

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS CENTRAL SEDE ANÁPOLIS - CET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CARACTERIZAÇÃO DOS DERIVADOS DE TOMATE ITALIANO,
CHIPS E TOMATE ATOMIZADO, EM RELAÇÃO A DIFERENTES
EMBALAGENS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO**

Sielly Lobo Pereira

Anápolis - GO
Novembro, 2021

**Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado,
em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento**

Sielly Lobo Pereira

Orientadora: Dra. Sueli Martins de Freitas Alves.

Coorientadores: Dra. Cristiane Maria Ascari Morgado e Dr.
Ivano Alessandro Devilla.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária Central de Anápolis como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola – Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis - GO
Novembro, 2021



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: Sielly Lobo Pereira
E-mail: pereirasielly@gmail.com

Dados do trabalho

Título: Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento.

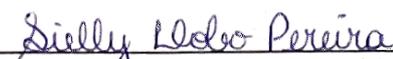
Tipo

() Tese (x) Dissertação

Curso/ Programa de Pós-Graduação Stricto sensu em Engenharia Agrícola.

Concorda com a liberação documento [x] SIM [] NÃO¹

Anápolis, 28/02/2023


Assinatura do autor (a)

gov.br

Documento assinado digitalmente
SUELI MARTINS DE FREITAS ALVES
Data: 08/03/2023 10:11:55-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

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.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L436c

Lobo Pereira, Sielly

Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento / Sielly Lobo Pereira; orientador Sueli Martins de Freitas Alves; co-orientador Cristiane Maria Ascari Morgado. -- Anápolis, 2021.

82 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2021.

1. Solanum lycopersicum. 2. Componentes Principais. 3. Spray-dryer. 4. Polietileno. 5. Dendograma. I. Martins de Freitas Alves, Sueli, orient. II. Maria Ascari Morgado, Cristiane, co-orient. III. Título.



Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Coordenação do Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Engenharia Agrícola

ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO - M.Sc

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
REALIZADA EM vinte e nove de novembro de dois mil e vinte e um PROGRAMA de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Engenharia Agrícola

CANDIDATO: Sielly Lobo Pereira

BANCA EXAMINADORA:

1. Profa. Dra. Sueli Martins de Freitas Alves (Orientador/UEG)
2. Prof. Dr. João Carlos Nabout (UEG)
3. Profa. Dra. Cristiane Fernandes Lisboa (UFRA)

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "**Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomateatomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento**"

LOCAL: Via Webconferência - <https://meet.google.com/wjz-xghv-rkz> (Conforme Portaria CAPES n.036/2020; e Instrução Normativa n. 1, 3 1/03/2020, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação — UEG).

HORÁRIO DE INÍCIO: 14:00 horas, em sessão pública, após exposição de cerca de 40 minutos, o candidato foi arguido oralmente, pelos membros da banca, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua Dissertação, sendo aprovado por unanimidade.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente Ata que é assinada pelos membros da banca, e pelo candidato.

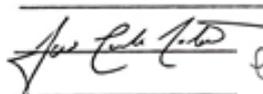
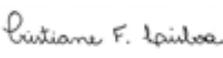
Anápolis, 29 de novembro de 2021.

Documento assinado digitalmente



SUELI MARTINS DE FREITAS ALVES
Data: 24/03/2023 08:50:56 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientador:

 _____
 _____

Candidato:

 _____

Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento

Por

Sielly Lobo Pereira

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

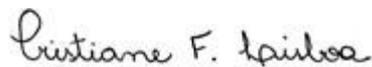
Aprovada em: 29 / 11 / 2021

Documento assinado digitalmente
 SUELI MARTINS DE FREITAS ALVES
Data: 24/03/2023 08:50:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Sueli Martins de Freitas Alves
Orientadora
UEG/CET

Documento assinado digitalmente
 JOAO CARLOS NABOUT
Data: 23/03/2023 08:34:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Carlos Nabout
Membro
UEG/CET



Prof^a. Dr^a. Cristiane Fernandes Lisboa Membro
UFRA

Dedico esse trabalho à Deus, minha família, meu noivo e amigos que me auxiliaram e incentivaram durante todo esse tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me conceder saúde, capacidade e persistência ao longo de todos esses anos.

Agradeço à Universidade Estadual de Goiás, Campus Central de Anápolis e ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola por me oferecer a oportunidade de obter o título de mestre.

A CAPES, pelo fomento e incentivo à minha pesquisa.

Agradeço minha orientadora Prof. Dra. Sueli Martins de Freitas Alves e meus coorientadores Dra. Cristiane Maria Ascari Morgado e Prof. Dr. Ivano Alessandro Devilla pelas contribuições para o meu crescimento pessoal e como pesquisadora.

Sou grata à minha família, Simone, Eliezer, Mikaelly e João Pedro pelo carinho e paciência ao longo desse tempo.

Ao meu noivo, Gabriel, por todo apoio e dedicação, principalmente nas horas mais difíceis.

Aos amigos e colegas da graduação e pós-graduação, em especial Caroline, Carlos e Micael que fizeram parte do andamento desse trabalho.

E a todos que indiretamente contribuíram para a realização dessa conquista.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA	XX
LISTA DE FIGURA	XXI
RESUMO	XXIII
ABSTRACT	XXIV
1. INTRODUÇÃO	25
2. REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1. ORIGEM E PRODUÇÃO	27
2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS	27
2.3. CLASSIFICAÇÃO DO TOMATE	29
2.4. PROCESSAMENTO E DERIVADOS	31
2.5. EMBALAGENS	32
2.6. ARMAZENAMENTO	34
2.7. ATRIBUTOS DE QUALIDADE	35
2.8. TRABALHOS CORRELATOS	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. LOCAL	40
3.2. OBTENÇÃO DOS FRUTOS	40
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	40
3.3.1. Variáveis analisadas	41
3.4. PREPARAÇÃO DOS DERIVADOS	41
3.4.1. Chips de Tomate	41
3.4.2. Tomate Atomizado	42
3.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	42
3.5.1. Coloração	43
3.5.2. Sabor	43
3.5.2.1. Potencial Hidrogeniônico	43
3.5.2.2. Sólidos Solúveis	43
3.5.2.3. Acidez Titulável	44
3.5.2.4. Índice de Maturação	44
3.5.3. Bioativas	44
3.5.3.1. Licopeno e β-caroteno	44

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	45
3.6.1. Análise descritiva	45
3.6.2. Análise de variância	45
3.6.3. Análise multivariada	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÕES	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

LISTA DE TABELA

TABELA 1. Análise dos pressupostos de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e normalidade dos erros (Teste de Shapiro-Wilk) dos derivados de frutos de tomate	47
TABELA 2. Resumo do quadro de análise de variância aplicada aos atributos de qualidade dos derivados de frutos de tomate	48
TABELA 3. Valores médios dos atributos de qualidade do tomate atomizado em função das diferentes embalagens e tempo de armazenamento	50
TABELA 4. Valores médios dos atributos de qualidade do chips de tomate em função das diferentes embalagens e tempo de armazenamento	55
TABELA 5. Componentes principais (PC's), autovalores, variância explicada e variância explicada acumulada envolvendo os atributos de qualidade de tomate atomizado e chips armazenados em diferentes tempos e embalagens	61
TABELA 6. Correlação das variáveis de qualidade com a primeira componente principal	62
TABELA 7. Valores dos escores dos tratamentos (derivado, tempo de armazenamento e embalagem) na primeira componente (PC1)	63

LISTA DE FIGURA

FIGURA 1. Constituintes de um tomate (FERRARI, 2008)	25
FIGURA 2. Classificação do grupo de formato dos tomates (CEAGESP, 2003)	26
FIGURA 3. Grupo coloração da classificação dos tomates (CEAGESP, 2003)	27
FIGURA 4. Estádios de maturação dos tomates (CEAGESP, 2003)	27
FIGURA 5. Derivado chips de tomate oriundos do grupo Italiano no estágio de maturação Maduro e submetidos a secagem em estufa a 60°C	38
FIGURA 6. Derivado tomate atomizado oriundo do grupo Italiano e estágio de maturação Maduro pelo <i>spray dryer</i> a temperatura de 100°C com adição de 15% de maltodextrina	39
FIGURA 7. Análise exploratória do derivado tomate atomizado por meio da demonstração do gráfico box-plot dos tratamentos para cada variável	45
FIGURA 8. Análise exploratória do derivado chips de tomate por meio da demonstração do gráfico box-plot dos tratamentos para cada variável	46
FIGURA 9. Tendência da variável °Hue do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	51
FIGURA 10. Tendência da variável licopeno do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	53
FIGURA 11. Tendência da variável β -caroteno do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	53
FIGURA 12. Tendência da variável °Hue do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	54
FIGURA 13. Tendência da variável croma do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	56
FIGURA 14. Tendência da variável potencial hidrogeniônico do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	57
FIGURA 15. Tendência da variável acidez titulável do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	58
FIGURA 16. Tendência da variável sólidos solúveis do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	59
FIGURA 17. Tendência da variável índice de maturação do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	59

FIGURA 18. Tendência da variável licopeno do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	60
FIGURA 19. Tendência da variável β -caroteno do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente	61
FIGURA 20. Análise de cluster para os escores das PC1 utilizando o método Ward e a medida de distância euclidiana	65
FIGURA 21. Análise de componentes principais dos tratamentos em relação as variáveis de qualidade associada com o agrupamento gerado pela análise <i>cluster</i>	68

PEREIRA, S. L. **Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento.** 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás – Campus Central de Anápolis, Anápolis - GO, 2021.

RESUMO: A produção e consumo de hortaliças, como o tomate, vem crescendo nos últimos anos devido principalmente às propriedades antioxidantes que auxiliam no combate dos radicais livres presentes nas células. Entretanto, o tomate é um produto altamente perecível devido a fragilidade dos seus tecidos e manutenção de sua atividade metabólica. Com o intuito de manter grande parte das propriedades nutricionais e sensoriais características do produto *in natura*, é importante identificar os parâmetros que auxiliarão na manutenção das características físico-químicas dos frutos e dos derivados, como por exemplo, embalagem e armazenamento. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar a influência de diferentes embalagens e tempos de armazenamento em relação às variáveis de qualidade físico-químicas e bioativas dos derivados de tomate do grupo italiano e subgrupo maduro. Foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado com fatorial 4x2+1 e técnica multivariada através da análise de componentes principais (ACP). Foram analisados os parâmetros relacionados à coloração ($^{\circ}$ Hue e croma), sabor (pH, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de maturação) e compostos bioativos (licopeno e β -caroteno) de dois derivados de tomate (tomate atomizado e chips). O dendrograma foi realizado para identificar os *clusters* formados pela PCA que gerou 4 agrupamentos associados com o método de Ward e K-means. Após as análises observou-se que a embalagem transparente foi a que permitiu melhor conservação dentre as variáveis estudadas do derivado tomate atomizado, o mesmo aconteceu para a embalagem laminada para o derivado chips. Em relação ao tempo de armazenamento, o tempo 20 dias apresentou os melhores resultados em relação à conservação do sabor e compostos bioativos.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*; Componentes Principais; *Spray-dryer*; Polietileno; Dendrograma.

PEREIRA, S. L. **Caracterização dos derivados de tomate italiano, chips e tomate atomizado, em relação a diferentes embalagens e tempos de armazenamento.** 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás – Campus Central de Anápolis, Anápolis-GO, 2021.

ABSTRACT: The production and consumption of vegetables, such as tomatoes, has been growing in recent years, mainly due to the antioxidant properties that help fight free radicals present in cells. However, tomato is a highly perishable product due to the fragility of its tissues and maintenance of its metabolic activity. In order to maintain a large part of the nutritional and sensory properties characteristic of the fresh product, it is important to identify the parameters that will help to maintain the physicochemical characteristics of the fruits and derivatives, such as packaging and storage. Therefore, the objective of this work was to characterize the influence of different packaging and storage times in relation to physicochemical and bioactive quality variables of tomato derivatives from the Italian group and mature subgroup. A completely randomized design with factorial 4x2+1 and multivariate technique through principal component analysis (PCA) was applied. Parameters related to color ($^{\circ}$ Hue and chroma), flavor (pH, titratable acidity, soluble solids and maturation index) and bioactive compounds (lycopene and β -carotene) of two tomato derivatives (atomized tomato and chips) were analyzed. The dendrogram was performed to identify the clusters formed by PCA that generated 4 clusters associated with the Ward and K-means method. After the analysis, it was observed that the transparent packaging was the one that allowed better conservation among the studied variables of the atomized tomato derivative, the same happened for the laminated packaging for the chip derivative. Regarding the storage time, the time 20 days showed the best results in relation to the conservation of flavor and bioactive compounds.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Main Components; *Spray-dryer*; Polyethylene; Dendrogram.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais difundidas, devido a sua elevada produção e demanda mundial (SCHMIDT et al., 2017). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a produção da safra de 2021 até o mês de setembro foi de aproximadamente 3,93 milhões de toneladas. Em se tratando de tomate industrial, o Brasil ocupou o oitavo lugar no ranking de produção mundial na safra de 2020, com um total de 1,18 milhões de toneladas (WPTC, 2020).

Segundo Araújo et al. (2017) o tomate tem assumido status de alimento funcional, devido aos altos teores de vitamina A, além de possuir em sua composição antioxidantes como licopeno, β -caroteno, ácido ascórbico e compostos fenólicos. Nos últimos anos, a busca por uma alimentação mais saudável e de fácil preparo tem aumentado a produção e consumo de hortaliça (MOURA-ANDRADE et al., 2010).

Entretanto, o tomate é um produto altamente perecível devido a fragilidade dos seus tecidos e manutenção de sua atividade metabólica, demandando esforços na sua conservação (FERRAZ et al., 2012). Sendo assim, torna-se importante o desenvolvimento de técnicas como a secagem, que consiste em um método de retirada do excesso de umidade por meio da evaporação, ocasionando uma redução das reações enzimáticas e aumento de sua vida útil, além de agregar valor ao produto final (SILVA et al., 2016).

Outra técnica utilizada é a do processamento, a qual gera diversos produtos, como tomate despelado, tomate seco, suco, purê, polpa concentrada, extrato, “catchup”. Além desses produtos, tem-se o tomate em pó, pouco conhecido comercialmente, mas apresenta vantagens em relação ao tempo de preparo dos alimentos, por meio da facilidade de reidratação e mistura (DURIGON, 2016).

O chips de tomate é outro produto que vem se destacando, por ser considerado saudável e de baixa caloria por não passar pelo processo de fritura. O nome chips faz referência ao modo como é apresentado, em fatias finas de espessuras em torno de 1 a 4 mm que passam pelo processo de desidratação (SOKARI e WACHUKWU, 1993).

Com o intuito de manter grande parte das propriedades nutricionais e sensoriais características do produto *in natura*, é importante identificar os parâmetros que auxiliarão na manutenção das características físico-químicas dos frutos e dos derivados, como por exemplo, embalagem e armazenamento (JORGE, 2013).

A embalagem em que os produtos secos são acondicionados é um dos fatores determinantes na qualidade final do produto (ALEXANDRE et al., 2014). O tipo de

embalagem no qual o produto é acondicionado também pode influenciar na sua vida útil. Deste modo as embalagens devem evitar alterações das características sensoriais como sabor, textura, doçura, aceitação global, aroma como também deterioração física, química e microbiológica do produto (SOUSA et al., 2012).

A qualidade do produto armazenado envolve aspectos nutricionais, sanitários e sensoriais, como aparência, aroma, sabor e textura, que podem ser percebidos pelos sentidos humanos e avaliados instrumentalmente. Os atributos sensoriais devem ser considerados em conjunto, pois são pouco representativos da qualidade como um todo se considerados isoladamente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Quanto aos métodos estatísticos, para analisar variáveis encontra-se dispostos dois grupos: um que trata da estatística univariada, analisando as variáveis de maneira isolada e outro que analisa as variáveis de forma conjunta, a estatística multivariada (VICINI, 2005). As técnicas multivariadas identificam grupos similares e dissimilares por meio de um conjunto de informações, as quais são analisadas simultaneamente (DALLASTRA et al., 2014). Este trabalho aborda a análise univariada por meio da análise de variância, teste de Tukey e análise de regressão (para todos os fatores) e análise multivariada dos dados por meio da técnica de componentes principais.

Esse trabalho visou caracterizar a influência de diferentes embalagens e tempos de armazenamento em relação às variáveis de qualidade físico-químicas e bioativas dos derivados de tomate do grupo italiano e subgrupo maduro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ORIGEM E PRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um dos vegetais mais consumidos no mundo, tanto como fruto inteiro ou como produto processado (NAVARRO-GONZÁLEZ et al., 2011). Tem como origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile. Sua domesticação aconteceu no México durante o século XVI. Posteriormente foi introduzido na Itália e demais países da Europa. No Brasil, sua introdução deveu-se aos imigrantes europeus, no final do século XIX (ALVARENGA, 2013; HEUVELINK, 2005).

O cultivo do tomate industrial teve seu início em território brasileiro, no início do século XX em Pernambuco e nos anos 30 migrou para o estado de São Paulo. Na década de 50 a agroindústria se expandiu amplamente e se tornou o maior polo agro processador de tomate do país (SILVA JUNIOR et al., 2015).

O tomate é conhecido e consumido mundialmente devido à sua versatilidade de uso em vários tipos de pratos como pizzas, saladas, molhos, ketchup e bebidas (ALVARENGA, 2013; HEUVELINK, 2005). Segundo Silva Junior et al. (2015) a cadeia produtiva do tomate apresenta grande relevância econômica para a indústria alimentícia e para o setor agrícola em escala nacional e mundial fornecendo insumos e derivados para outras cadeias de bens agrários.

A produção brasileira de tomates em 2020 se concentrou em Goiás (26,78%), São Paulo (25,93%), Minas Gerais (13,09%), Paraná (6,24%), Bahia (6,09%) e Ceará (4,44%), sendo as regiões Sudeste e Centro-Oeste responsáveis por 74,41% do total nacional, tendo uma produção de 1,85 e 1,09 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE, 2020).

Essa performance do estado de Goiás pode ser justificada pelo desenvolvimento de variedades adaptadas ao solo e ao clima regional, por meio da Embrapa Hortaliças presente nesse estado, também pelo uso intensivo de pivô central para irrigação, tornando uma garantia de produtividade, redução de risco e qualidade da produção (CEASA PARANÁ, 2017).

2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS

O tomateiro é uma planta herbácea arbustiva com ramificações laterais. As raízes são pivotantes e o caule flexível, seu cultivo pode ser conduzido de forma tutorada, por

causa da incapacidade de suportar o peso da planta na posição vertical, apresenta modificações em função do hábito de crescimento e destino da produção (FILGUEIRA, 2008).

Seu melhor desenvolvimento ocorre em condições de clima subtropical de altitude ou temperado, fresco e seco, com temperaturas entre 16 e 29 °C, com tolerância de 10 °C a 34 °C. O tomate industrial deve ser plantado em épocas do ano ou em locais onde tais fatores sejam mínimos, por consequência dos danos ocasionados pela umidade e pela chuva. Assim, na Região Centro-Oeste a época mais adequada ao plantio se estende da segunda quinzena de fevereiro até o mês de junho (FILGUEIRA, 2003; GIORDANO; SILVA, 2000).

Segundo Santos (2009) a produção do tomate é formada por duas cadeias produtivas diferentes, caracterizadas pelo tomate de mesa, destinado ao consumo *in natura*, e industrial, destinado ao processamento. Cada cadeia produtiva possui características próprias que se distinguem desde os tipos de cultivares utilizadas até mesmo nas formas de manejo e consumo final.

