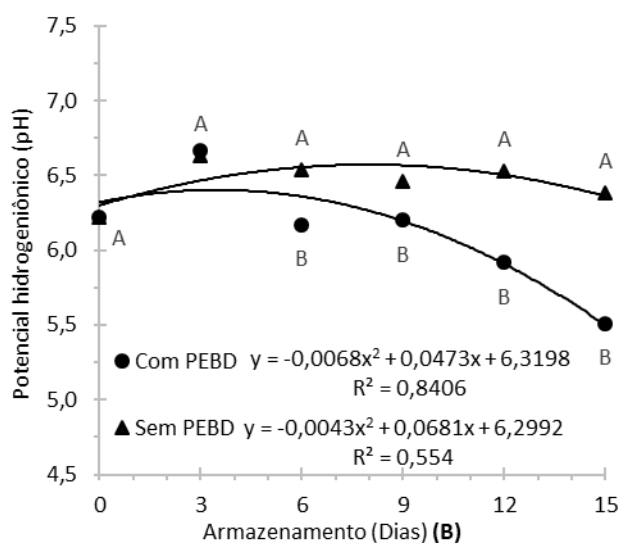
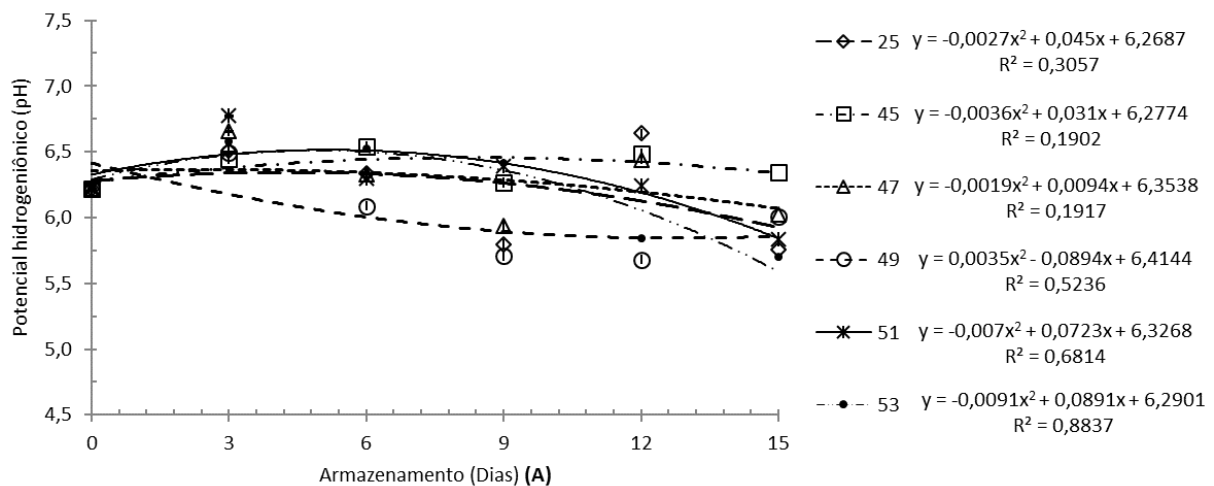


Figura 14. Potencial hidrogeniônico (pH) de longan acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e acondicionadas com e sem embalagem de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) em função dos dias de armazenamento (B), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.8 Coloração

4.1.8.1 Luminosidade (L*)

Quanto a variável luminosidade (L*) foram encontradas tendências de queda para todas as temperaturas ao longo dos dias de armazenamento (Figura 15A), sendo os frutos que apresentaram a maior manutenção, no decorrer do experimento, foram aqueles imersos em temperatura hidrotérmica de 45°C. Esse comportamento de queda da luminosidade também foi observado por Wall et al. (2011), em seu estudo com diferentes embalagens na conservação de longan, e Suiubon et al. (2017), que pesquisaram os efeitos da radiação UV-C em longan, sendo esta queda de luminosidade esperada justamente pela senescência dos frutos ao longo dos dias. A maior redução foi encontrada nas frutas que passaram pelos tratamentos de 49, 51 e 53 °C e pode ser justificada por uma degradação causada nas clorofilas, carotenoides e antocianinas pelas temperaturas mais elevadas (ROCHA, 2016).

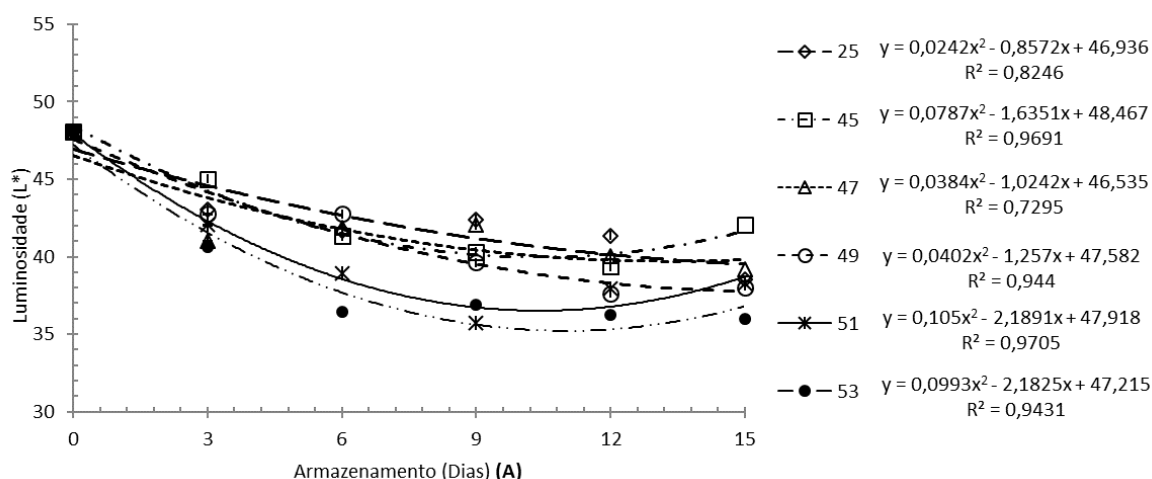
Para o uso ou não de PEBD ao longo dos dias (Figura 15B), foi identificada tendência de queda da luminosidade para ambos os casos, sendo que as frutas acondicionadas

apresentaram maior e significativa queda da luminosidade até o 9º dia de tratamento, com uma subsequente inversão desse comportamento no 15º dia, assim como relatado por Aguiar et al. (2019) que confirmaram que o uso de PEBD previne a ocorrência de danos por frio além de retardar a senescência dos frutos, gerando assim uma manutenção da coloração da fruta. Souza et al. (2010a) e Matias et al. (2012) também observaram tendência de redução de luminosidade em lichias que passaram por tratamento hidrotérmico.

Chunthaworn et al. (2012) encontraram medias de luminosidade de longan entre 45,0 e 30,0, enquanto Wall et al. (2011) apresentaram médias com variação entre 45,0 e 38,0, e Suiubon et al. (2017) identificaram variação entre 50,0 e 35,0. Os resultados desses autores localizam as médias encontradas por este trabalho em uma posição de variação de luminosidade adequada ao cultivar, com valores entre 48,0 e 38,0, demonstrando assim que os tratamentos não causaram impacto negativo nas frutas quanto a este aspecto.

No caso da interação entre temperaturas e embalagem (Figura 15C), foi possível notar maior manutenção da luminosidade nos tratamentos que utilizaram embalagens de PEBD, principalmente nas temperaturas de 25, 45 e 47°C, sendo que com o aumento da temperatura, além dos 47°C, pode-se notar decréscimo mais acentuado dessa variável. Chunthaworn et al. (2012) também observaram perda de luminosidade em relação ao acréscimo de temperatura em seu tratamento com longan.

Pela manutenção da luminosidade ser um fator desejável comercialmente (LIN et al., 2017), os valores médios de L* encontrados para as frutas submetidas a tratamento hidrotérmico a 45 e 47°C, 43,6 e 43,8, respectivamente, serem superiores ao próprio tratamento controle a 25°C, com valor de 43,0, colocam tais temperaturas em posição favorável para a utilização comercial. Efeito positivo semelhante, na conservação da luminosidade de longan tratadas com galato de propila, também foram observadas por Lin et al. (2013).



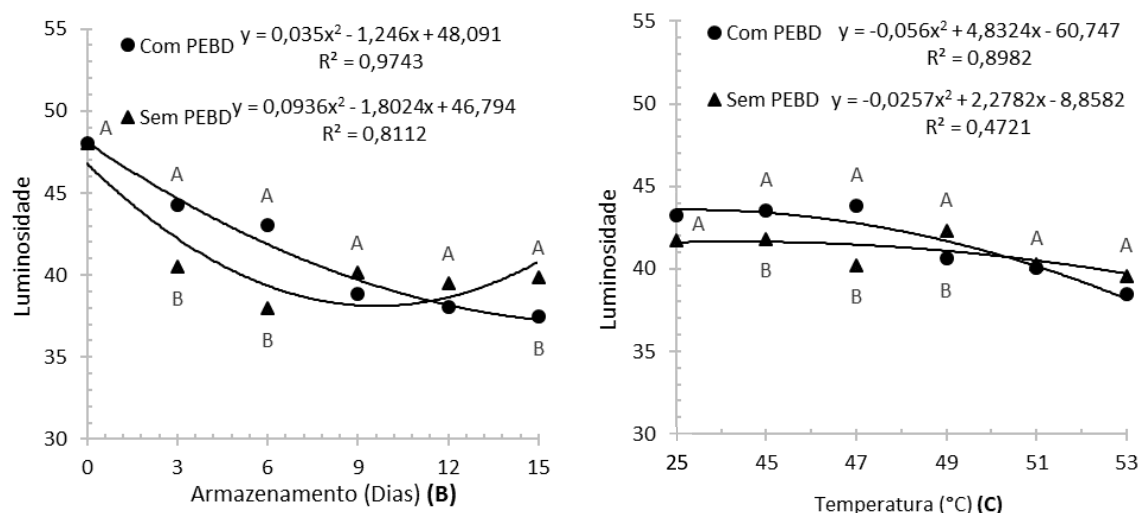


Figura 15. Luminosidade (L^*) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C), com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) e em cada temperatura (C) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.8.2 °Hue

Na figura 16A é possível observar, assim como para luminosidade, maior tendência de conservação do °Hue nos tratamentos hidrotérmicos a 25 e 45°C, além de manter o comportamento de diminuição do ângulo de cor em relação ao aumento da temperatura do tratamento, sendo a maior redução desse parâmetro encontrada na temperatura de 53°C. Essa tendência de diminuição também foi observada por Saengnil et al. (2014) e por Sommano et al. (2011), em suas pesquisas sobre o escurecimento das longans.

Em relação a utilização de embalagem, os frutos embalados com PEBD apresentaram diferença significativa proporcionando maior conservação da cor marrom amarelado dos frutos ao longo de todos os dias de armazenamento (Figura 16B). Tran et al. (2019) obtiveram comportamento decrescente do °Hue, próximo ao constatado neste trabalho, apresentando médias que variaram entre 83 a 68° para as longans. As médias do °Hue encontradas neste estudo ficaram na faixa de 83 a 63°, sendo caracterizadas por uma coloração marrom amarelada assim como apresentado por Sommano et al. (2011).

Na interação entre as embalagens e diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (Figura 16C), é possível verificar maior °Hue para as frutas embaladas com PEBD, independente da temperatura testada, tal efeito pode ser justificado devido a manutenção de umidade proporcionada pela embalagem, que pode minimizar as mudanças na coloração externa da fruta (SHAARAWI e NAGY, 2017).

Porém quanto maior a temperatura hidrotérmica utilizada menores foram os valores médios encontrados. Wall et al. (2011), comparando longans associadas a diferentes embalagens, obtiveram médias entre 61 e 80°, enaltecendo as médias encontradas neste trabalho pelo tratamento com embalagem, que variaram entre 80° e 70°, proporcionando manutenção efetiva do ângulo de cor marrom amarelada inicial.

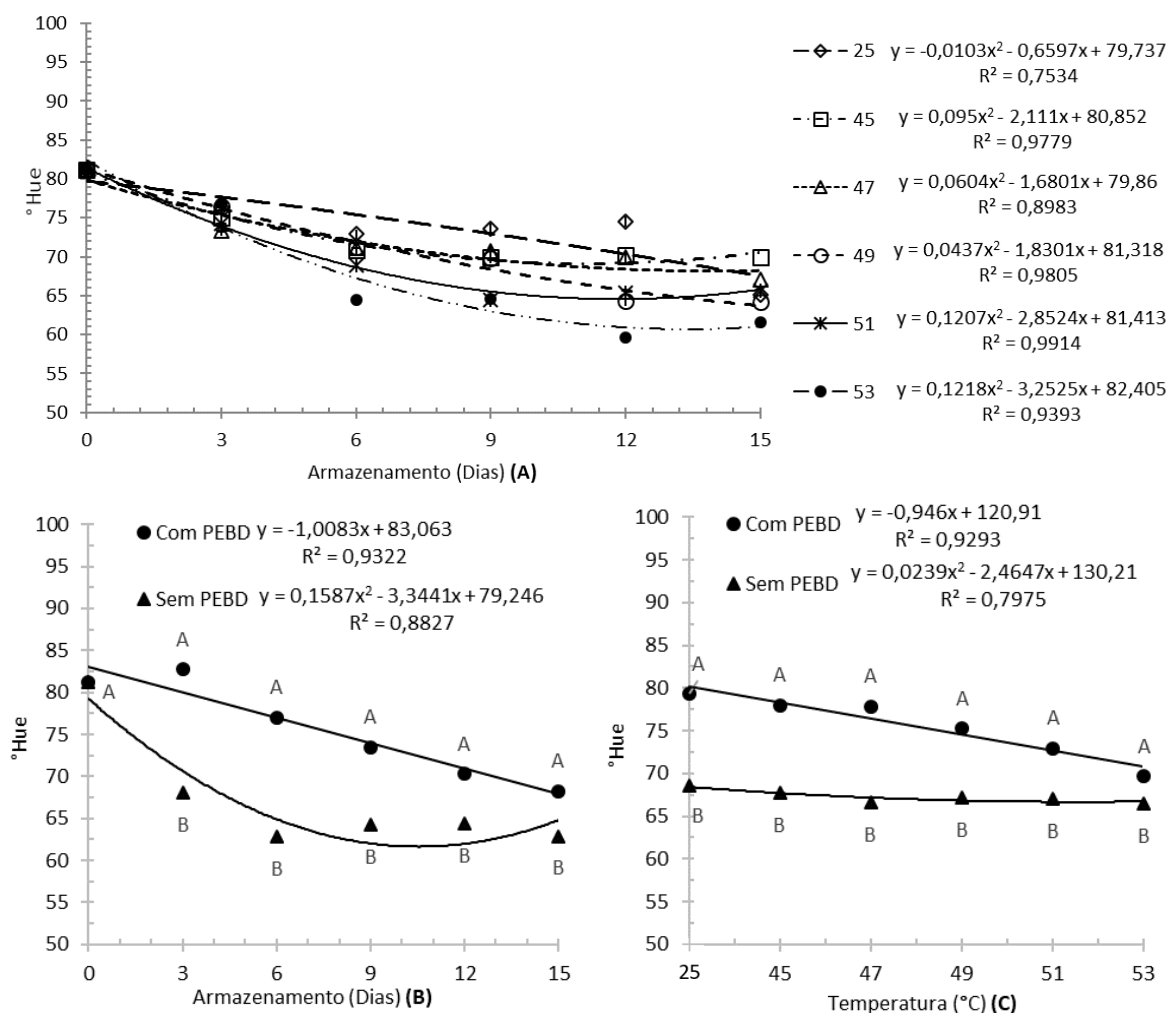


Figura 16. °Hue de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras

maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) e em cada temperatura (C) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.8.3 Croma

Para a interação entre o uso de embalagem ao longo dos dias de armazenamento (Figura 17A) foi possível notar diminuição da intensidade da cor com o passar dos dias, para ambos os tratamentos, porém os tratamentos que utilizaram o PEBD apresentaram tendência maior de conservação, diferindo significativamente do controle, cujas frutas apresentaram maior perda de intensidade da cor. Essa prevenção da mudança da coloração apresentada pelas frutas embaladas está ligada aos baixos níveis de O_2 encontrados dentro das embalagens, nestas condições a atividade metabólica da fruta diminui aumentando sua preservação e evitando o escurecimento indesejado do ponto de vista comercial (SANDHYA, 2010).

Esse comportamento decrescente no croma também foi reportado por Khan et al. (2017), trabalhando com longan, e por Yang et al. (2019), estudando cerejas doces. As frutas embaladas apresentaram valores superiores para o croma em todo o armazenamento, com médias entre 22 e 17,5. Essa faixa de resultado é bem próxima do encontrado por Janjai et al. (2011), 22,6 a 18,7, trabalhando com longans, e com os resultados apresentados por Almeida (2019), 23,65 a 16,89, em seu estudo com pitombas.

Na interação entre as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico e o uso de PEBD na conservação das longans (Figura 17B), é possível verificar tendência de decréscimo nos valores de croma ao passo que há aumento nas temperaturas dos tratamentos. Essa diminuição da intensidade da cor da fruta pode estar associada ao índice de escurecimento (APAI, 2010; Albuquerque et al., 2017), comportamento este também encontrado por Chunthaworn et al. (2012) em seus trabalhos com longan.

