

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Caracterização Química e Comportamento Pós-Colheita
de Tomates Orgânicos Especiais Acondicionados em
Bioembalagens

Thayane Aguiar de Deco

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E COMPORTAMENTO PÓS-
COLHEITA DE TOMATES ORGÂNICOS ESPECIAIS
ACONDICIONADOS EM BIOEMBALAGENS**

THAYANE AGUIAR DE DECO

Sob a Orientação da Professora
Regina Celi Cavestré Coneglian

e Coorientação da Professora
Anelise Dias

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Seropédica, RJ
Novembro, 2020

D296c Deco, Thayane Aguiar de, 1992-
Caracterização Química e Comportamento Pós-Colheita
de Tomates Orgânicos Especiais Acondicionados em
Bioembalagens / Thayane Aguiar de Deco. - Volta
Redonda, 2020.
67 f.

Orientadora: Regina Celi Cavestré Coneglian .
Coorientadora: Anelise Dias.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de pós graduação em
Fitotecnia, 2020.

1. Qualidade. 2. Armazenamento. 3. Fécula de
mandioca. 4. compostos bioativos. I. Coneglian ,
Regina Celi Cavestré , 1964-, orient. II. Dias,
Anelise, -, coorient. III Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro. Programa de pós graduação em
Fitotecnia. IV. Título.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – A autora”.

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento
Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

THAYANE AGUIAR DE DECO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

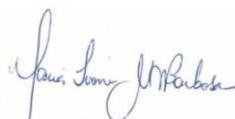
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/11/2020



Regina Celi Cavestré Coneglian Dra. UFRRJ
(Orientadora)



Cibelle Vilela Andrade Fiorini Dra. UFRRJ



Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa Dra. UFRRJ



Maria do Carmo de Araújo Fernandes Dra. PESAGRO

Dedicatória
Dedico essa dissertação aos meus pais
(Pedro e Mônica), irmã (Júlia) e avó (Marlina).
Em especial ao meu avô Antônio Balarin (*in memória*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me conceder sabedoria para as tomadas de decisões que até o momento foram as mais acertadas. Por não me desamparar e renovar minhas forças para continuar e persistir até o fim deste ciclo, que foi extremamente importante.

À minha família, Pedro, Mônica, Júlia e Marlina pelo apoio e entendimento durante esses meses, os quais precisei me ausentar em alguns momentos.

Aos meus amigos Sara, Jocarstea, Adriana, Layzza, Mayara, Stéfanny, Ana Carolina, Rafaela, Kyrlla, Emanuele, Luana, Mariana, Jonathan, Allan, por toda ajuda e compreensão em todos os momentos. Vocês foram fundamentais para que eu conseguisse chegar até aqui. Uns por perto e outros à distância, porém todos com a mesma importância.

Agradeço por todos vocês estarem e permanecerem no meu caminho ao longo desses 27 meses.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-UFRRJ por ter possibilitado que eu desse continuidade aos meus estudos na mesma Instituição de minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

À minha orientadora Regina Celi Cavestré Coneglian e a coorientadora Anelise Dias pela ajuda, dedicação e conhecimentos transmitidos.

Ao projeto A.Ch.A, em especial aos agricultores pela disponibilidade do material para o estudo.

À Nastiê embalagens, Dr.Humberto Pupo pelo fornecimento e incentivo para obter as bioembalagens de fécula de mandioca.

Ao Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos em especial à professora Maria Ivone por conceder materiais, espaço no laboratório e equipamentos, em especial ao meu amigo Leirson por me auxiliar e treinar para que eu pudesse realizar as análises e procedimentos necessários para a obtenção dos resultados.

Aos membros da banca Dra. Maria do Carmo e professoras Maria Ivone e Cibelle Fiorini por participarem e contribuírem de forma essencial para a conclusão desse trabalho.

Obrigada!

RESUMO

DECO, Thayane Aguiar de. **Caracterização Química e comportamento pós-colheita de tomates orgânicos especiais cultivados em Seropédica, RJ.** 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

A produção orgânica vem se destacando por explorar variedades diferenciadas de olerícolas, as quais despertaram o interesse de representantes da alta gastronomia em grandes centros urbanos, como o Rio de Janeiro. Projetos socioeconômicos que visam uma comercialização justa compõem um novo nicho de mercado caracterizado por preconizar alimentos cultivados e distribuídos de forma sustentável. Assim, o presente estudo visou avaliar a utilização de dois tipos de embalagens biodegradáveis ou bioembalagens constituídas de fécula de mandioca (com e sem a adição de um tipo de retardante natural que visou a maior durabilidade destas) no acondicionamento de frutos de tomates orgânicos especiais, bem como caracterizá-los em termos de componentes químicos e bioativos. Foram avaliadas a integridade das bandejas através de escala de notas, bem como a caracterização química e de compostos bioativos de tomates das variedades Polônês amarelo, Perinha amarelo e Indigo Rose. Estes foram colhidos no estádio “de vez”, lavados em água corrente, higienizados com hipoclorito de sódio, acondicionados nas bioembalagens de fécula de mandioca com e sem retardante, recobertos por filme plástico e mantidos em BOD a 10°C com UR de 90% por um período de 16 dias. As avaliações ocorreram no momento da colheita e a cada quatro dias, considerando os seguintes componentes: sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, pH, ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, licopeno e β -caroteno. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial de 2x5 com 2 tipos de embalagens e 5 tempos de avaliação (dias 0, 4, 8, 12 e, 16 de armazenamento), com 5 repetições para cada variedade. O desempenho de cada caráter dos frutos foi comparado estatisticamente por modelos de regressão linear. As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o software Sisvar à nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que as bioembalagens com e sem a adição de retardante se mantiveram íntegras durante todo o armazenamento dos frutos, podendo ser utilizadas como alternativa para o acondicionamento destes *in natura*, já que estas apresentaram diferenças somente para alguns dos componentes avaliados. O comportamento dos tomates especiais orgânicos das três variedades sob acondicionamento nos dois tipos de bioembalagens durante os 16 dias de armazenamento mostrou que houve interferência do retardante aplicado às bandejas para o conteúdo de ácido ascórbico nos frutos das variedades Polônês amarelo e Indigo Rose, Acidez e Relação SS/AT para as variedades Perinha amarelo e Indigo Rose; bem como para carotenoides totais para as variedades Polônês amarelo e Indigo Rose, estando esses componentes com valores inferiores na maior parte do período de armazenamento. Além disso, houve aumento da relação SS/AT e redução dos teores de AT e de ácido ascórbico para as três variedades; Aumento de SS somente para a ‘Polônês amarelo’ e ‘Indigo Rose’, estando estas características ligadas a um caráter mais adocicado dos frutos; Aumento das antocianinas somente para a ‘Polônês amarelo’; Aumento dos carotenoides totais para o ‘Indigo Rose’ e manutenção dos teores de licopeno e β -caroteno para o ‘Perinha Amarelo’, denotando, portanto, comportamento diferenciado dos frutos em relação aos compostos bioativos. Desta forma, o presente estudo trouxe algumas informações importantes sobre as características químicas destas cultivares de tomate pouco conhecidas, que permitem inferir a estes frutos, potencial de utilização na gastronomia, bem como em outras áreas de alimentos.

Palavras-chave: Qualidade, armazenamento, fécula de mandioca, compostos bioativos.

ABSTRACT

DECO, Thayane Aguiar de. **Chemical characterization and postharvest behavior of special organic tomatoes grown in Seropédica, RJ.** 67p. Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Phytotechnics, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Organic production has stood out for exploring different varieties of vegetables, which aroused the interest of haute cuisine representatives in large urban centers, such as Rio de Janeiro. Socio-economic projects that aim at fair marketing comprise a new market niche characterized by advocating food grown and distributed in a sustainable way. Thus, the present study aimed to evaluate the use of two types of biodegradable packaging or biopackages consisting of cassava starch (with and without the addition of a type of natural retardant that aimed at their greater durability) in the packaging of special organic tomato fruits, as well as characterizing them in terms of chemical and bioactive components. The integrity of the trays was evaluated through a scale of notes, as well as the chemical characterization and bioactive compounds of tomatoes of the varieties Yellow Polish, Yellow Perinha and Indigo Rose. These were harvested at the turning stage, washed in running water, sanitized with sodium hypochlorite, packed in cassava starch biopackages with and without retardant, covered with plastic film and kept in BOD at 10°C with 90% RH for one 16-day period. The evaluations took place at the time of harvest and every four days, considering the following components: soluble solids, titratable acidity, SS / AT ratio, pH, ascorbic acid, total carotenoids, total anthocyanins, lycopene and β -carotene. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme of 2x5 with 2 types of packaging and 5 evaluation times (days 0, 4, 8, 12 and, 16 of storage), with 5 repetitions for each variety. The performance of each character of the fruits was compared statistically by linear regression models. Statistical analyzes were performed using the Sisvar software at a significance level of 5%. The results showed that the biopackages with and without the addition of retardant remained intact throughout the storage of the fruits, being able to be used as an alternative for the packaging of these in natura, since these showed differences only for some of the evaluated components. The behavior of the special organic tomatoes of the three varieties under packaging in the two types of biopackages during the 16 days of storage showed that there was interference of the retardant applied to the trays for the ascorbic acid content in the fruits of the Polish yellow and Indigo Rose, Acidity and Relation varieties SS / AT for the Perinha Amarelo and Indigo Rose varieties; as well as for total carotenoids for the Polish yellow and Indigo Rose varieties, these components being lower in most of the storage period. In addition, there was an increase in the SS / AT ratio and a reduction in the levels of AT and ascorbic acid for the three varieties; SS increase only for 'yellow polish' and 'Indigo Rose', these characteristics being linked to a more sweet character of the fruits; Increase in anthocyanins only for 'yellow polish'; Increase in total carotenoids for 'Indigo Rose' and maintenance of lycopene and β -carotene levels for 'Perinha Amarelo', thus showing different behavior of fruits in relation to bioactive compounds. In this way, the present study brought some important information about the chemical characteristics of these little-known tomato cultivars, which allow to infer these fruits, potential for use in gastronomy, as well as in other food areas.

Keywords: Quality, storage, cassava starch, biopack, bioactive compounds.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Componentes químicos de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).....	21
Tabela 2. Componentes químicos de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).....	25
Tabela 3. Componentes químicos de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).....	29
Tabela 4. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β -caroteno em frutos de tomate ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).....	34
Tabela 5. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β -caroteno avaliados em frutos de tomate ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) armazenados em temperatura controlada (10°C e UR de 90%).....	36
Tabela 6. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β -caroteno avaliados em frutos de tomate ‘Indigo Rose’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados em temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	39

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Cálculo da acidez:.....	16
Equação 2. Cálculo de Carotenoides Totais	17
Equação 3. Cálculo de Antocianinas totais	17
Equação 4. Cálculo de β - caroteno	18
Equação 5. Cálculo de Licopeno	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos das variedades Polonês amarelo (A), Perinha amarelo (B) e Indigo Rose (C)	5
Figura 2. Selo de produção Orgânica da ABIO (Fonte: Caderno sistemas participativos de garantia - ABIO, 2016).	5
Figura 3. Variedades selecionadas do projeto A.Ch.A (Fonte: Projeto A.Ch.A).....	6
Figura 4. Tipos de tomates (Fonte: CEAGESP, 2020).....	7
Figura 5. Tomate Tipo Cereja (Fonte: CEPEA, 2019).....	8
Figura 6. Bioembalagem de fécula de mandioca (Fonte: Nastiê Bioembalagens).....	14
Figura 7. Experimento com bioembalagens CR (com retardante) (Outubro, 2019).	15
Figura 8. Experimento com bioembalagens SR (sem retardante) (Novembro, 2019).	15
Figura 9. Escala de integridade das bandejas.	16
Figura 10. Avaliação da integridade das bioembalagens com retardante aos 0, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento.....	19
Figura 11. Avaliação da integridade das bioembalagens sem retardante aos 0, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento.....	19
Figura 12. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	21
Figura 13. Valores médios de Acidez Titulável (g de ác.cítrico.100g ⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	22
Figura 14. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	23
Figura 15. Valores médios de pH de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%)....	23
Figura 16. Valores médios de ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	24
Figura 17. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	25
Figura 18. Valores médios de Acidez Titulável (g de ác. cítrico.100g ⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	26
Figura 19. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	27
Figura 20. Valores médios de pH de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%)....	28
Figura 21. Valores médios de Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	28
Figura 22. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	30