O fruto é uma baga carnosa, suculenta, com tamanho e formato diversos, apresenta lóculos divididos, sendo essa característica que define a variedade do tomate (HOLCMAN, 2009). Sua estrutura é composta por epicarpo (pele), mesocarpo, endocarpo, feixe fibrovascular, septo, lóculo, tecido placentário e sementes; os lóculos estão no interior dos frutos e as sementes imersas no tecido placentário (Figura 1). Os frutos podem ter dois ou mais lóculos, dependendo da cultivar (FERRARI, 2008; KNOBLICH et al., 2005).

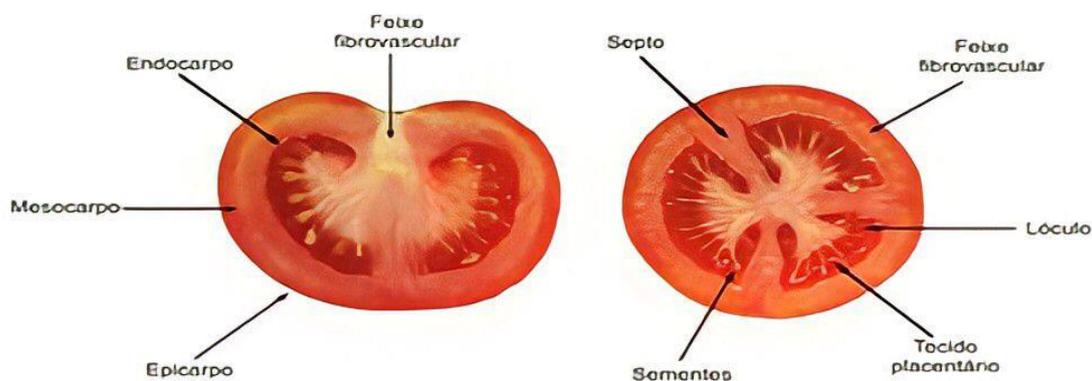


FIGURA 1. Constituintes de um tomate (FERRARI, 2008).

2.3. CLASSIFICAÇÃO DO TOMATE

Além de auxiliar na comercialização, a classificação desempenha um papel econômico significativo para o comprador e vendedor, tanto no comércio externo como interno. Por meio da classificação o cliente paga o preço equivalente ao tipo do produto que está adquirindo, além de agregar valor ao produto (FERREIRA et al., 2005).

O tomate é classificado em relação ao formato, coloração, estágio de maturação, tamanho e qualidade do fruto (CEAGESP, 2003). O formato dos frutos (Figura 2) é determinado pela relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto, sendo assim quando a relação for menor que 0,90 é classificado como Caqui, entre 0,90 e 1,00 Salada, entre 1,00 e 1,15 Santa Cruz, maior que 1,15 Italiano e aqueles que apresentarem diâmetro equatorial menor que 39 mm são classificados como cereja (CEAGESP, 2003).

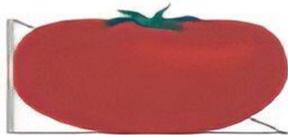
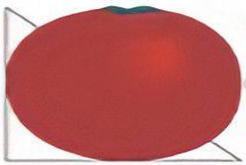
Caqui	Saladete
	
I – Menor que 0,90	II – Entre 0,90 e 1,00
Santa Cruz	Italiano
	
III – Entre 1,00 e 1,15	IV – Maior que 1,15
Cereja	Cálculo do Formato (F)
	Formato do fruto = Comprimento dividido pelo diâmetro equatorial
V – Diâmetro equatorial menor que 39mm	

FIGURA 2. Classificação do grupo de formato dos tomates (CEAGESP, 2003).

O grupo coloração (Figura 3) varia em função do seu estágio de maturação, sendo ele classificado em Vermelho, Rosado, Laranja e Amarelo (CEAGESP, 2003). A qualidade de um fruto na pós-colheita se relaciona diretamente com o seu ponto de colheita e maturação (PAULA et al., 2015). O subgrupo estágio de maturação é caracterizado por três subgrupos: pintando, colorido (maduro) e maduro (Figura 4).



FIGURA 3. Grupo coloração da classificação dos tomates (CEAGESP, 2003).



FIGURA 4. Estádios de maturação dos tomates (CEAGESP, 2003).

É de extrema importância a separação dos produtos em lotes homogêneos, mesmo formato e coloração, para obedecer a um padrão de qualidade e auxiliar no processo de comercialização.

2.4. PROCESSAMENTO E DERIVADOS

O processamento de alimentos pode ser definido como qualquer mudança realizada no alimento antes que o mesmo esteja disponível no mercado. A partir dessa técnica pode-se obter alguns benefícios como a manutenção e aumento da vida de prateleira do produto, sua qualidade, redução de perdas e desperdícios, eliminação de microrganismos patógenos e toxinas (INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION, 2010; van BOEKEL et al., 2010).

O tomate pode ser consumido de forma direta, como uma hortalíça fresca ou pode ter sua polpa transformada em massa ou outros derivados para consumo posterior. Os cultivos de tomate são destinados ao abastecimento industrial ou ao consumo *in natura*, em função de suas características de produção, beneficiamento, processamento e comercialização, compreendendo duas cadeias produtivas que diferem conforme as variedades utilizadas, formas de cultivo e consumo final (CAMARGO et al., 2006).

A indústria de processamento de tomates no Brasil teve grande crescimento a partir da década de 70. O aumento da produção foi estimulado em função da crescente demanda nacional por tomate e seus derivados e essa produção se concentra nas áreas de Cerrado, principalmente nos estados de Goiás e Minas Gerais (CPT, 2010).

O tomate industrial destina-se à produção de derivados como extratos, polpas, molhos e conservas de tomate sem pele (WILKINSON, 2000; SATO, 2005). Outro exemplo de derivado é o tomate em pó, um produto resultante da quase completa desidratação do suco de tomate. Esse derivado deve ser disperso rapidamente em água, produzindo um suco que é praticamente indistinguível do suco original em relação ao flavor, cor, estrutura física e composição química. O produto é bastante utilizado por fabricantes de sopa desidratada e também pode ser utilizado em molhos, pastas, refogados e massas (LEWICKI; LE; POMARAŃSKAŁAZUKA, 2002; AL-ASHEH et al., 2003; FARAHNAKY et al., 2008).

Um produto em pó é altamente desejável não só porque apresenta longa vida útil, mas também por requerer relativamente baixo custo de transporte e baixa capacidade de armazenamento (AL-ASHEH et al., 2003; GOULA et al., 2008; JINAPONG; SUPHANTHARIKA; JAMMONG, 2008). No entanto, a secagem de tomate é um processo complexo e demorado, tornando importante o desenvolvimento de um processo que, além de resultar em um produto de alta qualidade, seja viável economicamente e de fácil transposição de escala (TONON; BARONI; HUBINGER, 2006).

Os processos de secagem normalmente envolvem o uso de temperaturas elevadas, que podem provocar a degradação e a oxidação de alguns nutrientes, comprometendo a qualidade do produto final (LEWICKI; LE; POMARAŃSKA-ŁAZUKA, 2002; TONON; BARONI; HUBINGER, 2006). O equipamento mais indicado para esse processo de obtenção de tomate em pó é o secador *spray dryer*, a única técnica capaz de produzir um pó com tamanho de partícula e teor de água específicos, independentemente da sensibilidade térmica do produto (AL-ASHEH et al., 2003).

O processo de secagem e desidratação de frutas e hortaliças surge com a finalidade de fornecer um novo produto saudável e de baixa caloria, por não passar pelo processo de fritura. Quando fatiados em finas espessuras, em torno de 1 a 4 mm, podem receber o nome de chips (SOKARI e WACHUKWU, 1993).

Industrialmente, a desidratação ocorre pelo calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, umidade e velocidade de ar controlados. Entre as principais vantagens oferecidas pelo seu uso adequado em frutas estão a agregação de valor, a geração de empregos e renda, a preservação de compostos aromáticos, a extensão de vida de prateleira, a praticidade de consumo e de transporte, além de ser uma opção de consumo saudável (SOUZA NETO et al., 2005; SILVA et al., 2015; MAIA et al., 2020).

Destacam-se, também, a semelhança de características sensoriais e nutricionais comparada à matéria prima *in natura*, a oferta em qualquer época do ano e a redução das perdas na lavoura (COSMO et al., 2017). Frutas desidratadas são comumente encontradas em lojas de produtos naturais, supermercados e academias como opções de consumo, visando melhor qualidade de vida pela maior ingestão de nutrientes, contribuindo para uma alimentação balanceada, principalmente pela praticidade no armazenamento e consumo, sendo uma opção de lanche saudável e de fácil transporte (SANTOS et al., 2016).

2.5. EMBALAGENS

As embalagens de alimentos foram desenvolvidas com o intuito de preservar, conter e informar os consumidores sobre as propriedades do produto. Sendo assim, as funções primárias das embalagens seriam as de contenção, proteção e informação, apresentando também uma função essencial no marketing e na logística de venda dos alimentos (BROCKGREITENS; ABBAS, 2016; JOSÉ, 2012)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as embalagens possuem inúmeras funções, dentre elas, proteger o alimento durante as etapas de distribuição, armazenamento, comercialização, manuseio e consumo, além de aumentar a vida de prateleira dos produtos, evitando assim o desperdício (BRASIL, 2017).

Existem inúmeros tipos, formas, modelos e materiais de embalagens proporcionando benefícios que justificam a sua existência. Além disso, são um veículo importante de venda e de construção da identidade de um produto, influenciando na escolha de compra do consumidor (JOSÉ, 2012).

Quanto aos materiais, os mais utilizados para produção de embalagens são vidro, metais, celulósicos, madeira e plásticos. Os materiais poliméricos de origem sintética mais comumente empregados na conservação de alimentos são: Polímeros como o Polietileno de baixa densidade (PEBD), o Polietileno de alta densidade (PEAD), o Polipropileno (PP), o Poliamida (PA), o Policloreto de vinila (PVC), o Politereftalato de etileno (PET) (BASTARRACHEA; DHAWAN; SABLANI, 2011; JOSÉ, 2012; SCETAR; KUREK; GALIC, 2010).

O Polietileno é um polímero que possui estrutura parcialmente cristalina, flexível, cujas propriedades são acentuadamente influenciadas pela quantidade relativa das fases amorfa e cristalina. Em condições normais de uso, os polímeros etilênicos são atóxicos, podendo inclusive ser usados em contato com produtos alimentícios e farmacêuticos (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

De natureza apolar, os polietilenos possuem elevada estabilidade a compostos químicos e outros meios, sendo resistentes a soluções aquosas de sais, ácidos inorgânicos (exceto ácido nítrico e ácido sulfúrico fumegante) e bases. Os tipos de polietileno se diferenciam pelo método de obtenção, condições reacionais e sistemas catalíticos (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

O Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) é um polímero parcialmente cristalino, com temperaturas de fusão na região de 110°C a 115°C. A sua estrutura possui cadeias ramificadas que influenciam na viscosidade do polímero em solução. Além disso, outros parâmetros são influenciados por essas ramificações como, por exemplo, o grau de cristalização, as temperaturas de transição e o tamanho dos cristalitos. A presença de ramificações também influencia na resistência mecânica do polímero porque a estrutura se torna menos compacta, devido à dificuldade em aproximar as cadeias umas das outras (BARBOSA et al., 2017; COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

As propriedades do Polietileno de baixa densidade (PEBD) incluem boa tenacidade, alta resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa processabilidade, estabilidade e propriedades elétricas notáveis, assim sendo, possuem ampla aplicação como filmes para embalagens industriais e agrícolas, filmes destinados a embalagens de alimentos líquidos e sólidos, filmes laminados e plastificados para alimentos, revestimentos plásticos, produtos hospitalares, tubos e mangueiras (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

A qualidade de produtos desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a várias reações. Esses produtos apresentam, quando embalados, maior período de vida de prateleira se protegidos para evitar o contato com o oxigênio e o ganho de umidade, de modo a não ocorrer o empedramento ou aglomeração (ALVES, 2001).

2.6. ARMAZENAMENTO

A escolha do método de conservação adequado depende dos recursos econômicos disponíveis, da infraestrutura e dos atributos de pós-colheita de cada hortaliça (BOTREL et al., 2010). Os aspectos que devem ser considerados para aumentar o tempo de armazenamento são isenção de danos no produto, amassamento, doenças e embalagens adequadas imediatamente após a colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Pereira et al. (2006) avaliaram o comportamento de tomate atomizado embalado em sacos de polietileno de baixa densidade durante 60 dias de armazenamento a temperatura ambiente. Os autores observaram que durante o armazenamento houve aumento da umidade do tomate atomizado e redução dos açúcares redutores e dos parâmetros de cor com o tempo.

Moura (2010) avaliando a estabilidade físico-química, química e microbiológica do pó de acerola orgânica verde durante o armazenamento de 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C concluiu que a acerola orgânica em pó tem características de alimento funcional e seus compostos bioativos apresentaram boa estabilidade ao longo do tempo de armazenamento, podendo ser utilizada como ingrediente funcional em diversos alimentos.

Alexandre et al. (2014) analisando o armazenamento de pitanga em pó, produzida por meio de secagem em camada de espuma, acondicionada em embalagem flexível multifoliada (PET/PP) em temperatura ambiente média de 25 °C, umidade relativa média de 75% e exposto à luz do ambiente do laboratório por 60 dias verificaram que houve

alterações no pó na maioria das propriedades avaliadas, mas os teores de ácido ascórbico, umidade, acidez titulável e açúcares totais pouco variaram ao longo dos 60 dias.

2.7. ATRIBUTOS DE QUALIDADE

O conceito de qualidade do tomate pode se referir aos atributos que o consumidor estima que o produto deva possuir. Esses atributos podem estar relacionados com as características sensoriais, tais como cor, aroma e sabor, ou também através de uma visão global do produto que pode incluir a embalagem e o preço (ELOI et al., 2011).

Os atributos de qualidade dos produtos hortícolas podem ser apresentados por meio de propriedades físicas e químicas: o valor nutricional (carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, minerais), sensorial (aparência, textura, sabor, aroma), e a segurança (microrganismos patogênicos ao homem) (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para estudos de qualidade do fruto, podem ser adotadas várias características, sejam elas físicas como peso, comprimento, diâmetro, forma, cor e firmeza, sejam químicas, como sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, entre outros. Estas características podem ser influenciadas por fatores, como condições edafoclimáticas, cultivar, época e local de colheita, tratos culturais e manuseio na colheita e pós-colheita, e variam em função do destino do fruto e das exigências do mercado consumidor (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001).

A cor é um importante atributo de qualidade, sendo essa característica o mais atrativo para o consumidor, variando entre as espécies e cultivares (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Depende do grau de maturidade do fruto, dos tratamentos tecnológicos efetuados e condições de armazenamento dentre outros fatores (STINCO et al., 2013). O tomate direcionado à indústria deve ser de coloração vermelha intensa e uniforme tanto externamente quanto na parte interna (SOARES e RANGEL, 2012).

Os valores de H^* (ângulo de tonalidade) diminuem proporcionalmente ao amadurecimento do fruto. Esse decréscimo indica escurecimento do fruto de tomate devido a alterações no nível de pigmento, mudança da coloração verde para o vermelho. Juntamente a esse processo os valores de a^* (coordenada vermelho/verde) e C^* (croma) aumentam com o amadurecimento do fruto (STINCO et al., 2013; ZHANG et al., 2014).

Outro importante atributo de qualidade para o consumidor final é o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), comumente adotado como parâmetro de quantificação de açúcares (RODRIGUES, 2016). Deste modo, se os teores de sólidos solúveis

apresentarem baixo valor resultará em uma grande adição de açúcar por parte da indústria de alimentos, para o produto manter-se com qualidade sensorial e sabor adequado para a comercialização e consumo, representando uma alternativa não saudável (SANTOS, 2017).

Segundo Prospero (2010), uma das principais modificações nas características das frutas durante sua maturação é o acúmulo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, o qual ocorre simultaneamente com a redução de acidez. O teor de açúcares aumenta com o amadurecimento e atinge o máximo no final da maturação, isto acontece por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos.

Em se tratando do potencial hidrogeniônico (pH), esse representa a quantidade de íons de hidrogênio livres no meio (IAL, 2008). Estudos têm demonstrado que o pH decresce significativamente com os primeiros sinais de maturação nos frutos e aumenta levemente com o estágio passado. Isso pode ser explicado em consequência da perda de acidez dos frutos que já atingiram a maturação, que adquirem a capacidade de sintetizar ácidos orgânicos (FERREIRA, 2004).

O pH inferior a 4,5 inibe a proliferação de microrganismos no produto final, sendo que valores superiores a este, implica em maiores períodos de esterilização aumentando conseqüentemente o consumo de energia e o custo do processamento. Por outro lado, valores de pH menores que 4,0 podem tornar o sabor do produto final exageradamente ácido, o que não é desejável ao consumidor (SOARES; RANGEL, 2012). Este atributo de qualidade é dependente de fatores como práticas culturais, local de cultivo, alterações sazonais e cultivares (FAVATI et al., 2009).

A acidez corresponde à presença de ácido no produto. Em frutos, os ácidos comumente encontrados são o cítrico e málico, sendo o primeiro considerado referência para a estimativa da acidez (MORENO et al., 2015). A acidez titulável mensura a quantidade de ácidos orgânicos, indicando a adstringência do fruto e influenciando o seu sabor (GIORDANO et al., 2000).

O tomate é considerado um fruto ácido. Para se realizar a destruição de microrganismos e processar um produto saudável, com qualidade e seguro ao consumidor, o tomate não precisa passar por tratamento com temperaturas muito altas como os alimentos considerados de baixa acidez (ANTHON; BARRETT, 2012). As práticas agronômicas como irrigação, fertilização e desbaste, além das condições climáticas e estágio de maturação influenciam na acidez do fruto (ETIENNE et al., 2013;

RAMOS et al., 2013). Este atributo de qualidade possui correlação negativa com o pH (CAUSSE et al., 2003).

Há uma relação entre os açúcares e a acidez (SS/AT), denominada índice de maturação, que é bastante utilizada como critério para determinar o estágio de maturação, confrontando entre o sabor doce e ácido do fruto, que são as condições mais apreciadas para o consumo (COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010). É necessário o equilíbrio entre esses dois parâmetros, assim, deve especificar-se o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para que se obtenha uma ideia real do sabor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Segundo Ferreira (2004) um alto valor da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) indica que o produto terá um sabor suave e agradável, enquanto uma relação baixa faz com que o sabor seja afetado negativamente.

Quanto aos compostos bioativos, os dois principais carotenoides presentes no tomate são o licopeno, em maior concentração (80 a 90%), e o β -caroteno, em menor concentração (7 a 10%), que é mais proativo em vitamina A (KOTIKOVÁ et al., 2011; DEMIRAY et al., 2013; MLADENOVIC et al., 2014).

O licopeno desempenha papel fundamental na coloração vermelha do tomate (SOARES e RANGEL, 2012; LI et al., 2013; PRECZENHAK et al., 2014, KHAIRI et al., 2015). Carvalho et al. (2005) verificaram correlação positiva entre a cor e o teor de licopeno em frutos de tomate. Esses autores afirmaram que quanto maior o valor do componente a^* , maiores serão os teores de licopeno.

Os frutos com maior quantidade de licopeno e outros compostos bioativos como caroteno e compostos fenólicos são importantes para o processamento industrial. Esses componentes compensam a redução da atividade antioxidante causada por fatores químicos, físicos e biológicos (SIDDIQUI et al., 2015).

O valor positivo para o descritor cromático b^* (coordenada amarelo / azul) indica forte influência da cor amarela, estando relacionado com a quantidade de β -caroteno. A quantidade de caroteno presente no tomate está associada à quantidade de luz interceptada pelo fruto (GAUTIER et al., 2008), variando conforme a cultivar (GROLIER et al., 2001).