Os frutos embalados apresentaram valores médios entre 21,2 e 18,4, diferindo estatisticamente para todas as temperaturas analisadas, com exceção ao tratamento hidrotérmico a 51°C. Apai (2010) encontrou médias para o croma da longan entre 30,0 e 20,0, enquanto Chunthaworn et al. (2012) apresentaram médias que variaram de 10,0 a 25,0.

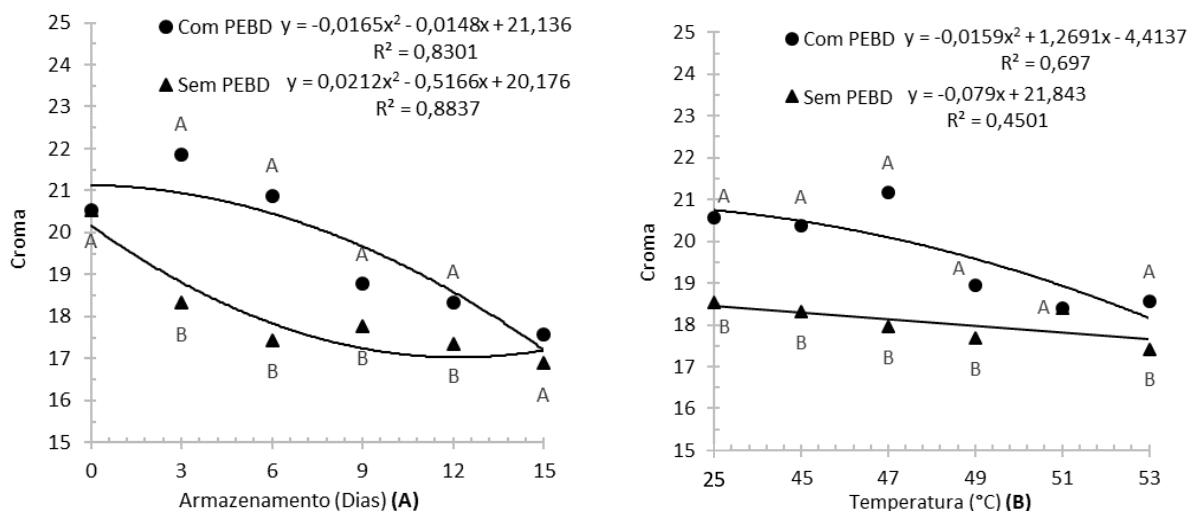


Figura 17. Croma de longans acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C (B) com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (A) e em cada temperatura (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.8.4 Índice de Escurecimento

O comportamento das frutas quanto ao índice de escurecimento demonstra tendência de escurecimento até o 6º e 9º dia de armazenamento para as longans sem embalagem e com embalagem, respectivamente, seguido de queda nos últimos dias de análise (Figura 18A). Lin et al. (2020) também observaram elevação do índice de escurecimento em longans até o 8º dia de armazenamento, e o mesmo comportamento foi apresentado por Joradol et al. (2019), com escurecimento de longans até o 8º dia de armazenamento.

Consequentemente, as médias do índice de escurecimento acompanharam essa tendência inicial de acréscimo dos valores para os dois tratamentos, sendo o tratamento que não utilizou embalagem aquele que apresentou as menores porcentagens, variando de 58,21 (dia 0) a 67,06 % (6º dia). Joradol et al. (2019) encontraram médias próximas a 70% de escurecimento de longan, enquanto Chen et al. (2014) e Lin et al. (2016) constatarem médias de escurecimento de 60% em estudo com longan, já Tran et al. (2019) observaram variação das médias de escurecimento de longans entre 40 e 60%.

Os maiores valores apresentados nas frutas embaladas, mesmo que próximos aos encontrados na literatura, variação de 58,21 (dia 0) a 70,07% (6º dia), podem estar correlacionados a variação dos teores de compostos fenólicos e a atividade da enzima oxidativa

polifenoloxidase, pois tais fatores podem estar relacionados ao armazenamento em atmosfera modificada (BELAY et al., 2019).

Em relação a Figura 18B foi observada situação semelhante a respeito da diferença entre o uso ou não de PEBD, ou seja, maior índice de escurecimento nas frutas embaladas, independente da temperatura no tratamento hidrotérmico. Saengnil et al. (2014) também observaram esse acréscimo no índice de escurecimento e sugeriram uma relação direta desse processo com a diminuição dos compostos fenólicos devido a oxidação, sendo o mesmo comportamento observado neste trabalho com diminuições nos teores de compostos fenólicos em todos os tratamentos hidrotérmicos.

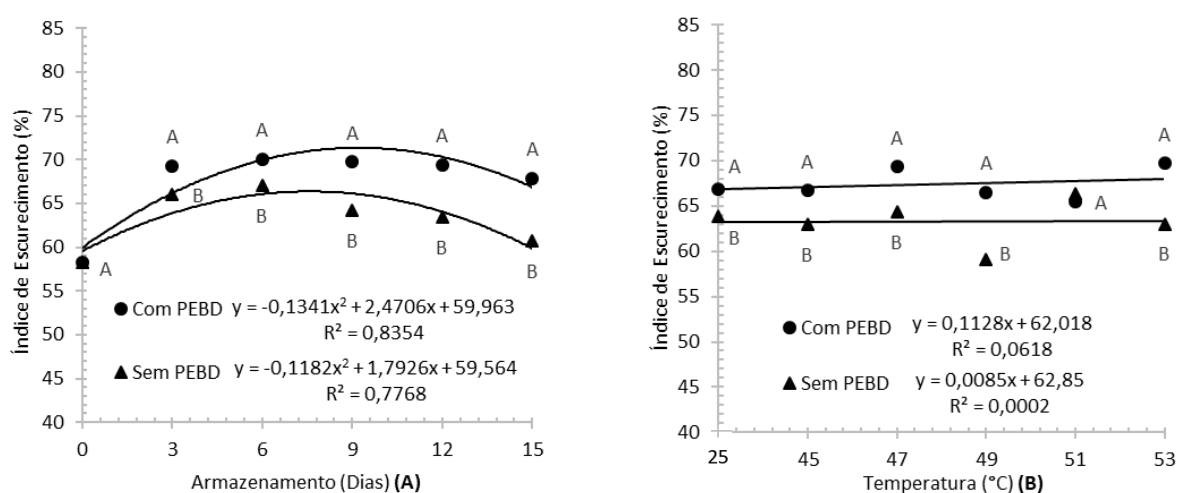


Figura 18. Índice de escurecimento de longans acondicionadas com e sem embalagem em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) e acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B) com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (A) e em cada temperatura (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.9 Taxa respiratória

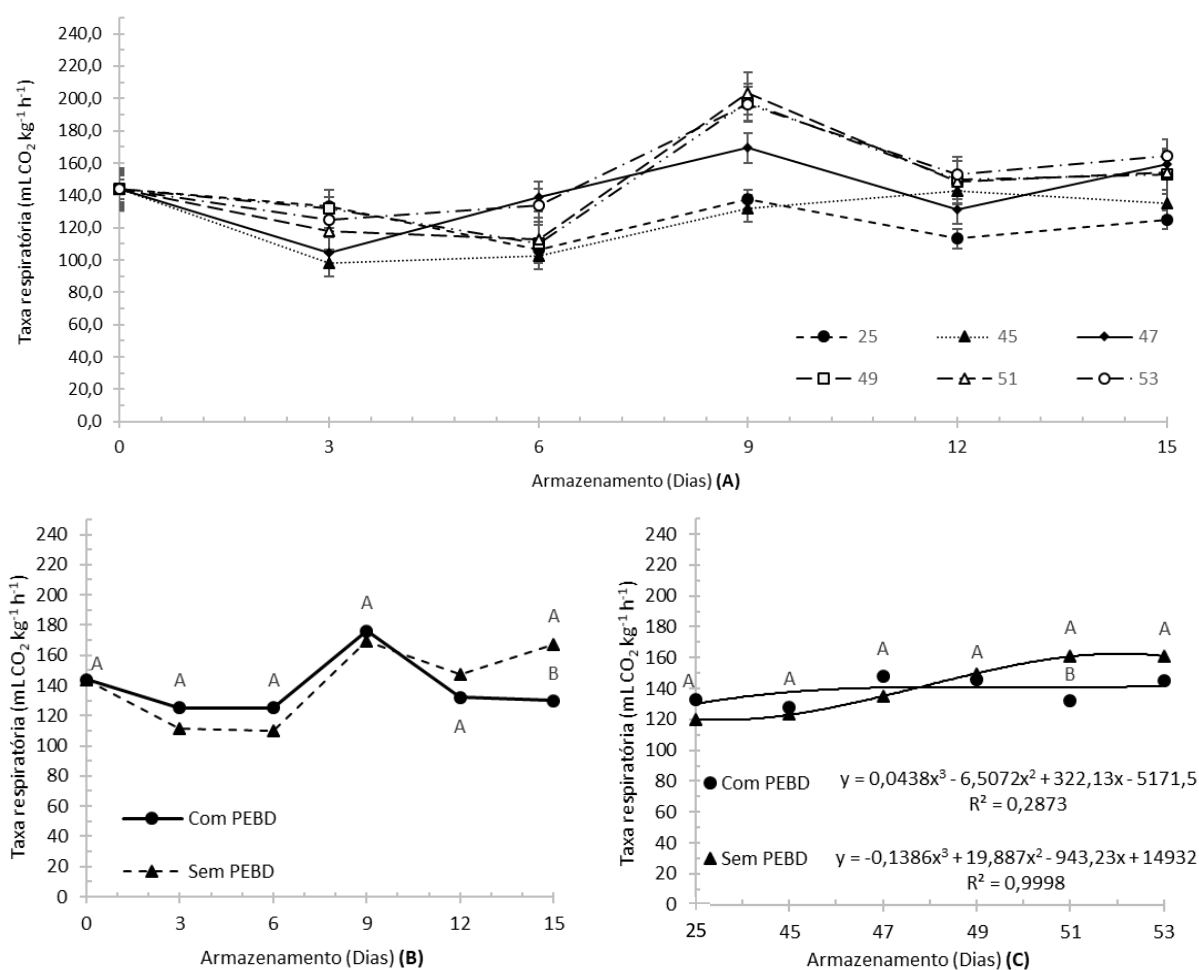
Apesar da longan ser um fruto não climatério (MITRA et al., 2014), os resultados deste estudo apontaram para um pico respiratório no 9º dia de armazenamento para a maioria das temperaturas testadas, com exceção do 45°C que teve seu pico no 12º dia de análise (Figura 19A). Os tratamentos que apresentaram menor taxa respiratória durante todo o experimento foram o controle (25°C) e 45°C, indicando menor decomposição dos nutrientes da polpa da longan (LIN et al., 2020).

Jiang et al. (2018) demonstraram que qualidade e tempo de armazenamento de frutas estão diretamente ligados a taxa respiratória, e que tratamentos pós-colheita podem reduzir essa respiração e, conseqüentemente, aumentar o tempo de armazenamento e a conservação de qualidade destas frutas. Logo, a observação de um pico respiratório tardio como o apresentado pelo tratamento a 45°C indica maior conservação destas frutas.

Lin et al. (2019) observaram pico respiratório no 6º dia de armazenamento de longans tratadas com quitosana, com variação de 76,36 a 152,72 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Chen et al. (2015) observaram maior taxa respiratória no 5º dia de armazenamento de longans tratadas com trifosfato de adenosina (ATP) e variação de 35,63 a 106,90 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Similarmente as longans, desse experimento, sob tratamento hidrotérmico apresentaram variação de 97,88 (3º dia à 45°C) a 203,13 (9º dia à 51°C) e pico respiratório no 9º dia, indicando maior conservação gerada por esta técnica.

Em relação ao uso de embalagens, não foi possível constatar diferença significativa ao longo do armazenamento até o 12º dia (Figura 19B), onde as frutas não embaladas com PEBD apresentaram médias significativamente superiores de taxa respiratória, indicando assim maior deterioração neste período (CHEN et al., 2020). Porém ambos os tratamentos apresentaram pico respiratório no 9º dia, acompanhando o comportamento apresentado pelas diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico.

Em relação a interação entre uso de embalagem e diferentes temperaturas (Figura 19C) não foi possível identificar diferença significativa entre o uso de embalagens, com exceção do tratamento a 51°C que apresentou menor taxa respiratória para as frutas embaladas. Porém, é possível visualizar para as frutas sem embalagem tendência de elevação da taxa respiratória conforme ocorre aumento das temperaturas de tratamento hidrotérmico. É importante salientar que o objetivo primário da utilização de embalagens é a redução da taxa respiratória de frutas e vegetais (NAGARAJU e BANIK, 2019; KADER, 1986), o que fundamenta os menores valores proporcionados pelas longans embaladas neste trabalho.



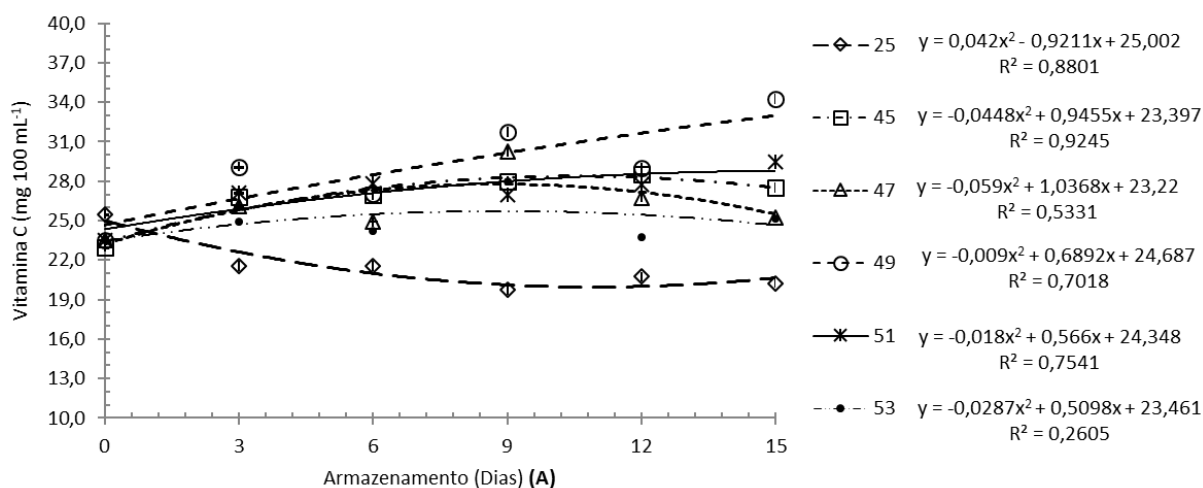
4.1.10 Vitamina C (ácido ascórbico)

A vitamina C não se trata apenas de um indicador da qualidade e uma característica nutricional da fruta, mas também é uma substância antioxidante importante (ZHAO et al., 2014). Portanto, a manutenção e a tendência de crescimento deste parâmetro, apresentado principalmente pelos tratamentos imersos em água quente a 49 e 51°C (Figura 20A), é desejável, tanto do ponto de vista comercial quanto nutricional. Esse comportamento de incremento de ácido ascórbico também foi apresentado por Bessa et al. (2015) em trabalho com goiabas.

A longan é uma fruta conhecida por conter níveis elevados de vitamina C, com valores médios superiores tanto a lichia quanto a pitomba (LIU et al., 2018b; FRAGA, 2018; MENZEL e WAITE, 2015). Porém, as médias encontradas por este estudo (mínima de 19,80 e máxima de 34,25 mg 100 ml⁻¹ no último dia de armazenamento) são intermediárias quando apresentadas na literatura para longan.

Shi et al. (2016) encontraram média para longans de 80,00 mg 100 ml⁻¹, Prasad et al. (2017) média de 60,10 mg 100 ml⁻¹ em estudo sobre a longan, Minh (2019), 8,02 mg 100 ml⁻¹ em seu trabalho com longan, e Zhang et al. (2010) em estudo com sucos de longan, 14,20 mg 100 ml⁻¹. Essa variação pode ser justificada por diferentes áreas de produção da fruta, porém é importante ressaltar que alguns dos tratamentos neste trabalho apresentaram comportamento de ascensão dos níveis de Vitamina C e poderiam atingir valores mais próximos aos maiores valores aqui referidos.

Em relação ao uso de embalagens (Figura 20B), apesar de ambos os tratamentos apresentarem comportamento inicial de aumento do conteúdo de ácido ascórbico, a partir do 9º dia as frutas não associadas ao uso de embalagem apresentaram tendência decrescente, evidenciando o efeito positivo do acondicionamento com PEBD para esse parâmetro ao fim do experimento, tal comportamento pode ser derivado da inibição do amadurecimento proporcionada pela embalagem (XIONG et al. 2019), sendo que as médias apresentaram diferença significativa apenas no 3º e 15º dia de armazenamento.