Figura 23. Valores médios de Acidez Titulável (g de ác. cítrico.100g ⁻¹ de massa fresca) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	31
Figura 24. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	32
Figura 25. Valores médios de pH de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	32
Figura 26. Valores médios de Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de massa fresca) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	33
Figura 27. Valores médios de Carotenoides Totais (A) e Antocianinas totais (B), expressos em mg.100g ⁻¹ de mat. fresca de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	34
Figura 28. Valores médios de Licopeno (A) e β- caroteno (B), expressos em μg.100g ⁻¹ de mat. fresca de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	36
Figura 29. Valores médios de Carotenoides totais (A) e Antocianinas totais (B), expressos em mg.100g ⁻¹ de mat. fresca, de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	37
Figura 30. Valores médios de licopeno (A) e β- caroteno (B), expressos em μg.100g ⁻¹ de mat. fresca de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	38
Figura 31. Valores médios de carotenoides totais (A) e Antocianinas Totais (B), expressos em mg.100g ⁻¹ de mat. fresca, de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	39
Figura 32. Valores médios de Licopeno (A) e β-caroteno (B), expressos em μg.100g ⁻¹ de mat. fresca, de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).	40

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABIO- Associação de Agricultores Biológicos
A.Ch.A- Associação de Chefes de cozinha e agricultores
AOAC- Official Methods of Analysis
ANOVA- Analysis of Variance
ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AT- Acidez Titulável
BOD- biochemical oxygen demand
CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CEAGESP- Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo.
CEPEA- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CR- Com Retardante
DIC- Delineamento Inteiramente Casualizado
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO- Food and Agriculture Organization
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NaOH- Hidróxido de sódio
ORGANIS- Conselho Nacional da Produção Orgânica e Sustentável
OPAC- Organismo Participativo de Avaliação de Conformidade Orgânica
pH- Potencial hidrogeniônico
PPGF- Programa de Pós-graduação em Fitotecnia
PPGCTA- Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos
PSP- Poliestireno expandido de papel
R² - Coeficiente de determinação
SPG- Sistema Participativo de Garantia
SR- Sem Retardante
SS- Sólidos Solúveis Totais
IT- Instituto de Tecnologia
UFRRJ- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UR- Umidade Relativa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Produção orgânica de tomates.....	4
3.1.1. Mercado de produtos orgânicos.....	5
3.1.2. Certificação dos agricultores em Seropédica-RJ.....	6
3.2. A cultura do Tomateiro.....	6
3.3. Qualidade dos frutos de tomateiro.....	8
3.3.1. Mudanças químicas nos frutos durante o processo de amadurecimento.....	9
3.3.2. Compostos bioativos nos frutos.....	10
3.4. Pós-colheita dos frutos.....	11
3.4.1. Conservação.....	11
3.4.2. Bioembalagens.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Variedades.....	14
4.2. Colheita, seleção, sanitização dos frutos e instalação dos experimentos.....	14
4.3. Avaliações.....	16
4.3.1. Integridade das bandejas.....	16
4.3.2. Caracterização química dos frutos.....	16
4.3.3. Análises Químicas.....	16
4.3.3.1. Sólidos solúveis.....	16
4.3.3.2. Acidez Titulável.....	16
4.3.3.3. Relação SS/AT.....	17
4.3.3.4. pH.....	17
4.3.3.5. Ácido ascórbico.....	17
4.3.3. Compostos Bioativos.....	17
4.3.3.2. Carotenoides totais.....	17
4.3.3.2. Antocianinas totais.....	17
4.3.3.3. Licopeno e β - caroteno.....	18
4.4. Delineamento estatístico.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1. Avaliação da integridade das bioembalagens.....	19
5.2. Análises químicas.....	20

5.2.1.	Variedade Polonês amarelo	20
5.2.2.	Variedade Perinha amarelo	25
5.2.3.	Variedade Indigo Rose.....	29
5.3.	Compostos Bioativos.....	33
5.3.1.	Variedade Polonês amarelo	34
5.3.2.	Variedade Perinha Amarelo	36
5.3.3.	Variedade Indigo Rose.....	38
6.	CONCLUSÕES	42
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda pela utilização de hortaliças com elevada qualidade e provenientes de manejo de cultivo sustentável tornou-se um fator preponderante no mercado produtor e consumidor. Dentre as mais variadas espécies de hortaliças exploradas comercialmente no mundo, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) vem ganhando lugar de destaque na dieta humana devido ao seu valor nutricional e compostos bioativos benéficos voltados à promoção da saúde (BARANKEVICZ et al., 2015; SILVA et al., 2018; SOLDATELI et al., 2020).

Segundo dados da FAO (2019), a produção mundial de tomates em 2017 foi de aproximadamente 130 milhões de toneladas por ano, sendo cerca de 88,0 milhões destinadas ao consumo *in natura* e os outros 42,0 milhões à indústria. O maior produtor mundial é a China, com produção de 52,5 milhões de toneladas de frutos, o que representa 31% do volume global. Logo em seguida, vem a Índia e os Estados Unidos com 11% e 8% da produção do planeta, respectivamente. De acordo com os dados do IBGE (2017), o Brasil encontra-se na nona posição do cenário mundial com cerca de 2,5% da produção mundial, onde são cultivados anualmente cerca de 64,4 mil hectares de tomateiros.

Os frutos de tomate podem ser classificados em grupos distintos como Santa Cruz, Salada, Italiano, Agroindustrial e Cereja, de acordo com características como tamanho, número de lóculos, destino do produto, dentre outros aspectos (Filgueira, 2003). Os tomates cereja vêm se destacando no mercado consumidor, onde se têm observado frutos com características diferenciadas como os de coloração rosa, amarelos laranjas, marrons, vermelhos com listras, de diferentes formatos como oblongos, peras, achatados, globulares, pitangas, alongados e ameixas ainda subutilizados e desconhecidos por muitos consumidores (FERNANDES et al., 2007; SANTOS et al., 2016).

Aliando a importância socioeconômica e funcional da cultura, o sistema de produção orgânica também vem ganhando maior destaque dentro da tomaticultura, conquistando a cada dia espaço e valorização perante o mercado consumidor. A principal motivação no consumo de produtos orgânicos seria a ausência de agrotóxicos nestes alimentos (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007; ORGANIS, 2019). Desta forma, a agricultura orgânica desponta como alternativa na produção de tomates.

Normalmente os tomates são comercializados por redes atacadistas e em feiras livres, no entanto, um novo nicho está se consolidando para atender outro tipo de mercado (SANTOS et al., 2019). Alguns representantes da alta gastronomia carioca participam do projeto denominado Articulação de Chefes de cozinha e Agricultores (A.Ch.A) com a intenção de obterem produtos diferenciados e de qualidade para seus cardápios e dentre esses produtos encontram-se os tomates especiais. Este projeto surgiu como uma alternativa de comercialização justa de produtos orgânicos para os agricultores familiares que residem em Seropédica/RJ.

Mesmo sendo o tomate uma olerícola de grande potencial de mercado e alternativa econômica para produtores e consumidores, ainda existe carência de informações científicas em relação a muitas variedades pouco conhecidas e subutilizadas em termos de composição química e comportamento pós-colheita. Desta forma, algumas destas variedades ainda pouco conhecidas e exploradas foram escolhidas para compor o cardápio dos chefes de cozinha que participam do projeto A.Ch.A, já que possuem sabor equilibrado para compor os pratos considerados atrativos da alta gastronomia. Dentre elas, podemos destacar as variedades Polonês amarelo, de formato arredondado e coloração amarela (parte inferior) e marrom (parte superior); Perinha amarelo, de formato característico de pera e coloração amarelo ouro e Indigo Rose, de formato arredondado e coloração vermelha (parte inferior) e roxa (parte superior).

Essas variedades apresentam características físicas diferenciadas quanto à coloração, são de tamanho pequeno, textura firme e paladar adocicado. Assim, apresentam alto potencial para atender as exigências da culinária atual, como ornamentação de pratos e aperitivos atendendo ao público variado, com destaque para as crianças.

Contudo, o tomate é uma olerícola extremamente perecível exigindo alguns cuidados na fase de pós-colheita. Entre eles, o uso de embalagens e emprego de refrigeração são ferramentas fundamentais para a manutenção da qualidade destes. Estas ferramentas apresentam-se como alternativas de proteção do conteúdo, atuando como barreiras físicas, químicas e microbiológicas evitando ou retardando a senescência do alimento, com consequente prolongamento de sua vida útil (LEMOS et al., 2007; JORGE, 2013).

Em geral, dentro do setor de embalagens, os polímeros destinados ao armazenamento de alimentos representam cerca de 42% do total produzidos mundialmente (SILVESTRE et al., 2011). Porém, esses materiais ficam presentes na natureza por muitos anos devido à sua baixa degradabilidade, causando poluição visual e química do ambiente (CARDOSO, et al., 2009).

Alguns compostos naturais feitos à base de amido (carboidrato presente em milho, mandioca, batata, etc.), alginato (presente em algas marinhas) e quitosana (substância presente no esqueleto externo de crustáceos) podem entrar como substitutos de polímeros sintéticos (ZEPEDA, 2010). Dentre esses, a fécula de mandioca têm sido a mais utilizada na produção de bioembalagens por ser de fácil acesso. O material é obtido após descascamento, trituração, desintegração, purificação, peneiramento, centrifugação, concentração e secagem das raízes da mandioca (VIEIRA et al., 2010).

A utilização destes materiais na forma de bandejas reduzem impactos negativos no ambiente, se desfazendo facilmente na natureza e/ou podendo ser consumidos pelo homem, além de terem baixo custo e disponibilidade em todo o mundo (DEBIAGI et al., 2012). As embalagens biodegradáveis ou bioembalagens também podem ser consideradas estratégias de marketing para determinados produtos e decisivos no momento da compra (AVILEZ, 2017).

Desde forma, a inclusão de embalagens biodegradáveis na comercialização de tomates orgânicos pode proporcionar ampla visão de sustentabilidade, além de agregar valor ao produto final. As bioembalagens podem substituir embalagens tradicionais no armazenamento de produtos perecíveis auxiliando na manutenção das características químicas e de componentes bioativos dos mesmos.

2. OBJETIVOS

- Avaliar a eficiência e integridade de duas bioembalagens confeccionadas a base de fécula de mandioca com presença ou ausência do retardante natural no acondicionamento dos frutos dos tomates ‘Polonês amarelo’, ‘Perinha amarelo’ e ‘Indigo Rose’ produzidos sob sistema de cultivo orgânico.
- Caracterizar o comportamento pós-colheita de frutos das três variedades de tomates especiais orgânicos, quando acondicionados nos dois tipos de bioembalagens e armazenados em temperatura e umidade relativa controladas, através de análises químicas e de compostos bioativos dos frutos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Produção orgânica de tomates

De acordo com a legislação brasileira, para serem considerados orgânicos, os alimentos sejam eles *in natura* ou processados devem ser obtidos em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local. Para serem comercializados, estes deverão ser certificados por organismo reconhecido oficialmente, segundo critérios estabelecidos em regulamento (BRASIL, 2003).

A produção convencional de tomates demanda a utilização de uma série de produtos químicos, os quais na maioria das vezes são utilizados de forma inadequada. Segundo a Anvisa (2018), foram encontrados resíduos de agrotóxicos em 32,6% de uma amostragem de quase 2500 frutos de tomate convencionais analisados no ano em questão. Portanto, a aplicação indiscriminada de agroquímicos em lavouras de tomate começa a despertar uma preocupação com a qualidade dos produtos ofertados e a saúde dos consumidores (MELO et al., 2009; BRAGA, 2014; FERREIRA e COELHO, 2017).

Há algum tempo a agricultura orgânica é considerada uma prática agrícola importante, considerando que preza pela produção de alimentos sem agredir o meio ambiente. Esta é estável, têm elevada eficiência no uso de recursos naturais das propriedades agrícolas, não empregando a utilização de produtos químicos, contribuindo assim para a oferta de produtos de qualidade e saudáveis, estando em harmonia com a natureza (RESENDE e BRAGA, 2014; NICOLA e MARQUES, 2016).