Informações sobre as características físicas e químicas dos tomates fazem-se cada vez mais necessárias, além de serem importantes para o processo comercial, pois favorecem a manutenção da qualidade do produto, melhoram sua apresentação,

identificam procedência, fornecem várias informações para os consumidores, entre outros (AZEVEDO, 2006; ALVARENGA, 2011).

2.8. TRABALHOS CORRELATOS

Pereira (2005) avaliou a desidratação de tomates em diferentes temperaturas e a conservação do material armazenados em sacos de polietileno de baixa densidade durante 60 dias em temperatura ambiente. Foram analisados sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, umidade, ácido ascórbico, acidez total titulável, cinzas, cinzas insolúveis em ácido clorídrico, açúcares redutores, extrato alcoólico e os parâmetros de cor. A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey. Durante o armazenamento do tomate atomizado não houve alteração no ácido ascórbico, acidez total titulável, cinzas, sólidos solúveis totais, pH e extrato alcoólico, mas ocorreu redução nos açúcares redutores em ambos os tratamentos.

Pereira et al. (2006) avaliaram o comportamento de tomate atomizado embalado em sacos de polietileno de baixa densidade durante 60 dias de armazenamento a temperatura ambiente. Foram analisados acidez titulável, umidade, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores, cinzas, ácido ascórbico e os parâmetros de coloração. A comparação entre médias foi feita pelo teste de Tukey. Foi observado durante o armazenamento, aumento da umidade do tomate atomizado e redução dos açúcares redutores e dos parâmetros de coloração ao longo do tempo.

Andrade et al. (2017) objetivaram reduzir e identificar, dentre as variáveis físicas e químicas de frutos do meloeiro, aquelas que devem ser levadas em consideração na caracterização que conferem produção e qualidade de melão, híbrido Yellow King, pelo emprego da análise fatorial e de componentes principais. Concluíram que as técnicas de análise fatorial e de componentes principais aplicadas as 11 variáveis físicas e químicas de frutos do melão, proporcionaram a redução para 2 componentes principais que explicaram e englobaram de forma confiável as variáveis analisadas.

Santos (2019) caracterizou a qualidade do tomate salada e italiano em dois estádios de maturação submetidos à modelagem uni e multivariada. Foram avaliados acidez titulável, pH, sólidos solúveis, parâmetros de coloração, ácido ascórbico, licopeno e β -caroteno dos derivados de tomate (extrato, suco, chips e tomate atomizado). As amostras foram submetidas à análise de variância e análise de componentes principais.

Verificou-se que o melhor tratamento para todos os derivados de tomate foi a combinação do grupo italiano e estágio maduro.

2.9. MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Os métodos estatísticos são classificados em estatística univariada e multivariada, sendo a principal diferença a análise dos dados. A análise univariada trata cada variável isoladamente e a análise multivariada aborda a complexidade resultante da multiplicidade das variáveis, ou seja, estabelece as relações entre duas ou mais variáveis (RAMOS, 2019).

Os modelos estatísticos univariados tornam-se menos sensíveis em sistemas com particularidades próprias por não considerarem o efeito do conjunto dos inúmeros fatores e características que envolvem estes sistemas (PAIXÃO, 2017). A análise multivariada consiste em uma modalidade de análise estatística utilizada para determinar a contribuição específica de cada variável em um processo multicausal com uma única variável resposta, empregando métodos estatísticos que analisam múltiplas medidas sobre cada objeto investigado, simultaneamente (SILVA, et al., 2010).

A análise de componentes principais é uma técnica da estatística multivariada que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais. Cada componente principal é uma combinação de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados (VARELLA, 2008).

Segundo Ribeiro (2008), para a análise ser considerada multivariada todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas não permitindo que seus resultados sejam significativamente interpretados de forma separada. O propósito desta análise é medir, explicar e prever o grau de relacionamento entre variáveis estatísticas.

De acordo com Fávero (2009), a análise multivariada vem se tornando muito importante para a tomada de decisões nos mais variados campos do conhecimento. A quantidade e a diversidade de dados que podem ser extraídos de uma determinada pesquisa pode ser bastante elevada, dificultando a determinação do relacionamento entre as variáveis e, principalmente, do modelo mais apropriado para se chegar às respostas desejadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL

O experimento foi conduzido no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais e no Laboratório de Pós-Colheita, do curso de Engenharia Agrícola, ambos da Universidade Estadual de Goiás, Campus Central de Ciências Exatas e Tecnológicas, sede em Anápolis – GO.

3.2. OBTENÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos de tomate foram colhidos na fazenda Japhanato, na região de Silvânia/GO, localizada a 16°43.059'S e 48°41.380'O e altitude de 944 m, a qual produz tomates das variedades Valerim (Salada) e Colt (Italiano), destinados a comercialização nas Centrais de Abastecimento (CEASA).

Os tomates foram escolhidos a partir da classificação da CEAGESP (2003), com base no grupo (Italiano) e no subgrupo (Maduro). A classificação do grupo (formato) apresenta normas da relação comprimento e diâmetro equatorial, em que o grupo italiano apresenta valores maiores que 1,15. Quanto ao subgrupo (estádio de maturação) foram utilizados frutos classificados como maduro, sendo esses frutos que apresentam mais de 90% de sua coloração vermelha.

Após a classificação, os frutos foram levados em caixas plásticas até o Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, onde foi realizada a seleção manual e visual quanto à ausência de defeitos e injúrias (CEAGESP, 2003), visando homogeneizar o lote. Os mesmos foram lavados com água corrente e imersos, por 10 minutos, em solução de hipoclorito de sódio a 1%, para desinfecção e, posteriormente, secos em temperatura ambiente.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para cada derivado de tomate (tomate atomizado e chips) foi instalado um experimento em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial com um tratamento adicional do tipo testemunha (2x4+1). Cada tratamento foi constituído pela combinação de dois tipos de embalagens (saco plástico de polietileno de baixa densidade com fecho tipo zip na gramatura de 120 g m⁻¹ e saco plástico laminado com folha de alumínio com fecho tipo zip na gramatura de 100 g m⁻¹) e quatro tempos de armazenamento (10, 20, 30 e 40 dias) e, um tratamento adicional como testemunha (tempo de armazenamento 0 dos derivados chips e tomate atomizado), com 3 repetições.

3.3.1. Variáveis analisadas

- Coloração: °Hue e croma.
- Sabor: Potencial hidrogeniônico, sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação.
- Bioativas: Licopeno e β -caroteno.

3.4. PREPARAÇÃO DOS DERIVADOS

A produção dos derivados de tomate (tomate atomizado e chips) foi realizada a partir dos lotes de frutos oriundos da combinação do grupo de tomate Italiano e estágio de maturação Maduro.

3.4.1. Chips de Tomate

Para a obtenção dos chips de tomate (Figura 5) aproximadamente 250 frutos foram cortados em fatias de 3 mm de espessura (SOKARI e WACHUCWU, 1993), com o auxílio de utensílio específico de corte de frutas e hortaliças, modelo Super Chef e marca Tupperware. Posteriormente, foram secos em estufa, marca Solab, com circulação de ar forçado a temperatura de 60°C até atingir o equilíbrio higroscópico. A escolha da melhor espessura das fatias e da temperatura foi determinada de acordo com SANTOS (2019).



FIGURA 5. Derivado chips de tomate oriundos do grupo Italiano no estágio de maturação Maduro e submetidos a secagem em estufa a 60°C.

3.4.2. Tomate Atomizado

O tomate atomizado (Figura 6) foi obtido por meio do equipamento *Spray Dryer*, modelo LM MSD 1.0 marca Labmaq. Primeiro extraiu-se o suco de aproximadamente 220 frutos de tomate com o auxílio de uma centrífuga Mondial *Juicer* sendo a polpa coletada em um recipiente e a casca/semente em outro.

Posteriormente, realizou-se filtragem em organza para que o mesmo ficasse com consistência líquida e sem a presença de sementes e fibras, evitando o entupimento do equipamento. Para a confecção do derivado foi utilizada temperatura de 100 °C, vazão 0,5 L hora⁻¹, ponta pulverizadora 1,2 mm e concentração de maltodextrina da marca Malto Dry dyn à 15% (agente de secagem), sendo que a temperatura e a concentração de maltodextrina foram determinadas de acordo com AUGUSTA (2011).



FIGURA 6. Derivado tomate atomizado oriundo do grupo Italiano e estágio de maturação Maduro pelo *spray dryer* a temperatura de 100°C com adição de 15% de maltodextrina.

3.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Após a preparação dos derivados, foram realizadas as análises físico-químicas no mesmo dia da preparação (tempo 0 de armazenamento) com o intuito de proceder a caracterização de cada derivado em relação à qualidade e o restante das amostras foram

armazenadas nas respectivas embalagens em temperatura ambiente (27,8 °C e 47,2% UR) para as posteriores análises físico-químicas e bioativas. A temperatura e umidade relativa do ar foram medidas diariamente com auxílio de um termo-higrômetro digital.

A qualidade dos derivados de tomate foi determinada por análises relacionadas com coloração, sabor e substâncias bioativas. O °Hue e croma com a coloração, os teores de potencial hidrogeniônico, sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação são relacionados ao sabor e teor de licopeno e β-caroteno as substâncias bioativas.

3.5.1. Coloração

A cor foi determinada pela utilização do colorímetro CR - 400 da Konica Minolta, em que 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*, foram calculados: o Croma (pureza da cor), através da Equação 1, e o °Hue (tonalidade da cor), através da Equação 2.

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$^{\circ}H = \arctang\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

Em que:

C = Croma; °H = Ângulo Hue; a* = valor de a*, obtido pelo colorímetro CR 400; b* = valor de b*, obtido pelo colorímetro CR 400.

3.5.2. Sabor

3.5.2.1. Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico foi determinado por meio do phmêtro, K39-0014P-Kasvi, com precisão de ± 0,06 e compensação automática de temperatura, calibrado com solução tampão de pH 7, conforme técnica da AOAC (2012).

3.5.2.2. Sólidos Solúveis

A determinação de sólidos solúveis foi realizada por meio da leitura refratométrica direta, em °Brix, com refratômetro Brix/RI-Check da Reichert, com medições de 0 a 62° Brix, conforme recomendação da AOAC (2012).

3.5.2.3. Acidez Titulável

A acidez titulável (AT) foi determinada pela titulação de amostra de 5 g diluída em 95 mL de água destilada, com solução de 0,1 mol L⁻¹ de NaOH padronizada, tendo como indicador a fenolftaleína 1%, seguindo a recomendação da AOAC (2012). A acidez titulável foi expressa em porcentagem de ácido cítrico, e calculada de acordo com a Equação 3:

$$AT (\%) = \frac{V * F_c * C * E_q}{P_a} \quad (3)$$

Em que:

V: Volume da solução de NaOH gastos na titulação (mL); F_c: Fator de Correção da solução de NaOH; C: Concentração da solução de NaOH (mol L⁻¹); E_q: Equivalente-grama do ácido cítrico na amostra (g); P_a: Peso da amostra adicionado no erlenmeyer (g).

3.5.2.4. Índice de Maturação

Foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

3.5.3. Bioativas

3.5.3.1. Licopeno e β-caroteno

Para a extração dos pigmentos licopeno e β-caroteno, pesou-se 1g da polpa homogeneizada, acrescentando-se o solvente (20 mL de acetona 80%). A mistura foi colocada em tubo coberto com papel alumínio e tampa, e levada para refrigerador a 3 °C, onde permaneceu por 1 hora até a total despigmentação. Em seguida, adicionou-se 20 mL de acetona 80% procedendo a filtragem em papel de filtro Whatman N°2. Para a determinação do licopeno e β-caroteno, adicionou-se a amostra nas cubetas e realizaram-se às leituras nos comprimentos de onda de 503 nm para licopeno e 450 nm para β-caroteno em um espectofotômetro da marca Instrutherm UV-2000A.

Os teores de β-caroteno e licopeno foram calculados segundo Lime e Griffiths (1957) e Georgé et al. (2011), utilizando-se as Equações 4 e 5, respectivamente. Os resultados foram expressos em µg g⁻¹.

$$C_{\beta\text{-caroteno}} = 4,624 * A_{450} - 3,091 * A_{503} \quad (4)$$

$$C_{\text{licopeno}} = 3,956 * A_{450} - 0,8061 * A_{503} \quad (5)$$

Em que:

$C_{\beta\text{-caroteno}}$ = β -caroteno; C_{licopeno} = licopeno; A_{450} = Absorbância em 450 nm; A_{503} = Absorbância em 503 nm;

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

3.6.1. Análise descritiva

Após as análises físico-químicas e bioativas de cada derivado foi realizada a estatística descritiva por meio da construção do gráfico *box-plot* utilizando o *software* R versão 4.0.5. A normalidade dos erros ($p\text{-value} < 0,05$) foi verificada por meio do teste proposto por Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variância por meio do teste de Bartlett, utilizando o *software* R versão 4.0.5.

3.6.2. Análise de variância

Foi realizada a transformação Box Cox (1964) para a variável que não atendeu o pressuposto de homogeneidade de variância. As variáveis foram submetidas à análise de variância de acordo com o delineamento inteiramente casualizado com fatorial $4 \times 2 + 1$. Quando os fatores foram significativos ($p\text{-value} \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e análise de regressão, para todos os fatores, utilizando o *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3.6.3. Análise multivariada

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois tipos de embalagens (saco plástico de polietileno de baixa densidade com fecho tipo zip na gramatura de 120 g m^{-1} e saco de material plástico flexível laminado com folha de alumínio com fecho tipo zip na gramatura de 100 g m^{-1}), quatro tempos de armazenamento (10, 20, 30 e 40 dias) e um tratamento adicional como testemunha (tempo de armazenamento 0 dos derivados chips e tomate atomizado), com 3 repetições, gerando uma matriz (18 x 9) formada por 18 amostras na linha e 8 atributos de qualidade, como variáveis, e uma coluna adicional para a identificação dos tratamentos.

Para melhor visualização dos resultados e agrupamento dos tratamentos (embalagem x tempo) em relação as variáveis de qualidade analisadas foram realizadas análise multivariada por meio da análise de componentes principais (HOTELLING, 1936) e análise de *cluster* (SAS, 1990).

As variáveis foram padronizadas com média igual a 0 e com variância igual a 1, com o intuito de minimizar a discrepância entre as variâncias das variáveis estudadas,

pois essas possuem escalas ou unidades de medidas diferentes não podendo ser comparadas dessa forma (SANTOS, 2014). A partir da determinação das componentes principais os autovalores, autovetores e os escores podem ser calculados para cada elemento amostral (MINGOTI, 2005).

A multicolinearidade foi verificada por meio do fator de inflação de variação (VIF) que exclui as variáveis altamente correlacionadas do conjunto, que apresenta um coeficiente de correlação próximo de 1 e um VIF maior que 10 (NAIMI et al., 2014). Foram retiradas da análise as variáveis que apresentaram VIF maior que 10 e realizada a análise de componentes principais com as variáveis não colineares.

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica multivariada de modelagem da estrutura de covariância. A técnica foi inicialmente descrita por Pearson (1901) e uma descrição de métodos computacionais práticos veio posteriormente com Hotelling (1936) que usou com o propósito de analisar a correlação. Essa técnica transforma linearmente um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto menor de variáveis não correlacionadas (HONGYU et al., 2015).

A seleção das componentes principais foi com base no critério de Kaiser, ou seja, foi mantido no sistema apenas as componentes relacionadas aos autovalores ≥ 1 e considerou a porcentagem da variância explicada (KAISER, 1958).

Autovetores são valores que representam o peso de cada variável, em cada componente, variando de -1 a +1. O critério para classificação descrito por Coelho (2003) foi de que autovetores $\leq 0,30$ são classificados como pouco significativo, entre 0,30 e 0,49 como mediamente significativo e autovetores $\geq 0,50$ como significativo.

Os escores gerados pela análise de componentes principal foram utilizados para realizar a análise de agrupamento, *cluster*, com a finalidade de definir grupos de tratamentos similares. Foi utilizado o método de agrupamento Ward que procura por partições que minimizem a perda associada a cada agrupamento (WARD, 1963) e como medida de dissimilaridade a distância euclidiana, que se refere a distância geométrica no espaço multidimensional (CORRAR et al., 2007). Posteriormente, foi utilizado o método de K-means com a partição de quatro grupos.

As análises foram realizadas por meio do *software* R versão 4.0.5 (R CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar as Figuras 7 e 8, que se referem a análise exploratória dos derivados tomate atomizado e chips pode-se observar que para todas as variáveis foi verificada uma possível homogeneidade de variância, com exceção da variável potencial hidrogeniônico do derivado chips, que pode ser comparada pelo teste de Bartley.

Para a realização da análise de variância é necessário que sejam satisfeitos os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, com 5% de probabilidade, respectivamente.

A variável potencial hidrogeniônico do derivado chips não atendeu o pressuposto de homogeneidade de variância, sendo assim os dados precisaram ser transformados, neste caso a transformação que atendeu ao pressuposto foi BoxCox (1964) (Tabela 1).

Após os pressupostos de homogeneidade e normalidade serem verificados foi realizada a análise de variância. A Tabela 2 apresenta os fatores e a interação entre eles que obtiveram diferença significativa em relação aos atributos de qualidade, além do coeficiente de variação que está relacionado com a precisão experimental.

Verificou-se que o coeficiente de variação para os derivados tomate atomizado e chips variaram de baixo (<10%) a médio (entre 10% e 20%) segundo a classificação de Pimentel Gomes (1990).

Para o derivado tomate atomizado, as variáveis que apresentaram interação dos fatores significativa ($p\text{-value} \leq 0,05$) foram: °Hue, croma, licopeno e β -caroteno (Tabela 2). A variável sólidos solúveis apresentou significância apenas para o fator embalagem enquanto que as variáveis potencial hidrogeniônico e acidez titulável apresentaram significância apenas para o fator tempo. Em relação a interação tratamento adicional * fatorial todas as variáveis apresentaram interação significativa ($p\text{-value} \leq 0,05$) menos a variável croma.

Para o derivado chips, observou-se que todas as variáveis apresentaram interação dos fatores significativa ($p\text{-value} \leq 0,05$) (Tabela 2). As variáveis °Hue, croma, licopeno e β -caroteno apresentaram significância para todos os fatores observados, enquanto que as variáveis potencial hidrogeniônico, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de maturação só não apresentaram significância para o fator embalagem. Em relação a interação tratamento adicional * fatorial todas as variáveis apresentaram interação significativa ($p\text{-value} \leq 0,05$).