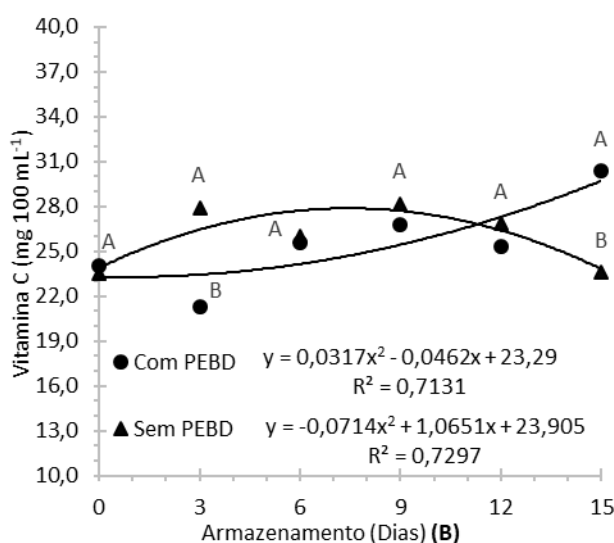


Figura 20. Vitamina C (mg 100 mL⁻¹) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), e acondicionadas com e sem embalagem de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) em função dos dias de armazenamento (B), com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.11 Atividade antioxidante (DPPH e ABTS)

4.1.11.1 Radical livre DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil)

Para as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico ao longo do armazenamento (Figura 21A) foi verificado comportamento de incremento para todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos a 49 e 53°C, que apresentaram tendências mais acentuadas de crescimento, com variação de 3,29 a 10,15 e 3,29 a 11,51 $\mu\text{M trolox g}^{-1}$, respectivamente. Assim como Almeida (2019) que também observou aumento da atividade antioxidante de pitombas durante o armazenamento, com base no método do DPPH.

Chaikham e Prangthip (2015) também observaram aumento da atividade antioxidante pelo método do DPPH em mel de flores de longan, e ainda constataram relação direta do aumento da temperatura de processamento com o aumento da atividade antioxidante, resultado que corrobora com os dados apresentados por este trabalho. Wen et al. (2012) apresentaram valores de $4,91 \pm 0,35 \mu\text{M trolox g}^{-1}$ para sementes de longan, próximos aos apresentados por este trabalho, mas não observaram relação direta da atividade antioxidante com o aumento da temperatura.

Quanto a interação entre utilização de embalagens ao longo do armazenamento (Figura 21B), foi possível observar tendência de crescimento geral, acompanhando os comportamentos das diferentes temperaturas e, também, da metodologia do ABTS que apresentou o mesmo crescimento de atividade antioxidante para os frutos que passaram por maior estresse durante o experimento, sendo que os tratamentos a 49 e 53°C apresentaram as maiores elevações ao final do armazenamento.

Apesar da diferença significativa apresentada quanto ao uso de embalagens nos dias 3, 9, 12 e 15, não foi possível informar efeito positivo do uso do PEBD em comparação aos frutos sem embalagem. Porém Li et al. (2016) sugeriram que embalagens de polietileno de baixa densidade podem ter influência na biossíntese de antioxidantes, os autores ainda informam da correlação existente entre esta análise e os compostos fenólicos presentes no fruto, tal relação é visível neste trabalho com os maiores valores apresentados por ambas as análises serem provindos dos tratamentos a 49 e 53°C no final do armazenamento.

Septembre-Malaterre et al. (2016) apresentaram valores para frutos variados como maracujá, lichia, banana e abacaxi e encontraram valores de 14,00, 8,00, 6,00 e 4,00 μM trolox g^{-1} , respectivamente. Em comparação com esta lista as longans se localizariam em posições intermediárias, indicando uma atividade antioxidante considerável e interessante para o consumidor.

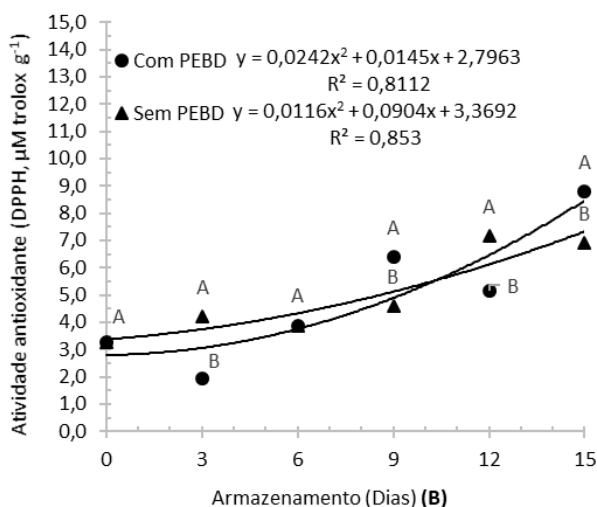
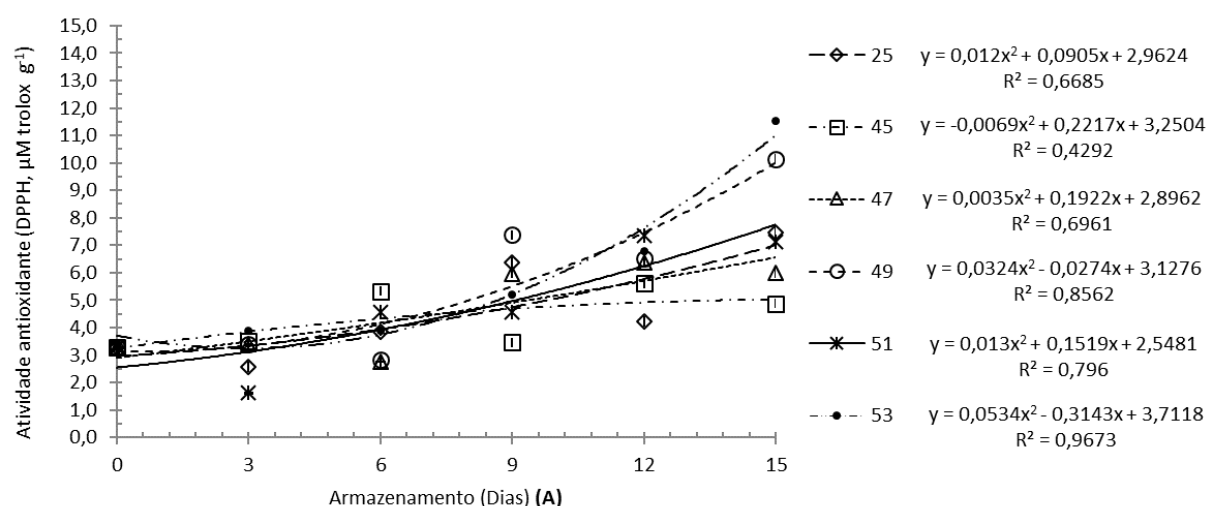


Figura 21. Atividade antioxidante (DPPH μM trolox g^{-1}) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A) e acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B) com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.1.11.2 Radical livre ABTS⁺ (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico).

Foi observada tendência de leve aumento na atividade antioxidante, pelo método de ABTS⁺, para as frutas que passaram por tratamento hidrotérmico, durante os 15 dias de armazenamento (Figura 22A), destacando-se as temperaturas de 49 e 53°C que apresentaram elevação mais evidente da atividade antioxidante ao final do armazenamento. Schaich et al. (2015), em debate sobre a eficiência deste método, indicam sua utilização principalmente para estudos que associem tratamentos com exposição ao calor, assim como neste trabalho.

Há ainda uma correlação entre os teores de polifenóis extraíveis totais (PET) e a atividade antioxidante, pois os PET podem apresentar atividade antioxidante, anti-inflamatória, anticancerígena e antibacteriana (COELHO, 2015; GRIS et al., 2011; BAGCHI et al., 2000), sendo que os tratamentos com maiores valores nestas duas análises foram os mesmos, 49 e 53°C.

Com variação de 3,56 (6º dia a 47°C) a 15,86 (15º dia a 53°C) $\mu\text{M trolox g}^{-1}$, os valores encontrados nas longans se aproximam aos valores iniciais encontrados por Nguyen et al. (2019), que observaram variação de 3,59 a 4,41 $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ para longan por ABTS, Berni et al. (2019) encontraram variação de 8,6–39,8 $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ em açaí, já Svitlana et al. (2019) em pesquisa com cereja corneliana apresentaram variação de 13,56 a 33,96 $\mu\text{M trolox g}^{-1}$. Tais comparações colocam a longan em posição intermediária de atividade antioxidante entre esses frutos por ABTS⁺.

Em relação ao uso de embalagens ao longo dos dias de armazenamento (Figura 22B) não foi possível identificar diferença significativa efetiva no uso ou não do PEBD, porém pode-se observar uma tendência de aumento da atividade antioxidante nos dois tratamentos, este comportamento de incremento da atividade antioxidante é esperado e acompanha o amadurecimento dos frutos (RODRÍQUEZ et al., 2010). Tal tendência crescente de atividade antioxidante também foi observado por Chumyam et al. (2016), nos primeiros dias de armazenamento da longan.

Já na relação entre tratamento hidrotérmico e utilização de embalagens de PEBD (Figura 22C), só foi possível constatar diferença significativa para uso de embalagens na temperatura de 45°C, porém nota-se comportamento de elevação da atividade antioxidante relacionada ao aumento da temperatura. Esse aumento também foi constatado por Soethe et al. (2016), em estudo com amoras pretas, e Coelho (2015), em estudo sobre umbu. Um meio de se justificar o aumento da atividade antioxidante proporcional ao aumento da temperatura, é associar à perda

de massa das frutas, sendo maior nas frutas que passaram pelos tratamentos com temperaturas mais elevadas, e que concentraram estas substâncias (VIEITES et al., 2012).

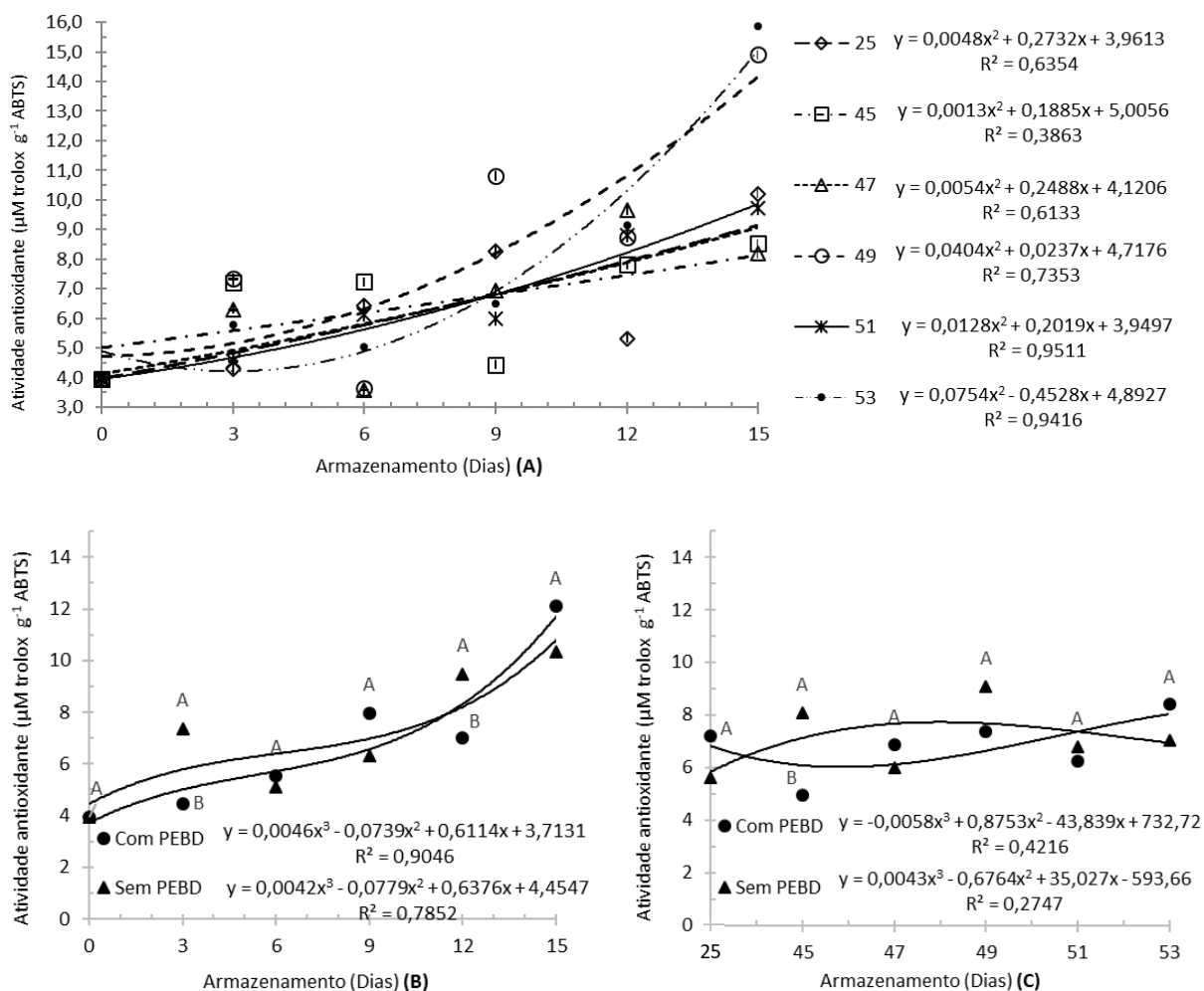


Figura 22. Atividade antioxidante (ABTS $\mu\text{M trolox g}^{-1}$) de longan acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A), com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B), e com e sem embalagem de PEBD em relação as diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (C), com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) e em cada temperatura (C) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

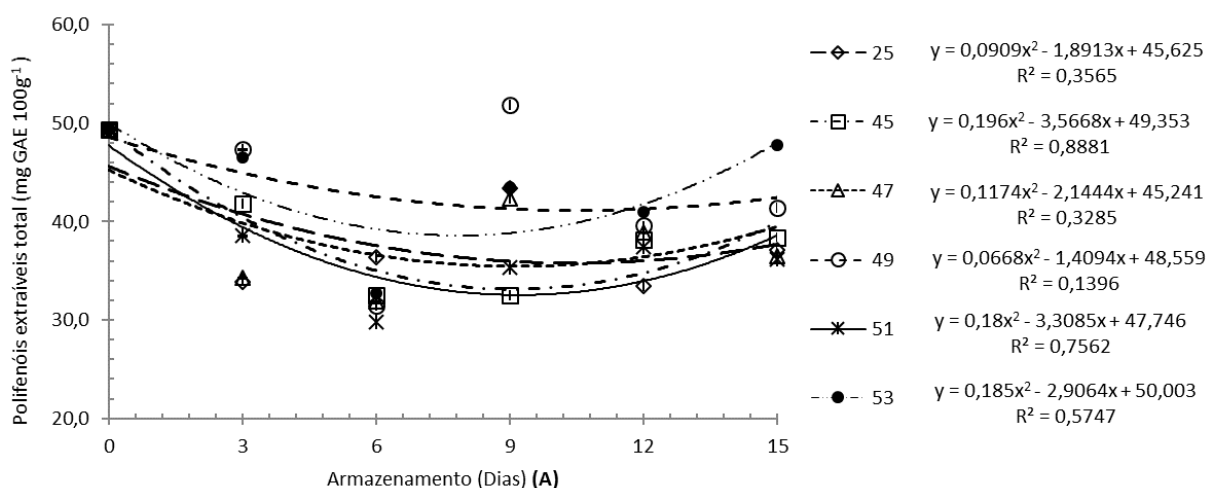
4.1.12 Polifenóis extraíveis totais (PET)

O comportamento dos polifenóis extraíveis totais da longan tratada com diferentes temperaturas hidrotérmicas ao longo do armazenamento (Figura 23A) foi de queda para todos os tratamentos até o 9º dia de armazenamento, com posterior tendência crescente do tratamento a 53°C e comportamento de manutenção dos tratamentos controle e a 49°C até o final do experimento. Segundo Soethe et al. (2016) o aumento dos polifenóis, oriundos do metabolismo secundário, pode estar ligado a exposição da fruta a condições estressantes. Logo, a maior

temperatura de tratamento pode ter gerado um estresse térmico nas frutas, proporcionando elevação dos PET ao final. Segundo Ummarat et al. (2011) tal aumento pode ter ocorrido devido a tendência que o tratamento hidrotérmico apresenta de estimular o aumento dos compostos fenólicos.

As longans apresentaram variação entre 29,80 e 51,83 mg GAE 100 g⁻¹, valores suportados por Li et al. (2015) que encontraram média de 37,80 mg GAE 100 g⁻¹ para longan. Lin et al. (2016) também observaram queda nos polifenóis de longan ao longo de 10 dias de armazenamento, já Thitiratsakul e Anprung (2014) demonstraram aumento dos polifenóis da longan a medida que aumentaram os níveis do tratamento com pectinase, e Almeida (2019) encontrou média de 124,62 mg GAE 100 g⁻¹ para pitombas tratadas com radiação UV-C.

Para a interação significativa entre o uso de embalagens de PEBD ao longo do armazenamento (Figura 23B) foi observado tendência inicial de queda dos valores e posterior acréscimo, para ambos os tratamentos, a partir do 9º dia, acompanhando a tendência apresentada para as diferentes temperaturas. Não foi possível constatar diferença significativa entre o uso ou não do PEBD no acondicionamento das longans, diferindo somente nos dias 3, 9 e 12º de armazenamento. Esse decréscimo inicial pode ser decorrente da oxidação dos polifenóis, reduzindo sua concentração (YANG et al., 2011b).