Dentre as hortaliças produzidas no cultivo orgânico, o tomate é a que mais demanda serviços e insumos para sua manutenção no campo. A produção de tomate orgânico, quando comparado ao convencional, apresenta um custo 17,2% menor e uma rentabilidade de 113,6% maior (LUZ et al., 2007), mesmo que apresentando maior taxa de frutos pequenos em comparação ao sistema convencional (NASCIMENTO et al., 2013).

Com a crescente demanda de produtos orgânicos nos grandes centros urbanos, abriu-se a oportunidade para produtores familiares regionais investirem no cultivo de tomates orgânicos (ROCHA, 2008). No Rio de Janeiro, por exemplo, os entraves de produção orgânica ainda são limitantes quanto à área plantada. A dificuldade de se encontrar cultivares adaptadas, bem como a execução de um controle eficiente de pragas e doenças, reflete em pouca oferta de sementes de qualidade. Para solucionar esses problemas, é necessário explorar a variabilidade genética dessa espécie e fazer com que novos materiais fiquem disponíveis ao mercado consumidor (COSTA et al., 2018).

É necessário diferenciar os sistemas produtivos e as variedades plantadas para aumentar a oferta de tomates orgânicos, estando incluídos frutos diferenciados e não convencionais (COSTA et al., 2006). Atributos visuais como formato, diâmetro, coloração e número de lóculos, atributos químicos e sensoriais dos frutos também devem ser considerados na escolha das variedades para possibilitar a expansão de novos nichos de mercado (PRECZENHAK et al., 2014). Além das variedades avermelhadas também existem outras tonalidades e formatos de tomates cereja, como é o caso das variedades Polônês Amarelo, Perinha Amarelo e Indigo Rose (Figura 1).

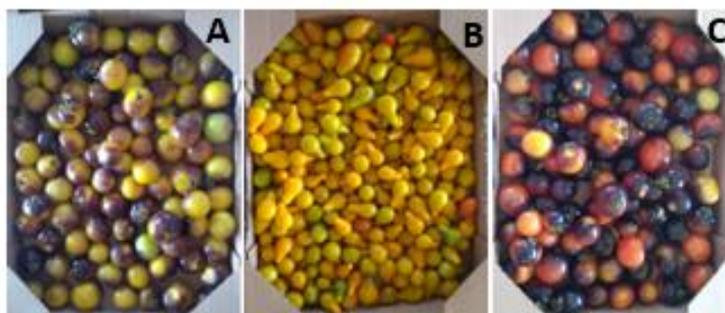


Figura 1. Frutos das variedades Polônês amarelo (A), Perinha amarelo (B) e Indigo Rose (C)

Os frutos ‘Polônês amarelo’ (Figura 1 A) apresentam formato arredondado com dupla coloração (amarela e marrom), os tomates ‘Perinha Amarelo’ (Figura 1 B) apresentam formato periforme (remete a uma pera) com coloração amarelo ouro e os frutos de ‘Indigo Rose’ (Figura 1 C) apresentam formato arredondado, com dupla coloração (vermelha e roxa). Essas variedades mencionadas se destacam pela resistência da película à mastigação, aroma adocicado, suculência e sabor agradável, com alto potencial para atender as exigências dos consumidores, se destacando na composição de pratos finos e aperitivos.

3.1.1. Mercado de produtos orgânicos

As feiras livres podem ser consideradas opções simples de comercialização, pois atendem a vários produtores simultaneamente (DULEY et al., 2000). Redes de supermercados nos grandes centros urbanos como Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba veem nesses produtos uma oportunidade de diferenciação em seu “mix” de produtos bem como a valorização da imagem da empresa diante do consumidor (TERRAZZAN e VALARINI, 2009).

Para reduzir esse impacto negativo, alternativas justas como a comercialização de olerícolas diretamente aos clientes vem surgindo, através da venda de produtos oriundos de propriedades de agricultura familiar aos chefes de cozinha (TERRAZZAN e VALARINI, 2009), como é o caso do que vem ocorrendo na cidade do Rio de Janeiro.

Em 2018 foi criado o projeto A.Ch.A (Articulação entre Chefes e Agricultores), de cunho socioeconômico, que visa estabelecer um novo tipo de comercialização de produtos orgânicos. A proposta é oferecer aos chefes de cozinha alimentos de boa qualidade produzidos próximos ao Rio de Janeiro. Os agricultores selecionados são certificados pela ABIO (Associação de agricultores biológicos do estado do Rio de Janeiro) pelo Sistema Participativo de Garantia (SPG-ABIO), que permite aos seus membros o uso do Selo do Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade Orgânica (Figura 2).



Figura 2. Selo de produção Orgânica da ABIO (Fonte: Caderno sistemas participativos de garantia - ABIO, 2016).

Como um dos objetivos dos idealizadores do projeto é trazer diversidade aos chefes de cozinha, nove variedades diferentes de tomates foram selecionadas do banco de sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Dentre elas 3 variedades de porte menor foram selecionadas para o presente trabalho (Figura 3).



Figura 3. Variedades selecionadas do projeto A.Ch.A (Fonte: Projeto A.Ch.A)

Mesmo sendo um potencial de mercado e alternativa econômica para a renda dos vários agricultores familiares do Rio de Janeiro, esses produtos ainda não tem sido objetos de estudos de trabalhos técnicos e científicos. Desta maneira, não foram encontradas informações científicas sobre a pós-colheita para as nove cultivares dos tomates orgânicos escolhidos para o projeto A.Ch.A.

3.1.2. Certificação dos agricultores em Seropédica-RJ

Em 1984, um pequeno grupo de agricultores se articulou para implantar a primeira feira orgânica do Rio de Janeiro, a Feirinha da Saúde. A partir de então, esse mesmo grupo fundou a Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO), cujos objetivos foram estimular a produção orgânica de acordo com os princípios da agroecologia (ABIO, 2019).

A ABIO é um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC), representando no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento os grupos de Sistemas Participativo de Garantia (SPG), aos quais se vinculam os agricultores associados. O SPG é um mecanismo de garantia que além da qualidade orgânica, promove a construção de bases agroecológicas, troca de saberes, responsabilidade solidária e associativismo. Os produtores, comerciantes, técnicos e consumidores se responsabilizam pelo controle de qualidade dos alimentos, construindo assim uma relação de confiança entre os envolvidos (ABIO, 2019).

Os ganhos em termos de qualidade já eram reconhecidos pelo público consumidor, agora as marcas orgânicas estão associadas à segurança alimentar, destaque no mercado e obtenção de valor diferenciado pelos valores éticos e por preservarem o meio ambiente (TERRAZZAN e VALARINI, 2009).

3.2. A cultura do Tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma espécie que possui porte arbustivo e seu desenvolvimento vegetativo pode ser caracterizado por um tipo de crescimento

determinado ou indeterminado. Este pode se desenvolver de forma rasteira, semiereta ou ereta (DUSI et al., 1993; ALVARENGA, 2013).

A planta se desenvolve em condições de clima tropical, contudo, responde bem às variações dos fatores climáticos. Temperaturas amenas, entre 18 e 25°C favorecem o desenvolvimento vegetativo, sendo a faixa de 20 a 25°C ideal para a germinação, enquanto temperaturas acima de 32°C provocam queda das flores. A floração e frutificação são beneficiadas quando as temperaturas estão entre 18 a 25°C durante o dia e 13 a 24°C à noite. Contudo, temperaturas acima de 28°C prejudicam a firmeza e a cor dos frutos. Chuvas em excesso e alta umidade elevada favorecem a incidência de doenças e dificultam seu controle (DUSI et al., 1993).

O tomate pertence à família *Solanaceae*, tem como origem a região andina da América do Sul e atualmente encontra-se entre as hortaliças mais consumidas no mundo (TILAHUN et al., 2018). Devido à sua popularização, os consumidores têm demonstrado interesse pela diversidade desses frutos. Parte disso pode ser estar relacionado à busca por alimentos funcionais (VIZZOTTO et al., 2012).

O fruto de tomate é classificado como hortaliça fruto do tipo baga carnosa e a forma e a cor destes diferem conforme a variedade cultivada (Figura 4). Os frutos podem ser caracterizados por diferentes estádios de maturação, como verdes, intermediários (“de vez”) e maduros (NAIKA et al., 2006). De acordo com Filgueira (2003) também pode haver a classificação destes em grupos distintos como Santa Cruz, Salada, Italiano, Agroindustrial e Cereja, de acordo com características como tamanho, número de lóculos, destino do produto, dentre outras.

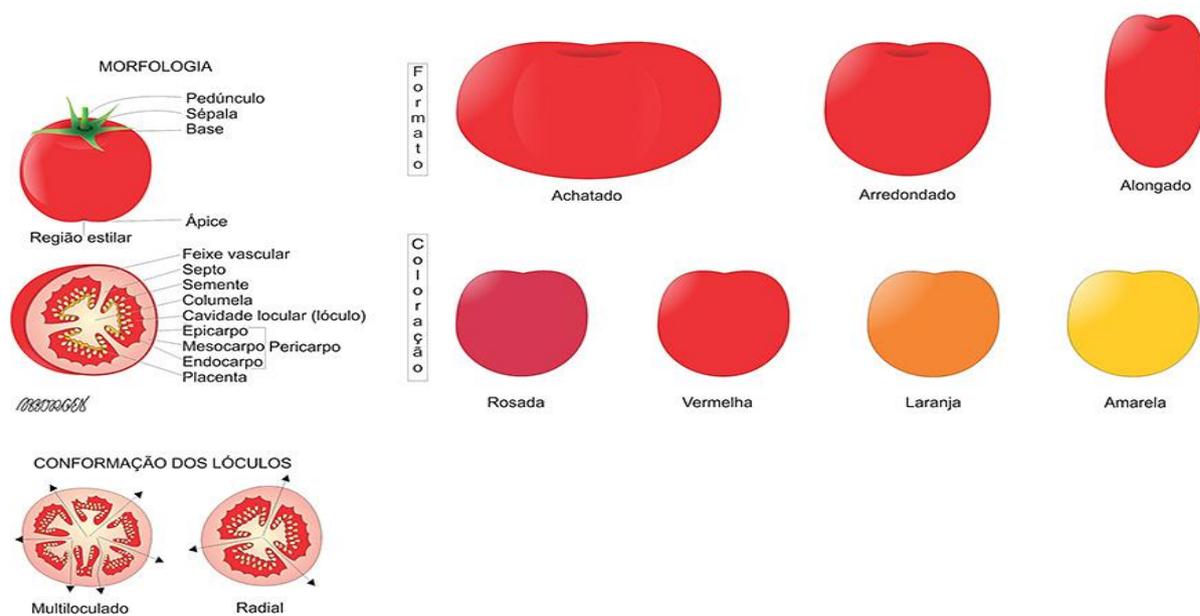


Figura 4. Tipos de tomates (Fonte: CEAGESP, 2020)

Os tomates tipo cereja (Figura 5) podem apresentar forma redonda, periforme ou ovalada, a coloração varia do amarelo ao vermelho e o peso varia de 5 a 30g. Na maioria das vezes, apresentam frutos biloculares e formam cachos que podem apresentar de 6 a 18 frutos (ALVARENGA, 2013).



Figura 5. Tomate Tipo Cereja (Fonte: CEPEA, 2019)

Nos anos 90, foi despertado o interesse pela produção desse tipo de fruto em escala comercial devido à alta produtividade e ao retorno financeiro (PRECZENHAK et al. 2014). Tomates cereja são interessantes para o mercado consumidor por apresentarem colorações diferentes, rosa, amarelo, laranja, marrom, vermelho com listras; e bem como formatos de fruto, oblongo, pera, achatado, globular, pitanga, alongado, ainda não muito usuais (SANTOS et al., 2016).

Para o tomate, a colheita dos frutos geralmente é realizada no início da maturação, quando estes começam a mudar de cor, tendo completado seu desenvolvimento, sendo classificados como climatéricos em relação à atividade respiratória pós-colheita (ALVARENGA, 2013; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Para Naika et al. (2006), na América do Sul é comum colher frutos das mesmas plantas durante vários anos consecutivos, por ser uma planta anual. A primeira colheita pode-se realizar 45-55 dias após a florescência, ou 90-120 dias depois da sementeira.