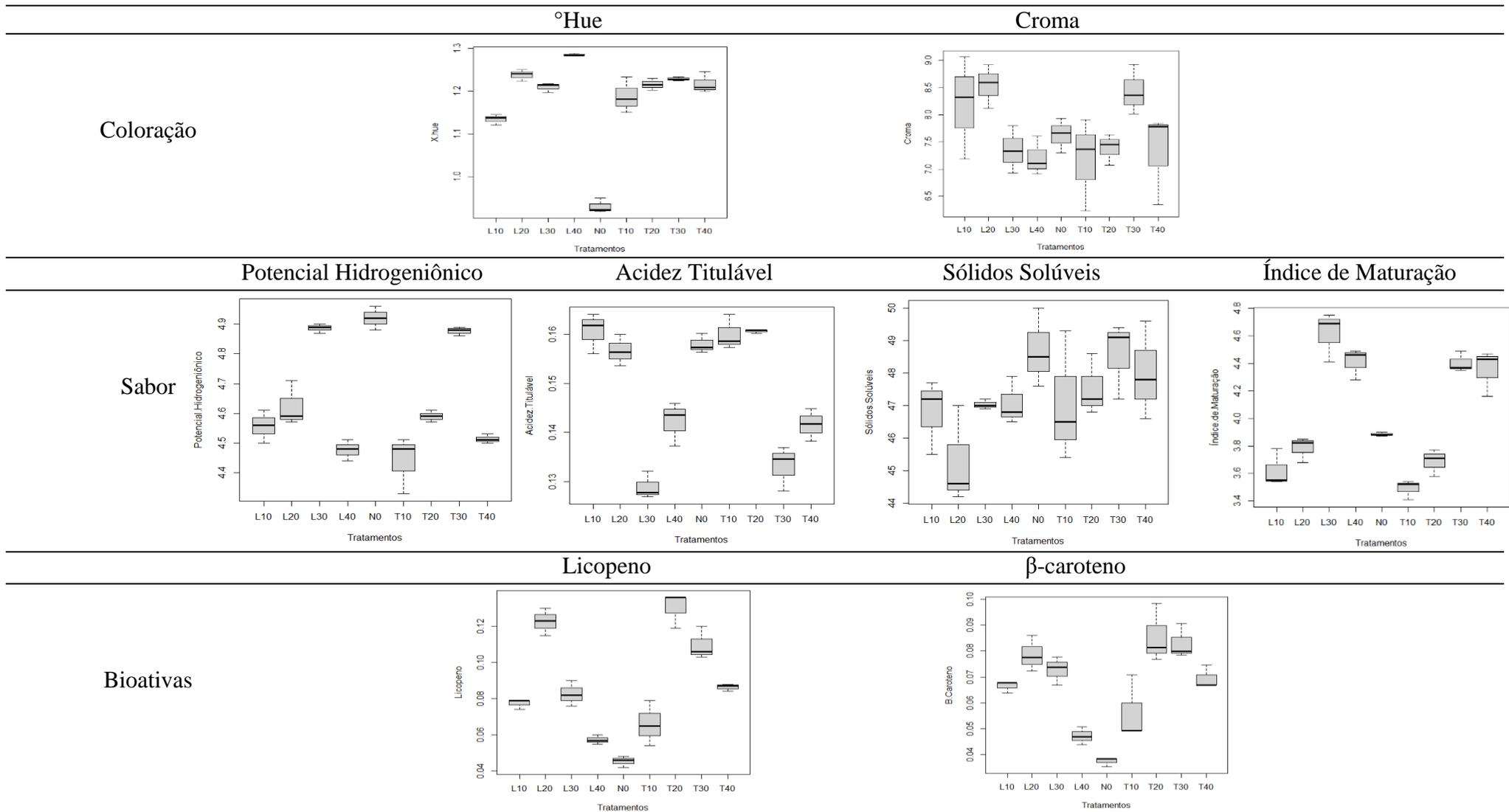
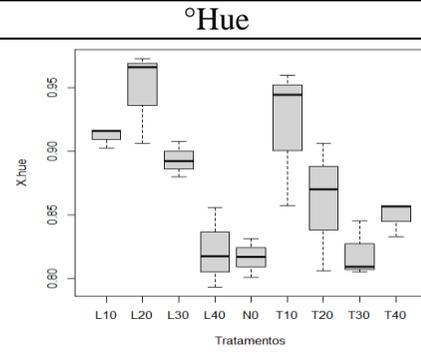
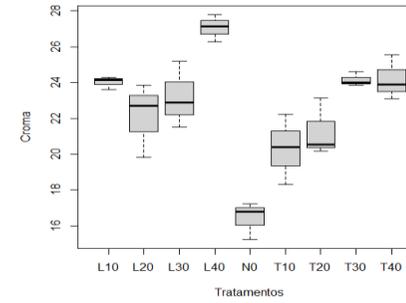


FIGURA 7. Análise exploratória do derivado tomate atomizado por meio da demonstração do gráfico box-plot dos tratamentos para cada variável.

Coloração

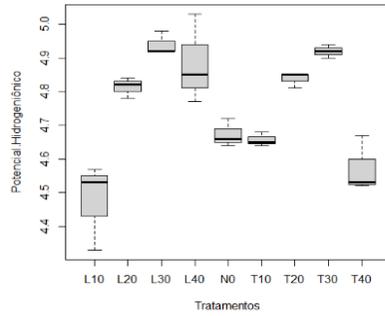


Croma

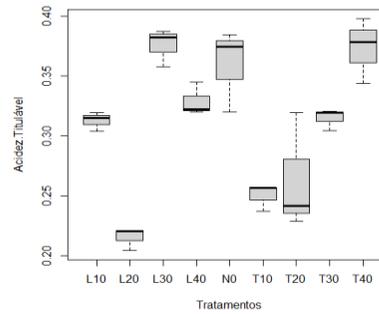


Potencial Hidrogeniônico

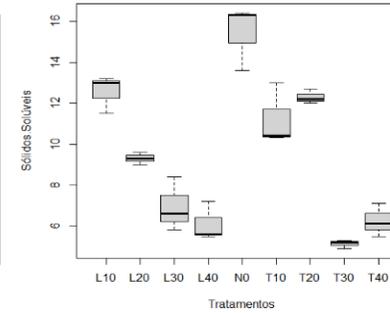
Sabor



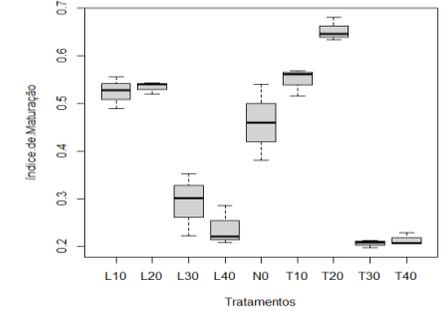
Acidez Titulável



Sólidos Solúveis

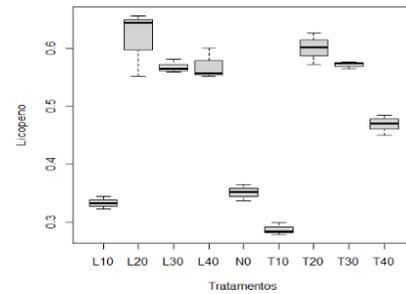


Índice de Maturação



Licopeno

Bioativas



β -caroteno

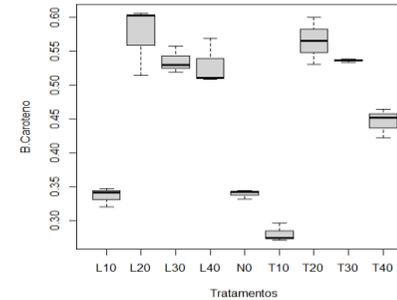


FIGURA 8. Análise exploratória do derivado chips de tomate por meio da demonstração do gráfico box-plot dos tratamentos para cada variável.

TABELA 1. Análise dos pressupostos de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e normalidade dos erros (Teste de Shapiro-Wilk) dos derivados de frutos de tomate.

Derivados	Variáveis	Teste de	Teste de Shapiro-Wilk	
		Bartlett	W	
		K	W	
Tomate Atomizado	°Hue	13.8260 ^{ns}	0.9258 ^{ns}	
	Croma	4.7032 ^{ns}	0.9491 ^{ns}	
	Potencial Hidrogeniônico	12.5900 ^{ns}	0.9510 ^{ns}	
	Acidez titulável	6.9706 ^{ns}	0.9188 ^{ns}	
	Sólidos Solúveis	7.6969 ^{ns}	0.9142 ^{ns}	
	Índice de Maturação	2.9126 ^{ns}	0.8636 ^{ns}	
	Licopeno	8.4510 ^{ns}	0.9085 ^{ns}	
	β-Caroteno	6.8515 ^{ns}	0.8680 ^{ns}	
	Chips	°Hue	8.8770 ^{ns}	0.8766 ^{ns}
		Croma	8.2086 ^{ns}	0.9323 ^{ns}
Potencial Hidrogeniônico		14.1780*	0.8763 ^{ns}	
Acidez titulável		11.0870 ^{ns}	0.8511 ^{ns}	
Sólidos Solúveis		9.3258 ^{ns}	0.9007 ^{ns}	
Índice de Maturação		9.9487 ^{ns}	0.8987 ^{ns}	
Licopeno		11.9820 ^{ns}	0.9197 ^{ns}	
β-Caroteno		11.8700 ^{ns}	0.8952 ^{ns}	

*Significativo a 5% de probabilidade ($p\text{-value} \leq 0,05$); ns – Não significativo ($p\text{-value} > 0,05$). Sólidos solúveis (°Brix); Acidez titulável (% de ácido cítrico); Licopeno e β-caroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$).

TABELA 2. Resumo do quadro de análise de variância aplicada aos atributos de qualidade dos derivados de frutos de tomate.

Derivados	Fator	G.L.	Coloração		Sabor				Bioativas	
			°Hue	Croma	Potencial Hidrogeniônico ¹	Acidez Titulável	Sólidos Solúveis	Índice de Maturação	Licopeno	β-caroteno
			QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Tomate Atomizado	Tempo	3	0,0087*	0,5952 ^{ns}	0,1981*	0,0011*	2,3555 ^{ns}	1,3205*	0,0040*	0,0008*
	Embalagem	1	0,0000 ^{ns}	0,36187 ^{ns}	0,0057 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	9,3750*	0,0900*	0,0010*	0,0003*
	Tempo * Embalagem	3	0,0040*	1,6674*	0,0061 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	1,0905 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	0,0005*	0,0002*
	Ad * fatorial	1	0,2140*	0,0134 ^{ns}	0,2393*	0,0002*	18,4918*	0,0700*	0,0056*	0,0028*
	Resíduo	18	0,0003	0,3576	0,0024	0	1,5888	0,0137	0	0
	Total	26	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)			1,63	7,77	1,06	2,29	2,66	2,91	8,36	10,63
Chips	Tempo	3	0,0087*	18,8662*	1587,2761*	0,0171*	56,3527*	0,2192*	0,1072*	0,0812*
	Embalagem	1	0,0058*	15,7580*	96,9862 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0098*	0,0081*
	Tempo * Embalagem	3	0,0049*	6,5940*	662,9946*	0,0058*	7,0177*	0,0112*	0,0031*	0,0023*
	Ad * fatorial	1	0,0100*	126,0903*	284,0999*	0,0081*	120,0046*	0,0092*	0,0607*	0,0492*
	Resíduo	18	0,001	1,9711	56,2392	0,0005	1,0366	0,0017	0,0006	0,0007
	Total	26	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)			3,64	6,23	5,85	7,68	10,75	10,21	5,2	5,77

GL – Grau de liberdade; QM - Quadrado médio; CV (%) – Coeficiente de variação; Ad – Tratamento adicional (testemunha); * significativo a 5% de probabilidade ($p\text{-value} \leq 0,05$); ns – Não significativo 5% de probabilidade ($p\text{-value} > 0,05$). 1 – Transformação BoxCox para o derivado chips. Sólidos solúveis (°Brix); Acidez titulável (% de ácido cítrico); Licopeno e β-caroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$).

O teste de Tukey (Tabelas 3 e 4) foi realizado com o objetivo de identificar as diferenças significativas dos derivados tomate atomizado e chips em relação as embalagens e tempos de armazenamento. Na Tabela 3 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o derivado tomate atomizado em relação aos atributos de qualidade coloração ($^{\circ}$ Hue e croma), sabor (potencial hidrogeniônico, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de maturação) e bioativas (licopeno e β -caroteno).

A variável $^{\circ}$ Hue indica a qualidade da cor, referindo-se à tonalidade (RÉGULA, 2004), sendo que quanto maior o valor do $^{\circ}$ Hue mais próximo do amarelo é a cor do fruto e quanto menor, maior a proximidade da coloração vermelha, sendo o ângulo 0° o que representa a cor vermelha púrpura (BORGUINI e SILVA, 2005).

Os valores apresentaram um aumento ao longo do período de armazenamento comparado com o valor obtido a partir da análise do tempo 0 (testemunha), apesar da baixa variação (Figura 9). Como os valores apresentados estão entre 0,931 e 1,285 observa-se uma tendência à coloração vermelha.

Uma baixa variação também foi encontrada por Moura (2010) avaliando pó de acerola verde durante o armazenamento de 360 dias, o qual observou que a tonalidade do pó se manteve praticamente a mesma, o que pode ser justificado devido ao produto apresentar pouca pigmentação e por isso não pode ser observada alteração na tonalidade ao longo do armazenamento.

Em relação ao potencial hidrogeniônico este pode variar de acordo com as condições de armazenagem, influenciando o sabor do produto final. O valor de pH apresentou uma redução no tempo 10 de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha), aumentando até o tempo 30 dias de armazenamento, seguido de uma redução no tempo 40, variando entre 4,44 e 4,92. Arlindo et al. (2007) encontraram valores parecidos analisando a evolução das características do pimentão em pó acondicionado em embalagem de polietileno durante 100 dias de armazenamento à temperatura ambiente, variando entre 4,82 e 4,88.

Valores inferiores foram encontrados por Pereira et al. (2006), analisando tomate atomizado seco à 70°C em secador de bandejas e armazenados durante 60 dias, que foram de 3,96 a 4,02. De acordo com Silva et al. (1994), é desejável se ter, em geral, um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de microrganismos no produto final. Os valores encontrados no tempo 10 e 40 de armazenamento ficaram dentro dessa faixa recomendada.

TABELA 3. Valores médios dos atributos de qualidade do tomate atomizado em função das diferentes embalagens e tempo de armazenamento.

Variáveis	Embalagem	Tempo de armazenamento				Média
		10	20	30	40	
Coloração	Laminada	1,1345 Bc	1,2383 Ab	1,2098 Ab	1,2849 Aa	1,2169 ns
	Transparente	1,1885 Ab	1,2161 Aba	1,2285 Aba	1,2362 Ba	1,2173 ns
	Média	1,1615 c	1,2272 b	1,2191 b	1,2605 a	
	Tempo 0	0,9311**				
Croma	Laminada	8,1963 Aa	8,5457 Aa	7,3540 Ba	7,2093 Aa	7,5805 ns
	Transparente	7,1709 Aa	7,3893 Ba	8,4371 Aa	7,3249 Aa	7,8263 ns
	Média	7,6836 ns	7,9675 ns	7,8955 ns	7,2671 ns	
	Tempo 0	7,6320ns				
Potencial Hidrogeniônico	Laminada	4,5566 ns	4,6233 ns	4,8866 ns	4,4766 ns	4,6050 ns
	Transparente	4,4400 ns	4,5900 ns	4,8766 ns	4,5133 ns	4,6358 ns
	Média	4,4983 c	4,6066 b	4,8816 a	4,4950 c	
	Tempo 0	4,9200**				
Sabor	Laminada	0,1607 ns	0,1566 ns	0,1289 ns	0,1422 ns	0,1471 ns
	Transparente	0,1601 ns	0,1607 ns	0,1332 ns	0,1416 ns	0,1489 ns
	Média	0,1604 a	0,1587 a	0,1310 c	0,1419 b	
	Tempo 0	0,1580**				
Sólidos Solúveis	Laminada	46,8000 ns	45,2666 ns	47,0333 ns	47,0666 ns	46,5416 B
	Transparente	47,0666 ns	47,5333 ns	48,5666 ns	48,0000 ns	47,7916 A
	Média	46,9333 ns	46,4000 ns	47,8000 ns	47,5333 ns	
	Tempo 0	49,8000**				
Índice de Maturação	Laminada	3,6266 ns	3,7866 ns	4,6166 ns	4,4100 ns	4,1100 A
	Transparente	3,4966 ns	3,6900 ns	4,4100 ns	4,3533 ns	3,9875 B
	Média	3,5616 b	3,7383 b	4,5133 a	4,3816 a	
	Tempo 0	3,8866**				
Bioativas	Laminada	0,0767 Ab	0,1227 Aa	0,0831 Bb	0,0572 Bc	0,0849 B
	Transparente	0,0660 Ad	0,1301 Aa	0,1096 Ab	0,0867 Ac	0,0981 A
	Média	0,0713 c	0,1264 a	0,0964 b	0,0719 c	
	Tempo 0	0,0453**				
β -Caroteno	Laminada	0,0664 Aa	0,0786 Aa	0,0728 Aa	0,0471 Bb	0,0662 B
	Transparente	0,0564 Ab	0,0855 Aa	0,0830 Aa	0,0694 Aba	0,0736 A
	Média	0,0614 b	0,0820 a	0,0779 a	0,0583 b	
	Tempo 0	0,0373**				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns - Não significativo a 5% de probabilidade.

Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); Acidez titulável (% de ácido cítrico); Licopeno e β -caroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$).

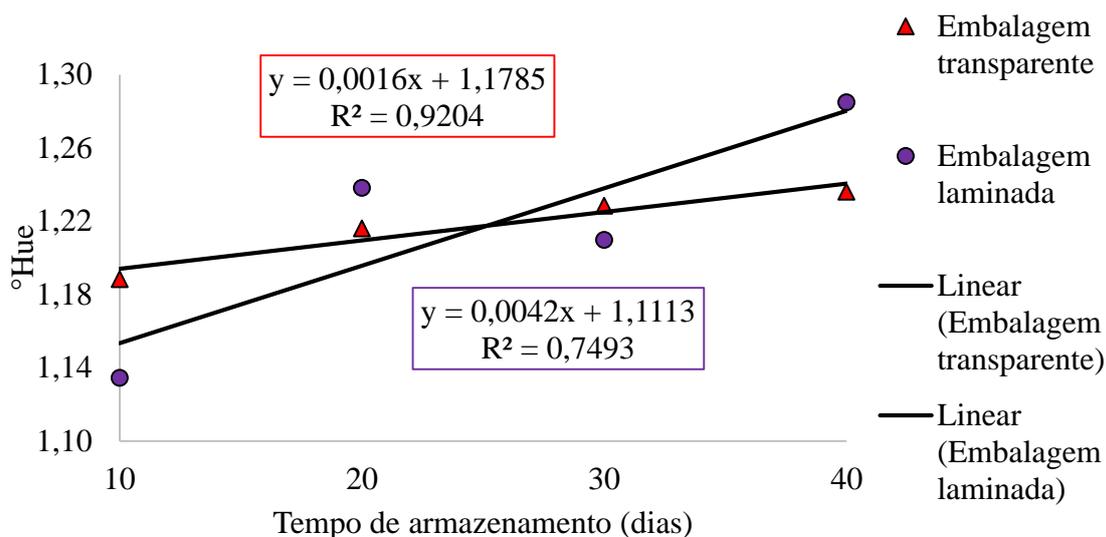


FIGURA 9. Tendência da variável °Hue do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

A acidez é uma importante característica de avaliação da qualidade de frutos, tendo em vista que reações bioquímicas como hidrólise, oxidação ou fermentação alteram a concentração de íons de hidrogênio, consequentemente influenciando nos teores de acidez (BRASIL, 2005). Os baixos valores encontrados para esse parâmetro podem ser justificados pelo fato de os tomates maduros apresentarem menores valores de acidez devido à perda de ácido cítrico que ocorre no final da maturidade (TEKA, 2013).

Os valores encontrados para acidez titulável apresentaram um aumento até o tempo 10 de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha), posteriormente uma redução até o tempo 30, seguido de outro aumento no tempo 40 de armazenamento, desempenho inverso ao observado na variável potencial hidrogeniônico. Esse comportamento de redução foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2005) que ao adicionar 15% de maltodextrina na polpa de cajá observou um decréscimo na acidez total titulável de 7,9% na embalagem laminada e 12% na de polietileno. Esse comportamento era esperado em razão da maltodextrina e da água destilada reduzirem a concentração dos ácidos orgânicos presentes.