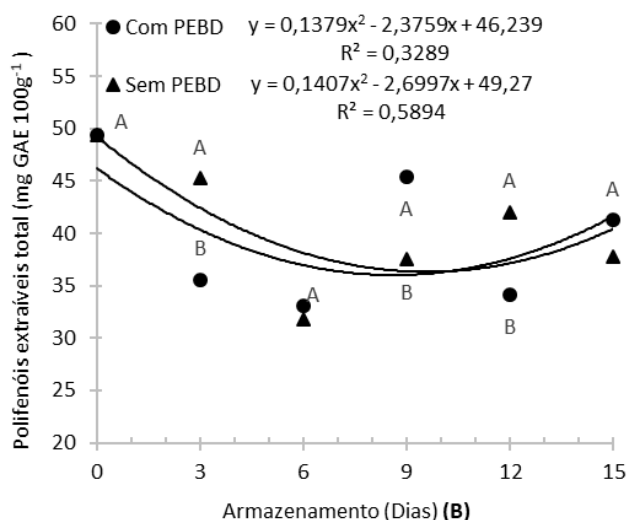


Figura 23. Polifenóis extraíveis totais (PET) de longans acondicionadas em relação as diferentes temperaturas de tratamentos hidrotérmicos (25, 45, 47, 49, 51 e 53°C) em função dos dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) (A) e acondicionadas com e sem embalagem de PEBD (Polietileno de baixa densidade) em função dos dias de armazenamento (B) com 75±5% de UR e 4±2°C. Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das embalagens dentro de cada dia (B) pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

4.2 DESIDRATAÇÃO

4.2.1 Perda de massa

A variação de massa apresentada pelos frutos desidratados sugere ligeiro ganho de massa até o 9º dia, em relação ao dia 0 (Figura 24A), que segundo Reis et al. (2019) pode ser ocasionado pela permeabilidade apresentada pela embalagem utilizada, permitindo assim o contato do vapor de água com o alimento e consequente incremento de massa. Após essa variação inicial, as frutas apresentaram tendência significativa de perda de massa ao longo do armazenamento.

As frutas de longan apresentaram perda de massa total de 0,67% após 24 dias de armazenamento, sendo que em relação as diferentes temperaturas de secagem houve variação média de 0,44%, para os frutos tratados à 60°C, a -0,26%, nos frutos à 75°C (Figura 24B). Da mesma forma, Silva et al. (2015a) observaram desidratação maior em cagaitas tratadas com maiores temperaturas, corroborando com o comportamento apresentado pelas longans. Este comportamento pode ser justificado pela provável maior diminuição da quantidade de água das longans pelas maiores temperaturas de secagem em comparação com as menores temperaturas.

Tran et al. (2019) observaram perda de massa de 0,19% após 20 dias de armazenamento de longan tratado com carbendazim, ácido oxálico e armazenado a 4°C, resultado próximo ao apresentado pela Figura 24A. Já Reis et al. (2019) demonstraram ganho de massa de baru ao longo do armazenamento em diferentes embalagens, com ganho máximo de 1,32% no 42º dia de armazenamento.

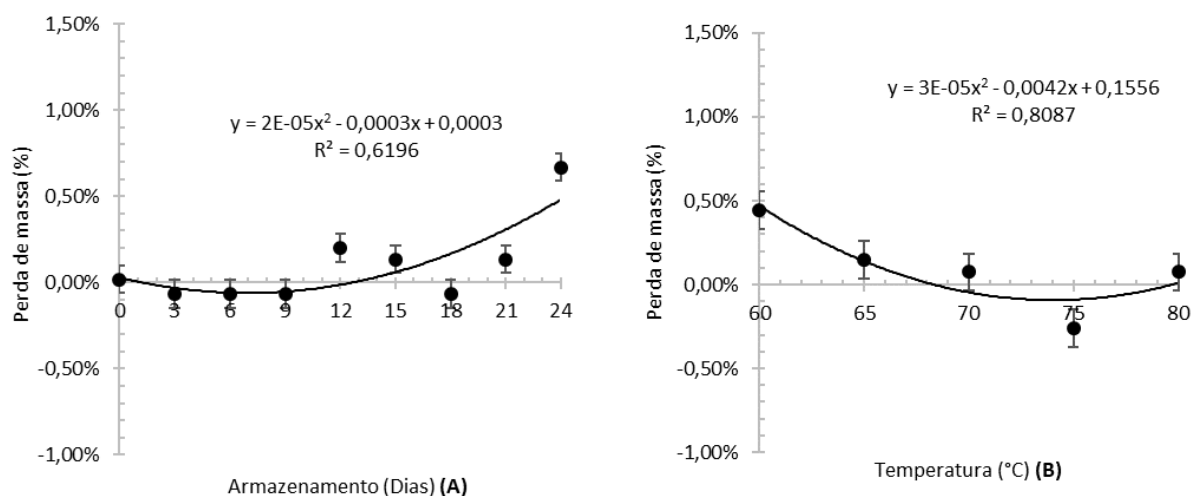


Figura 24. Perda de massa (%) de longans desidratadas armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias) (A) e sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) (B) com $75 \pm 5\%$ de UR e $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.2.2 Acidez titulável (AT)

Foi possível observar diferença significativa nas diferentes temperaturas de desidratação ao longo do armazenamento (Figura 25), com relação direta de aumento da acidez titulável a medida que se aumenta a temperatura de desidratação, tendo como maior acidez a temperatura de 80°C que obteve variação de 0,115 a 0,184% ácido málico. Além disso foi possível observar tendência de conservação da acidez inicial para todos os tratamentos, sendo a ausência de água um fator determinante neste comportamento, pois ela acaba evitando a decomposição dos alimentos e retarda a ação enzimática, que causa mudanças químicas nos produtos (CELESTINO, 2010).

Corroborando com os valores encontrados por este trabalho, Khan et al. (2018) encontraram acidez titulável média de 0,046 % ácido málico para longan desidratada e Sanoppa et al. (2019) encontraram variação de 0,100 a 0,130% ácido málico para vinhos de longan, sendo que este valores se encontram dentro dos valores de acidez apresentados neste trabalho que variaram de 0,042 (60°C) a 0,184 (80°C) % ácido málico.

Em contrapartida Xiao et al. (2019) apresentaram tendência de queda nos valores de acidez titulável de 0,30 a 0,10% ácido cítrico em lichias armazenadas por 25 dias e ainda justificaram que os maiores valores para acidez titulável podem ser atribuídos as frutas que perderam mais água, sendo esta característica apresentada pelas frutas que passaram pelo processo de secagem em maiores temperaturas neste trabalho.

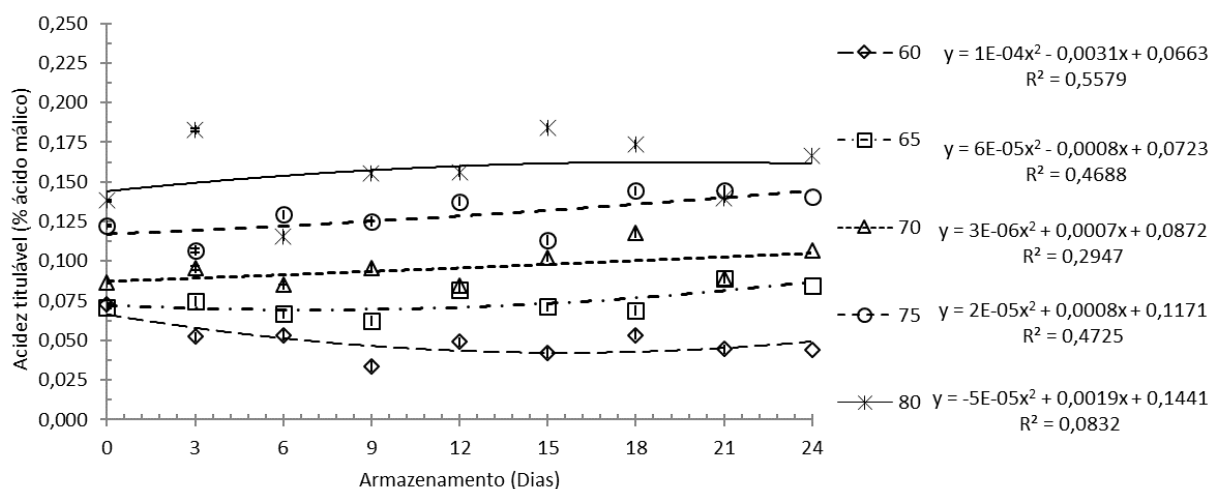


Figura 25. Acidez titulável (% ácido málico) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.3 Sólidos solúveis (SS)

O comportamento relativo das longans desidratadas quanto ao fator sólidos solúveis (Figura 26) foi, em geral, de crescimento ou manutenção ao longo do armazenamento, com exceção do tratamento a 60°C que apresentou diminuição inicial desse parâmetro e posterior crescimento. O aumento da evaporação de água livre com o aquecimento e a maior concentração de matéria seca resultaram em valores diretamente proporcionais ao aumento da temperatura (MONTEIRO et al. 2020), com destaque para a temperatura de 75°C pela estabilidade apresentada durante todo o armazenamento.

Essa tendência de aumento, ao longo do armazenamento, pode ter sido provocada pela perda de massa apresentada na Figura 24, causando sua concentração (FANTE et al., 2013; COELHO et al., 2019). Silva et al. (2015b) observaram aumento no teor de sólidos solúveis após a desidratação de uvas, mesmo comportamento apresentado por Peres (2016) em estudo com mangas.

Yang e Chiang (2019) encontraram maiores valores para os sólidos solúveis de longan que acompanharam o aumento do tempo de exposição ao calor, com variação entre 36,00 e 60,00 °Brix, valores superiores aos encontrados neste trabalho que variaram entre 18,40 e 32,03 °Brix, porém os valores apresentados por Cheng et al. (2018), que também observaram crescimento dos níveis de sólidos solúveis ao longo do armazenamento de longans, com variação entre 19,33 e 20,13 são semelhantes aos encontrados por este estudo.

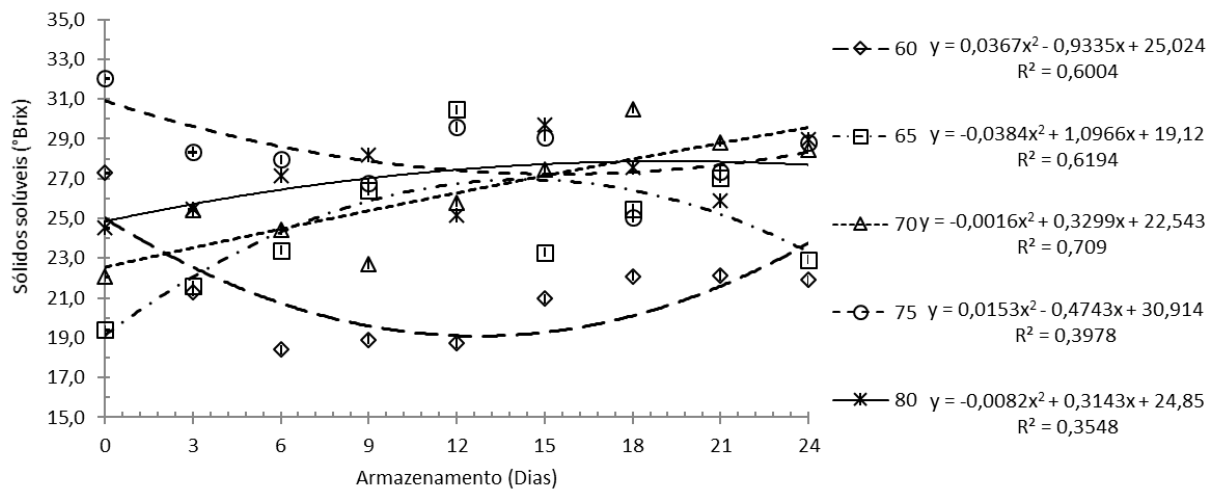


Figura 26. Sólidos solúveis (°Brix) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.4 Índice de maturação (SS/AT)

O índice de maturação acabou sendo um reflexo do comportamento encontrado para acidez titulável, com os maiores valores sendo atribuídos as menores temperaturas (Figura 27). Porém os resultados constatados são derivados das tendências encontradas em relação aos sólidos solúveis, visto que na acidez titulável o comportamento foi mais próximo da conservação.

O maior índice de maturação foi encontrado na menor temperatura de desidratação (60°C), com variação de 376,54 a 496,73, e o menor índice na maior temperatura (80°C), com variação de 177,90 a 173,85. Tais valores estão próximos aos apresentados por Wall et al. (2011), com variação entre 264,28 a 455,00 para longans armazenadas em diferentes temperaturas ao longo de 10 dias.

Para Fraga (2018) elevados valores para a relação SS/AT são sinônimos de um avançado estágio de maturação, logo, sua manutenção a níveis mais baixos seria o resultado mais desejado, assim como apresentado pelas maiores temperaturas, principalmente pelo tratamento a 80°C. Portanto, as menores perdas de massa, os maiores teores de sólidos solúveis e a menor degradação das frutas ao fim do armazenamento são características que resumem esse menor índice de maturação apresentado pelas maiores temperaturas de desidratação neste trabalho.

Comportamento distinto foi encontrado por Ferreira et al. (2016), que observaram tendência de aumento do índice de maturação para lichia e associaram esse comportamento a diminuição da acidez titulável. Por outro lado, Ramos et al. (2019) encontraram tendência de

manutenção dos valores de SS/AT para lichia tratadas com radiação UV-C e armazenadas sob refrigeração por 15 dias.

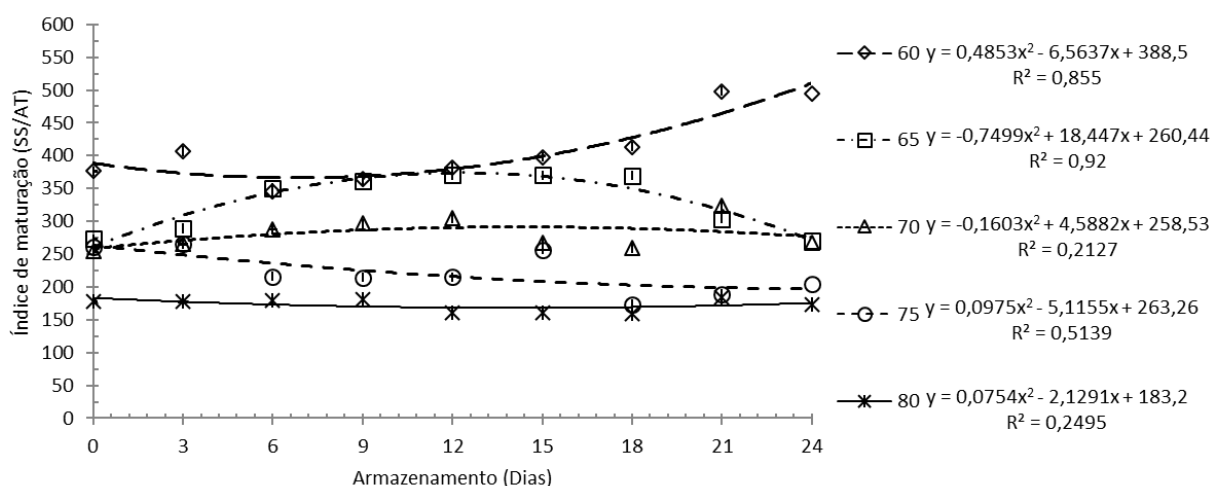


Figura 27. Índice de maturação (SS/AT) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

A variável do potencial hidrogeniônico (pH) das longans desidratadas apresentou tendência de manutenção com ligeiro crescimento para todos os tratamentos (Figura 28), sendo constatado valores inversamente proporcionais ao acréscimo de temperatura. Esse resultado está correlacionado com a oxidação de ácidos orgânicos que acabam por reduzir a acidez da fruta, sendo este efeito inibido com o aumento da temperatura de secagem (YANG e CHIANG, 2019). O mesmo efeito pode ser observado na Figura 24 onde as maiores temperaturas de desidratação apresentaram os maiores e desejáveis valores de acidez titulável, com destaque para as temperaturas de 80 e 75°C.

Oliveira (2018) verificou incremento nos valores de pH após a desidratação de physalis, da mesma forma que o observado por Costa et al. (2015) em trabalho com uvas. Cheng et al. (2018) apresentaram média de 6,80 para o pH de suco de longans e Yang e Chiang (2019) obtiveram valores de pH para longan desidratada com variação de 6,13 a 6,71, valores semelhantes aos apresentados por este trabalho.

Os maiores valores de pH foram obtidos no tratamento com temperatura de desidratação de 60°C, variação de 6,79 a 7,23, e os menores à 80°C, variação de 6,05 a 6,54. Segundo o governo Tailandês, frutas de longan desidratadas devem apresentar pH de, no mínimo, 6,20

para serem comercializadas (TAS-8, 2006), logo, todas as temperaturas estudadas por este trabalho apresentaram conservação da qualidade desejada para longans desidratadas, estando aptas para a comercialização durante todo o período avaliado.

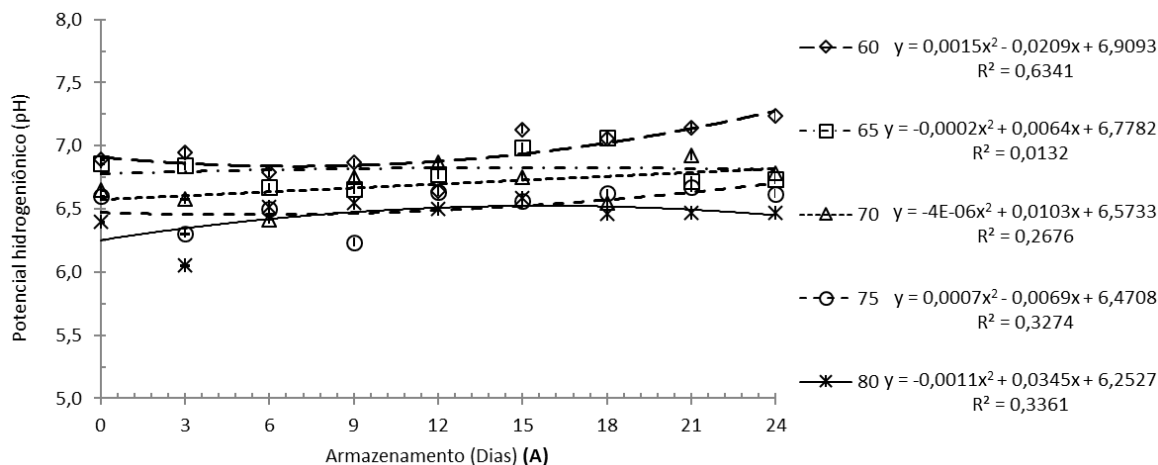


Figura 28. Potencial hidrogeniônico (pH) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.6 Coloração

4.2.6.1 Luminosidade (L*)

Para a coordenada L* (Figura 29) pode-se notar que as temperaturas de secagem de 65, 70 e 80°C apresentaram comportamentos de declínio de luminosidade, sendo que o crescimento foi apresentado pelas temperaturas de secagem, 60 e 75°C, comportamento mais desejado para este fator, com variações de 28,07 a 32,85 e 28,42 a 31,80, respectivamente.