Para tanto, a retirada precoce de frutos trazem vantagens como a redução do número de colheitas e menor exposição dos frutos à intempéries climáticas e ao ataque de doenças no campo, aumentando a possibilidade de permanecerem por mais tempo no mercado (BARBEDO et al., 1994). Na colheita, algumas características dos frutos são importantes, como a coloração, firmeza, teor de sólidos solúveis e acidez (SANTOS et al., 2016)

A redução da qualidade dos tomates em pós-colheita também podem estar associadas à perdas por doenças causadas por bactérias, fungos e vírus, bem como por diversos tipos de pragas que causam danos como manchas superficiais até podridões mais severas nos frutos, gerando redução na produtividade e qualidade do produto (MOURA et al., 2014). Os tomates são produtos que requerem cuidados especiais na pós-colheita devido à sua alta perecibilidade associada à grande quantidade de água presente nos frutos (DAMASCENO et al., 2003).

3.3. Qualidade dos frutos de tomateiro

A qualidade dos frutos de tomateiro não é um atributo único, bem definido, mas sim um conjunto de características peculiares de cada produto, sendo estas a aparência (tamanho, forma, cor, isenção de injúrias e um sabor especialmente associado com o produto individual); conveniência tecnológica (atributos específicos que determinam a conveniência do gênero alimentício para processamento e estocagem); valor nutricional (Quadro 1) e bioativos, além de ausência de substâncias prejudiciais e toxinas naturais. A composição química de hortaliças pode variar em decorrência das condições edafoclimáticas, diferença de cultivares, grau de maturidade do produto, estação e época de colheita, dentre outros fatores (SILVA e GIORDANO, 2000; BORGUINI, 2002; UFSP 2003)

Quadro 1. Caracterização físico-química e constituintes minerais de tomates

Componentes	Unidade	Tomate grande (182,00g)	Tomate médio (62,00g)	Tomate cereja (17,00g)
Água	g	172,03	58,60	16,07
Valor energético	kcal	33,00	11,00	3,00
Proteínas	g	1,60	0,55	0,15
Gorduras totais	g	0,36	0,12	0,03
Carboidratos (por diferença)	g	7,08	2,41	0,66
Fibra alimentar	g	2,20	0,70	0,20
Monossacarídeos	g	4,79	1,63	0,45
Minerais				
Cálcio	mg	18,00	6,00	2,00
Ferro	mg	0,49	0,17	0,05
Magnésio	mg	20	7	2
Fósforo	mg	44	15	4
Potássio	mg	432	147	40
Sódio	mg	9	3	1
Zinco	mg	0,31	0,11	0,03

Fonte: Escola Paulista de Medicina, UFSP (2003) Adaptado.

3.3.1. Mudanças químicas nos frutos durante o processo de amadurecimento

Alterações físico-químicas no período pós-colheita são mais comuns nesses frutos e induzem mudanças de cor, sabor, textura e aroma, definindo o momento da colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005; FERREIRA et al., 2012).

O grau de maturação é um dos fatores fundamentais para se definir o ponto de colheita ideal de uma olerícola, já que frutos verdes apresentam maior vida útil, resistência ao transporte, porém qualidade inferior quando comparado a frutos colhidos maduros, que apesar de apresentarem melhor qualidade sensorial são mais perecíveis (BRACKMANN et al., 2007).

A coloração externa é resultado da pigmentação da polpa e da casca condicionada pela presença de licopeno, betacaroteno e síntese de clorofila que variam de acordo com o grau de maturação do fruto (SANTOS JÚNIOR et al., 2003). De acordo com FERREIRA et al. (2010), a cor dos frutos tem relação com a aparência, teor de açúcares, acidez, pH, textura, sabor e suculência sendo o aspecto de qualidade que mais atrai os consumidores.

Durante o amadurecimento a quantidade de açúcares presentes nos tomates em forma de glicose e frutose se mantém iguais e a quantidade de sacarose tende a reduzir devido à sua utilização como fonte de energia no processo respiratório (OSM-OLIU et al., 2011). As enzimas invertases são as principais responsáveis pela manutenção dos teores de frutose e glicose em tomates maduros (KERBAUY, 2008).

Já a acidez em frutos reflete a síntese de ácidos orgânicos presentes nestes, principalmente os ácidos cítrico e málico, que podem ser armazenados no vacúolo em grandes quantidades (ETIENNE et al., 2013). Durante o processo de amadurecimento há a redução desses ácidos orgânicos devido à utilização como reserva energética no ciclo de Krebs (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Sendo assim, o sabor dos frutos está relacionado ao balanço de açúcares e ácidos.

Outro ácido importante que sofre significativa redução nos tomates durante o amadurecimento, senescência e o armazenamento dos frutos é o ácido ascórbico (YAHIA et

al., 2001). Essas reduções são respostas causadas pela atuação das enzimas ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) e peroxidase. Este ácido, principal componente da Vitamina C, não é produzido pelo organismo humano, por isso a ingestão de produtos vegetais que apresentam essas fontes de vitaminas é de extrema importância (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Essas características físico-químicas são essenciais para se definir a qualidade do produto e além de alterações visuais, os tomates sofrem modificações como degradação de clorofila, síntese e armazenamento de carotenoides, principalmente o licopeno e outros antioxidantes como os compostos fenólicos. (JUEZ 2007; RAFFO et al. 2002).

3.3.2. Compostos bioativos nos frutos

Estudos científicos mostram que uma alimentação colorida, variada e equilibrada em quantidade e qualidade contém substâncias fisiologicamente ativas necessárias e recomendadas para a promoção de saúde e prevenção de enfermidades associadas aos componentes químicos, nutrientes essenciais e compostos bioativos presentes nesta (LAJOLO, 2002; FAO, 2003; HASLER, 1999; FINLEY, 2005).

A inclusão de frutas e vegetais na dieta é essencial, pois são as principais fontes de antioxidantes, ou polifenóis (compostos bioativos). Devido à composição variada de fatores intrínsecos como cultivar, variedade, estágio de maturação, além de condições climáticas e edáficas considerados extrínsecos, estes se destacam em termos quantitativos e qualitativos. Porém, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (BIANCHI, & ANTUNES, 1999).

Compostos bioativos em produtos vegetais, incluindo o tomate, tornam-se componentes importantes para produtores e consumidores destes vegetais. Evidências epidemiológicas apontam o consumo desses compostos como um dos responsáveis pela redução do risco de certos tipos de doenças. Entre estas substâncias destacam-se o licopeno e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo contra as doenças crônicas não transmissíveis (BIANCHI e ANTUNES, 1999; BORGUINI e SILVA et al., 2006).

De acordo com Liu et al. (2018) os compostos antioxidantes presentes nestes alimentos tornam-se mais eficazes quando ingeridos isoladamente, possivelmente devido ao efeito sinérgico com outros componentes. Atributos típicos de tomates como adstringência, amargor e aroma estão correlacionados aos compostos bioativos presentes nos frutos (RODRÍGUEZ et al., 2012). Essas substâncias vêm se destacando pelo seu potencial antioxidante que variam de acordo com suas estruturas químicas (GAHLER et al., 2003).

Os valores dos compostos bioativos aumentam de acordo com os estágios de maturação dos tomates (verde claro a vermelho brilhante), sendo os últimos os mais indicados para o consumo, uma vez que são melhor aproveitados pelo organismo (RAFFO et al., 2002; JUEZ, 2007; MONTEIRO et al., 2018). Existe uma vasta distribuição de carotenoides devido à grande variedade de funções e ações destes compostos. Estes são facilmente sintetizados por plantas e microrganismos os quais funcionam como pigmentos acessórios na fotossíntese e fotoproteção. Aproximadamente 10% dos carotenoides identificados podem estar presentes na dieta humana. Em alimentos estes são um pouco mais restritos quando comparados aos encontrados na natureza (AMAYA, 2003).

Porém, em decorrência de suas insaturações, os carotenoides são compostos instáveis e podem sofrer degradações estimuladas pela presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídeos pró-oxidantes e condições drásticas de processamento e estocagem (WONDRACEK, 2011). De acordo com Serrano et al. (2009), a intensidade da coloração de um fruto de tomate ocorre particularmente devido à presença de dois carotenoides principais, licopeno e β -caroteno, estando correlacionada à proporção em que se encontram. A distribuição desses pigmentos é diferente na casca e na polpa, podendo ser influenciada pela incidência de luz.

O licopeno é responsável pela cor vermelha e além disso, tem função de absorver luz e proteger a planta contra o excesso de luminosidade. Já o β -caroteno, precursor da vitamina A, é um carotenoide que confere coloração amarela, presente em menor concentração nos frutos (ILIC et al., 2012; PERVEEN et al., 2015). A biodisponibilidade da vitamina A em alimentos de origem vegetal pode ser baixa. Neste caso, ressaltam-se características como as espécies presentes, o tipo de ligação molecular, a quantidade de carotenoides consumida na refeição, a matriz na qual o carotenoide está incorporado e fatores de absorção e bioconversão (CASTENMILLER & WEST, 1998).

As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides (POJER et al., 2013). São solúveis em água, consideradas pigmentos naturais com estruturas variadas, as quais compõem as colorações de muitas frutas vermelhas, hortaliças e cascas de uvas escuras (GRAHAM, 1992; ACKER, 1996; ARAÚJO, 2008). Esses antioxidantes são substâncias que podem impedir ou compensar os danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio em lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (VASCONCELOS et al., 2014). De modo geral, sua ação está correlacionada à sua atividade antiinflamatória, impedindo a aglomeração de plaquetas sanguíneas e também a ação de radicais livres no organismo, uma vez que protegem moléculas como o DNA (SILVA et al., 2010).

A distribuição dos compostos bioativos nos frutos difere na parte externa com maiores valores quando comparada à parte interna (GAHLER et al., 2003). Atributos típicos de tomates como adstringência, amargor e aroma estão correlacionados aos compostos fenólicos como flavonoides e antocianinas presentes nos frutos (RODRÍGUEZ et al., 2012).

3.4. Pós-colheita dos frutos

3.4.1. Conservação

É fundamental a utilização de conceitos de tecnologias de alimentos que estudam métodos e processos de conservação de alimentos e aumento da sua vida útil, sem abrir mão da qualidade. De modo geral, mantém as condições sensoriais dos alimentos, aumentam a estabilidade dos produtos e promovem segurança alimentar aos consumidores (LEONARDI e AZEVEDO, 2018).

Existem técnicas de pós-colheita que podem ser utilizadas para reduzir ou retardar as interações que degradam os alimentos. A combinação da utilização de embalagens com refrigeração têm se mostrado eficiente e apresenta baixo custo, além de diminuir o risco de contaminação e redução do metabolismo do alimento através da modificação passiva de atmosfera, desacelerando processos fisiológicos relacionados à senescência. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os métodos de conservação de produtos vegetais têm como principal função minimizar as alterações indesejáveis que ocorrem na pós-colheita. A utilização do frio é um dos métodos mais eficientes no controle dessas reações, dando ênfase à redução dos efeitos da respiração. Além disso, o frio quando usado devidamente, pode diminuir e controlar as perdas d'água, a carga microbiana e produção de etileno, aumentando a vida útil do alimento (PINTO e MORAIS, 2000).

A temperatura ótima do armazenamento a frio para o tomate depende do seu estágio de maturação. De acordo com Luengo e Calbo (2001), frutos verdes devem ser armazenados em temperaturas em torno de 13°C, frutos parcialmente maduros em torno de 10°C e maduros em temperaturas de 8°C.

Para frutas e hortaliças mais comuns existem tabelas de temperatura e umidade adequadas para o transporte e armazenamento desses produtos, evitando possíveis desidratações. Essas condições tendem a serem mantidas quando esses produtos são

acondicionados em embalagens mediante a estabilização de temperaturas mais baixas (LUENGO e CALBO, 2001).

3.4.2. Bioembalagens

A qualidade pós-colheita para produtos agrícolas se tornou uma preocupação de produtores e consumidores, devido à alta perecibilidade. Normalmente fatores externos contribuem para sua deterioração em poucos dias. A umidade elevada e a alta atividade metabólica levam os alimentos à degradações bioquímicas irreversíveis, contribuindo conseqüentemente para uma menor disponibilidade destes (FONTOURA, 2016).

As embalagens são fundamentais para o armazenamento de alimentos, sobretudo para os *in natura*. Apresentam-se como proteção do conteúdo, sendo barreiras físicas, químicas e microbiológicas, evitando ou retardando a senescência dos produtos, além de contribuir para a segurança alimentar (JORGE, 2013). Ressaltam-se as modificações positivas de concentrações de gases, que interferem nas taxas respiratórias e mantém a umidade no interior destas GUERRA, et al., 2017).