Pereira et al. (2006) avaliando o comportamento de tomate atomizado embalado em sacos de polietileno de baixa densidade durante 60 dias de armazenamento a temperatura ambiente observaram que a variável acidez titulável não apresentou diferença significativa ao longo dos 60 dias de armazenamento.

O teor de sólidos solúveis é de grande importância, pois verifica a medida da concentração de açúcares e outros sólidos contidos em frutos (SILVA, 2015). Chitarra e Chitarra (2005) relataram que os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, incluindo principalmente açúcares, ácidos orgânicos e outros constituintes. Portanto variações nesse parâmetro podem estar associadas à oxidação dos ácidos orgânicos presentes no pó.

Pode-se observar que a embalagem transparente apresentou maior média comparada com a embalagem laminada. Comportamento oposto foi encontrado por Loureiro et al. (2013) avaliando o efeito de embalagens de polietileno e laminada nas características físicas, físico-químicas e químicas de buriti em pó, onde as maiores médias foram encontradas para embalagem laminada para os pós secos à 60°C.

Azzolini (2002) relatou que a relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável, índice de maturação, fornece um indicativo do sabor da fruta, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Essa relação tende a aumentar durante a maturação devido ao aumento de açúcares e diminuição dos ácidos.

Os valores do índice de maturação apresentaram uma redução até o tempo 10 de armazenamento, comparado com o tempo 0 (testemunha), seguido de um aumento e posterior queda até o tempo final de armazenamento. E em relação à embalagem, a maior média foi encontrada para o tomate atomizado armazenado na embalagem laminada.

Em relação ao licopeno, este apresentou um aumento dos valores até o tempo 20 de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha), seguido de uma redução. Quanto à embalagem, a transparente foi a que apresentou maior média (Figura 10).

Carvalho et al. (2005) verificaram uma correlação positiva entre a cor e o teor de licopeno em frutos de tomate. Esses autores afirmaram que quanto maior o valor do componente a*, maiores serão os teores de licopeno. Os frutos com maior quantidade de licopeno e outros compostos bioativos como caroteno e compostos fenólicos são importantes para o processamento industrial, pois esses componentes compensam a redução da atividade antioxidante causada por fatores químicos, físicos e biológicos (SIDDIQUI et al., 2015).

Em relação ao β -caroteno, este apresentou um aumento dos valores até o tempo 20 de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha) seguido de uma queda, sendo a embalagem transparente a que apresentou maior média (Figura 11).

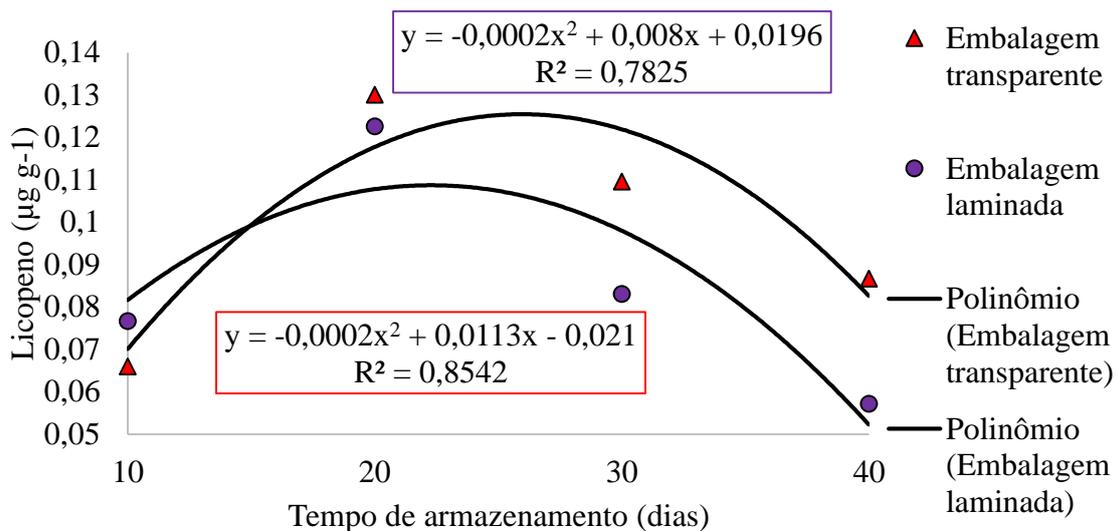


FIGURA 10. Tendência da variável lycopeno do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

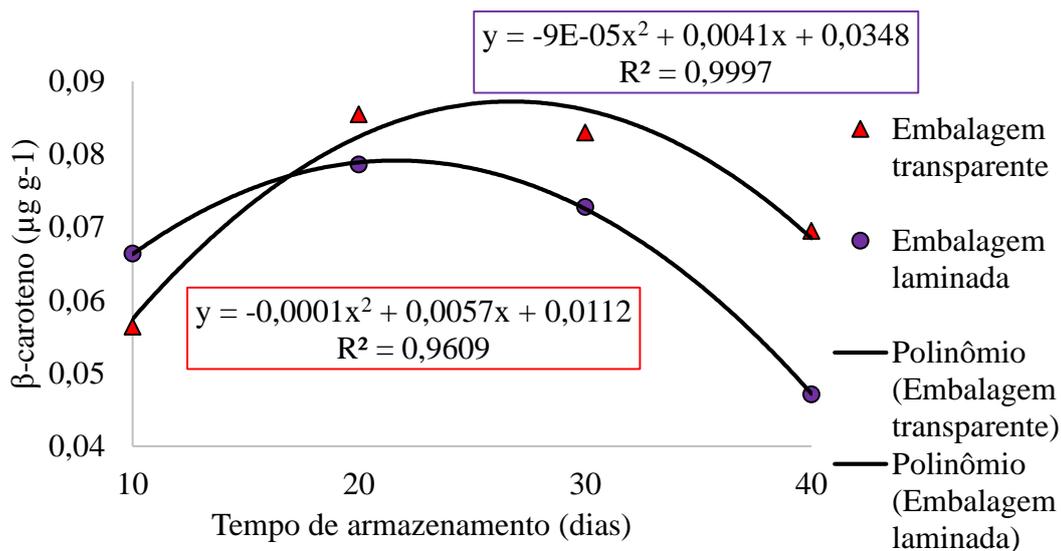


FIGURA 11. Tendência da variável β-caroteno do derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

O valor positivo para o componente b^* indica forte influência da cor amarela, estando relacionado com a quantidade de β-caroteno. A quantidade de caroteno presente no tomate está associada à quantidade de luz interceptada pelo fruto (GAUTIER et al., 2008), variando conforme a cultivar (GROLIER et al., 2001).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o derivado chips em relação aos atributos de qualidade coloração ($^{\circ}$ Hue e croma), sabor (potencial hidrogeniônico, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de maturação) e bioativas (licopeno e β -caroteno).

Em relação à variável $^{\circ}$ Hue, as amostras armazenadas em embalagem laminada apresentaram a maior média, sendo assim maior a proximidade da coloração vermelha. Em relação ao tempo de armazenamento, este apresentou um aumento até o tempo 20 de armazenamento, comparado com o tempo 0 (testemunha), seguido de uma diminuição até o tempo final (Figura 12).

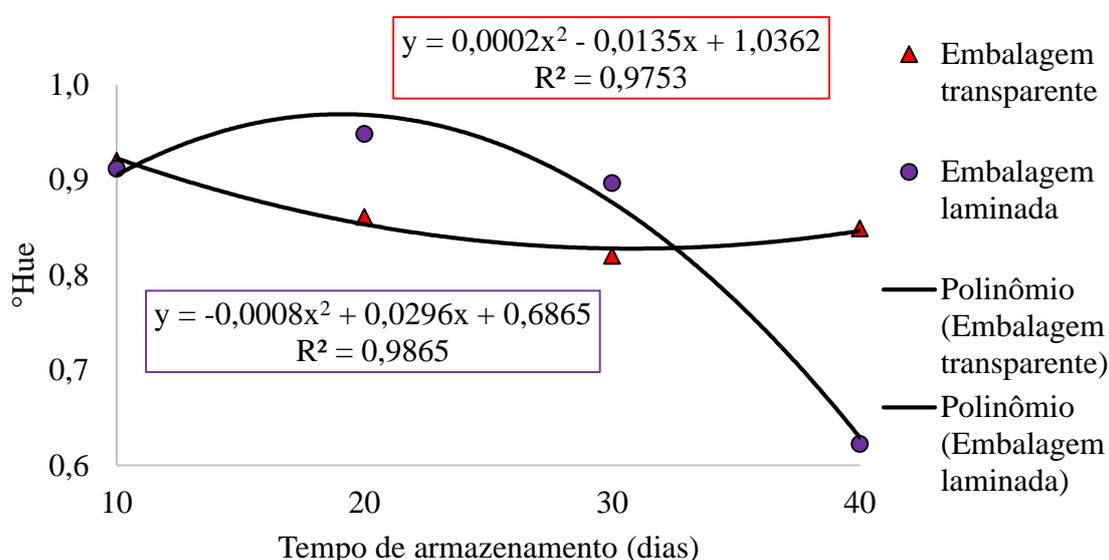


FIGURA 12. Tendência da variável $^{\circ}$ Hue do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

Comportamento semelhante foi encontrado por Alessi et al. (2013) analisando o processo produtivo de mini tomates congelados e desidratados em secador solar durante 72 horas e armazenados em recipientes de vidro durante 90 dias em temperatura ambiente onde observaram um aumento do valor ao longo do armazenamento, seguido de uma redução no tempo final de 90 dias.

A variável croma apresentou um comportamento de aumento durante todo o período de armazenamento em relação ao tempo 0 (testemunha), sendo a embalagem laminada a que apresentou a maior média (Figura 13).

TABELA 4. Valores médios dos atributos de qualidade do chips de tomate em função das diferentes embalagens e tempo de armazenamento.

Variáveis	Embalagem	Tempo de armazenamento				Média	
		10	20	30	40		
Coloração	°Hue	Laminada	0,9117 Aa	0,9480 Aa	0,8966 Aa	0,6224 Bb	0,8447 B
		Transparente	0,9202 Aa	0,8609 Aa	0,8202 Aa	0,8490 Aa	0,8626 A
	Média	0,9160 a	0,9045 a	0,8584 a	0,7357 a		
	Tempo 0	0,8168**					
Croma	Laminada	Laminada	24,0257 Aba	22,1292 Ab	23,2060 Ab	27,0737 Aa	24,1087 A
		Transparente	20,3063 Bb	21,2866 Aba	24,1580 Aa	24,2023 Ba	22,4883 B
	Média	22,1660 b	21,7079 b	23,6820 ba	25,6380 a		
	Tempo 0	16,4223**					
Sabor	Potencial Hidrogeniônico	Laminada	4,4766 Bb	4,8133 Aa	4,9400 Aa	4,8833 Aa	4,7783 ns
		Transparente	4,6566 Ab	4,8366 Aa	4,9200 Aa	4,5733 Bb	4,7466 ns
	Média	4,5666 c	4,8250 ba	4,9300 a	4,7283 b		
	Tempo 0	4,6833**					
Acidez Titulável	Laminada	Laminada	0,3127 Ab	0,2156 Bc	0,3757 Aa	0,3289 Bba	0,3082 ns
		Transparente	0,2501 Bc	0,2634 Acb	0,3148 Bb	0,3732 Aa	0,3004 ns
	Média	0,2814 b	0,2395 c	0,3453 a	0,3510 a		
	Tempo 0	0,3595**					
Sólidos Solúveis	Laminada	Laminada	12,5666 Aa	9,3000 Bb	6,9333 Ac	6,1000 Ac	8,7250 ns
		Transparente	11,2333 Aa	12,3000 Aa	5,1333 Bb	6,2333 Ab	8,7250 ns
	Média	11,9000 a	10,8000 a	6,0333 b	6,1666 b		
	Tempo 0	15,4333**					
Índice de Maturação	Laminada	Laminada	0,5266 Aa	0,5333 Ba	0,2900 Ab	0,2400 Ab	0,3975 ns
		Transparente	0,5500 Ab	0,6533 Aa	0,2066 Bc	0,2166 Ac	0,4066 ns
	Média	0,5383 a	0,5933 a	0,2483 b	0,2283 b		
	Tempo 0	0,4600**					
Bioativas	Licopeno	Laminada	0,3333 Ab	0,6182 Aa	0,5696 Aa	0,5708 Aa	0,5230 A
		Transparente	0,2868 Bc	0,6016 Aa	0,5730 Aa	0,4688 Bb	0,4826 B
	Média	0,3101 c	0,6099 a	0,5713 a	0,5198 b		
	Tempo 0	0,3518**					
β-Caroteno	Laminada	Laminada	0,3362 Ab	0,5742 Aa	0,5358 Aa	0,5296 Aa	0,4939 A
		Transparente	0,2808 Bc	0,5653 Aa	0,5366 Aa	0,4462 Bb	0,4572 B
	Média	0,3085 c	0,5698 a	0,5362 a	0,4879 b		
	Tempo 0	0,3397**					

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ns não significativo a 5% de probabilidade.

Sólidos solúveis (°Brix); Acidez titulável (% de ácido cítrico); Licopeno e β-caroteno (µg g⁻¹).

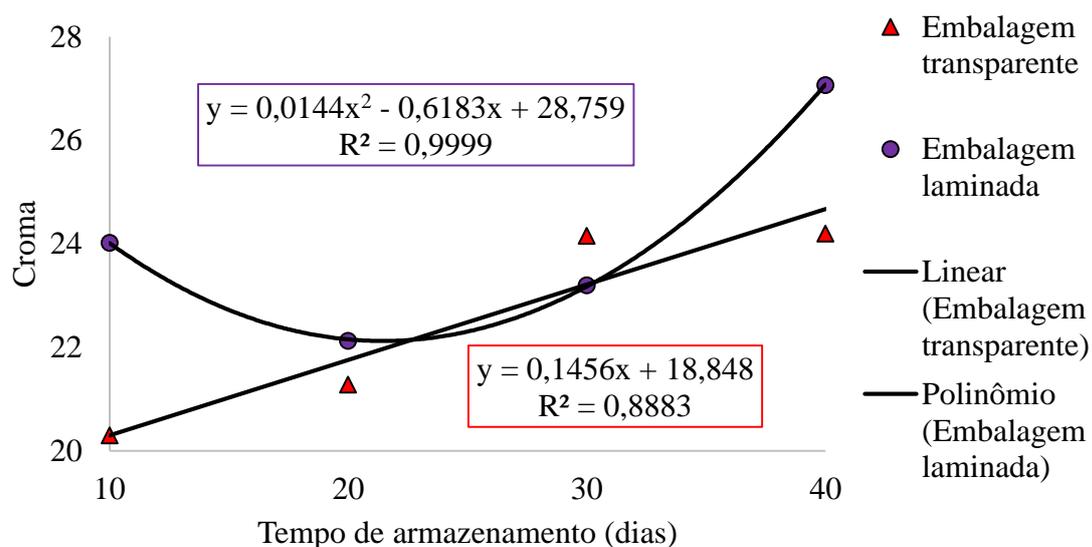


FIGURA 13. Tendência da variável croma do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

Desempenho inverso foi encontrado por Alessi et al. (2013) analisando o processo produtivo mini tomates congelados e desidratados em secador solar durante 72 horas e armazenados em recipientes de vidro durante 90 dias em temperatura ambiente onde observaram uma redução do valor de croma de 20,07 no tempo 0 para 9,68 no tempo 90 de armazenamento.

Quanto a variável potencial hidrogeniônico, houve uma diminuição do valor no tempo 10 de armazenamento comparado com o valor obtido a partir da análise do tempo 0 (testemunha), seguido de um aumento até o tempo 30 e posterior queda (Figura 14).

Lima e Bruno (2007) analisando manga processada por desidratação osmótica seguida de fritura acondicionada em embalagens de polipropileno e armazenada a temperatura ambiente (± 28 °C) por 124 dias observaram aumento do valor de potencial hidrogeniônico até o dia 33 de armazenamento.

Em relação à variável acidez titulável esta apresentou diminuição do valor até o tempo 20 de armazenamento em relação ao tempo 0 (testemunha) seguido de um aumento (Figura 15).

Valores superiores foram encontrados por Lima e Bruno (2007) analisando manga processada por desidratação osmótica seguida de fritura acondicionada em embalagens de polipropileno e armazenada a temperatura ambiente (± 28 °C) por 124 dias, em que encontraram valor inicial de 0,60 e final de 0,56.

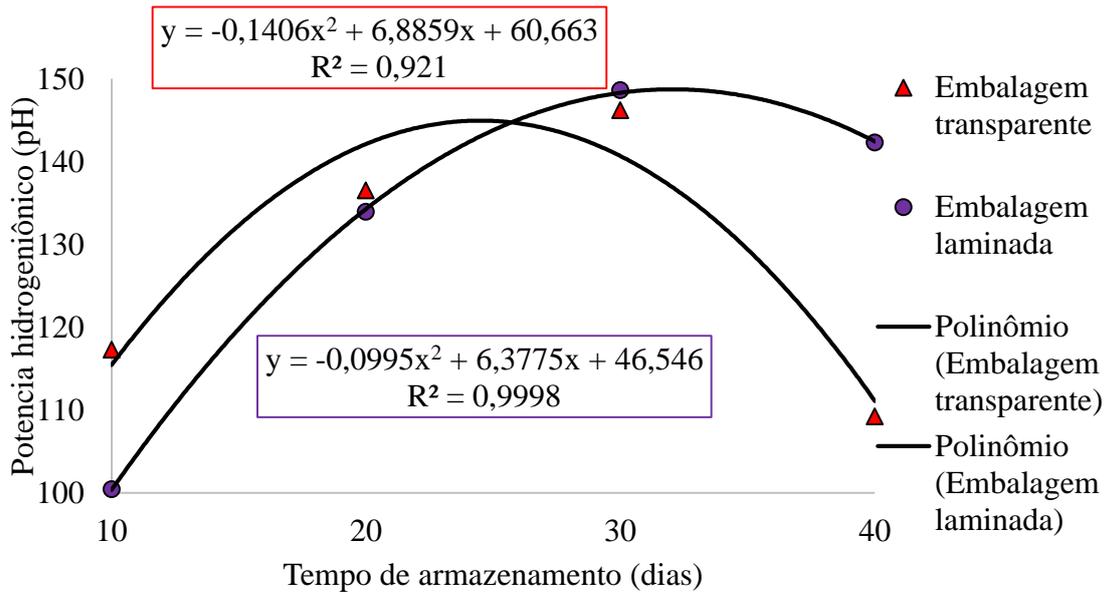


FIGURA 14. Tendência da variável potencial hidrogeniônico do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

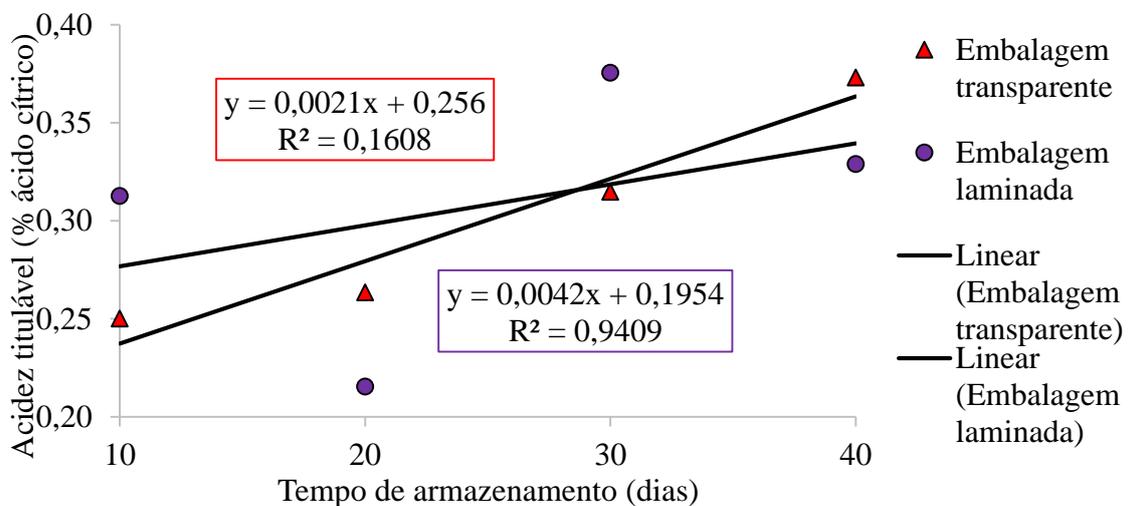


FIGURA 15. Tendência da variável acidez titulável do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

Alessi et al. (2013) analisando o processo produtivo de mini tomates congelados e desidratados em secador solar durante 72 horas e armazenados em recipientes de vidro durante 90 dias em temperatura ambiente onde observaram um aumento dos valores durante todo o período de armazenamento, variando de 0,77 a 0,99.