Apinyavisit et al. (2017) observaram que o método de secagem convencional por ar quente acaba gerando menores valores de luminosidade para longan, e justificaram que esse decréscimo na coordenada se dá pela necessidade de longa exposição a altas temperaturas que este método traz, justificando o comportamento oposto apresentado entre as temperaturas de 60 e 80°C. Yang e Chiang (2019) também observaram tendência de declínio dos valores de luminosidade em estudo com longan defumado.

Com valores superiores aos apresentados por este trabalho, Rithmanee e Intipunya (2012) obtiveram médias de 43,00 a 48,24 para longans que passaram por processo de secagem por ar quente a 60°C. Enquanto Janjai et al. (2011) observaram variação de 33,02 a 35,11 para longans que passaram por diferentes temperaturas de desidratação, valores estes mais próximos aos apresentados neste estudo.

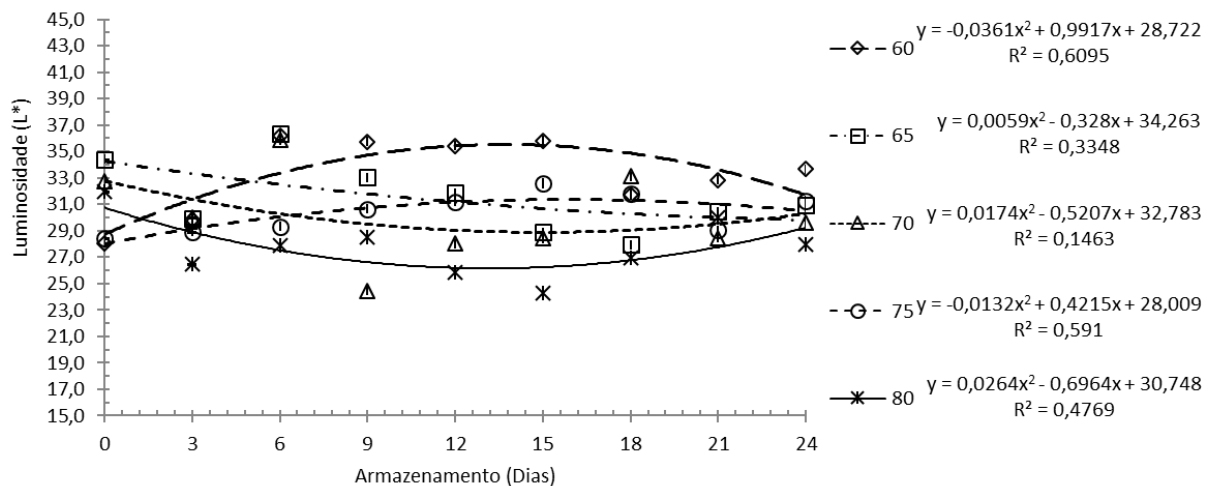


Figura 29. Luminosidade (L*) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.6.2 °Hue

Em relação ao ângulo Hue (Figura 30) foram observadas tendências de conservação de coloração inicial para todos os tratamentos ao longo do armazenamento, sendo os menores valores encontrados nos tratamentos com maiores temperaturas, Germer et al. (2017) alegaram que quanto maiores as temperaturas utilizadas em tratamentos de secagem menores serão os valores para o °hue, devido ao escurecimento nanoenzimático, relativo a reação de Maillard, e a caramelização de açúcares no processo de secagem. Segundo a TAS-8 (2006), é desejado colorações douradas para longans desidratadas, e neste estudo os tratamentos que se aproximaram mais dos valores desejados foram os de 65, 70, 75 e 80°C, com variação de 75,35 a 47,03.

Segundo Janjai et al. (2012) temperaturas de secagem de 50, 60 e 70°C são temperaturas aceitáveis para se chegar a coloração dourada desejada para longans descascadas, e apresentaram valores de 50,31 a 52,76. Entretanto, neste trabalho a temperatura de secagem que se aproximou mais destes valores foi a de 80°C, com variação de 56,83 a 47,03, aumentando assim as opções de secagem além de possibilitar a diminuição do tempo de secagem.

Durante estudo sobre secagem de longans a 60°C, Rashid et al. (2019) encontraram variação média do ângulo hue de 51,67 a 56,93, e Chaikham et al. (2013) apresentaram médias de 47,43 a 70,30 com secagem também a 60°C. Esses valores se aproximam dos apresentados por este trabalho e destacam os valores encontrados na secagem a 80°C, como os mais próximos dos desejados, de acordo com a literatura.

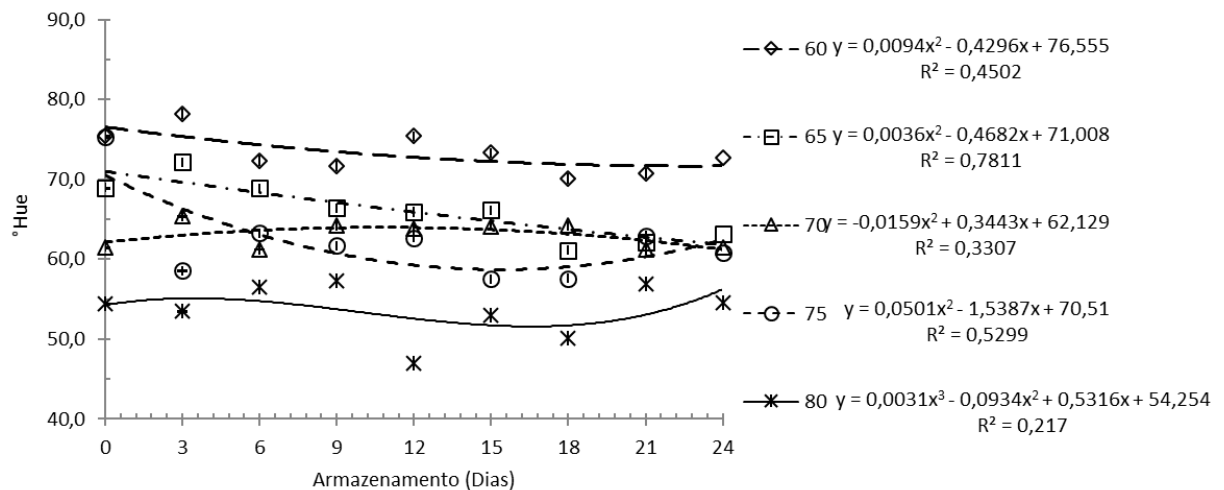


Figura 30. °Hue de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.6.3 Croma

Foram observados maiores valores de croma para as maiores temperaturas de desidratação de longan ao longo do armazenamento, 75 e 80°C (Figura 31), além disso notou-se comportamentos de conservação dos valores iniciais em todos os tratamentos, sendo que quanto mais alto valor do croma mais viva é a cor observada (PATHARE et al., 2013), e mais desejável é a fruta para o consumidor. Foi observada variação de 15,42 (dia 0) a 10,21 (9º dia) e de 11,62 (9º dia) a 12,93 (24º dia) para as temperaturas de 80 e 75°C, respectivamente.

Corroborando com os valores encontrados, Tohsing et al. (2018) apresentaram média de 13,46 para polpa de lichia após secagem, e Lamlert (2010) observou valor médio de 14,62 para longan desidratada. Assim como Janjai et al. (2011) que apresentaram valores semelhantes para longans desidratadas, com média de 14,62, e argumentaram que valores nessa faixa para croma são aceitáveis no mercado e, também, pelos consumidores de longan seca.

Janjai et al. (2012) também observaram relação diretamente proporcional dos valores de croma para longans a medida que aumentaram a temperatura de secagem das frutas, assim como apresentado neste trabalho, com as maiores tendências sendo características das maiores temperaturas de desidratação.

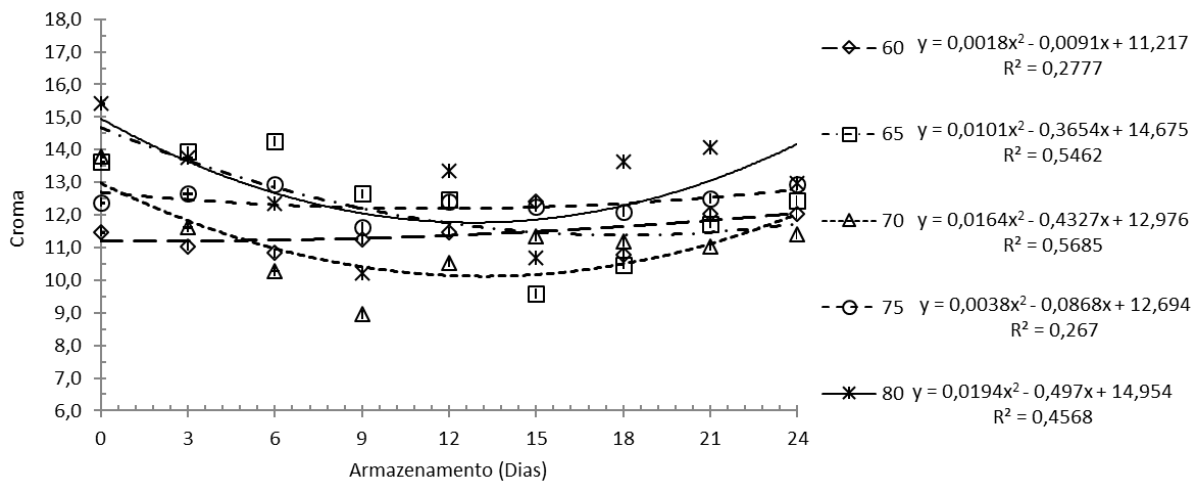


Figura 31. Croma de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

4.2.6.4 Índice de escurecimento

Em relação ao índice de escurecimento (Figura 32) foi possível observar relação inversa a encontrada para luminosidade, com as maiores temperaturas apresentando maiores índices, porém para este parâmetro os tratamentos a 60 e 75°C exibiram comportamento de leve escurecimento ao longo do armazenamento, enquanto os demais apresentaram pequena tendência de redução. Os valores encontrados para o tratamento a 80°C variaram de 70,66 a 66,31, já para o tratamento a 60°C foi encontrada variação de 33,02 a 48,71.

Apinyavisit et al. (2017) também observaram aumento do índice de escurecimento proporcional ao aumento da intensidade da secagem usada em longans, com variação de 75,64 a 81,00, similarmente Janjai et al. (2011) constataram aumento de escurecimento entre longans secas e frescas. Esse aumento do escurecimento de longans também foi verificado por Lin et al. (2016), ao longo de 10 dias de armazenamento.

Portanto, a desidratação leva a perda da integridade e da compartimentalização da fruta e isso pode facilitar a ocorrência de reações enzimáticas responsáveis pelo escurecimento (FERREIRA et al., 2016) e, segundo Freitas (2010), a diminuição da acidez pode resultar na redução da velocidade do escurecimento, logo as frutas mais desidratadas e que apresentaram os maiores níveis de acidez titulável tendem a gerar os maiores valores neste índice.

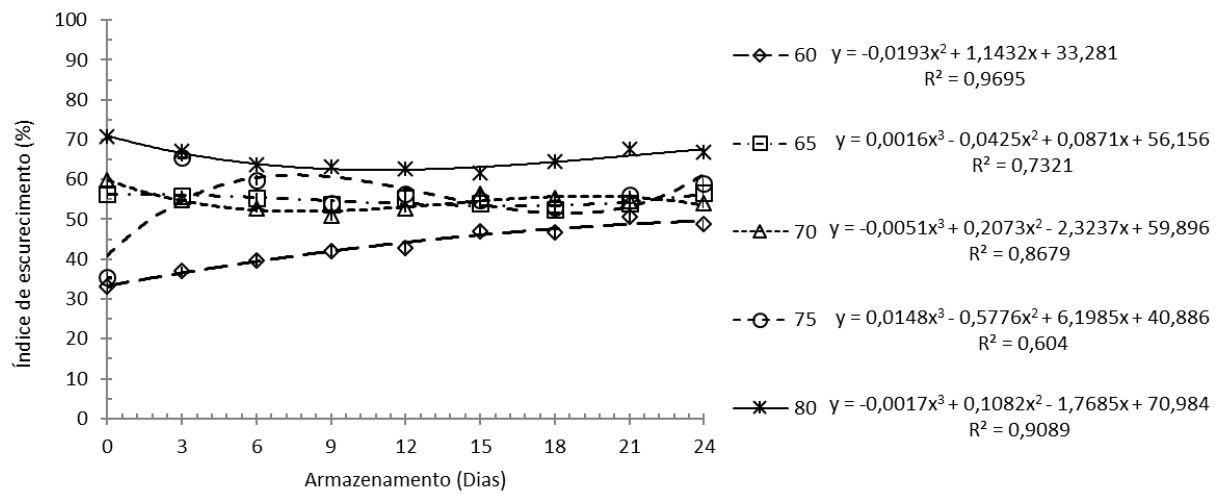


Figura 32. Índice de escurecimento (%) de longans desidratadas sob diferentes temperaturas (60, 65, 70, 75 e 80°C) e armazenadas durante 24 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), com 75±5% de UR e 4±2°C.

5. CONCLUSÃO

Baseando-se nos experimentos realizados, é possível concluir em relação as análises físico-químicas que o tratamento hidrotérmico a 45°C obteve os resultados mais desejados do ponto de vista do consumidor, conservando por maior tempo as características iniciais da longan, enquanto o tratamento a 53°C proporcionou maiores valores quanto as características bioativas da fruta.

Ainda em relação ao primeiro experimento, o uso de embalagens se mostrou benéfico, resultando em uma maior conservação dos parâmetros estudados. Além disso, foi possível notar a conservação da qualidade desejada das frutas ao longo dos 15 dias de armazenamento, independentemente do tratamento utilizado, reafirmando a temperatura de armazenamento de $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ como correta para longans.

Quanto ao experimento de desidratação da longan, pode-se perceber comportamento de maior conservação, além de maiores médias gerais, para o tratamento a 80°C. Neste contexto, outro tratamento que apresentou valores interessantes do ponto de vista do consumidor, foi o tratamento de desidratação a 75°C. Similarmente ao primeiro experimento, as longans apresentaram conservação nas características desejáveis de pós-colheita durante os 24 dias de armazenamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M.C.S.; MIZOBUTSI, G.P.; SOBRAL, R.R.S.; PINHEIRO, M.S.; MARTINS, J.C.; SANTOS, I.P.; ALVES, E.E.; MIZOBUTSI, E.H.; ASPIAZÚ, I.; MOTA, W.F. Modified atmosphere and refrigeration in postharvest conservation of atemoya cv. Gefner. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.32, n.4, p.1-12, 2019.
- ALBUQUERQUE, J. G.; FERREIRA, M. A. R.; VARJÃO, L. L.; MOURA, N. R.; PASSOS, T. O.; LOPES, P. R. C.; FREITAS, S. T. Estádio de maturação para a colheita de caquis ‘costata’ em sistema produtivo no vale do São Francisco. **Anais da II Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido**, Petrolina Embrapa Semiárido, 2017.
- ALMEIDA, R. R. **Qualidade pós-colheita de pitombas in natura submetidas a diferentes temperaturas, embalagens e doses de radiação uv-c**. 2019. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás 2019.
- APAI, W. Effects of fruit dipping in hydrochloric acid then rinsing in water on fruit decay and browning of longan fruit. **Crop Protection**, v.29, n.10, p.1184–1189. 2010.
- ANJOS, V. D. A.; VALENTINI, S. R. T.; BENATO, E. A. Influência de tratamento térmico e sistemas de embalagens na qualidade de lichia ‘bengal’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.4, p.820-827, 2014.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19th ed. Gaithersburg, p.3000, 2012.
- APINYAVISIT, K.; NATHAKARANAKULE A.; MITTAL, G. S.; SOPONRONNARIT, S. Heat and mass transfer properties of longan shrinking from a spherical to an irregular shape during drying. **Biosystems Engineering**, n.169, p.11-21, 2018.
- APINYAVISIT, K., NATHAKARANAKULE, A., SOPONRONNARIT, S., MITTAL, G. S. A comparative study of combined microwave techniques for longan (*dimocarpus longan* Lour.) Drying with hot air or vacuum. **International Journal of Food Engineering**, v.13, n.7. 2017.
- ARMSTRONG, J. W.; FOLLETT, P. A. Hot-Water Immersion Quarantine Treatment Against Mediterranean Fruit Fly and Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Eggs and Larvae in Litchi and Longan Fruit Exported from Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.100, n.4, 2007.
- ATTABHANYO, R.; NGRAMSOMSUT, K.; ATTABHANYO, A.; ARRAYARUNGSARIT, S.; CHAOWANAPHOONPON, Y.; KITCHAIJAROON, J. Longan Process Industry. **Faculty of Agriculture**, Chiang Mai University Press, p.210, 1998.
- BAGCHI, D.; BAGCHI, M.; STOHS, S. J.; DAS, D. K.; RAY, S. D.; KUSZYNSKI, C. A.; JOSHI, S. S.; PRUESS, H. G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. **Toxicology**, v.148, n.2-3, p.187-197, 2000.
- BAKER, A.C. **The basis for treatment of products where fruit flies are involved as a condition for entry into the United States**. Florida, USDA; Circ. n.551, p.8, 1939.