A princípio, os tipos de embalagens utilizadas para se acondicionar alimentos são de vidro, papel ou papelão, metal, plástico e ainda as de multicamadas. Com destaque ao plástico, pois o mesmo têm predominado o mercado devido ao seu baixo custo, leveza e versatilidade. No entanto estes são potenciais poluidores ambientais e demoram muitos anos para se degradar (GUINÉ, 1997).

As questões ambientais relacionadas às embalagens sintéticas, principalmente cujas matérias-primas são derivadas de plásticos e isopor, tem impulsionado a criação de embalagens biodegradáveis, podendo ser elaboradas com macromoléculas biológicas capazes de formar uma matriz contínua. O grande diferencial encontrado nesses tipos de embalagens está no impacto positivo que elas trazem. A substituição do plástico e do isopor traz inovação em forma de alternativa de embalagens sustentáveis e não poluentes (GUILBERT e GONTARD, 2005).

O filme plástico é eficiente, pois tem capacidade de alongamento e de aderência superficial facilitando o fechamento das embalagens. Até o momento são utilizados filmes à base de cloreto de polivinila (PVC), devido à praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência quando associado ao armazenamento refrigerado para perdas de frutas (SOUSA et al., 2002). Materiais biodegradáveis com a aplicabilidade destes filmes ainda não são comercializados.

Existe oferta de materiais abundantes e de baixo custo que podem ser utilizados para a formulação de embalagens biodegradáveis (também chamadas de bioembalagens). Dentre estes, o amido de mandioca tem sido a matéria-prima mais estudada para a fabricação de embalagens para produtos hortifrutí *in natura* e processados (MALI et al., 2010).

A mandioca é uma fonte naturalmente abundante, que pode ser encontrada em todos os estados brasileiros, apresentando baixo custo de aquisição, não agride a natureza, desaparece em semanas em contato com o solo, se dissolve com facilidade quando em contato com água corrente podendo servir ainda como componente da compostagem (adubo orgânico) e ração animal (FERREIRA et al., 2019).

Bandejas à base de fécula de mandioca possuem limitações como hidrofobicidade e fragilidade para utilização como embalagens na indústria alimentícia. A fim de melhorar essas propriedades, torna-se necessário o uso de plastificantes e outros aditivos, como proteínas e fibras lignocelulósicas em sua composição (MACHADO, 2016).

A utilização de resíduo do processamento de gergelim, bagaço de malte, fibras de cana-de-açúcar, curauá (um tipo de bromélia), casca de café e revestimentos naturais à base de ácido lático na superfície da bioembalagem podem proporcionar queda de 86% na capacidade de absorção de água das bandejas, aumentando a possibilidade para o

acondicionamento de alimentos com alta atividade de água, além de praticamente não influenciarem no tempo de degradação das mesmas por perda de massa (STOFFEL et al., 2017).

Essas bioembalagens podem ser comparadas a bandejas comerciais de poliestireno expandido de papel (PSP), em termos de estrutura, pois são porosas e apresentam capacidade de absorção de água. Podem ser revestidas com filme plástico para envolver e proteger o produto que ali está acondicionado (SCHMIDT, 2006).

Estes tipos de embalagens podem se tornar uma alternativa competitiva no mercado, uma vez que possuem boas propriedades mecânicas e preço relativamente acessível. A utilização destas pode reduzir a quantidade de lixo gerado pela sociedade, promover tecnologias verdes e desenvolvimento sustentável, apoiar projetos socioculturais e causar impactos positivos na natureza. A expectativa é alta em relação a esses produtos, pois estes demandam uma quantidade elevada de produção para a venda de produtos orgânicos. É idealizado que no futuro sejam utilizadas em merendas escolares e gôndolas de supermercados (OKA BIOEMBALAGENS, 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.4. Variedades

Foram utilizadas as polpas de frutos de tomates das variedades Polonês amarelo, Perinha amarelo e Indigo Rose, colhidos em propriedade de agricultura familiar no município de Seropédica/RJ (latitude 22°45' Sul, longitude 43°42' Norte e altitude de 33 metros). O clima da região, segundo a classificação de Köopen, é do tipo Aw (Clima tropical com estação seca). Esta unidade é mantida sob manejo orgânico e certificada com o Selo ABIO, de acordo com os princípios preconizados pela Lei 10.831 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

As plantas das variedades escolhidas foram conduzidas em fileiras simples alternadas com as demais variedades do projeto A.Ch.A. As mudas foram transplantadas em Julho de 2019, onde se desenvolveram sem interferências de pragas e doenças. O manejo consistiu em correção da fertilidade do solo com esterco bovino (dose de 100kg ha⁻¹), tutoramento das plantas, irrigação por gotejamento e capinas manuais para a retirada do mato no entorno das plantas de tomates.

4.2. Colheita, seleção, sanitização dos frutos e instalação dos experimentos

Os frutos de cada variedade foram manualmente colhidos em duas épocas diferentes, porém na mesma área, nos meses de outubro e novembro de 2019 no estágio de maturação “de vez”. Estes foram selecionados em campo quanto à ausência de injúrias físicas e com boa qualidade visual. Em seguida foram levados ao Laboratório multiusuário do PPGCTA/IT da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica/RJ. Os frutos foram lavados em água corrente, higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 2% e colocados sobre folhas de papel em bancadas até que ficassem totalmente secos.

Com a finalidade de reduzir a utilização de embalagens tradicionais decidiu-se, portanto, no presente estudo, pelo uso de bioembalagens (bandejas). Visto que os produtos avaliados foram cultivados de forma orgânica, foi feito um estudo do material ao qual os produtores tivessem fácil acesso e a partir de então, foram escolhidas as bioembalagens de fécula de mandioca (Figura 6) e filme plástico de baixa densidade para compor as bandejas.



Figura 6. Bioembalagem de fécula de mandioca (Fonte: Nastiê Bioembalagens)

As bioembalagens utilizadas foram doadas pela empresa *Nastiê Bioembalagens*, localizada em Botucatu, SP, que tem procurado atender à demanda dos últimos anos de agricultores orgânicos de todo o país. Elas são práticas e apropriadas para diferentes usos no ramo alimentício.

Esse tipo de embalagem normalmente se degrada em até 90 dias. Após o uso, é indicado que seu descarte seja feito no lixo orgânico, sendo recomendada a prática da compostagem. Elas apresentam a dimensão de 16,5 x 11,5 x 3,3 cm com capacidade de 320 ml.

Uma vez que as bioembalagens de fécula de mandioca são susceptíveis à umidade e aparecimento de patógenos, foi aplicado um retardante natural para que a mesma permanecesse íntegra quando fosse armazenada em BOD. Desta forma, no presente estudo, foram considerados 2 tipos de bioembalagens, ou seja, bandejas confeccionadas de fécula de

mandioca, porém com diferentes constituições em relação à presença ou não de um tipo de retardante natural. A empresa que forneceu as embalagens informou que o retardante trata-se de uma substância natural, no entanto não informou a origem alegando ser uma informação sigilosa até o momento.

Foram realizados 2 experimentos independentes: bioembalagens com e sem retardante (CR e SR), respectivamente, representados nas Figuras 7 e 8, com 5 repetições para cada uma das três variedades testadas, totalizando 15 embalagens para cada experimento. Posteriormente, os frutos foram acondicionados nas bioembalagens com aproximadamente 200g de tomates no primeiro experimento (CR) e 100g para o segundo experimento (SR) em cada bandeja com recobrimento por plástico filme. Como ocorreram algumas interferências climáticas a campo, não foi possível estabelecer a mesma massa por repetição para ambos os experimentos, uma vez que a disponibilidade de frutos foi reduzida. Depois, os mesmos foram armazenados em câmara tipo BOD ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) com cerca de 90% de umidade por 16 dias sendo avaliados a cada 4 dias.



Figura 7. Experimento com bioembalagens CR (com retardante) (Outubro, 2019).



Figura 8. Experimento com bioembalagens SR (sem retardante) (Novembro, 2019).

4.3. Avaliações

4.3.1. Integridade das bandejas

Para a integridade das bandejas foi pré-estabelecida uma escala visual de notas baseadas nas deformações ocorridas. Essa escala foi obtida em um experimento paralelo realizado à temperatura ambiente (aproximadamente $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR 60%) por 8 dias de armazenamento das mesmas variedades de tomates especiais. Determinou-se, portanto, notas de I a IV onde I = totalmente íntegra; II = íntegra; III = danificada e IV = totalmente danificada (Figura 9).

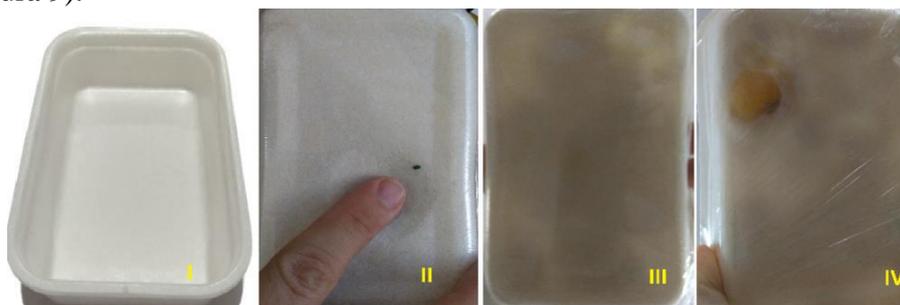


Figura 9. Escala de integridade das bandejas.

4.3.2. Caracterização química dos frutos

Foi analisado o desempenho de cada caráter, comparados estatisticamente por modelos de regressão linear. As avaliações químicas e de compostos bioativos foram realizadas em 5 tempos de armazenamento, sendo 0, 4, 8, 12 e 16 dias, com 5 repetições de cada variedade.

Uma vez que os tomates avaliados eram pequenos, pesavam menos de 25g, foi definido através dessa característica, que os resultados seriam comparados a frutos do tipo cereja ou tomates que apresentassem coloração semelhante aos do presente estudo. Neste sentido, a variedade Perinha amarelo aparece no mercado, sendo mais conhecida, possibilitando que fossem encontradas algumas referências para a sua caracterização, o que não ocorreu para as variedades Polônês amarelo e Indigo Rose.

4.3.3. Análises Químicas

4.3.3.1. Sólidos solúveis

Foi determinado utilizando-se um refratômetro manual modelo ATAGO PR 101, em escala de 0 a 30%, calibrado com água destilada e os resultados expressos em °Brix, segundo a metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1984).

4.3.2.2. Acidez Titulável

Para a determinação da acidez titulável, adotou-se a metodologia descrita por AOAC (2016). Acrescentou-se 50 mL de água destilada a 1g de polpa de tomate com posterior titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N. Foram utilizadas 3 gotas de solução indicadora de fenolftaleína até obter-se uma coloração rosa clara durante a titulação. A Acidez foi expressa em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca de ácido cítrico, de acordo com a Equação 1:

Equação 1. Cálculo da acidez:

Acidez Titulável = $(V \times M \times f \times 0,064m) \times 100$, onde:

V = Volume gasto de solução de hidróxido de sódio em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção do NaOH

m = massa da amostra em gramas

Considerando-se que 1 mL da solução de NaOH 0,1M equivale 0,064g de ácido cítrico.

4.3.2.3. Relação SS/AT

Foi determinada pelo quociente entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (AOAC, 2016).

4.3.2.4. pH

Foi determinado em potenciômetro da marca TECNAL, previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7, de acordo com a AOAC (2016).

4.3.2.5. Ácido ascórbico

Para a determinação do teor de ácido ascórbico adotou-se a metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967). A polpa foi extraída com solução de ácido oxálico 0,5% e titulada com 2,6-diclorofenolindofenol 0,02% até obter-se uma coloração rosa clara. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de amostra fresca.