Os valores de sólidos solúveis também apresentaram diminuição ao longo do período de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha) (Figura 16).

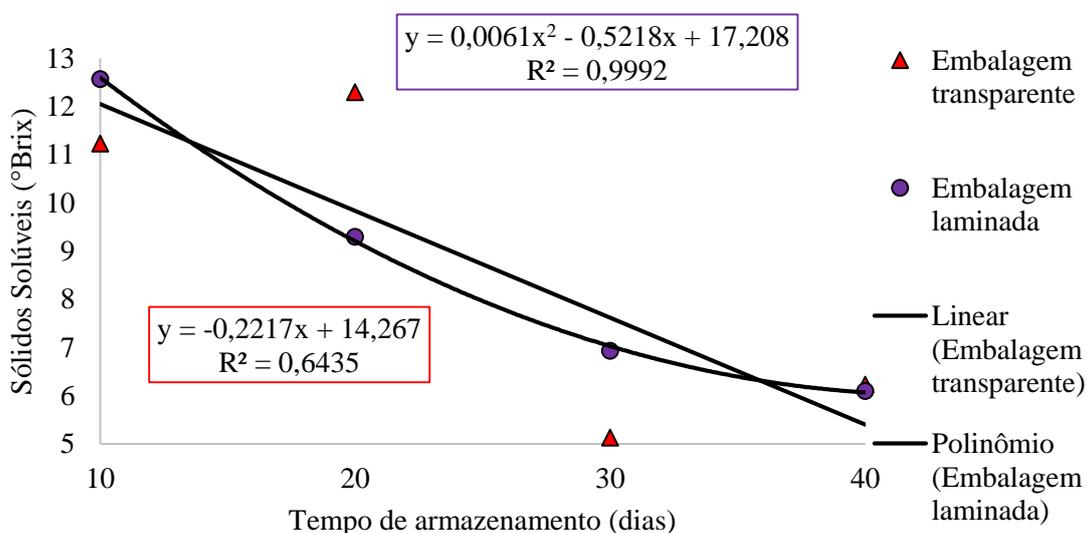


FIGURA 16. Tendência da variável sólidos solúveis do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

A mesma tendência foi encontrada por Lima e Bruno (2007) avaliando a qualidade no armazenamento de manga processada por desidratação osmótica seguida de fritura acondicionada em embalagens rígidas de polipropileno e armazenada a temperatura ambiente (± 28 °C) por 124 dias, apresentando um valor inicial de 76,6 e final de 70,1. E por Alessi et al. (2013) analisando o processo produtivo de mini tomates congelados e desidratados em secador solar durante 72 horas e armazenados em recipientes de vidro durante 90 dias em temperatura ambiente onde os valores variaram entre 26,61 e 24,67.

Quanto ao índice de maturação este apresentou uma tendência de aumento do valor até o tempo 20 de armazenamento, seguido de uma queda (Figura 17). Alessi et al. (2013) analisando o processo produtivo de mini tomates congelados e desidratados em secador solar durante 72 horas e armazenados em recipientes de vidro durante 90 dias em temperatura ambiente observaram queda dos valores ao longo do período de armazenamento, variando de 34,82 até 28,79.

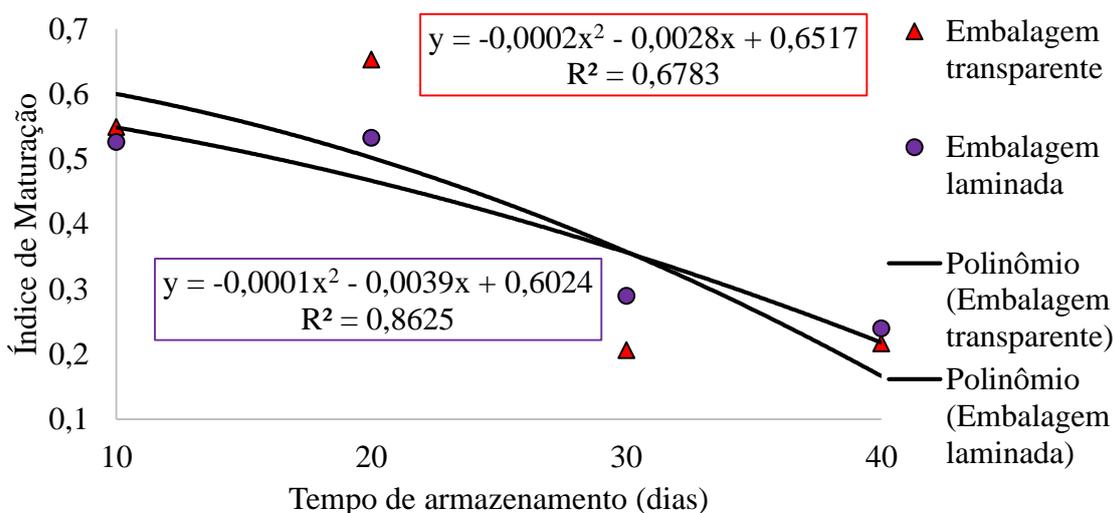


FIGURA 17. Tendência da variável índice de maturação do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

A variável licopeno apresentou queda do valor do tempo 10 de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha) seguido de um aumento até o tempo 20 de armazenamento e posteriormente outra queda até o período final de armazenamento (Figura 18).

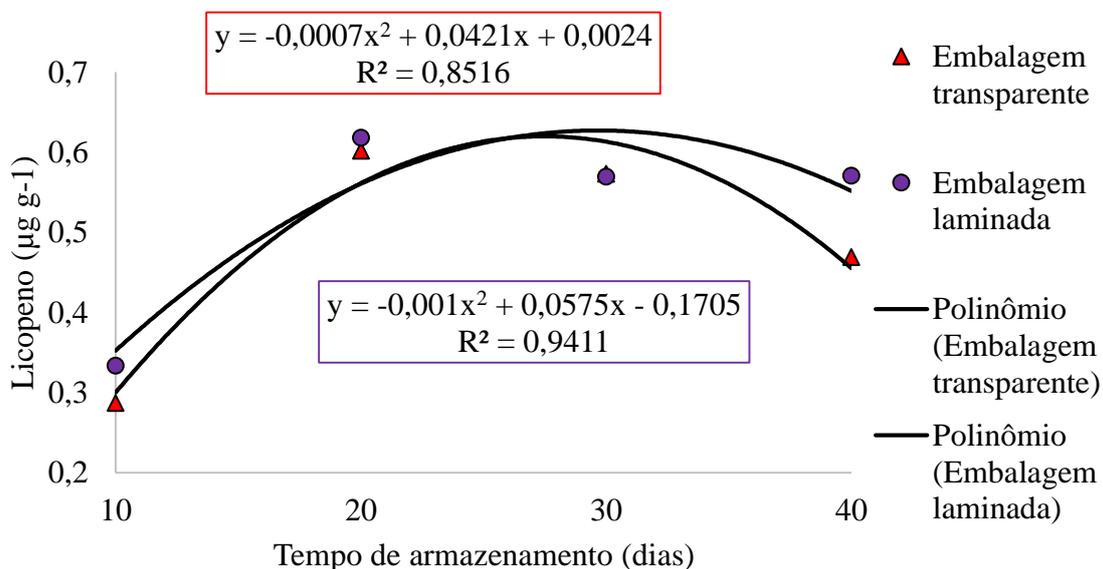


FIGURA 18. Tendência da variável licopeno do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

E em se referindo à embalagem, a laminada foi a que apresentou maior média comparada com a transparente. Esse comportamento pode ser justificado devido à barreira contra a luz que a laminação da embalagem permite obter, diminuindo o contato com o meio externo e consequente oxidação desse composto (REIS et al., 2006). Uma vez que o licopeno é o responsável pela cor vermelha do tomate, o seu aumento acarretou em um aumento da intensidade da cor.

Bragueto (2013) avaliando a qualidade de tomate seco obtido por meio da desidratação osmótica e secagem observou redução do teor de licopeno com o tempo de armazenamento de 144,80 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para 94,79 e 88,03, na embalagem com ar e vácuo, respectivamente. Silva et al. (2010) analisando o teor de licopeno em tomate seco armazenado em azeite de oliva e óleo de girassol durante 45 dias, observaram redução a partir de 30 dias de armazenamento.

A variável β -caroteno apresentou aumento do valor ao longo do período de armazenamento comparado com o tempo 0 (testemunha) para ambas embalagens (Figura 19).

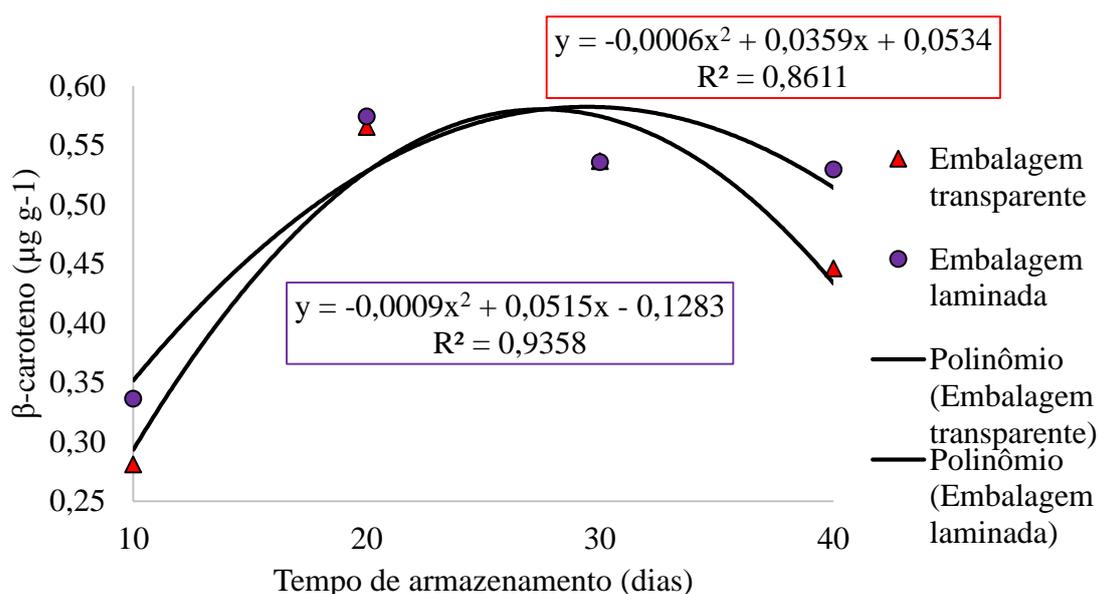


FIGURA 19. Tendência da variável β -caroteno do derivado chips armazenado em embalagem transparente e laminada durante 40 dias em temperatura ambiente.

E em reação à embalagem, a laminada foi a que apresentou maior média comparada com a transparente. Esse comportamento pode ser justificado devido à barreira contra a luz que a laminação da embalagem permite obter, diminuindo o contato com o meio externo e consequente oxidação desse composto (REIS, et al., 2006).

Desempenho inverso foi encontrado por Cruz (2011) avaliando o efeito da temperatura de secagem (55, 65, 75 e 85°C) e do tempo de armazenamento (90 dias) sobre a qualidade física, química e sensorial do tomate seco.

Os atributos de qualidade dos derivados de tomate armazenados em diferentes tempos e embalagens foram avaliados pela técnica de componentes principais (PCA) (Tabela 5). As oito variáveis geraram oito componentes principais colaborando para a obtenção de informações que contribuíram para explicar a relação das variáveis com a qualidade dos tratamentos analisados.

TABELA 5. Componentes principais (PC's), autovalores, variância explicada e variância explicada acumulada envolvendo os atributos de qualidade de tomate atomizado e chips armazenados em diferentes tempos e embalagens.

Componentes Principais	Autovalores	Variância Explicada (%)	Variância Explicada Acumulada (%)
PC1	2,5680	82,40	82,40
PC2	0,9651	11,64	94,05
PC3	0,5333	3,55	97,60
PC4	0,3188	1,27	98,87
PC5	0,2457	0,75	99,62
PC6	0,1530	0,29	99,92
PC7	0,0753	0,07	99,99
PC8	0,0265	0,00	100,00

A variância total acumulada é explicada 100% pelas oito componentes principais, em função dos diferentes derivados, tempos de armazenamento e embalagens. Verificou-se que as primeiras componentes (PC1 e PC2) explicam 94,05% da variância total, sendo a PC1 representada por 82,40% e a PC2 por 11,64%.

De acordo com o critério de Kaiser (1958), a seleção das componentes principais deve ser com base no autovalor. Componentes que apresentam autovalor ≥ 1 são mantidas na análise. A primeira componente está de acordo com esse critério, podendo ser responsável pela explicação do resultado.

Rovani et al. (2013) analisaram a aplicação da técnica por componentes principais na aplicação de técnicas de processamento digital de imagens e verificaram que a primeira componente principal explicou 93,81% para as bandas da imagem 1, 2 e 3 e 98,15% para as bandas 5 e 7 da variância total e decidiram pela utilização dessa primeira

componente. Protásio et al. (2011) avaliando a relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal verificaram que a primeira componente principal explicou 94,89%, sendo assim utilizada por explicar grande parte da variância total.

Em se tratando da técnica multivariada, cada componente principal é constituído pela combinação linear das variáveis originais e os coeficientes da combinação são denominados pesos, representando o quanto cada variável original contribui para uma determinada componente principal. Quanto maior o peso melhor a representação da variável na formação do gráfico (SANTI et al., 2012). Os autovetores das componentes principais (Tabela 6) representam a correlação das variáveis com os componentes principais e variam de -1 +1 (COELHO, 2003).

TABELA 6. Correlação das variáveis de qualidade com a primeira componente principal.

Variáveis	Componente Principal
	PC1
°Hue	0,3601
Croma	-0,3797
Potencial Hidrogeniônico	-0,1587
Acidez Titulável	-0,3563
Sólidos Solúveis	0,3840
Índice de Maturação	0,3804
Licopeno	-0,3730
β-caroteno	-0,3773

Pode-se observar que as variáveis sólidos solúveis (0,3840) e índice de maturação (0,3804) apresentaram maior correlação positiva, enquanto que a variável croma (-0,3797) e β-caroteno (-0,3773) apresentaram maior correlação negativa com a PC1.

Posterior à determinação das componentes principais, os seus valores numéricos, denominados de escores, são calculados para cada elemento amostral. Os escores representam as coordenadas das amostras no sistema de eixos formados pelos componentes principais. O gráfico dos escores mostrou a relação entre os elementos, permitindo compreender quais variáveis mais contribuíram para os agrupamentos (SOUZA et al., 2012). Na Tabela 7 são apresentados os valores numéricos (escores) para os tratamentos analisados na primeira componente principal.

TABELA 7. Valores dos escores dos tratamentos (derivado, tempo de armazenamento e embalagem) na primeira componente (PC1).

Variáveis	Componente Principal
	PC1
C.0.N	-1,8112
C.10.T	-1,2039
C.10.L	-1,6352
C.20.T	-2,5576
C.20.L	-2,3422
C.30.T	-3,1815
C.30.L	-3,1832
C.40.T	-2,6934
C.40.L	-3,2989
P.0.N	1,7117
P.10.T	2,5551
P.10.L	2,2728
P.20.T	2,3620
P.20.L	2,3356
P.30.T	2,3837
P.30.L	2,4816
P.40.T	2,7508
P.40.L	2,9969

C.0.N - Chips Zero Nenhum; C.10.T- Chips Dez Transparente; C.10.L - Chips Dez Laminada; C.20.T - Chips Vinte Transparente; C.20.L - Chips Vinte Laminada; C.30.T - Chips Trinta Transparente; C.30.L - Chips Trinta Laminada; C.40.T - Chips Quarenta Transparente; C.40.L - Chips Quarenta Laminada; P.0.N - Pó Zero Nenhum; P.10.T - Pó Dez Transparente. P.10.L - Pó Dez Laminada; P.20.T - Pó Vinte Transparente; P.20.L - Pó Vinte Laminada; P.30.T - Pó Trinta Transparente; P.30.L - Pó Trinta Laminada; P.40.T - Pó Quarenta Transparente; - P.40.L - Pó Quarenta Laminada.

De acordo com Teixeira (2010) quanto menor a distância dos escores em relação ao eixo do plano cartesiano, menor os valores dos escores e sua contribuição para explicar o fenômeno; em contrapartida quanto maior a distância do escore do eixo, maior os valores dos escores e sua contribuição para explicar o fenômeno.

Pode-se observar que os tratamentos P.10.T (pó, tempo dez de armazenamento e embalagem transparente), P.40.L (pó, tempo quarenta de armazenamento e embalagem laminada) e P.40.T (pó, tempo quarenta de armazenamento e embalagem transparente) contribuíram positivamente, enquanto que os tratamentos C.30.L (chips, tempo trinta de armazenamento e embalagem transparente), C.30.T (chips, tempo trinta de armazenamento e embalagem transparente) e C.40.L (chips, tempo quarenta de

armazenamento e embalagem laminada) contribuíram negativamente, sendo mais relacionados com as variáveis sólidos solúveis, índice de maturação, croma e β -caroteno pois estas foram as que apresentaram maior correlação com a PC1 (Tabela 7).

O derivado tomate atomizado armazenado em embalagem transparente apresentou a maior média de sólidos solúveis, o inverso aconteceu com a variável índice de maturação, no qual a maior média foi observada na embalagem laminada. Silva et al (2005) analisando a influência do tipo de embalagem sobre o armazenamento a temperatura ambiente de polpa de umbu-cajá em pó concluíram que a amostra armazenada em embalagem laminada apresentou a maior média de sólidos solúveis. Em se tratando do derivado chips armazenado durante 40 dias para ambas as embalagens, este apresentou maior média da variável croma.

A análise de agrupamentos foi realizada para facilitar a visualização dos agrupamentos formados pela análise de componentes principais (Figura 20). Foi utilizado o método hierárquico de Ward para definição dos grupos para formação de um diagrama com duas dimensões, que também pode ser denominado de Dendrograma ou Diagrama de Árvore (SANTOS; BLANCO; GONÇALVES, 2011).

Pode-se observar a formação de quatro grupos gerados a partir do método de k-means com o agrupamento Ward. O primeiro grupo foi constituído pelos tratamentos P.10.L (pó, tempo dez de armazenamento e embalagem laminada), P.20.T (pó, tempo vinte de armazenamento e embalagem transparente), P.20.L (pó, tempo vinte de armazenamento e embalagem laminada), P.10.T (pó, tempo dez de armazenamento e embalagem transparente), P.40.T (pó, tempo quarenta de armazenamento e embalagem transparente), P.40.L (pó, tempo quarenta de armazenamento e embalagem laminada).