BELAY, Z. A., CALEB, O. J., OPARA, U. L. Influence of initial gas modification on physicochemical quality attributes and molecular changes in fresh and fresh-cut fruit during modified atmosphere packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, v.21, 2019.

BARRY-RYAN, C. The use of mild heat treatment for fruit and vegetable processing. **Decontamination of Fresh and Minimally Processed Produce**. Ed. Wiley-Blackwell, p.347–363, 2012.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BERNI, P., CAMPOLI, S. S., NEGRI, T. C., DE TOLEDO, N. M. V., CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, Antioxidant Potential and Carotenoid Bioaccessibility. **Plant Foods for Human Nutrition**. v.74, p.141–148, 2019.

BESSA, R. A.; OLIVEIRA, L. H.; ARRAES, D. A.; BATISTA, E. S.; NOGUEIRA, D. H.; SILVA, M. S.; RAMOS, P. H. E LOIOLA, A. R. Filmes de Amido e de Amido/Zeólita Aplicados no Recobrimento e Conservação de Goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Virtual Química**.v.7, n.6, p.2190-2201, 2015.

BLEINROTH, E.W., ZUCHINI, A.G., POMPEO, R.M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**. v.7, n.1, p.29-81, 1976.

BORGES, K.C.F.; SANTANA, D.G.; LOPES, S.W.; PEREIRA, V.J. Coloração do fruto e substrato na emergência e no crescimento de plantas de eugenia calycina cambes. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.4, p.544-554. 2016.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT – Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRITO, C. H.; LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L.; SILVA, A. B. Uso do tratamento térmico no controle de mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*). **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.3, n.1, p.29-36, 2009.

CASTRICINI, A.; COELHO, E.F.; RODRIGUES, M.G.V.; COUTINHO, R.C. Caracterização pós-colheita de frutos de bananeira ‘BRS Platina’ de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1013-1021, 2012.

CEAGESP. **Longan**. 2018. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/longan/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2010.

CHAIKHAM, P., PRANGTHIP, P. Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing. **Food Bioscience**, v.10, p.1–7, 2015.

- CHAIKHAM, P.; KREUNGNERN, D.; APICARTSRANGKOON, A. Combined microwave and hot air convective dehydration on physical and biochemical qualities of dried longan flesh. **International Food Research Journal**, v.20, n.5, p.2145-2151, 2013.
- CHEN, Y. H.; LIN, H. T.; JIANG, Y. M.; ZHANG, S.; LIN, Y. F.; WANG, Z. H. Phomopsis longanae Chi-induced pericarp browning and disease development of harvested longan fruit in association with energy status. **Postharvest Biology and Technology**, v.93, p.24–28, 2014.
- CHEN, M.; LIN, H.; ZHANG, S.; LIN, Y.; CHEN, Y.; LIN, Y. Effects of adenosine triphosphate (atp) treatment on postharvest physiology, quality and storage behavior of longan fruit. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, p.971-982, 2015.
- CHEN, Y., SUN, J., LIN, H., LIN, M., LIN, Y., WANG, H., & HUNG, Y.-C. Salicylic acid reduces the incidence of Phomopsis longanae Chi infection in harvested longan fruit by affecting the energy status and respiratory metabolism. **Postharvest Biology and Technology**, v.160, 2020.
- CHENG, Y., LAN, H., ZHAO, L., WANG, K., HU, Z. Characterization and Prebiotic Potential of Longan Juice Obtained by Enzymatic Conversion of Constituent Sucrose into Fructo-Oligosaccharides. **Molecules**, v.23, n.10, p.2596. 2018.
- CHIT-AREE, L.; WONG, P. S.; SOMBOONCHAI, P.; MATTA, F. B.; PRATHUMYOT, W. Effect of potassium chlorate combined with paclobutrazol, monopotassium phosphate and mepiquat chloride on fruit quality of Longan (*Dimocarpus longan*). **International Journal of Agricultural Technology**, v.15, n.2, p.241-248. 2019.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, Ed UFLA, p.765, 2005.
- CHOMKITICHA, W., CHUMYAM, A., RACHTANAPUN, P., UTHAIBUTRA, J., SAENGNIL, K. Reduction of reactive oxygen species production and membrane damage during storage of ‘Daw’ longan fruit by chlorine dioxide. **Scientia Horticulturae**. v.170, p.143–149, 2014.
- CHUMYAM, A.; JUNGKLANG, J.; UTHAIBUTRA, J.; SAENGNIL, K. Exogenously applied adenosine triphosphate treatment enhanced antioxidant capacity and delayed senescence of harvested ‘daw’ longan fruit. **IFABL 2016**, p.5 - 7, 2016.
- CHUNG, Y. C.; LIN, C. C.; CHOU, C. C.; HSU, C. P. The effect of longan seed polyphenols on colorectal carcinoma cells. **European Journal of Clinical Investigation**, v.40, p.713–721, 2010.
- CHUNTHAWORN, S.; ACHARIYAVIRIYA, S.; ACHARIYAVIRIYA, A.; NAMSANGUAN, K. Color kinetics of longan flesh drying at high temperature. **Procedia Engineering** v.32, p.104 – 111, 2012.
- CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle póscolheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. 2005. p.197. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba-SP.

- COELHO, B.E.S.; NASCIMENTO, M.M.; CARVALHO, I.R.B.; SOUSA, K.S.M.; MACHADO, N.S.; NETO, A.F. Curva de secagem solar e avaliação físico-química da manga “Espada”. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.4, n.3, p.187-194, 2019.
- COELHO, M. I. S. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de extratos da casca do umbu (spondias tuberosa arruda) obtidos por diferentes técnicas**. 2015. p.165. Tese (Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina. 2015.
- CORBO, M.R.; SPERANZA, B.; CAMPANIELLO, D.; AMATO, D.D.; SINIGAGLIA, M. Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies. **Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology**, p.1143-1154, 2010.
- COSTA, J.D.S.; NETO, A.F.; NUNES, S.M.; RYBKA, A.C.P.; BIASOTO, A.C.T.; FREITAS, S.T. Caracterização física e físico-química de uva Itália desidratada. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.16, n.2, p.273-280. 2015.
- DAMATTO JÚNIOR, E.R.; CAMPOS, A.J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G.C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘prata-anã’ e ‘prata zulu’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.440-443, 2005.
- DA SILVA, L.J.B.; DE SOUZA, M.L.; NETO, S.E.A.; MORAIS, A.P. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 995-1003, 2009.
- DE ASSIS, S. A.; VELLOSO, J. C. R.; BRUNETTI, I. L.; KHALIL, N. M.; LEITE, K. M. D. C.; MARTINS, A. B. G.; & OLIVEIRA, O. M. M. D. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.60, p.439–448, 2009.
- DE SOUZA, D.C.; VIEIRA, S.D.; RESENDE, L.V.; GALVÃO, A.G.; FERRAZ, A.K.L.; RESENDE, J.T.V.; ELIAS, H.H.S. Propriedades físico-químicas em frutos de híbridos experimentais de morangueiro. **Agrotrópica**, v.29, n.1, p.85-96. 2017
- DE SOUZA, A.V.; VIEIRA, M.R.S.; VIEITES, R.L. Evolução da coloração de frutos e geleias de amora-preta ao longo do período de armazenamento. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.19, n.2, p.210-217, 2018.
- DIAS, T. R., ALVES, M. G., CASAL, S., OLIVEIRA, P. F., SILVA, B. M. Promising potential of dietary (poly) phenolic compounds in the prevention and treatment of diabetes mellitus. **Current Medicinal Chemistry**, v.24, n.4, p.334-354. 2017.
- DOS SANTOS, C. E.; SILVA, J. O. C.; CAVATTE, R. P. Q.; SALOMÃO, L. C. C.; BRUCKNER, C. H. Raleio de frutos em lichieira ‘bengal’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 588-592, 2009.
- DUAN, X.; LIU, W.C.; REN, G.Y.; YANG, X. Effects of different drying methods on the physical characteristics and flavor of dried hawthorns (*Crataegus* spp.). **Drying Technology**, v.35, n.11, p.1412-1421, 2017.

DUARTE, M. T. L. **Qualidade da polpa de lichia em pó, obtida pelo processo de liofilização**. 2018. p.134. Tese (Engenharia de Processos), Universidade Federal de Campina Grande. 2018.

DUCAMP-COLLIN, M-N.; ARNAUD, C.; KAGY, V.; DIDIER, C. Fruit flies: disinfestation, techniques used, possible application to mango. **Fruits**, v.62, n.4, p.223-236, 2007.

FALLIK, E. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). **Postharvest Biology and Technology**, n.32, p.125–134. 2004.

FANTE, C.A.; BOAS, A.C.V.; COSTA, A.C.; SILVA, E.P.; OLIVEIRA, M.C.; LIMA, L.C.O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, 2013.

FAO. **Tropical Fruits Compendium**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 148-154, 2006.

FARUQ, A.A.; ZHANG, M.; BHANDARI, B.; AZAM, S.M.R.; KHATUN, H.A. New understandings of how dielectric properties of fruits and vegetables are affected by heat-induced dehydration: A review. **Drying Technology**, v.37, n.14, p.1780-1792. 2018.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042. 2014.

FERREIRA, R. B.; NADALETI, D. H. S.; SOUZA, B. S.; SOUZA, P. S. Uso de embalagem e da refrigeração no armazenamento de lichias “Bengal”. **Científica**, v.44, n.3, p.294-299. 2016.

FOLLETT, P. A.; SANXTER, S. S. Hot Water Immersion to Ensure Quarantine Security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in Lychee and Longan Exported from Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n.5, 2001.

FRAGA, L.N.; OLIVEIRA, A.K.S.; ARAGÃO, B.P.; SILVA, A.M.O. WARTHA, E.R.S.A.; BACCO, L.; LOBATO, L.P.; CARVALHO, I.M.M. Physico-chemical characterization of the pulp and peel of Brazilian Pitomba (*Talisia esculenta* (A. St.-Hill.) Radlk). **Research, Society and Development**, v. 9, n.1, 2020.

FRAGA, L.N. **Compostos bioativos, capacidade antioxidante e citotoxicidade da casca e polpa da pitomba (*Talisia esculenta* (ST. HIL.) RALDK)**. 2018. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2018.

FREITAS, I. R. **Goma xantana como carreadora de solução conservadora e cloreto de cálcio aplicado a maçã minimamente processada**. 2010. Monografia (Especialização em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

- GERMER, S. P. M., TONIN, I. P., DE AGUIRRE, J. M., ALVIM, I. D., FERRARI, C. C. Influence of process variables on the drum drying of mango pulp. **Drying Technology**, v.36, n.12, p.1488–1500. 2017.
- GONDIM, P.J.S.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E.; DANTAS, A.L.; NETO, J.R.C.; SANTOS, L.F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1217-1221, 2013.
- GOUVEIA, A.M.S. **Atmosferas hiperbárica e modificada na pós-colheita de brócolis ramoso**. 2019. p.38. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista. 2019.
- GOYAL, M.; SINGH, J.; KUMAR.; SIROHI, A. Mechanistic insights into longan (*Dimocarpous longan* Lour.) transcriptome for physiological characterization for defensive genes and differential gene expression analysis with longan embryogenic callus transcriptome. **Plant Omics**, v.10, n.5., p.219-231, 2017.
- GRIS, E. F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; WILHELM FILHO, D.; PEDROSA, R. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Stilbenes and tyrosol as target compounds in the assessment of antioxidant and hypolipidemic activity of *Vitis vinifera* red wines from southern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 14, p. 7954-7961, 2011.
- GUINÉ, R.P.F., SÉRIO, S.I.A., CORREIA, P.M.R., BARROCA, M.J. Effect of pre-treatment on some physical–chemical properties of dried carrots. **Journal of Hygienic Engineering and Design**, v.6, p.187–191. 2014.
- GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U. **Global Food Losses and Food Waste: Food and Agriculture Organization**; Rome, Italy, 2011.
- HA, P.T.T.; MIEN, N.T.; HIEN, D.T.; TUNG, N.T.; TRANG, N.T.; HUONG, N.T. Effect of modified atmosphere packaging (map) and postharvest treatments on quality of litchi fruits during storage. **Vietnam Journal of Science and Technology**, v.55, n.4, p.411-419. 2017.
- HERNANDES J. L.; BLAIN G. C.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Controle de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae) em cultivo orgânico de ameixa pelo ensacamento dos frutos com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n.4, p.1209-1213, 2013.
- HOLCROFT, D. M.; LIN, H. T.; KETSA, S. **Harvesting and storage**. In C. Menzel & G. Waite (Eds.), **Litchi and longan: botany, cultivation and uses**. Wallingford, UK: CAB International. pp. 273–295. 2005.
- HUANG X., SUBHADRABANDHU S., MITRA, S.K. **Origin, history, production and processing**. In: Menzel CM, Waite GK (eds) **Litchi and longan: botany, production and uses**. CABI, Wallingford, p. 1–23. 2005.
- INTARASIT, S., CHOTIKAKHAM, S., CHUMYAM, A., UTHAIBUTRA, J., SAENGNI, K. Protective effects of chlorine dioxide solution on postharvest pericarp browning and oxidative damage of longan fruit. **Acta Horticulturae**. v.1210, p.177–184. 2018.

JANJAI, S., LAMLERT, N., MAHAYOTHEE, B., BALA, B. K., PRECOPPE, M., MULLER, J. Thin Layer Drying of Peeled Longan (*Dimocarpus longan* Lour.). **Food Science and Technology Research**, v.17, n.4, p.279–288. 2012.

JANJAI, S., LAMLERT, N., MAHAYOTHEE, B., SRUAMSIRI, P., PRECOPPE, M., BALA, B. K., MULLER, J. Experimental and simulated performances of a batch-type longan dryer with air flow reversal using biomass burner as a heat source. **Drying Technology**, v.29, n.12, p.1439–1451. 2011.

JAYAPRAKASHA, G. K.; NEGI, P. S.; JENA, B. S.; RAO, J. M. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, n. 3-4, p.330-336, 2007.

JEMRIC, T.; FRUK, G. Postharvest quality of nectarine cv Venus as affected by hot water dips and length of storage. **Agro Knowledge Journal**, v.14, p.19-28. 2013.

JIANG, X., LIN, H., LIN, M., CHEN, Y., WANG, H., LIN, Y., SHI, J., LIN, Y. A novel chitosan formulation treatment induces disease resistance of harvested litchi fruit to *Peronophythora litchii* in association with ROS metabolism. **Food Chemistry**, v.266, p.299–308, 2018.

JIANG, Y.; ZHANG, Z.; JOYCE, D.C. e KETSA, S. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p.241–252, 2002.

JIANG, Y. Purification and some properties of polyphenol oxidase of longan fruit. **Food Chemistry**, v.66, p.75–79. 1999.

JU, H.; ZHAO, S.; MUJUMDAR A. S.; FANG X.; GAO Z.; ZHENG Z.; XIAO, H. Energy efficient improvements in hot air drying by controlling relative humidity based on Weibull and Bi-Di models. **Food and Bioproducts Processing**, v.111, p.20-29, 2018. No prelo.

KABELITZ, T.; SCHMIDT, B.; HERPPICH, W.B.; HASSENBERG, K. Effects of hot water dipping on apple heat transfer and post-harvest fruit quality. **LWT - Food Science and Technology**, v.108, p.416–420. 2019.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. **Food Technology**, 1986; v.40, n.5, p.99-104. 1986.

KHAN, M. R.; SRIPETHDEE C.; CHINSIRIKUL, W.; SANE, A.; CHONHENCHOB, V. Effects of film permeability on reducing pericarp browning, preventing postharvest decay and extending shelf life of modifiedatmosphere-retail packaged longan fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v.51, p.1925–1931. 2016.

KHAN, M. R.; SUWANAMORNERT, P.; LEELAPHIWAT, P.; CHINSIRIKUL, W.; CHONHENCHOB, V. Quality and biochemical changes of longan (*Dimocarpus longan*Lour cv. Daw) fruit under different controlled atmosphere conditions. **International Journal of Food Science and Technology**, v.52, p.2163–2170, 2017.

KHAN, M. R., CHINSIRIKUL, W., SANE, A., CHONHENCHOB, V. Combined effects of natural substances and modified atmosphere packaging on reducing enzymatic browning and

postharvest decay of longan fruit. **International Journal of Food Science & Technology**. 2019.

KHAN, S. A., LIU, L., LAI, T., ZHANG, R., WEI, Z., XIAO, J., DENG, Y., ZHANG, M. Phenolic profile, free amino acids composition and antioxidant potential of dried longan fermented by lactic acid bacteria. **Journal of Food Science and Technology**. 2018.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LADO, J.; GAMBETTA, G.; ZACARIAS, L. Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. **Scientia Horticulturae**, v.233, n.7, p.238-248, 2018.

LAMLERT, N. **Drying of longan: its drying kinetics and performance of longan dryers**. 2010. p.121. Tese (Física), Silpakorn University. 2010.