4.3.3. Compostos Bioativos

4.3.3.2. Carotenoides totais

Determinados pelo método de Higby (1962), na qual a polpa de tomate foi extraída com álcool isopropílico: hexano (3:1). Em recipiente de aço inox, foram colocados 2 g de polpa, 6 mL de álcool isopropílico e 2,0 mL de hexano, seguido de agitação por 2 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água, deixando-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, sendo o conteúdo filtrado com auxílio de algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 10 mL envolto com alumínio, onde foram adicionados 2,0 mL de acetona e completado o volume com hexano. A absorbância foi lida em 450 nm e o resultado expresso em mg.100g⁻¹ de amostra fresca calculado através da equação 2:

Equação 2. Cálculo de Carotenoides Totais

Carotenoides totais = $(A \times 100) / (250 \times L \times W)$, onde:

A: 450 = absorbância;

L = largura da cubeta em cm; e

W = quociente entre a massa da amostra (g) e o Volume final da diluição (ml)

4.3.3.2. Antocianinas totais

A determinação de antocianinas totais (ANT) seguiu a metodologia de Francis (1982). Pesou-se 1 g da polpa em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo “Turrax” por dois minutos e transferida para balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida foi filtrada para um becker, envolto em papel alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro, em comprimento de onda a 535 nm. As antocianinas totais foram calculadas através da Equação 3 e os resultados expressos em mg.100g⁻¹ de amostra fresca.

Equação 3. Cálculo de Antocianinas totais

ANT = $\text{fator de diluição} \times \text{absorbância} / 98,2$

4.3.3.3. Licopeno e β - caroteno

Utilizando-se metodologia preconizada por Nagata e Yamashita (1992) adaptado, pesou-se 2 g da amostra em cada tubo envolto por papel alumínio, com 20 ml da solução acetona-hexano na proporção (4:6), agitou-se por 1 minuto em um agitador de tubos e posteriormente filtrou-se com papel filtro em becker protegido com papel alumínio, onde fez-se a leitura no espectrofotômetro nos seguintes comprimentos de onda: 645nm, 663nm (β -caroteno e licopeno, respectivamente). Foi feito também o branco, que consiste apenas na mistura acetona-hexano. A leitura foi feita em ambiente escuro. Para o cálculo do teor de β -caroteno e licopeno (em mg.100g¹), utilizaram-se as equações 4 e 5.

Equação 4. Cálculo de β - caroteno

$$\beta\text{-caroteno} = 0,216 \times A663 - 1,22 \times A645 - 0,304 \times A505 + 0,452 \times A453$$

Equação 5. Cálculo de Licopeno

$$\text{Licopeno} = 0,0458 \times A663 + 0,204 \times A645 + 0,372 \times A505 - 0,0806 \times A453, \text{ onde}$$

A = absorbância de cada leitura realizada.

*Os resultados deste item foram multiplicados por 1.000 e expressos em $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$.

4.4. Delineamento estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial de 2x5 com 2 tipos de embalagens e 5 tempos de avaliação (dias 0, 4, 8, 12 e, 16 de armazenamento), sendo 5 repetições para cada variedade. O desempenho de cada caráter dos frutos foi comparado estatisticamente por modelos de regressão linear. As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o software Sisvar à nível de significância de 5% (FERREIRA, 2014)

A análise de variância para as análises químicas mostrou que houve diferença significativa entre todos os fatores avaliados correlacionados aos tipos de bandejas (com e sem retardante), tempo de armazenamento e interação (tipo de embalagem x tempo de armazenamento) para as três variedades avaliadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3. Avaliação da integridade das bioembalagens

Foi possível observar que durante o tempo de armazenamento dos tomates ‘Polonês amarelo’, ‘Perinha amarelo’ e ‘Indigo Rose’, as bandejas com e sem retardante permaneceram íntegras, obtendo-se assim as notas I para o dia 0 (instalação do experimento) e II para os dias 4, 8, 12 e 16 (Figuras 10 e 11).

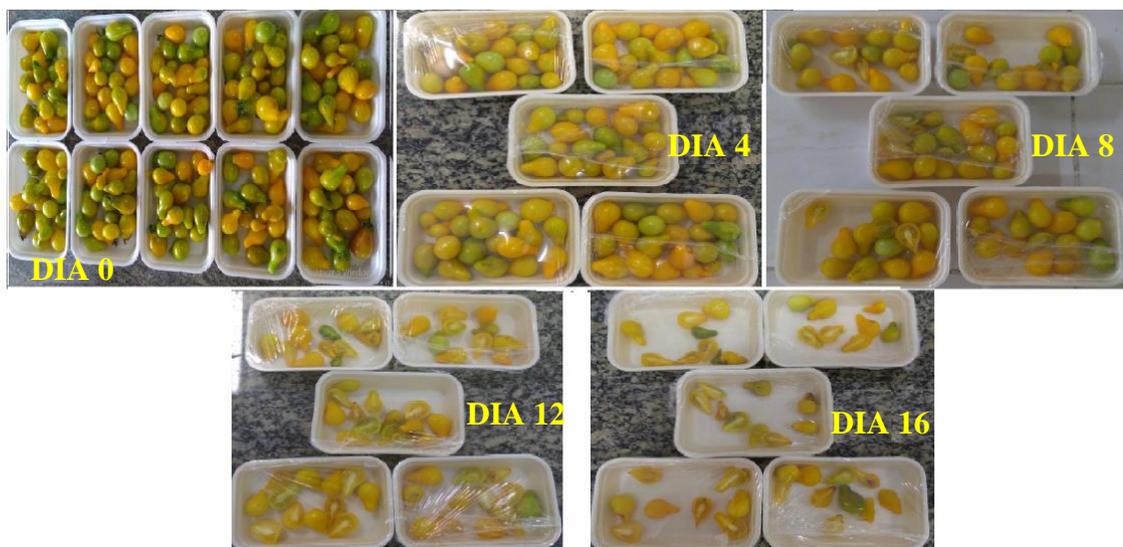


Figura 10. Avaliação da integridade das bioembalagens com retardante aos 0, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento

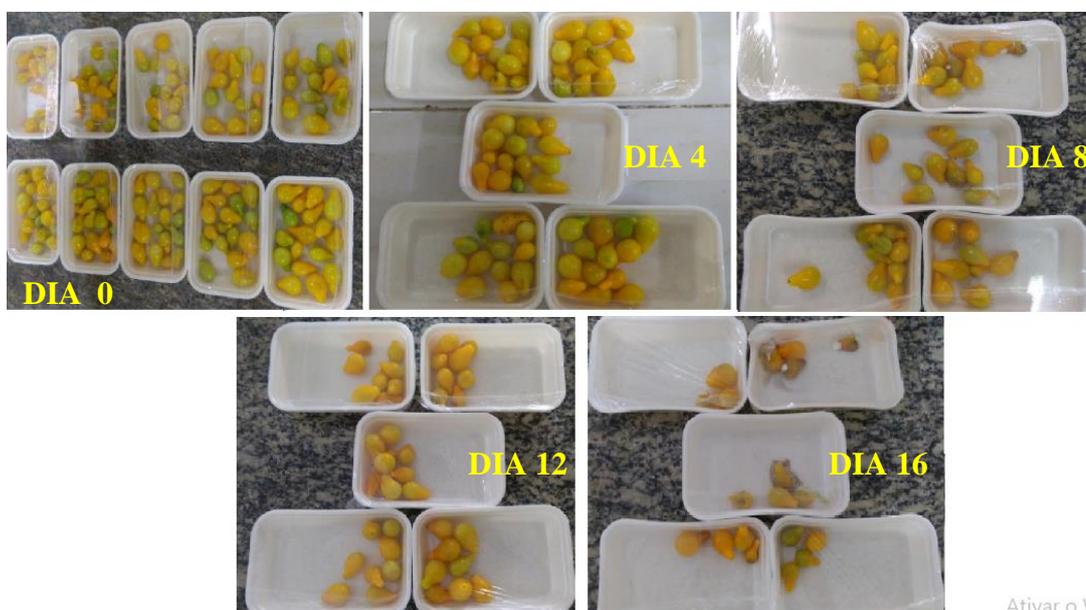


Figura 11. Avaliação da integridade das bioembalagens sem retardante aos 0, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento

Stoffel em 2015 realizou estudo sobre caracterização de embalagens de fécula de mandioca (análises de espessura e densidade, capacidade de absorção de água - CAA, solubilidade, degradação enzimática, entre outros) e testou o uso de revestimento à base de

ácido láctico, um tipo de retardante, para manter a integridade das bandejas durante 9 dias de armazenamento de morangos em condição refrigerada (5°C). As bandejas sem revestimento mostraram as primeiras evidências de deformação no 6º dia, acentuando-se após 9 dias. No entanto, estas não chegaram a se desmanchar, não havendo a solubilização do amido. Por outro lado, a bandeja de amido com recobrimento de ácido láctico não apresentou deformações, demonstrando a resistência à umidade oriunda dos morangos.

Engel (2018) testou a aplicabilidade de bandejas de fécula de mandioca revestidas de plastificantes e materiais ricos em fibras lignocelulósicas, como o engaço de uva, para o armazenamento de brócolis. Esse estudo mostrou que estruturas de fécula de mandioca não são adequadas para embalar alimentos com alto teor de umidade, como o brócolis, uma vez que foi possível observar alta absorção de umidade, crescimento de microrganismos e deformação das embalagens.

No caso de produtos de baixa exsudação, como os tomates *in natura* avaliados, as bandejas biodegradáveis podem evitar/retardar a proliferação de microrganismos, bem como melhorar a aparência e aumentar a vida útil do produto (MARENGO et al., 2013). Estudos mais recentes evidenciam também a utilização de fécula de mandioca como tipo de revestimento comestível que formam películas resistentes e transparentes, sem efeito pegajoso, que melhoram a aparência dos frutos, proporcionando bom aspecto e brilho, tornando-os mais atrativos (BONA, 2007). Além de melhorar as propriedades mecânicas de alguns alimentos frágeis, fornecem proteção microbiana e conseqüentemente, prolongam a vida útil dos produtos (PASCAL e LIN, 2013).

Bandejas biodegradáveis podem ser comparadas a bandejas comerciais de poliestireno expandido de papel (PSP), em termos de estrutura. Estas são porosas e apresentam capacidade de absorção de água e podem ser revestidas com filme plástico para envolver e proteger o produto que ali está acondicionado. (SCHMIDT, 2006).

De acordo com os estudos realizados por Carr em 2007, a aceitação de diferentes tipos de espumas biodegradáveis (embalagens em forma de bandejas) por consumidores indicaram que as mesmas seriam bem aceitas pelo mercado quanto à aparência, resistência, confiabilidade e intenção de compra. As bioembalagens do presente estudo apresentaram potencial para substituir embalagens tradicionais para o armazenamento de produtos vegetais, uma vez que permaneceram íntegras durante o seu armazenamento em condições de temperatura e umidade controladas em médio prazo.

5.2. Análises químicas

A análise de variância para as análises químicas mostrou que houve diferença significativa entre todos os fatores avaliados correlacionados aos tipos de bandejas (com e sem retardante), tempo de armazenamento e interação (tipo de embalagem x tempo de armazenamento) para as três variedades avaliadas.

5.2.1. Variedade Polonês amarelo

Na Tabela 1, encontram-se as médias obtidas para sólidos solúveis totais das amostras, indicando incremento significativo de açúcares para os frutos das bandejas CR e SR, com destaque para os dias 12 e 16 (CR) e a partir dos 8 dias (SR). Os valores encontrados para SR foram significativamente maiores comparados as CR nos dias 0, 8 e 12 de armazenamento, no entanto, ao final do armazenamento os valores para os frutos de ambos os tipos de bioembalagens foram semelhantes, o que pode ser comprovado também na Figura 12.

Tabela 1. Componentes químicos de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%)

Armaz. (Dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)		Acidez Titulável (g de ácido cítrico.100g ⁻¹ de matéria fresca)		Relação SS/AT		pH		Ácido Ascórbico (mg. 100g ⁻¹ de matéria fresca)	
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	3,52 Bd*	4,66 Ac*	0,79 Aa*	0,52 Ba*	4,47 Bd*	8,83 Ac*	4,13 Aa	4,30 Aa	42,26 Aa	40,40 Ad
4	5,06 Abc	4,92 Ac	0,48 Ab	0,49 Aab	10,61 Ac	10,00 Ac	4,31 Aa*	3,49 Bb*	38,52 Bab*	87,43 Aa*
8	4,96 Bc*	6,00 Ab*	0,41 Abc	0,44 Abc	12,41 Ac	13,49 Ab	4,32 Aa	3,78 Aab	36,51 Bb*	72,52 Ab*
12	5,40 Bb*	6,54 Aa*	0,37 Ac	0,41 Abc	14,61 Ab	15,94 Aa	4,36 Aa	4,31 Aa	31,32 Bc*	68,48 Abc*
16	6,36 Aa	6,36 Aab	0,33 Ac	0,38 Ac	18,91 Aa*	16,71 Ba*	3,76 Ab	4,02 Aab	24,77 Bd*	66,63 Ac*
CV (%):	4,42		9,18		9,34		10,36		4,94	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indicam diferença significativa entre os tratamentos.