O segundo grupo foi constituído pelos tratamentos P.0.N (pó, tempo zero de armazenamento e nenhuma embalagem), P.30.T (pó, tempo trinta de armazenamento e embalagem transparente) e P.30.L (pó, tempo trinta de armazenamento e embalagem laminada). O terceiro grupo pelos tratamentos C.10.L (chips, tempo de de armazenamento e embalagem laminada), C.40.T (chips, tempo quarenta de armazenamento e embalagem transparente), C.0.N (chips, tempo zero de armazenamento e nenhuma embalagem) e C.10.T (chips, tempo dez de armazenamento e embalagem transparente).

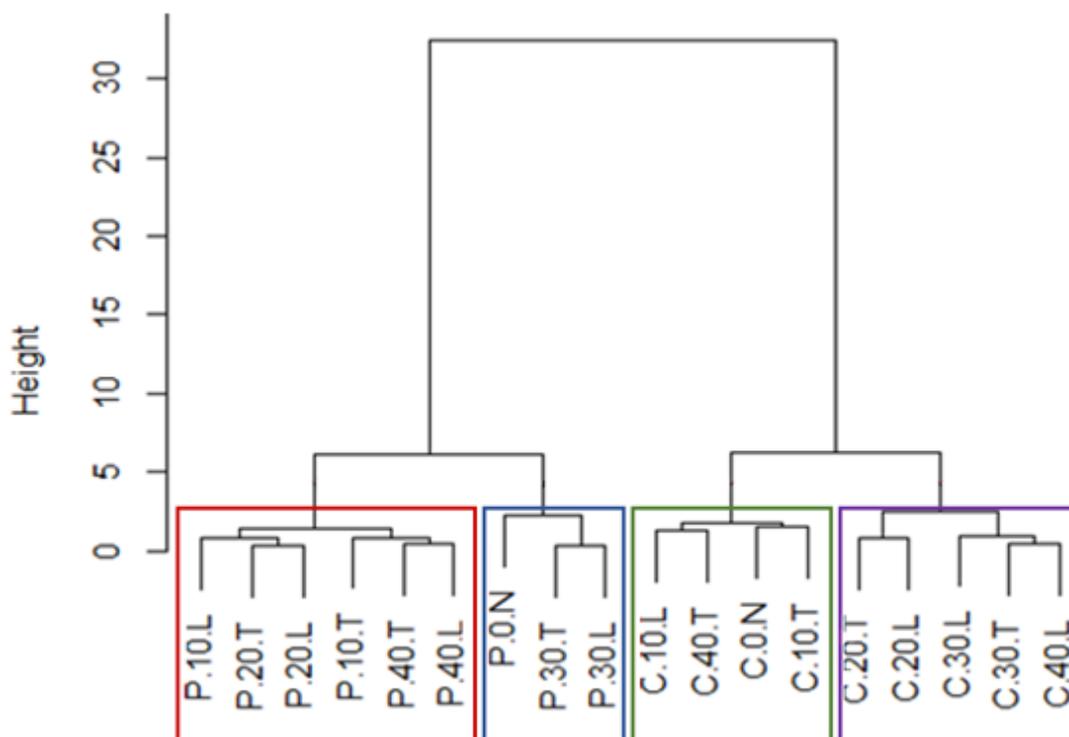


FIGURA 20. Análise de cluster para os escores das PC1 utilizando o método Ward e a medida de distância euclidiana.

C.0.N - Chips Zero Nenhum; C.10.T- Chips Dez Transparente; C.10.L - Chips Dez Laminada; C.20.T - Chips Vinte Transparente; C.20.L - Chips Vinte Laminada; C.30.T - Chips Trinta Transparente; C.30.L - Chips Trinta Laminada; C.40.T - Chips Quarenta Transparente; C.40.L - Chips Quarenta Laminada; P.0.N - Pó Zero Nenhum; P.10.T - Pó Dez Transparente. P.10.L - Pó Dez Laminada; P.20.T - Pó Vinte Transparente; P.20.L - Pó Vinte Laminada; P.30.T - Pó Trinta Transparente; P.30.L - Pó Trinta Laminada; P.40.T - Pó Quarenta Transparente; - P.40.L - Pó Quarenta Laminada.

E o último grupo foi constituído pelos tratamentos restantes C.20.T (chips, tempo vinte de armazenamento e embalagem transparente), C.20.L (chips, tempo vinte de armazenamento e embalagem laminada), C.30.L (chips, tempo trinta de armazenamento e embalagem laminada), C.30.T (chips, tempo trinta de armazenamento e embalagem transparente) e C.40.L (chips, tempo quarenta de armazenamento e embalagem laminada).

Os tratamentos constituintes do primeiro e segundo grupo pertencem ao mesmo derivado, tomate atomizado, sendo o primeiro o que agrupou os tratamentos tempos 10, 20 e 40 de armazenamento para ambas embalagens. O derivado chips se fez presente no terceiro e quarto grupo.

As componentes principais geradas são ortogonais, ou seja, não irão causar uma resposta correlacionada em termos de outros componentes principais (SAVEGNAGO et.

al., 2011; FRAGA et al., 2015). É possível detectar as relações de cada variável em relação aos tratamentos por meio dos escores que são projeções dos tratamentos na direção dos componentes e os *loadings* que são ângulos entre cada componente e cada variável (Figura 21) (SENA et al., 2000).

A Figura 20 apresenta o resultado da análise de componentes principais com seus quatro agrupamentos gerados com base na análise de *cluster*, sendo possível observar a tendência de agrupamento dos tratamentos em relação aos atributos de qualidade analisados nesse estudo.

Os *clusters* I e II apresentam correlação com a variável °Hue, sólidos solúveis e índice de maturação e baixa correlação com as variáveis acidez titulável, croma, β-caroteno e licopeno. Os constituintes destes agrupamentos são oriundos do derivado tomate atomizado. Essa tendência de baixa correlação desse grupo com a variável acidez titulável é justificada pela oxidação dos ácidos orgânicos presentes no fruto (MOURA, 2010). Além disso, a temperatura utilizada no processo de atomização causa degradação das propriedades antioxidantes, licopeno, justificando a correlação negativa desse atributo, ocasionando aumento do °Hue e conseqüentemente uma coloração menos avermelhada (GOULA e ADAMOPOULOS, 2005).

Os *clusters* III e IV apresentaram correlação com as variáveis acidez titulável, croma, β-caroteno e licopeno, respectivamente, sendo constituídos por tratamentos do derivado chips, ambos apresentando correlação negativa com a variável °Hue, sólidos solúveis e índice de maturação. Nesse sentido, os agrupamentos III e IV apresentaram maiores teores de antioxidante (licopeno), acidez e coloração mais avermelhadas. Segundo Pena (1999) a secagem de tomate deve ser realizada com temperaturas inferiores a 65°C para preservar a cor e sabor. O derivado chips foi preparado em estufa a 60°C o que pode ter influenciado nesse baixo valor no atributo °Hue, resultando em uma coloração mais vermelha e conseqüente maior teor de licopeno.

O resultado da análise de componentes principais permite avaliar a correlação das variáveis de acordo com os ângulos formados entre eles. Conforme Smith et al. (2002) se o ângulo formado entre duas variáveis for próximo a zero, a correlação é muito alta e positiva; se for próximo a 180°, a correlação é também alta, porém negativa; finalmente, se o ângulo é cerca de 90°, as variáveis estão pouco relacionadas.

A variável °Hue forma um ângulo de 180° com as variáveis acidez titulável e licopeno sendo fortemente negativamente correlatas. Bragueto (2013) avaliando a

qualidade do tomate seco por meio da desidratação osmótica e secagem, verificou que o teor de licopeno reduziu com o tempo de armazenamento para ambas as embalagens, com ar e vácuo. Uma vez que o licopeno é o responsável pela coloração vermelha do tomate, com isso acarretou uma perda da intensidade e mudança de cor, diminuição da coordenada croma e aumento do °Hue.

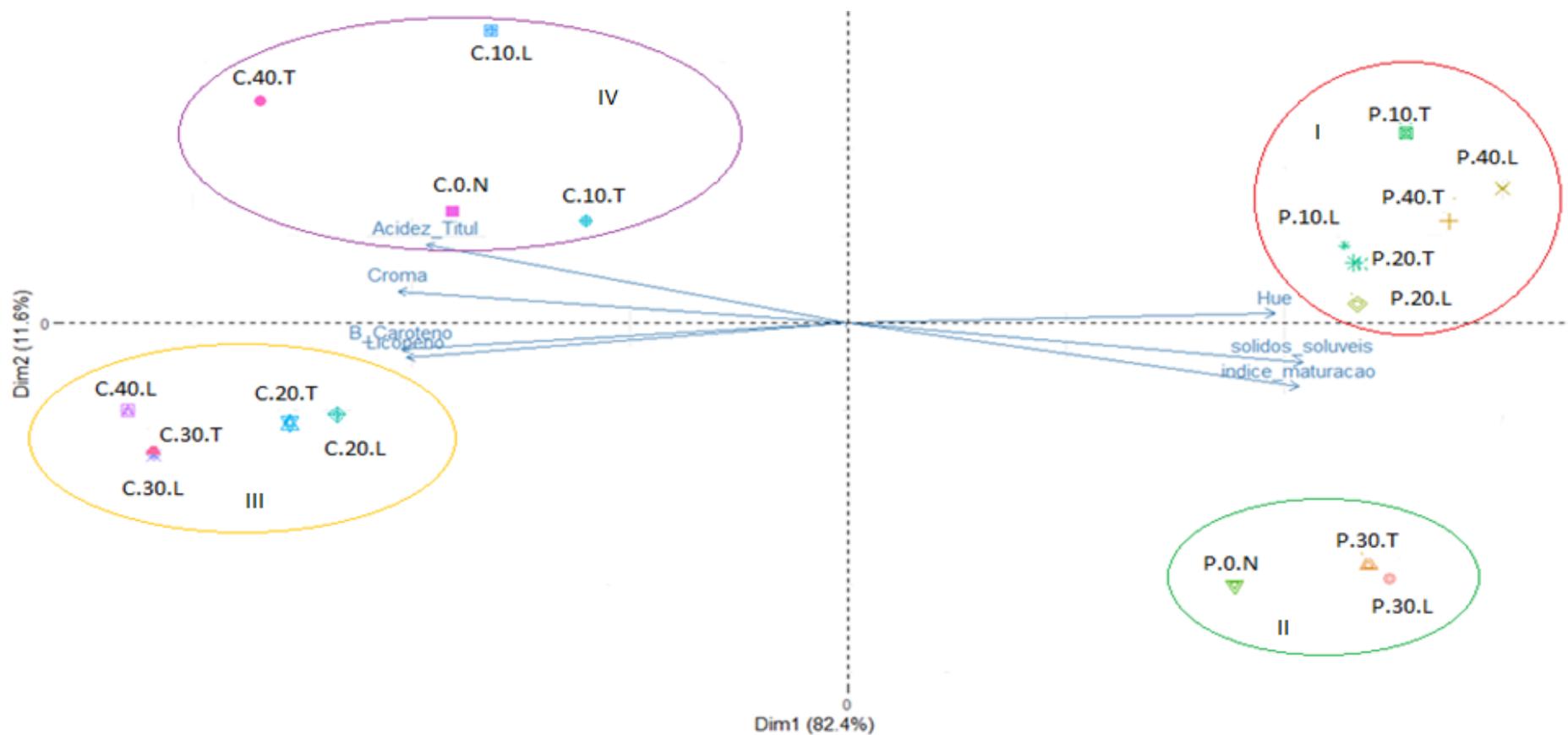


FIGURA 21. Análise de componentes principais dos tratamentos em relação as variáveis de qualidade associada com o agrupamento gerado pela análise *cluster*.

C.0.N - Chips Zero Nenhum; C.10.T- Chips Dez Transparente; C.10.L - Chips Dez Laminada; C.20.T - Chips Vinte Transparente; C.20.L - Chips Vinte Laminada; C.30.T - Chips Trinta Transparente; C.30.L - Chips Trinta Laminada; C.40.T - Chips Quarenta Transparente; C.40.L - Chips Quarenta Laminada; P.0.N - Pó Zero Nenhum; P.10.T - Pó Dez Transparente. P.10.L - Pó Dez Laminada; P.20.T - Pó Vinte Transparente; P.20.L - Pó Vinte Laminada; P.30.T - Pó Trinta Transparente; P.30.L - Pó Trinta Laminada; P.40.T - Pó Quarenta Transparente; - P.40.L - Pó Quarenta Laminada.

5. CONCLUSÕES

- Considerando a melhor conservação do derivado tomate atomizado em relação aos atributos relacionados à coloração, conclui-se que o armazenamento não foi a melhor alternativa. Em relação aos atributos relacionados ao sabor, o melhor tempo de armazenamento foi de 30 dias. E em se tratando dos compostos bioativos, o tempo de armazenamento indicado foi de 20 dias. Considerando as embalagens analisadas, tem-se que a transparente foi a que permitiu melhor conservação dentre as variáveis estudadas.
- Quanto a conservação do derivado chips em relação aos atributos relacionados à coloração, conclui-se que o tempo de armazenamento indicado foi de 40 dias. Em relação aos atributos relacionados ao sabor, o melhor tempo de armazenamento foi de 20 dias. E em se tratando dos compostos bioativos, o tempo indicado foi de 20 dias. Considerando as embalagens analisadas, tem-se que a laminada foi a que permitiu melhor conservação dentre as variáveis estudadas.
- Por meio da análise multivariada a partir da análise de *cluster* associada com o método de Ward e K-means obteve-se a formação de quatro grupos. O primeiro e segundo grupo pertencentes ao derivado tomate atomizado com forte relação com a variável °Hue, sólidos solúveis e índice de maturação, o terceiro e quarto grupo pertencentes ao derivado chips com forte relação com as variáveis acidez titulável, coroma, β -caroteno e licopeno.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ASHEH, S.; JUMAH, R.; BANAT, F.; HAMMAD, S. The use of experimental factorial design for analysing the effect of spray dryer operating variables on the production of tomato powder. **Transactions of the Institution of Chemical Engineers**, v.81, n.2, p.81-88. 2003.
- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de pitanga em pó. **Revista Comunicata Scientiae**. Bom Jesus, v.5, n.1, p.83-91. 2014.
- ALMEIDA, T. **Análise de componentes principais aplicada a avaliação de atributos de agregados na separação sólido líquido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2020.
- ALVARENGA, J. O. **Padronização, classificação e rotulagem de frutas e hortaliças. Manual Operacional das CEASAS do Brasil**. Belo Horizonte: AD2 Editora, 233p, 2011.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: Editora da UFA, 455 p. 2013.
- ALVES, R. M. V. **Embalagem para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas**. Campinas: CETEA/ITAL, 12p. 2001.
- ANDRADE, A. R. S.; CRUZ, A. F. S.; BEZERRA, T. M. E.; LIMA, J. R. S. Aplicação da estatística multivariada na identificação das características biométricas de produção e qualidade de frutos do melão. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.10, n.1, p.25-40. 2017.
- ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. **Food Chemistry, Barking**, v.132, n.2, p.915-920. 2012.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists International**. 19^a. ed. Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2012.
- ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.2, p.111-118. 2007.
- AUGUSTA, I. M. **Extração e secagem da casca de jambo Vermelho (*Syzygium malaccensis*, L.) para obtenção de corante**. 2011. 137 p. Tese (Doutorado em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- AZEVEDO, V. F. **Produção orgânica de tomateiro tipo “cereja”: Comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura**. 2006. 79 p.

Dissertação - (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’: Estádios de maturação e padrão respiratório**. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2002.

BARBOSA, L. A.; DREGER, A. A.; SCHENEIDER, E. L.; MORISSO, F. D. P.; SANTANA, R. M. C. Polietileno de baixa densidade – PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações. **Espacios**, v.38, n.17, 10p, 2017.

BASTARRACHEA, L.; DHAWAN, S.; SABLANI, S. S. Engineering Properties of Polymeric-Based Antimicrobial Films for Food Packaging. **Food Engineering Reviews**, v.3, n.2, p.79-93. 2011.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia de pós-colheita de frutos tropicais**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1988. 200 p.

BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.4, p.355-361. 2005.

BOTREL, N.; RESENDE, F.V.; NASSUR, R. de. C. M. R.; VILAS BOAS, E. V. de. B. **Qualidade de tomates cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente e refrigerada**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 24 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento), 2010.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Statistical Methodological)**, New York. v.26, n.2, p.211-252. 1964.

BRAGUETO, G. **Otimização do processo de desidratação osmo-convectiva para produção de tomate seco**. 58 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2013.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. O que é embalagem. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7587-o-que-é-embalagem>> Acesso em: 30 jan. 2021.

BROCKGREITENS, J.; ABBAS, A. Responsive Food Packaging: Recent Progress and Technological Prospects. **Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety**, v.15, n.1, p.3-15. 2016.

CAMARGO, F. P.; ALVES, H. S.; CAMARGO FILHO, W. P.; VILELA, N. J. Desenvolvimento do sistema agroindustrial de tomate. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.11, p.53-65. 2006.

CARVALHO, W.; FONSECA, M.E.N.; SILVA, H.R.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.819-825. 2005.

CAUSSE, M.; BURET, M.; ROBINI, K.; VERSCHAVE, P. Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. **Journal of food science**, Champaign, v.68, n.7, p.2342-2350. 2003.

CEASA PARANÁ. **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e Paranaense**. Boletim Técnico 03. TOMATE: agosto de 2017. Disponível em: <http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf>. Acesso em: 13 abril 2021.

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Tomate: lycopersicon esculentum MILL. **Normas de Classificação do Tomate**. São Paulo: CEAGESP, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Qualidade pós-colheita. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B (Eds.). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA. cap.8, p.541-734. 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Fatores pré-colheita e colheita. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B (Eds.). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2 ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA. cap.4, p.203-282. 2005.

COSMO, B. M. N.; GALERIANE, T. M.; BENETON, A. M. G.; NOVAKOSKI, F. P. Produção de frutas desidratadas, estado atual, procedimentos e perspectivas futuras. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.1, n.1, p.1-26. 2017.

COUTINHO, F. M. B.; MELO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. DE. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros**, v.13, n.1, p.1-13. 2003.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.15-19. 2010.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M. de; LOPES, A.S.; ALVARES V., V.H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.259-290, 2003.

COELHO, K. D. **Secagem de tomate (Lycopersicon esculentum mill) em camada delgada: avaliação das características físico-químicas**. 2010. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande - RS, 2010.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em Administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 541p. 2007.

CRISPIM, D. L.; FERNANDES, L. L.; ALBUQUERQUE, R. L. O. Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA. **Revista Principia**, v.1, n.46, p.145-154. 2019.

CRUZ, P. M. F. **Avaliação da temperatura de secagem e do armazenamento na composição química e qualidade sensorial do tomate seco**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, 2019.

CTP. Centro de Produções Técnicas. **Tomate industrial: o Brasil está entre os dez maiores produtores da hortalica no mundo**. 2010. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/artigos/tomate-industrial-o-brasil-esta-entre-os-dez-maiores-produtores-da-hortalica-no-mundo>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

DALLASTRA, A.; UNEDA-TREVISOLI, S. H.; FERRAUDO, A. S.; MAURO, A. O. Multivariate approach in the selection of superior soybean progeny which carry the RR gene. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.3, p.588-597. 2014.

DEMIRAY, D.; TULEK, Y.; YILMAZ, Y. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. **LWT - Food Science Technology**. Amsterdam, v.50, n.1, p.172-176. 2013.