LE, T. T. L.; NGUYEN, T. T. H.; NGUYEN, T. S. Longan post-harvest problem assessment and treatment reviews in the north of Vietnam. **International Journal of Agriculture and Environmental Research**, v.2, n.5, p. 1559-1564. 2016.

LI, D., YE, Q., JIANG, L., LUO, Z. Effects of nano-TiO₂-LDPE packaging on postharvest quality and antioxidant capacity of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) stored at refrigeration temperature. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.97, n.4, p.1116–1123. 2016.

LI, L., XU, J., MU, Y., HAN, L., LIU, R., CAI, Y., HUANG, X. Chemical characterization and anti-hyperglycaemic effects of polyphenol enriched longan (*Dimocarpus longan* Lour.) pericarp extracts. **Journal of Functional Foods**, v.13, p.314–322. 2015.

LI, T.; WU, Q.; ZHOU, Y.; YUN, Z.; DUAN, X.; JIANG, Y. L-Cysteine hydrochloride delays senescence of harvested longan fruit in relation to modification of redox status. **Postharvest Biology and Technology**, v.143, p.35-42. 2018.

LI, H., GUO, A., WANG, H. Mechanisms of oxidative browning of wine. **Food Chemistry**, v.108, p.1–13. 2008.

LIN, Y.; LI, N.; LIN, H.; LIN, M.; CHEN, Y.; WANG, H.; RITENOUR, M.; LIN, Y. Effects of chitosan treatment on the storability and quality properties of longan fruit during storage. **Food Chemistry**, v.306. 2020.

LIN, Y., LIN, H., LIN, M., CHEN, Y., WANG, H., FAN, Z., RITENOUR, M.A.; LIN, Y. Hydrogen peroxide reduced ATPase activity and the levels of ATP, ADP, and energy charge and its association with pulp breakdown occurrence of longan fruit during storage. **Food Chemistry**, 126008. 2019a.

LIN, Y.; LIN, H.; CHEN, Y.; WANG, H.; RITENOUR, M. A.; LIN, Y. Hydrogen peroxide-induced changes in activities of membrane lipids-degrading enzymes and contents of membrane lipids composition in relation to pulp breakdown of longan fruit during storage. **Food Chemistry**, v.297, 2019b.

- LIN, M. G.; LASEKAN, O.; SAARI, N.; KHAIRUNNIZA-BEJO, S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CyTA - Journal of Food*, v.16, n.1, p.490–497. 2018.
- LIN, Y. F., LIN, Y. X., LIN, H. T., RITENOUR, M. A., SHI, J., ZHANG, S., CHEN, Y. H., WANG, H. (2017). Hydrogen peroxide-induced pericarp browning of harvested longan fruit in association with energy metabolism. *Food Chemistry*, v.225, p.31-36. 2017a.
- LIN, Y.; LIN, Y.; LIN, H.; SHI, J.; CHEN, Y.; WANG, H. Inhibitory effects of propyl gallate on membrane lipids metabolism and its relation to increasing storability of harvested longan fruit. *Food Chemistry*, v.217, p.133–138, 2017b.
- LIN, Y. F.; LIN, H. T.; LIN, Y. X.; ZHANG, S.; CHEN, Y. H.; JIANG, X. J. The roles of metabolism of membrane lipids and phenolics in hydrogen peroxide-induced pericarp browning of harvested longan fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.111, p.53–61, 2016.
- LIN, Y.; LIN, Y.; LIN, H.; ZHANG, S.; CHEN, Y.; SHI, J. Inhibitory effects of propyl gallate on browning and its relationship to active oxygen metabolism in pericarp of harvested longan fruit. *Food Science and Technology*, v.60, n.2, p.1122–1128. 2015.
- LIN, Y.; HU, Y.; LIN, H.; LIU, X.; CHEN, Y.; ZHANG, S.; CHEN, Q. Inhibitory effects of propyl gallate on tyrosinase and its application in controlling pericarp browning of harvested longan fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.61, p.2889–2895. 2013.
- LIU, G., SUN, J., HE, X., TANG, Y., LI, J., LING, D., LI, C.; LI, L.; ZHENG, F. SHENG, J.; WEI, P.; XIN, M. Fermentation process optimization and chemical constituent analysis on longan (*Dimocarpus longan* Lour.) wine. *Food Chemistry*, v.256, p.268–279.2018b.
- LIU, J., SUI, Y.; WISNIEWSKI, M.; DROBY, S.; TIAN, S.; NORELLI, J.; HERSHKOVITZ, V. Effect of heat treatment on inhibition of *Monilinia Fructicola* and induction of disease resistance in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.65, p.61-68. 2012.
- LIU X., FU Y., GUO P., XU W. **Modified Atmosphere Packaging and Postharvest Treatments on Mango Preservation: A Review**. In: ZHAO P., OUYANG Y., XU M., YANG L., REN Y. (eds) *Applied Sciences in Graphic Communication and Packaging*. Lecture Notes in Electrical Engineering, v.477. Springer, Singapore. 2018a.
- LIU, Y.; WANG, Z.; ZHANG, J. **Dietary Chinese Herbs**. Alemanha. Springer-Verlag Wien. p.797 2015.
- LORA, J.; PHAM, V.T.; HORMAZA, J.I. Genetics and Breeding of Fruit Crops in the Sapindaceae Family: Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) and Longan (*Dimocarpus longan* Lour.). In: **Al-Khayri J., Jain S., Johnson D. (eds) Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits**. Springer, Cham. 2018.
- JORADOL, A.; UTHAIBUTRA, J.; LITHANATUDOM, P.; SAENGNIL, K. Induced expression of NOX and SOD by gaseous sulfur dioxide and chlorine dioxide enhances antioxidant capacity and maintains fruit quality of “Daw” longan fruit during storage through H₂O₂ signaling. *Postharvest Biology and Technology*, v.156, 2019.

- MALAKOU, A., NANOS, G. D. A combination of hot water treatment and modified atmosphere packaging maintains quality of advanced maturity “Caldesi 2000” nectarines and “Royal Glory” peaches. **Postharvest Biology and Technology**, v.38, n.2, p.106–114. 2005.
- MARQUES, D. **Efeitos da radiação gama na conservação e características físico-químicas de lichia (Litchi chinensis Sonn.)**. 2015. 56 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2015.
- MASOUD, M. R. M.; EL-MASSRY, F. H. M.; HAREEDY, L. A. M. Evaluation and preservation of some longan cultivars. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.3, n.10, p.1236-1253, 2014.
- MATIAS, R. G. P.; SILVA, F. P.; LINS, L. C. R.; ALVES, R. R.; SALOMÃO, L. C. C. Tratamento hidrotérmico para prevenção do escurecimento do pericarpo de lichia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1, p.68-75, 2012.
- MENZEL C.M.; WAITE G.K. **Litchi and Longan**: Botany, Production and Uses. CABI Publishing. p.323, 2005.
- MINH, N. P. Different edible coating materials to extend shelf life of longan (dimocarpus longan) during storage. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**. v.11, n.4, p.1352-1357. 2019.
- MITRA, S.K., IRENAEUS, T.K.S., DUTTA RAY, S.K. Overview of postharvest management of litchi. **Acta Horticulturae**, v.1029, p.319–324. 2014.
- MITRA S.K., PEREIRA L.S., PATHAK P.K., MAJUMDAR, D. Fruit abscission pattern of lychee cultivars. **Acta Horticulturae**, v.665, p.215–218, 2005.
- MORGADO, C. M. A.; GUARIGLIA, B. A. D.; FAÇANHA, R. V.; TREVISAN, M. J.; JACOMINO, A. P.; CORRÊA, G. C.; JUNIOR, L. C. C. Avaliação da qualidade de jabuticabas (cv. Sabará), submetidas ao armazenamento refrigerado e acondicionadas em diferentes embalagens. **Revista Desafios**, v.6, n.2. 2019.
- MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C.; NERES, C.R.L.; MIZOBUTSI, G.P.; NEVES, L.L.M. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.190-193, 2006.
- MURAKAMI, K. **Efeito do ambiente e uso de produtos alternativos na pós-colheita do mamoeiro**. 2018. p.56. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de Brasília. 2018.
- MURRAY, R., C. LUCANGELI, G. POLENTA, C. BUDDE. Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of “flavorcrest” peach. **Postharvest Biology and Technology**. v.44, n.2 p.116-121. 2007.
- NAGARAJU, S.; BANIK, A.K. Effect of HDPE and LDPE packaging materials o chemical parameters of guava cv khaja. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**; v.8, n.1, p.1635-1641. 2019.
- NASCIMENTO, R.A.; ANDRADE, E.L.; SANTANA, E.B.; RIBEIRO, F.P.; COSTA, C.M.L.; FARIA, L.J.G. Bacaba powder produced in spouted bed: an alternative source of

bioactive compounds and energy food product. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

NGUYEN, N. M. P., LE, T. T., VISSENAEKENS, H., GONZALES, G. B., VAN CAMP, J., SMAGGHE, G., RAES, K. In vitro antioxidant activity and phenolic profiles of tropical fruit by-products. **International Journal of Food Science & Technology**. 2019.

OLIVEIRA, A.A.L.A. 2018. p.102. **Caracterização agrônômica do camapu (*physalis angulata* L.), qualidade pós-colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos**. Dissertação (Tecnologia de Alimentos), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA. 2018.

OLIVEIRA, M.N.S.; LOPES, P.S.N.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O.; PEREIRA, E.G., RIBEIRO, L.M. Post-harvest quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) collected from the plant or after naturally falling off and subjected to slow and quick freezing. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.39, n.1, p.761-768, 2017.

OLIVEIRA, S.B. 2015. p.96. **Tratamento hidrotérmico associado a etanol no controle de salmonella spp. em manga “tommy atkins” pós-colheita**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, 2015.

ONIAS, E.A.; TEODOSIO, A.E.M.M.; BOMFIM, M.P.; ROCHAR.H.C.; LIMA, J.F.; MEDEIROS, M.L.S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v.41, n.3, p.849-86, 2018.

PALOU, E.; LÓPES-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; WELTI-CHAVES, J.; SWANSON, B.G. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal Food Science** v.64, p.42-5. 1991.

PAN, Y., WANG, K., HUANG, S., WANG, H., MU, X., HE, C., HUANG, F. Antioxidant activity of microwave-assisted extract of longan (*Dimocarpus Longan* Lour.) peel. **Food Chemistry**, v.106, p.1264–1270. 2008.

PARK, S. J.; PARK, D. H.; KIM, D. H.; LEE, S.; YOON, B. H.; JUNG, W. Y.; LEE, K. T.; CHEONG, J. H.; RYU, J. H. The memory-enhancing effects of Euphoria longan fruit extract in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, p.160–165. 2010.

PATHARE, P. B., OPARA, U. L., AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v.6, n.1, p.36-60. 2013.

PAZZOTI, G.S.O. **Avaliação da estabilidade oxidativa de compostos bioativos em óleos especiais extraídos por prensagem a frio**. 2019. p.29. Tese (Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos) Universidade Estadual Paulista. 2019.

PERES, L.M.B. **Avaliação qualitativa da manga tomy atkins desidratada por diferentes métodos e em diferentes temperaturas**. p.40. 2016. Dissertação (Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Mato Grosso, 2019.

- PHAM, V.T., HERRERO, M., HORMAZA, J.I. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth in longan (*Dimocarpus longan* Lour.). **Scientia Horticulturae** v.197, p.470–475. 2015.
- PHAM, V. T.; HERRERO, M.; HORMAZA, J. I. Fruiting pattern in longan, *Dimocarpus longan*: from pollination to aril development. **Annals of Applied Biology**, v.169, p. 357–368, 2016.
- PONGSUTTIYAKORN, T.; TRUSPHIMAI, P.; SOORAKSA, P.; PORNCHALOEMPONG P. Effects of low temperature drying processing on longan fruit. **MATEC Web of Conferences**, v.192, 2018.
- PRASAD, K.; NEHA, P.; LAL, M.K.; GAURAV, A.K. Longan (*Dimocarpus longan* Lour) processing: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. v.6, n.8. 2017.
- RAMOS, J.A.; MARIANO-NASSER, F.A.C.; MENDONÇA, V.Z.; FURLANETO, K.A.; LUDGREN, G.A.; VIEITES, R.L. Radiação ultravioleta (uv-c) na qualidade pós-colheita de frutos de lichia ‘bengal’. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.1, p.64-73. 2019.
- RANDELOVIC, D., LAZIC, V., TEPIC, A., MOSIC, I. The influence of packaging materials protective properties and applying modified atmosphere on packed dried apricot quality changes. **Hemijaska Industrija**. v.68, n.3, p.289–295. 2014.
- RANGKADILOK, N.; SITTHIMONCHAI, S.; WORASUTTAYANGKURN, L.; MAHIDOL, C.; RUCHIRAWAT, M.; SATAYAVIVAD, J. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. **Food and Chemical Toxicology**, v.45, p.328–336. 2007.
- RAO, C. G. **Engineering for Storage of Fruits and Vegetables: Cold Storage, Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Storage**; Academic Press. London, UK, 2015.
- RAPHAELLI, C.O. **Bioatividade de extratos fenólicos de maçã (*Malus domestica* Borkh cv. Gala)**. 2019. p.155. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Pelotas. 2019
- RASHID, M. T., BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A., KARAČA, S., MA, H., KOMES, D. Longan (*Dimocarpus longan*) and lychee (*Litchi chinensis*): Functional ingredients in chocolate pralines. **Journal of Food Biochemistry**, 2019.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v.26, n.9-10, p. 1231-1237, 1999.
- REIS, V.B.S.X.; CAMPOS, A.J.; ARAUJO, K.K.S.; MELO, P.C.; REIS, J.L. Avaliação de amêndoas de baru in natura armazenadas em diferentes embalagens. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.2, p.539-546, 2019.
- RITHMANEE, T.; INTIPUNYA, O. Effects of high-power ultrasonic pretreatment on physicochemical. **Journal of Agricultural Science**; v.4, n.11, 2012.

ROCHA, R. P. **Pós-colheita de maçãs tratadas termicamente por imersão em água quente e ultravioleta**. 2016. 80p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, 2016.

RODRÍGUEZ, Ó., LLABRÉS, P.J., SIMAL, S., FEMENIA, A., ROSSELLÓ, C. Intensification of predrying treatments by means of ultrasonic assistance: effects on water mobility, PPO activity, microstructure, and drying kinetics of apple. **Food Bioprocess Technology**, v.8, p.503–515, 2015.

RODRÍGUEZ, L.; LOPEZ, L.; GARCIA, M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual em Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). **Alimentos Hoy**, v.19, n.21, p.16-34, 2010.

RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E., BRITO, E.S., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F., MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v.121, n.1, p.996-1002, 2010.

SAENGNIL, K.; CHUMYAM, A.; FAIYUE, B.; UTHAIBUTRA, J. Use of chlorine dioxide fumigation to alleviate enzymatic browning of harvested “Daw” longan pericarp during storage under ambient conditions. **Postharvest Biology and Technology**, v.91, p.49–56. 2014.

SALVADOR, T. L.; LEMOS, E. E. P.; SALVADOR, T. L.; REZENDE, L. P. Physico-chemical characterization of sugar apple (*annona squamosa* l.) fruits stored with pvc film in different controlled temperatures. **Ciência Agrícola**, v.16, n.1, p.85-89, 2018.

SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M. 1-Metilciclopropeno na manutenção da qualidade pós-colheita de taperebá (*Spondia Mombin* L.). **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, n.2, p.56-62, 2017.

SANDHYA. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future need. **LWT– Food Science and Technology**. v.43, n.3, p.381–392, 2010.

SANOPPA, K., HUANG, T., WU, M. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* in association with *Torulaspora delbrueckii* on the aroma and amino acids in longan wines. **Food Science & Nutrition**, v.7, n.9, 2019.

SANTOS, M.F.G., MAMEDE, R.V.S., RUFINO, M.S.M., BRITO, E.S., ALVES, R.E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v.4, p.591-602, 2015.

SANTOS, A. E. O.; DE ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; DOS SANTOS, O. O. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.1, p.10-17, 2011.

SCHAICH, K. M., TIAN, X., XIE, J. Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. **Journal of Functional Foods**, v.14, p.111–125. 2015.

SEPTEMBRE-MALATERRE, A., STANISLAS, G., DOURAGUIA, E., GONTHIER, M.-P. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi,

mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. **Food Chemistry**, v.212, p.225–233. 2016.

SERGIO, L., GATTO, M.A., SPREMULLI, L., PIERALICE, M., LINSALATA, V., DI VENERE, D. Packaging and storage conditions to extend the shelf life of semi-dried artichoke hearts. **Food Science and Technology**. v.72, p.277–284. 2016.

SHAHIDI, F., AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects: A review. **Journal of Functional Foods**, v.18, p.820-897. 2015.

SHAARAWI, S.A.M.A.; NAGY, K.S. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Fruit Quality of “Wonderful” Pomegranate under Cold Storage Conditions. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v.6, n.2, p.495-505, 2017.

SHI, S.; WANG, W.; LIU, L.; WU, S.; WEI, Y.; LI, W. Effect of chitosan/nano-silica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature. **Journal of Food Engineering**, v.118, p.125-131, 2013.

SHI, S.; WANG, W.; LIU, L.; SHU, B.; WEI, Y.; JUE, D.; FU, J.; XIE, J.; LIU, C. Physico-chemical properties of longan fruit during development and ripening. **Scientia Horticulturae** v.207, p.160–167, 2016.