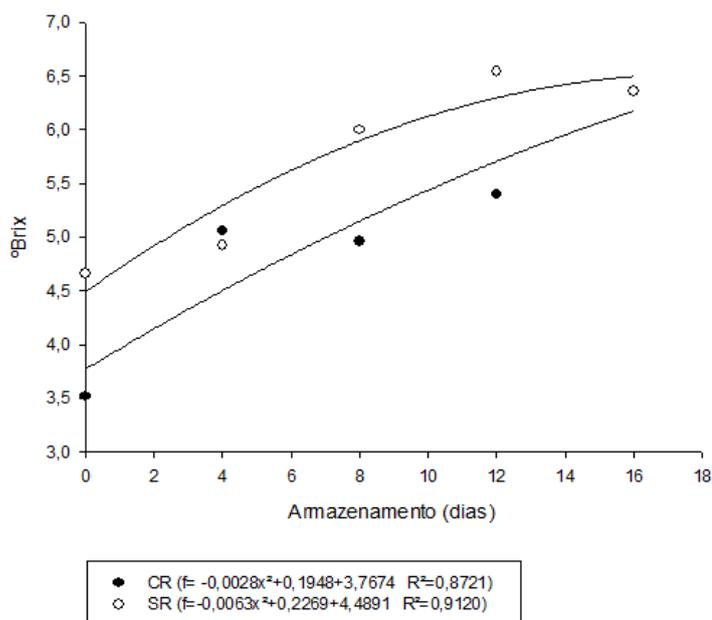


Figura 12. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com a pesquisa de Souza et al. (2011) que observaram valores da ordem de 5,31 a 6,25 °Brix para 6 variedades de tomate, sendo elas ‘18’ (tomate cereja), ‘209’ (tomate cereja), ‘243’ (CNPH 738), ‘101’ (tomate Santa Cruz-KADA), ‘102’ (tomate Yoshimatsu) e ‘246’ (CNPH 0171).

Uma vez que Ferreira em 2004 relatou que a fisiologia dos tomates envolve várias mudanças durante as fases de amadurecimento (acúmulo de glicose e frutose e a redução da quantidade de sacarose), possivelmente os resultados da literatura foram maiores quando comparados aos frutos de ‘Polônês amarelo’, em decorrência de um estágio mais avançado de maturação dos tomates avaliados, estando relacionando à maior doçura dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para a acidez titulável (Tabela 1 e Figura 13) houve redução significativa durante o tempo de armazenamento para os dois tipos de bandejas, variando de 0,79 a 0,33 mg de ác.cítrico.100g⁻¹ de matéria fresca para os frutos acondicionados nas bandejas CR e 0,52 a 0,38 mg de ác.cítrico.100g⁻¹ de matéria fresca para os acondicionados nas bandejas SR. A referida tabela mostra que houve diferença significativa para os tipos de bandejas somente no dia 0, com valores mais altos de acidez para os frutos das embalagens CR.

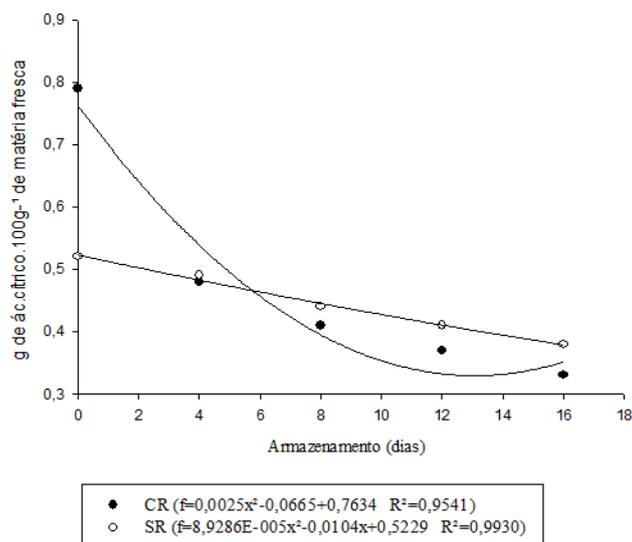


Figura 13. Valores médios de Acidez Titulável (g de ác.cítrico.100g⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

A média de 0,31g de ác.cítrico.100g⁻¹ polpa de tomate variedade Tinto encontrada por Paula et al. (2015) se encontra abaixo dos valores citados no período de avaliação para os frutos das duas bioembalagens. A redução da acidez pode sinalizar avanço de maturação do fruto, já que esta representa a quantidade de ácidos orgânicos nele presente, sendo a principal referência no sabor do tomate, em conjunto com os açúcares. Essa característica influencia na escolha dos consumidores sendo fundamental no comércio de produtos *in natura* (NASSUR, 2009; NASCIMENTO et al., 2013), justificando assim a diferença entre os resultados encontrados.

Para a relação SS/AT, as médias aumentaram significativamente para os dois tipos de bioembalagens durante os 16 dias de armazenamento (Figura 14), constatando-se diferença significativa somente no primeiro e último período de avaliação, refletindo o que ocorreu com os frutos acondicionados nas duas bioembalagens em relação ao aumento de SS e redução de acidez, descritos anteriormente (Tabela 1).

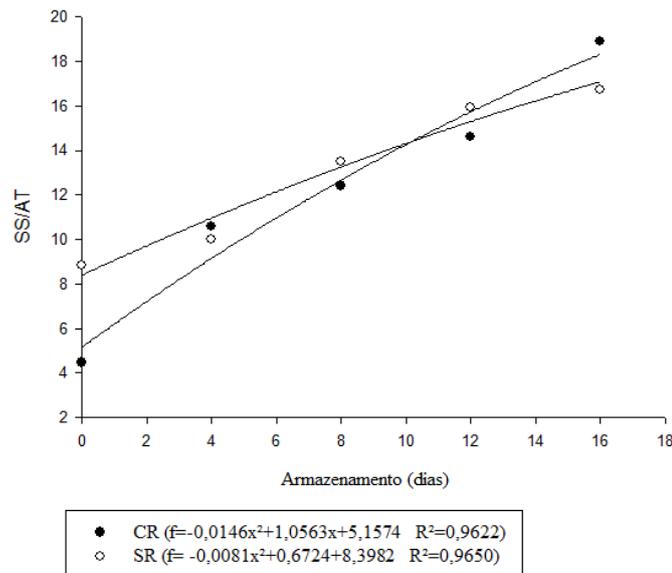


Figura 14. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

As médias obtidas para a relação SS/AT no presente estudo apresentaram-se superiores quando comparadas aos resultados encontrados por Paula et al. (2015), cujas médias variavam entre 7,8 e 14, indicando assim que os frutos do presente trabalho eram mais adocicados. É importante ressaltar que para os resultados encontrados, a variedade Polonês amarelo apresenta boa qualidade com relação ao equilíbrio entre acidez e açúcares, requisito importante para propiciar aos produtos de tomate características sensoriais adequadas, o que é positivo do ponto de vista de utilização destes na culinária.

Ainda na Tabela 1 é possível observar que os frutos acondicionados em bandejas CR tiveram manutenção de pH até o 12º dia e redução significativa no 16º dia de armazenamento. Já para os frutos acondicionados nas bandejas SR ocorreu variação dos valores durante todo o armazenamento. Os frutos de ambas as bandejas tiveram comportamentos semelhantes em quase todos os períodos, com exceção do 4º dia em que a bioembalagem CR apresentou maior média (Figura 15).

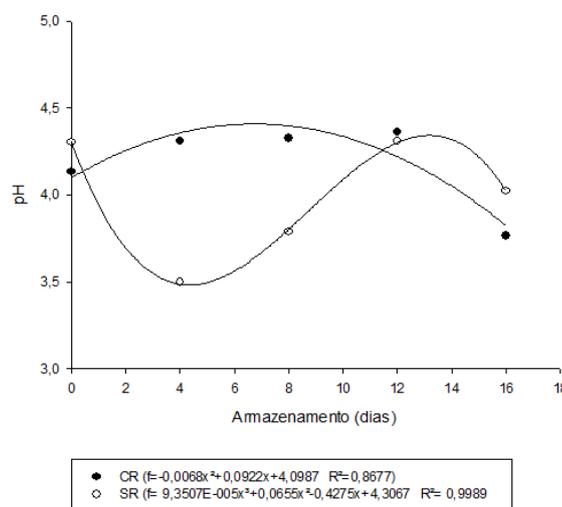


Figura 15. Valores médios de pH de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

De acordo com os resultados encontrados por Souza et al. (2011) foi observado que os valores de pH para duas variedades de tomate cereja ficaram entre 4,28 a 4,64, sendo esses mais altos quando comparados aos observados pelo presente estudo, exceto a média descrita no dia 8 para os frutos das bandejas CR (4,36). Guilherme et al. (2014) também obtiveram valores mais altos que a maioria obtida no presente estudo, sendo de 4,71, 4,73 e 4,61 para três variedades de tomates cereja (Carolina, CH152 e CLN1561A, respectivamente).

Os baixos valores de pH permitem dizer que os frutos de ‘Polônês amarelo’ podem ser considerados mais ácidos se comparados aos citados anteriormente e são ideais para o consumo *in natura* e de forma processada, uma vez que as médias ficaram abaixo de 4,4, fazendo com que os mesmos não precisem passar por tratamentos térmicos para eliminação de microrganismos (ANTHON e BARRETT, 2012).

Ainda na Tabela 1 e Figura 16, com relação ao conteúdo de ácido ascórbico para os frutos armazenados nas bandejas CR houve redução de 42,26 para 24,77 mg de ác. ascórbico 100g^{-1} de polpa entre os dias 0 e 16, observando-se também que para todos os dias de armazenamento os valores encontrados para este componente estiveram menores quando comparados ao SR, uma vez que o retardante pode ter influenciado o resultado encontrado. Já para os frutos das bandejas SR, a redução começou somente a partir do 4º dia indo de 87,43 para 66,63 mg ác. ascórbico 100g^{-1} de polpa. Ainda em relação aos dois tipos de bioembalagens utilizadas foi possível averiguar que só houve semelhança entre os frutos no dia 0 de armazenamento, sendo que no restante dos períodos as SR apresentaram tomates com maiores teores de ácido ascórbico, apesar do processo de amadurecimento, havendo inclusive aumento significativo deste componente nos períodos de armazenamento intermediários.

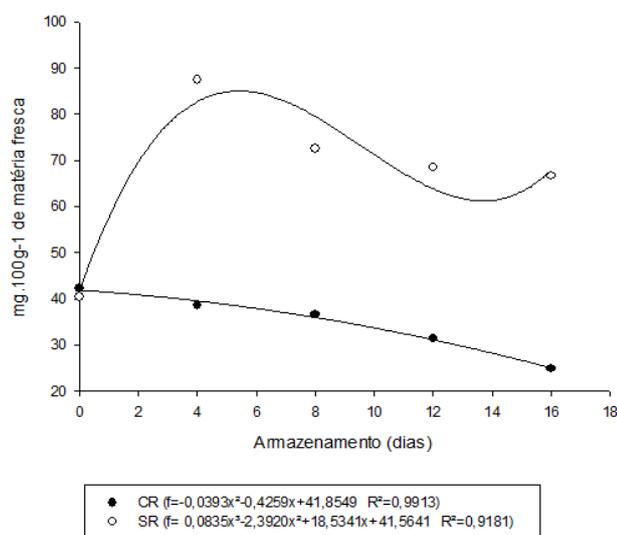


Figura 16. Valores médios de ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Os resultados de ácido ascórbico do tomate ‘Polônês amarelo’ foram maiores, independente do tipo de bioembalagem utilizado, que os encontrados por Monteiro et al. (2018), 9,87 mg 100g^{-1} , e Paula et al. (2015), que obtiveram valores entre 10,5 e 14,0 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} com tomates cereja analisados nos estádios “de vez”.