DURIGON, A. **Produção e caracterização de tomate em pó por cast-tape drying**. 2016. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. D. DE. Influência de diferentes níveis de salinidade nas características sensoriais do tomate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.17-21. 2011.

ETIENNE, A.; GÉNARD, M.; LOBIT, P.; MBEGUIÉ-A-MBEGUIÉ, D.; BUGAUD, C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.64, n.6, p.1451-1469. 2013.

FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.23, n.3, p.541-545. 2001.

FARAHNAKY, A.; ABBASI, A.; JAMALIAN, J.; MESBAHI, G. The use of tomato Pulp powder as a thickening agent in the formulation of tomato ketchup. **Journal of Texture Studies**, v.39, n.2, p.169-182. 2008.

FAVATI, F.; LOVELLI, S.; GALGANO, F.; MICCOLIS, V.; DI TOMASSO, T.; CANDIDO, V. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.122, n.4, p.562-571. 2009.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. Análise de dados – Modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 646 p. 2009.

FERRARI, A. A. **Caracterização química de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Empregando análise por ativação neutrônica instrumental**. 150 p. 2008.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FERRAZ, G.A.S.; SILVA, F.M.; COSTA, P.A.N.; SILVA, A.C.; CARVALHO, F.M. Agricultura de precisão no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira. **Coffee Science**, Lavras, v.7, n.1, p.59-67. 2012.

FERREIRA, S. M. R. **Características de qualidade de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 249p. 2004. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FERREIRA, M. D.; KUMAKAWA, M. K.; ANDREUCCETTI, C.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M.; MATHIAS, M. L. Avaliação de linhas de beneficiamento e padrões de classificação para tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.940-944. 2005.

FERREIRA, B. G.; ISAIAS, R. M. S. Floral-like destiny induced by a galling *Cecidomyiidae* on the axillary buds of *Marcetia taxifolia* (*Melastomataceae*). **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, Holland, v.209, n.8, p.391-400. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003. 331p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FRAGA, A.B.; SILVA, F.L.; HONGYU, K.; SANTOS, D.D.S.; MURPHY, T.W.; LOPES, F.B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**. n.48, v.3, p.1- 6. 2015.

GAUTIER, H.; DIAKOU-VERDIN, V.; BÉNARD, C.; REICH, M.; BURET, M.; BOURGAUD, F.; POËSSEL, J. L.; CARIS-VEYRATI, C.; GÉNARD, M. How does tomato quality (sugar, acid, and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature, and irradiance? **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, v.56, n.4, p.1241-1250. 2008.

GEORGÉ, S.; TOURNIAIRI, F.; GAUTIER, H.; GOUPY, P.; ROCK, E.; CARISVEYRAT. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. **Food Chemistry**, Barking, v.124, n.4, p.1603-1611. 2011.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C. Clima e época de plantio. In: **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças. cap.3, p.18-21. 2000.

GIORDANO, L. de B.; RIBEIRO, C. S. da C. Origem, Botânica e Composição Química do Fruto. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, p. 12-17; 168p. 2000.

- GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. The effect on product recovery. **Journal of Food Engineering**, v.66, n.1, p.25-34. 2005.
- GOULA, A. M.; KARAPANTSIOS, T. D.; ACHILIAS, D. S.; ADAMOPOULOS, K. G. Water sorption isotherms and glass transition temperature of spray dried tomato Pulp. **Journal of Food Engineering**, v.85, n.1, p.73-83. 2008.
- GROLIER, P.; BARTHOLIN, G.; BROERS, L.; CARIS-VEYRAT, C.; DADOMO, M.; DI LUCCA, G.; DUMAS, Y.; MEDDENS, F.; SANDEI, L.; SCHUCH, W. Composition of tomatoes and tomato products in antioxidants. In: BILTON, R.; GERBER, M.; GROLIER, P.; LEONI, C. (Ed.). **The White book on antioxidants in tomatoes and tomato products and their health benefits**. 2 ed. Avignon: CMITI, cap.1, p.1-104. 2001.
- HEUVELINK, E. (Ed). **Tomatoes**. Cambridge: CABI, v.13. 2005.
- HOAGLIN, D.C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W. **Understanding robust and exploratory data analysis**. New York: Wiley, 447 p. 1983.
- HOLCMAN E. **Microclima e produção de mini tomate em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 127p. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba: USP- ESALQ, 2009.
- HONGYU, K. **Comparação do GGEbiplot ponderado e AMMI-ponderado com outros modelos de interação genótipo × ambiente**. 155p. 2015. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- HOTELLING, H.; PABST, M. R. **Rank correlation and tests of significance involving no assumption of normality**. The Annals of Mathematical Statistics, Durham, v.7, n.1, p.29-43, 1936.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p. 2008.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2020**. IBGE, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618> >. Acesso: 09 fev. 2021.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2021**. IBGE, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso: 17 out. 2021.
- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION. What is a processed food? You might be surprised. **Foodinsight**, p.1-3. 2010.
- JINAPONG, N.; SUPHANTHARIKA, M.; JAMNONG, P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. **Journal of Food Engineering**, v.84, n.4, p.391-403. 2008.

- JORGE, Neuza. **Embalagens para alimentos**. São Paulo. Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 194p. 2013.
- JOSE, M. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto ao aspecto físico, químico e microbiológico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.1, p.19-27. 2012.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v.23, n.3, p.187- 200. 1958.
- KHAIRI, A. N.; FALAH, M. A. F.; SUYANTOHADI, A.; TAKAHASHI, N.; NISHINA, H. Effect of storage temperatures on color of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivated under moderate water stress treatment. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, Amsterdam, v.3, p.178 – 183. 2015.
- KNOBLICH, M.; ANDERSON, B.; LATSHAW, D. Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.85, n.7, p.1166-1170. 2005.
- KOTÍKOVÁ, Z.; LACHMAN, J.; HEJTMANKOVA, A.; HEJTMANKOVA, K. Determination of antioxidant activity and antioxidant content in tomato varieties and evaluation of mutual interactions between antioxidants. **LWT – Food Science and Technology**, v.44, n.8, p.1703-1710. 2011.
- LEWICKI, P. P.; LE, H. V.; POMARANSKA-L AZUKA, W. Effect of pre-treatment on convective drying of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v.54, n.2, p.141-146. 2002.
- LI, H.; DENG, Z.; LIU, R.; LOEWEN, S.; TSAO, R. Carotenoid compositions of coloured tomato cultivars and contribution to antioxidant activities and protection against H₂O₂ induced cell death in H9c2. **Food Chemistry, Barking**, v.136, n.2, p.878-888. 2013.
- LIMA, J. R.; BRUNO, L. M. Qualidade no armazenamento de manga processada por desidratação osmótica seguida de fritura. **Revista Ciência e Agronomia**, Fortaleza, v.38, n.3, p.247-250. 2007.
- LIME, B. J.; GRIFFITHS, F. P.; O'CONNOR, R. T.; HEINZELMAN, D. C.; McCALL, E. R. Grapefruit Pigment Determination, Spectrophotometric Methods for Determining Pigmentation-Beta-Carotene and Lycopene-in Ruby Red Grapefruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.5, n.12, p.941-944. 1957.
- LOUREIRO, M. N.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.5, p.1092-1100. 2013.
- MAIA, G. L.; SA, D. M. T.; ALENCAR, R. T.; CISNE, R. M. A.; VASCONCELOS, B. O.; FERNANDES, D. R.; SÁ JUNIOR, E. M.; LAURINDO, J. B. Produção e avaliação de chips de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.8, p.62452-62460. 2020.

MILOCA, S. A.; CONEJO, P. D. **Análise fatorial e a multicolinearidade em modelos de regressão**. Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco. 13º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, XIII ERMAC. 2009.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005.

MLADENOVIC, J.; ACAMOVIC–ĐOKOVIC, G.; PAVLOVIC, R.; ZDRAVKOVIC, M.; GIREK, Z.; ZDRAVKOVIC, J. The biologically active (bioactive) compounds in tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.) as a function of genotype. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.20, n.4, p.877-882. 2014.

MOITA NETO, M. J. Estatística multivariada: Uma visão didática-metodológica. **Revista de Filosofia e Ensino**, 13p. 2004.

MORENO, E. L.; MARTINS, E.; RAJAGOPAL, K. Basicidade e acidez, da pré-história aos dias atuais. **Revista virtual de química**, Rio de Janeiro, v.7, n.3, p.893-902. 2015.

MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. **Estatística básica**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 548p. 2013.

MOURA, S. M. 2010. 118 p. **Estabilidade da acerola em pó oriunda do cultivo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, 2010.

MOURA-ANDRADE, G. C. R.; OETTERER, M.; TORNISIELO, V. L. O tomate como alimento - cadeia produtiva e resíduos de agrotóxicos. **Pesticidas: Revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v.20, p.57-66. 2010.

NAIMI, B., HAMM, N.A.S., GROEN, T.A., SKIDMORE, A.K. e TOXOPEUS, A.G. **Onde a incerteza posicional é um problema para a modelagem da distribuição de espécies?** *Ecography*, v.37, n.2, p.191-203. 2014.

NAVARRO-GONZÁLEZ, I.; GARCÍA-VALVERDE, V.; GARCÍA-ALONSO, J.; PERIAGO, M. J. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. **Food Research International**, v.44, n.5, p.1528- 1535. 2011.

PAIXÃO, C. S. S. **Análise uni e multivariada aplicada à qualidade operacional da colheita mecanizada de soja**. 2017. 91p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

PAULA, J. T.; RESENDE, J. T. V.; FARIA, M. V.; FIGUEIREDO, A. S. T.; SCHWARZ K.; NEUMANN, E. R. Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Horticultura brasileira**, v.33, n.4, p.434 – 440. 2015.

PEARSON, K. One lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v.2, n.6, p.559-572. 1901.

PENA, L. M. R. **Estudo de pré tratamento para a obtenção de tomates em fatias**. 129p. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1999.

- PEREIRA, I. E. **Secagem e armazenamento do tomate em pó**. Campina Grande, 107p. 2005.
- PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.86-90. 2006.
- PETRINI, J.; DIAS, R. A. P.; PERTILE, S. F. N.; ELER, J.P.; FERRAZ, J. B. S.; MOURÃO, G. B. Degree of multicollinearity and variables involved in linear dependence. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1743-1750. 2012.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13^a.ed. Piracicaba: ESALQ. 430p. 1990.
- PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R. R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R. G. F. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.32, n.2; p.348-356. 2014.
- PROSPERO, E. T. P. **Caracterização da fruta do Jacaratia Spinosa e processamento do doce de jaracatiá em calda com avaliação da estabilidade**. Dissertação – Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos. Piracicaba – SP: USP, 52p, 2010.
- PROTÁSIO, T. P.; BUFALINO, L.; TONOLI, G. H. D.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F.; GUIMARÃES JÚNIOR, M. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.66, p.113-122. 2011.
- RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SUGAWARA, G. S. de A.; EVANGELISTA, R. M.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Qualidade de frutos de tomate “Giuliana” tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3543-3552. 2013.
- RAMOS, M. S. **Relatório Empresarial Aprimorado: Análise dos Fatores Determinantes Para a Criação de Valor**. 2019. 136p. Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Fiscalidade Empresarial) - Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra, Portugal, 2019.
- R CORE TEAM (2019) R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2019.
- RÉGULA, L. M. **Padrões virtuais e tolerâncias colorimétricas no controle instrumental das cores**. 2004. 223p. Dissertação (Mestrado em Metrologia para a Qualidade Industrial) - Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- REIS, C. R.; RAMOS, A. M.; REGAZZI, A. J.; MINIM, V. P. R.; STRINGUETA, P. C. **Almacenamiento de mango secado: Análisis físicoquímico, microbiológico, color y sensorial**. Ciencia y Tecnología Alimentaria. Somenta. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. v.5, n.3, p.214-225. 2006.

RIBEIRO, F. S. A. **Aplicação de Análise Multivariada na Predição de Perfis Faltantes de Poços no Campo de Namorado**. 2008. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

RODRIGUES, D. P. **Desenvolvimento e aplicação de modelo de calibração multivariada para determinação de açúcares e ácidos orgânicos em bebidas comerciais utilizando espectroscopia no infravermelho**. 2016. 121p. Dissertação (Mestrado em tecnologia de processos químicos e bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

ROVANI, F. F. M.; DAMBROS, G.; CASSOL, R. Aplicação da análise por componentes principais para o mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Barão de Cotegipe – RS. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR. 2013.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 1985.

SANTI, A.L., AMADO, T.J.C., SILVA, V.R., BASSO, C.J., DELLA FLORA, L.P., CHERUBIN, M.R., EITELWEIN, M.T. Infiltração de água no solo, determinada por diferentes métodos, como indicador do potencial produtivo em dois Latossolos manejados com agricultura de precisão. **Interciência**, v.37, n.1, p.204 - 208. 2012.

SANTOS, F. F. B. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV)**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, SP.

SANTOS, L. L.; BLANCO, C. J. C.; GONÇALVES, M. F. Identificação de Regiões Pluviométricas Homogêneas na Região Hidrográfica da Calha Norte - Pará. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 19. 2011, Maceió. **Anais[...]**. Maceió: SBRH, 2011. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81&SUMARIO=2458&ST=identificacao_de_regioes_pluviometricas_homogeneas_na_regiao_hidrografica_da_calha_norte_para>. Acesso em: 05 junho 2021.

SANTOS, R. C. **Identificação das variáveis que mais influenciam no custo assistencial da saúde suplementar: Estudo de caso de uma operadora de plano de saúde**. 2014. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SANTOS, S.; CARDOSO, W. O.; CAZETTA, M.; GORAYEB, T. C. C. Avaliação da atitude dos consumidores de frutas desidratadas. **Revista Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio**, v.1, n.1, p.1 – 6. 2016.

SANTOS, B. N. M. **Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas mistas congeladas**. 2017. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

SANTOS, C. X. **Caracterização dos derivados de frutos de tomate salada e italiano em dois estádios de maturação à modelagem uni e multivariada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

SAS. Institute. SAS/STAT. **User's guide** – version 6. 4. Ed. Cary. 1990.

SATO, G. S. Uma Análise da Estrutura de Mercado de Derivados de Tomate no Brasil. **In: Palestra na XXV SEMAD - Semana do Administrador**. Universidade Estadual de Maringá – PR. 2005.

SAVEGNAGO, R.P., CAETANO, S.L., RAMOS, S.B., NASCIMENTO, G.B., SCHMIDT, G.S., LEDUR, M.C. MUNARI, D.P. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population, **Poultry Science**, v.90, n.10, p.2174 - 2188. 2011.

SCETAR, M.; KUREK, M.; GALIC, K. Trends in meat and meat products packaging – a review. **Croat. J. Food Sci. Technol**, v.2, n.1, p.32 – 48. 2010.

SCHMIDT, D.; ZAMBAN, D. T.; PROCHNOW, D.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; PAULA, G. M.; COCCO, C. Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.86-96. 2017.

SELLTIZ, C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, EDUSP, 687p, 1967.

SENA, M. M.; POPPI, R. J.; SHIRAISHI, R. T.; VALARINI, P. J. Avaliação do uso de métodos quimiométricos em análise de solos. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.4, p.547-556. 2000.

SIDDIQUI, M. W.; AYALA-ZAVALA, J. F.; DHUA, R. S. Genotypic variation in tomatoes affecting processing and antioxidant properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.55, n.13, p.1819-1835. 2015.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. de B.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A.; FRANÇA, F. H.; SANTOS, J. R. M. dos; FURUMOTO, O.; FONTES, R. R.; MAROUELLI, W. A.; NASCIMENTO, W. M.; SILVA, W. L. C.; PEDREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para a industrialização**. Brasília: Embrapa-CNPq. Instruções Técnicas, n.12, 36p. 1994.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Revista Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1179 – 1184. 2005.

SILVA, A. C.; WANDERLEY, C. A. N.; SANTOS, R. Utilização de ferramentas estatísticas em artigos sobre Contabilidade Financeira – um estudo quantitativo em três congressos realizados no país. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v.1, n.14, p.11-28. 2010.

SILVA, V. K. L.; PINHEIRO, R. S.; DOMINGUES, M. A. F.; AQUINO, A.C.; FIGUEIREDO, E. A.; COSTA, J. M. C.; CONSTANT, P. B. L. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.55-66. 2010.

SILVA, C. S. A. **Desidratação de molho de tomate caseiro pelo método foam-mat**. 2015. 56p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2015.

- SILVA, E. S.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, A. V.; COSTA, R. O. Secagem de grãos e frutas: Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.5, n.1, p.19-23. 2015.
- SILVA, P. M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity, **Food Chemistry**, v.196, p.309 - 323, 2016.
- SILVA JÚNIOR, A. R.; RIBEIRO, W. M.; NASCIMENTO, A. dos R.; SOUZA, C. B. de. **Cultivo do Tomate Industrial no Estado de Goiás: Evolução das Áreas de Plantio e Produção**. Conjuntura Econômica Goiana, IMB- Instituto Mauro Borges. 14p. 2015.
- SMITH, R.R.; MOREIRA, L.V.H.; LATRILLE, L.L. Characterization of dairy productive systems in the Tenth Region of Chile using multivariate analysis. **Agricultura Técnica**, v.62, n.3, p.35 – 395. 2002.
- SOARES, B. B.; RANGEL, R. Aspectos industriais da cultura. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.) **Produção de tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília: Embrapa. v.1, cap.15, p.331-344. 2012.
- SOKARI, T. G.; WACHUKWU, C. K. Detoxification of ijapu, a fermented cassava product similar to potato chips. **Tropical Science**, United Kingdom, v.33, n.2, p.145-151. 1993.
- SOUSA, L. C. F. S.; SOUSA, J. S.; BORGES, M. G. B.; MACHADO, A. V.; SILVA, M. J. S.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.19 – 27. 2012.
- SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1021 – 1028. 2005.
- STINCO, C. M.; RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J.; ESCUDERO-GILETE, M. L.; GORDILLO, B.; VICARIO, I. M.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. Lycopene isomers in fresh and processed tomato products: correlations with instrumental color measurements by digital image analysis and spectroradiometry. **Food Research International**, Ottawa, v.50, n.1, p.111-120. 2013.
- TEIXEIRA, G. C. S. **Metais poluentes e atributos do solo sob pecuária leiteira em sistema de pastejo direto na bacia do Rio Paranaíba**, Goiás. 2010. 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- TEKA, T. A. Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.) fruit. **International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences**, Nalgonda, v.3, n.5, p.180- 186. 2013.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Estudo da Desidratação Osmótica de Tomate em Soluções Ternárias pela Metodologia de Superfície de Resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.26, n.3, p.715 - 723. 2006.

VARELLA, C. A. **Análise multivariada aplicada as ciências agrárias**. Análise de Componentes Principais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ, 2008.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: Editora UFSM/CCNE. 215p. 2005.

WARD, J. R.; JOE, H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American statistical association**, v.58, n.301, p.236 – 244. 1963.

WILKINSON, J. **Demandas tecnológicas, competitividade e inovação no sistema agroalimentar do MERCOSUL ampliado**. Montevideo: PROCISUR/BID. 36p. (Serie Documentos:9). 2000.

WTPC. **World Processing Tomato Council**. WPTC World production estimate of tomatoes for processing. 2020. Disponível em <<https://www.wptc.to/pdf/releases/WPTC%20crop%20update%20as%20of%2022%20October%202020.pdf>>. Acesso em <14 ago. 2021>.

ZHANG, Z.; LIU, L.; ZHANG, M.; ZHANG, Y.; WANG, Q. Effect of carbon dioxide enrichment on health-promoting compounds and organoleptic properties of tomato fruits grown in greenhouse, **Food Chemistry, Barking**, v.153, p.157-163. 2014.