SIES, H. On the history of oxidative stress: Concept and some aspects of current development. **Current Opinion in Toxicology**, v.7, p. 122-126, 2018.

SILVA, A.V.C.; ANDRADE, D.G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M.A.G.; MUNIZ, E.N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.300-304. 2009.

SILVA, D. F. P.; LINS, L. C. R.; CABRINI, E. C.; BRASILEIRO, B. G.; SALOMÃO, L. C. C. Influence of the use of acids and films in post-harvest lychee conservation. **Revista Ceres**, v. 59, n.6, p.745-750, 2012.

SILVA, C.D.M.; PIRES, C.R.F.; LIMA, J.P.; PEREIRA, A.S.; SILVA, C.A. Desidratação osmótica para obtenção de cagaita passa. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.2, n.4, p.226-233, 2015a.

SILVA, G.S.; SANTOS, S.P.S.; BARBOSA, N.F.P.; SANTOS, R.G.; BERY, C.S.; SILVA, G.F. Secagem e caracterização físico-química da uva crimson. **XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, 2015b.

SILVA, M.J.R.; JESUS, P.R.R.; ANJOS, J.M.C.; MACHADO, M.; RIBEIRO, V.G. Caracterização agrônômica e pós-colheita das bananeiras ‘Maravilha’ e ‘Preciosa’ no Submédio do Vale São Francisco. **Revista Ceres**, v.63, n.1, p.46-53, 2016.

SILVA, N. C., DUARTE, C. R., BARROZO, M. A. Effects of dehydration methods on quality characteristics of yellow passion fruit co-products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.97, n.14, p.4750-4759, 2017a.

SILVA, E. E. A. N.; SOARES, D. S. B.; OLIVEIRAS, T. M.; PINTO, E. G.; NASCIMENTO, W.V.; SOUZA, A. R. M. Aplicação de cobertura de quitosana em jabuticabas. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p.363-369. 2017b.

SIQUEIRA, C. L.; DE ALMEIDA H. J.; SERPA M. F. P.; BATISTA, P. S. C.; MIZOBUTSI, G. P. Modified atmosphere together with refrigeration in the conservation of bananas resistant to black Sigatoka. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.4, p.614-624, 2017.

SIRIAMORNPNUN, S.; KAEWSEEJAN, N. Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of selected climacteric fruits with relation to their maturity. **Scientia Horticulturae**, v.221, p.33-42, 2017.

SOETHE, C., STEFFENS, C. A., AMARANTE, C. V. T. DO, MARTIN, M. S. D., BORTOLINI, A. J. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas “Tupy” e “Guarani” armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.8, p.950–957. 2016.

SOMMANO, S.; KANPHET, N.; SIRITANA, D.; ITTIPUNYA, P. Correlation Between Browning Index and Browning Parameters During the Senescence of Longan Peel. **International Journal of Fruit Science**, v.11, n.2, p.197–205, 2011.

SOUZA, A.V.; VIEITES, R.L.; KOHATSU, D.S.; LIMA G. P. P. Tratamento térmico na manutenção da coloração de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.67-73, 2010b.

SOUZA, A.V.; VIEITES, R.L.; LIMA, G.P.P. Influência do tratamento térmico na qualidade de lichias refrigeradas. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, v.10, n.2, p.110-119. 2010a.

SPADONI, A.; NERI, F.; BERTOLINI, P.; MARI, M. Control of Monilinia rots on fruit naturally infected by hot water treatment in semi-commercial trials. **Postharvest Biology and Technology**, v.86, p.280–284, 2013.

STERN R.A., GAZIT S. The reproductive biology of the lychee. **Horticultural Reviews**, v.28, p.393–453, 2010.

SUBHADRABANDHU S., STERN R.A. **Taxonomy, botany and plant development. In: Menzel CM, Waite GK (eds) Litchi and longan: botany, production and uses.** CABI, Wallingford, p.25–34. 2005.

SUIUBON, S.; SUPAPVANICH, S.; PROMYOU, S. Postharvest quality maintenance of longan fruit by ultraviolet-C incorporated with salicylic acid application. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.29, n.3, p.179-187, 2017.

SUPAPVANICH, S.; KERNPRIE, Y.; BOONYARITTHONGCHAI, P.; TECHAVUTHIPORN, C.; TEPSORN, R.; YOURYON, P. Physicochemical quality maintenance and bioactive compounds enhancement of Thai guava fruit cv. ‘Kim Ju’ by using combinative hot water and methyl jasmonate immersion. **Emirates Journal of Food and Agriculture**. v.31, n.5, p.395-404. 2019.

SVITLANA, K.; ZOFIA, K.A.; ANNA, S.L.; NARCYZ, P. Antioxidant activities and phenolic compounds in fruits of cultivars of cornelian cherry (cornus mas l.). **Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality**. p.484-499. 2019.

TADESSE, T.; HEWETT, E.W.; NICHOLS, M.A.; FISHER, K.J. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper cv. Domino during fruit grown and development. **Scientia Horticulturae**, v.93, p.91-103, 2002.

THAI AGRICULTURAL STANDARD. **Dried longan flesh**. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2006.

THITIRATSAKUL, B., ANPRUNG, P. Prebiotic activity score and bioactive compounds in longan (*Dimocarpus longan* Lour.): influence of pectinase in enzyme-assisted extraction. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.9, 2014.

TOHSING, K.; JANJAI, S.; LAMLERT, N.; MUNDPOOKHIER, T.; CHANALERT, W.; BALA, B.K. Experimental performance and artificial neural network modeling of solar drying of litchi in the parabolic greenhouse dryer. **Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology**, v.13, n.1, 2018.

TRAN, D. T.; HERTOOG, M.; NICOLAI, B. M. Multi-response optimization of postharvest treatments to maintain quality of longan ‘Huong Chi’ during cold storage. **European Journal of Horticultural Science**. v.84, n.4, p.226–236. 2019.

UMMARAT, N.; TRACIEK, M.; MARISA, M.W.; KANOGWAN, S. Changes in antioxidants and fruit quality in hot watertreated hom-thong banana fruit during storage. **Scientia Horticulturae**, v.130, p.801-807. 2011.

VARITH J.; DIJKANARUKKUL P.; ACHARIYAVIRIYA A.; ACHARIYAVIRIYA S. Combined microwave-hot air drying of peeled longan. **Journal of Food Engineering**, v.81, p.459–468, 2007.

VICHAIYA, T.; UTHAIBUTRA, J.; SARNGNIL, K. Gaseous chlorine dioxide increases energy status and energy metabolismrelated enzyme activities leading to reduction in pericarp browning of longan fruit during storage. **Scientia Horticulturae**, v.263, 2020.

VICHAIYA, T., CHUMYAM, A., UTHAIBUTRA, J., SAENGNIL, K. Application of exogenous adenosine triphosphate elevated energy level and delayed pericarp browning of harvested ‘Daw’ longan fruit. **Proceeding in 2018 International Forum - Agriculture, Biology, and Life Science** p.25–34. 2018.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; FUMES, J.G.F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate ‘fuerte’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012.

VUOLO, M.M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA JR., M.R. Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. In: **Maira Rubi Segura Campos. (Org.). Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications**. 1ed.Duxford: Elsevier, v. 1, p. 33-52. 2018.

XIAO, L.; LI, T.; JIANG, G.; JOHN, A.; ZHANG, D.; JIN, W.; DUAN, X.; JIANG, Y. Effects of dry fog humidification on pericarp browning and quality of litchi fruit stored at low temperature. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v.12, n.4, p.192-196, 2019.

YANG, K.-M., CHIANG, P.-Y. Effects of smoking process on the aroma characteristics and sensory qualities of dried longan. **Food Chemistry**, v.287, p.133-138. 2019.

- YANG, Q., ZHANG, X., WANG, F., ZHAO, Q. Effect of pressurized argon combined with controlled atmosphere on the postharvest quality and browning of sweet cherries. **Postharvest Biology and Technology**, v.147, p.59–67. 2019.
- YANG, B., JIANG, Y., SHI, J., CHEN, F., ASHRAF, M. Extraction and pharmacological properties of bioactive compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit - A review. **Food Research International**, v.44, p.1837–1842. 2011a.
- YANG, Y.; WANG, J.; XING, Z.; DAI, Y.; CHEN, M. Identification of phenolics in Chinese toon and analysis of their content changes during storage. **Food Chemistry**, v.128, p.831–838, 2011b.
- YANG, B.; ZHAO, M. M.; JIANG, Y. M. Anti-glycated activity of polysaccharides of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp treated by ultrasonic wave. **Food Chemistry**, Singapura, v.114, p.629–633, 2009.
- YAOUNDE, C. **Tropical fruits compendium. Committee on commodity problems, intergovernmental group on bananas and tropical fruits.** Food and agriculture organization. Fifth Session. 2011.
- YASSER, M.M.; MARZOUK, M.M.; KAMEL, T.A.; NAAFFA, A.M.M. effect of hot water treatment on postharvest fruit rots and quality of tomato fruits. **Plant Archives** v. 19 n. 2, p. 2325-2334. 2019.
- YI, C.; JIANG, Y. M.; SHI, J.; QU, H. X.; XUE, S.; DUAN, X. W.; PRASAD, N. K. ATP regulation of antioxidant properties and phenolics in litchi fruit during browning and pathogen infection process. **Food Chemistry**, v.118, p.42–47, 2010.
- WALL, M. M.; NISHIJIMA, K. A.; KEITH, L. M. Influence of Packaging on Quality Retention of Longans (*Dimocarpus longan*) Under Constant and Fluctuating Postharvest Temperatures. **Hortscience** v.46, n.6, 2011.
- WANG, H., CHEN, Y. H., SUN, J. Z., LIN, Y. F., LIN, Y. X., LIN, M. S., HUNG, Y. C., RITENOUR, M. A., LIN, H. T. The changes in metabolisms of membrane lipids and phenolics induced by *Phomopsis longanae* Chi infection in association with pericarp browning and disease occurrence of postharvest longan fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.66, p.12794-12804. 2018.
- WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley, 2002.
- WEN, L.; YANG, B.; CUI, C.; YOU, L.; ZHAO, M. Ultrasound-assisted extraction of phenolics from longan (*dimocarpus longan* lour.) Fruit seed with artificial neural network and their antioxidant activity. **Food Analytical Methods**, v.5, p.1244–1251, 2012.
- WONG K.C. **Longan production in Asia**. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 2000.
- WU Y., YI G., ZHOU B., ZENG, J., HUANG, Y. The advancement of research on litchi and longan germplasm resources in China. **Science and Horticulture**, v.114, p.143–150. 2007.

XIE, J.; SCHAICH, M. Re-evaluation of the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Free Radical (DPPH) Assay for Antioxidant Activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, n.19, p.4251-4260, 2014.

XIONG, Z., LI, H., LIU, Z., LI, X., GUI, D. Effect of 1-MCP on postharvest quality of French prune during storage at low temperature. **Journal of Food Processing and Preservation**. 2019.

ZHANG, K.; ZHU, J.; ZHOU, Y.; WU, B. Analysis the fry-drying process of oily sludge sample. **Chemical Engineering Research and Design**, v.92, n.11, p.2396-2403, 2014.

ZHANG, Y., GAO, B., ZHANG, M., SHI, J., XU, Y. Pulsed electric field processing effects on physicochemical properties, flavor compounds and microorganisms of longan juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.34, n.6, p.1121–1138. 2010.

ZHAO, Y. F., LIN, H. T., WANG, J., LIN, Y. F., CHEN, Y. H. Effects of heat treatment on postharvest physiology and storage quality of longan fruits. *Journal of Chinese Institute of Food Science Technology*, v.14, n.5, p.124–133. 2014.

ZHOU, X.; GAO, H.; MITCHAM, E.; WANG, S. Comparative Analyses of Three Dehydration Methods on Drying Characteristics and Oil Quality of in-Shell Walnuts. **Drying Technology**, 36, 477–490. 2018.

ZHOU, B.Y., CHEN, H.B., WU, C.B. An overview on natural triggers and stress signals in relation to flowering in Litchi chinensis and Dimocarpus longan. **Acta Horticulturae**, v.1029, p.137–144. 2014.

ZIELINSKA, M., ROPELEWSKA, E., MARKOWSKI, M. Thermophysical properties of raw, hot-air and microwave-vacuum dried cranberry fruits (*Vaccinium macrocarpon*), **LWT – Food Science and Technology**, 2017.

ZIELINSKA, M., MICHALSKA, A. Microwave-assisted drying of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits: drying kinetics, polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity, colour and texture. **Food Chemistry**, v.221, p.671-680. 2016.

ANEXO

Tabela 1. Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), relação polpa/ casca (RP/C) e polpa/semente (RP/S), firmeza de casca (FC), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), pH, luminosidade (L*), croma, °hue, índice de escurecimento (IE), vitamina C (VC), taxa respiratória (RESP), atividade antioxidante por radical livre dpsh (DPPH) e por radical livre abts+ (ABTS) e compostos fenólicos (CF), em longans (*Dimocarpus longan* Lour) submetidas a período de armazenamento, diferentes temperaturas e ausência ou presença de embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD).

Fator	G.L.	PM	RP/S	RP/C	FC	SS	AT	SS/AT	pH	L*
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
D	5	0,0348*	1,6267*	21,449*	15523399*	5,1527*	0,0691*	134709*	2,7773*	613,54*
T	5	0,0149*	0,3759 ^{NS}	1,7592*	5670294 ^{NS}	2,7996 ^{NS}	0,0094*	5669,4 ^{NS}	0,6712*	99,413*
E	1	2,4317*	0,0053 ^{NS}	372,44*	97352488*	192,24*	0,1326*	513615*	4,9954*	28,641 ^{NS}
D x T	25	0,0002 ^{NS}	0,6255*	1,1993*	5329023 ^{NS}	2,3985 ^{NS}	0,0116*	15717*	0,4570*	16,606*
D x E	5	0,0241*	1,3618*	16,451*	66756179*	23,468*	0,0378*	60474*	2,1688*	113,25*
T x E	5	0,0137*	0,4970 ^{NS}	0,7472 ^{NS}	10282414*	4,8025*	0,0199*	12479 ^{NS}	0,2058 ^{NS}	48,704*
D x T x E	25	0,0002 ^{NS}	0,3068 ^{NS}	1,0446*	5449610 ^{NS}	2,2351 ^{NS}	0,0101*	10782 ^{NS}	0,2917*	12,112 ^{NS}
Erro	216	0,00035	0,3178	0,4401	4410042	1,6097	0,0026	6967	0,1188	8,8055
Total	287	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		21,28	16,37	16,8	23,35	6,89	59,11	29,05	5,52	7,18
Média		0,088	3,444	3,949	8993,6	18,42	0,087	287,3	6,244	41,31

Fator	^o Hue	Croma	IE	RESP	G.L.	VC	DPPH	ABTS	PET
	QM	QM	QM	QM		QM	QM	QM	QM
D	1649,6*	81,166*	684,42*	2,0476*	5	1871,1*	127,01*	235,70*	1083,1*
T	215,86*	23,518*	98,885*	0,6300*	5	141,43 ^{NS}	12,156 ^{NS}	22,632 ^{NS}	236,57*
E	4895,0*	188,39*	1253,6*	0,0636 ^{NS}	1	12,086 ^{NS}	0,4968 ^{NS}	3,6999 ^{NS}	37,749 ^{NS}
D x T	51,928*	405,69 ^{NS}	29,393 ^{NS}	0,1773*	25	138,76*	10,928*	22,053*	87,429*
D x E	384,99*	4603,1*	80,245*	0,4926*	5	223,27*	28,825*	36,366*	408,19*
T x E	121,95*	1848,3*	107,69*	0,3374*	5	131,05 ^{NS}	8,6155 ^{NS}	31,983*	88,171 ^{NS}
D x T x E	42,990*	751,48*	27,375 ^{NS}	0,3074*	25	79,796 ^{NS}	7,0894 ^{NS}	13,539 ^{NS}	61,005 ^{NS}
Erro	19,312	465,97*	19,331	0,0977	144	83,135	6,5622	11,754	51,439
Total	-	-	-	-	215	-	-	-	-
CV (%)		6,16	22,57	6,73	22,32	39,14	51,73	49,18	17,83
Média		71,37	95,64	65,34	1,400	23,29	488,9	6,97	40,21

*Significativo e ^{NS}não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) pelo teste de F. Temperatura (T), embalagens (E) e Período de armazenamento (D).

Tabela 2. Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), pH, luminosidade (L*), croma, ^oHue, índice de escurecimento (IE), em longans (*Dimocarpus longan* Lour) submetidas a período de armazenamento e diferentes temperaturas de desidratação.

Fator	G.L.	PM	SS	AT	SS/AT	pH	L*	^o Hue	Croma	IE
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
D	8	0,0007*	32,851*	0,0006*	8476,8 ^{NS}	0,1344*	18,268*	0,1344*	7,8645*	131,54*
T	4	0,0007*	174,12*	0,0494*	303715*	1,2027*	109,56*	1,2027*	18,359*	1991,7*
D x T	32	0,0005 ^{NS}	27,127*	0,0006*	7538,6*	0,0646*	21,155*	0,0646*	12,370*	159,48*
Erro	90	0,0019	8,4025	0,0003	4346	0,0243	5,4684	0,0243	2,1944	58,126
Total	134	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		481,31	11,53	16,74	22,69	2,33	7,64	2,33	12,29	13,72
Média		0,0009	25,14	0,101	290,5	6,689	30,6	6,689	12,05	55,57

*Significativo e ^{NS}não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) pelo teste de F. Período de armazenamento (D) e temperaturas de desidratação (T).