Desta forma, a síntese de ácido ascórbico no processo de maturação é fundamental para a preservação das características físico-químicas e a qualidade pós-colheita dos frutos de tomate (FERREIRA et al., 2010). Isso pode indicar que a variedade Polônês amarelo usada no

presente trabalho é uma boa fonte de ácido ascórbico, mesmo com frutos maduros no final do armazenamento.

5.2.2. Variedade Perinha amarelo

De acordo com a Tabela 2 e Figura 17, os valores médios de sólidos solúveis dos frutos aumentaram significativamente até o 12º dia, de 4,08 a 5,76 °Brix para os frutos da bandeja CR e 4,62 a 6,24 °Brix para os da embalagem SR, havendo redução significativa no último período de avaliação. Os tomates acondicionados nas duas embalagens apresentaram valores semelhantes somente aos 4 e 8 dias, sendo que ao final do armazenamento, os frutos das bioembalagens SR obtiveram teores mais altos de açúcares, o que pode indicar menor consumo no processo respiratório.

Tabela 2. Componentes químicos de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Armazenamento (Dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)		Acidez Titulável (g de ácido cítrico.100g ⁻¹ de matéria fresca)		Relação SS/AT		pH		Ácido Ascórbico (mg. 100g ⁻¹ de matéria fresca)	
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	4,08 Ac*	4,62 Bc*	0,70 Aa*	0,34 Ba*	5,84 Bc*	13,40 Ab*	4,26 Bb*	4,65 Aa*	65,32 Aa*	50,20 Ba*
4	5,12 Ab	5,00 Ac	0,41 Ab*	0,34 Ba*	12,70 Ab	14,49 Ab	4,39 Ab*	3,82 Bc*	41,78 Ab	44,87 Ab
8	5,70 Aa	6,12 Aab	0,40 Abc*	0,27 Bb*	14,38 Bab*	22,67 Aa*	4,64 Ab*	4,05 Bb	41,78 Ab*	37,18 Bc*
12	5,76 Ba*	6,24 Aa*	0,34 Acd*	0,24 Bb*	16,89 Ba*	25,15 Aa	4,44 Bb	3,97 Bbc	34,48 Ac	36,78 Ac
16	4,09 Bc*	5,76 Ab*	0,32 Ad*	0,22 Bb*	12,70 Bb*	25,97 Aa	6,32 Aa*	4,16 Bb*	33,20 Ac	34,00 Ac
CV (%):	4,01		10,03		11,41		2,75		6,23	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. . * indicam diferença significativa entre os tratamentos

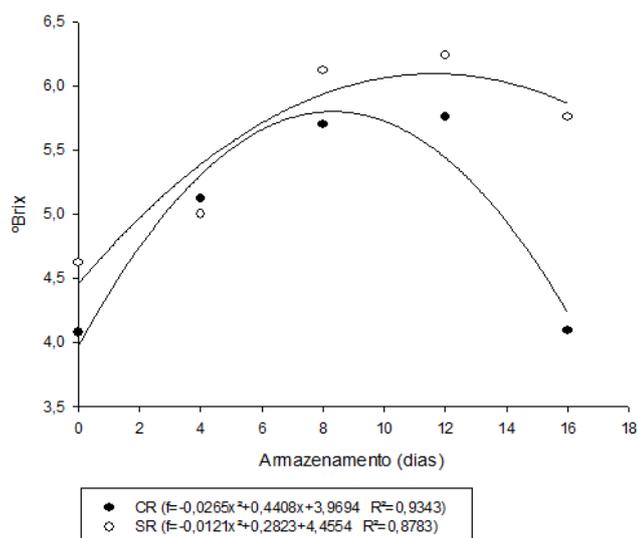


Figura 17. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Os frutos avaliados no presente estudo apresentaram médias que corroboram com Guilherme et al. (2014), sendo estas 5,06 e 4,94 °Brix para as variedades de tomate cereja

Carolina e CH152, respectivamente. No entanto, Rocha et al. (2008), também para ‘Perinha Amarelo’, encontraram média inferior, 4,96 °Brix, no estágio maduro.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis é uma medida indireta de açúcares que aumentam em decorrência de processos sintéticos ou pela degradação de polissacarídeos durante o tempo de armazenamento. FERREIRA et al. (2010) preconizam que o acúmulo de açúcares no decorrer da maturação pode ser essencial para a melhoria das características físico-químicas e qualidade pós-colheita dos frutos de tomate.

Para a acidez titulável houve redução significativa no decorrer dos dias de armazenamento para os dois tipos de bandejas, variando de 0,70 a 0,32 g ác. cítrico.100g⁻¹ de polpa para os tomates acondicionados nas bandejas CR e de 0,34 a 0,22 g ác. cítrico.100g⁻¹ de polpa para os das bandejas SR (Tabela 2 e Figura 18). Além disso, a Tabela 2 mostra que os frutos das bandejas CR obtiveram valores mais altos de acidez em todos os períodos avaliados, inclusive ao final do armazenamento, denotando consumo mais lento dos ácidos no processo respiratório e uma possível interferência do retardante sobre os resultados encontrados, mesmo os tomates já estando maduros.

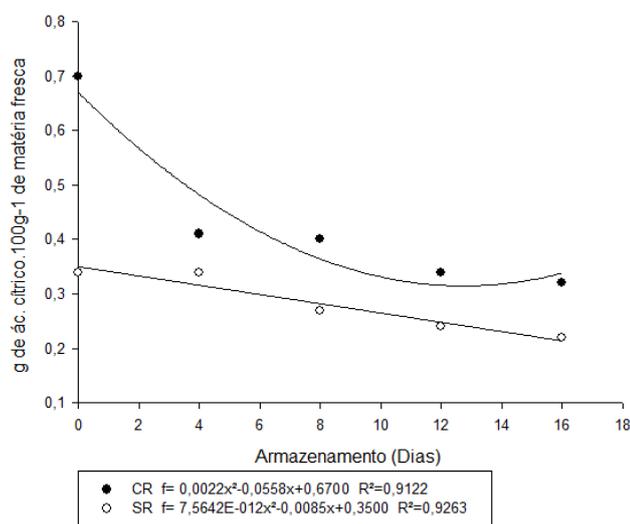


Figura 18. Valores médios de Acidez Titulável (g de ác. cítrico.100g⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

As médias de acidez titulável encontradas para os frutos de ‘Perinha amarelo’ das bandejas CR e SR ficaram abaixo das médias encontradas por Souza et al. (2011) para os acessos 18 e 209 de tomates cerejas com 1,391 e 1,170% de ácido cítrico, respectivamente. No entanto, Rocha (2008) em seu estudo encontrou 0,38g de ác. cítrico.100g⁻¹ de polpa na caracterização para a variedade Perinha amarelo no estágio maduro, estando mais próxima das médias dos tomates da bandeja SR.

Os resultados obtidos no presente estudo são justificados por Ferreira (2004) e Bohatch et al. (2001), os quais preconizam que a acidez tende a diminuir com o avanço do estágio de maturação dos frutos, tendo maiores valores no estágio “de vez”. A redução deste componente para os frutos de ambas as bioembalagens indicam que os ácidos estavam sendo consumidos durante os processos respiratórios.

Para a relação SS/AT (Tabela 2 e Figura 19), as médias aumentaram significativamente para os tomates de ambas as bandejas. Na comparação destas, notaram-se valores mais altos para os frutos das SR, confirmando o que já havia ocorrido com a acidez titulável, que com valores mais baixos, elevou o valor da relação SS/AT (exceção somente para o 4º dia em que os resultados para as duas bioembalagens foram semelhantes), dando aos

frutos um caráter mais adocicado do que ácido. Podemos observar possível interferência do retardante sobre os valores encontrados para os frutos CR, sendo esses inferiores aos SR.

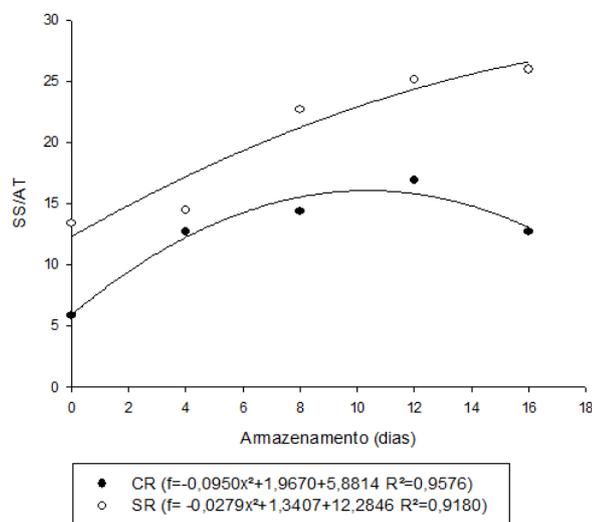


Figura 19. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Estudos elaborados por Paula et al. (2015) relataram para tomates cereja, médias da relação SS/AT que variavam de 7,8 a 14,00; esses resultados corroboram com os valores encontrados até o 4º dia para ambas embalagens. Em 1978, Kader e colaboradores já apontavam que tomates de qualidade deveriam ter 0,32% de AT, 3% de SS e SS/AT maior que 10.

FERREIRA et al. (2010) avaliaram a qualidade pós-colheita de frutos de tomate de mesa de diferentes sistemas de cultivos e observaram que os tomates cultivados em sistema orgânico podem apresentar maiores valores desta relação SS/AT.

Durante o processo de maturação há uma tendência de queda de acidez titulável em detrimento de sólidos solúveis (BOHATCH et al., 2001). Assim, a comparação com esses autores pode indicar que os frutos do presente trabalho apresentaram características mais agradáveis ao paladar por serem mais doces, como escrito anteriormente.

Ainda na Tabela 2 e Figura 20, em relação ao pH observou-se aumento significativo no último dia de avaliação para os frutos das embalagens CR e valores alternados para os frutos armazenados em bandejas SR durante os 16 dias de armazenamento, com tendência de decréscimo. Houve diferença significativa entre as duas embalagens para todos os períodos, sendo que a partir do 4º dia os valores para os frutos das bioembalagens SR foram menores. Desta forma, para esses frutos, apesar de terem obtido resultados mais baixos de acidez, o comportamento do pH não mostrou essa tendência, provavelmente devido à variação dos resultados, como já foi mencionado.

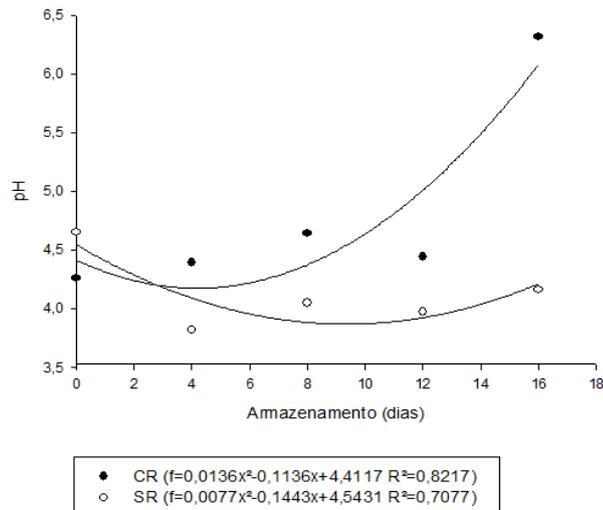


Figura 20. Valores médios de pH de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Rocha (2008) descreveu em seu estudo o valor de 3,95 para o pH na variedade Perinha amarelo no estágio maduro, valor aproximado ao encontrado no 12º dia e superior ao início do armazenamento em embalagens SR. No entanto, inferior aos demais tempos desta embalagem e a todas as médias observadas nos tomates das embalagens CR durante o período de armazenamento. Sobreira et al. (2010), em seu estudo com tomates cereja, também observaram aumento de pH, sendo este atribuído ao consumo dos ácidos orgânicos decorrente da própria maturação dos frutos, o que ocorreu com os frutos das bioembalagens CR, no presente trabalho.

Com relação ao ácido ascórbico, os tomates ‘Perinha amarelo’ apresentaram decréscimo significativo para as duas bandejas testadas durante os 16 dias de armazenamento (Tabela 2 e Figura 21). Os frutos acondicionados nas duas bioembalagens tiveram diferenças nos períodos iniciais do armazenamento, já que os tomates das bioembalagens CR apresentaram maiores teores de ácido ascórbico. No entanto, nos dois períodos finais, os resultados foram semelhantes para os frutos acondicionados em ambas as bandejas (Tabela 2).

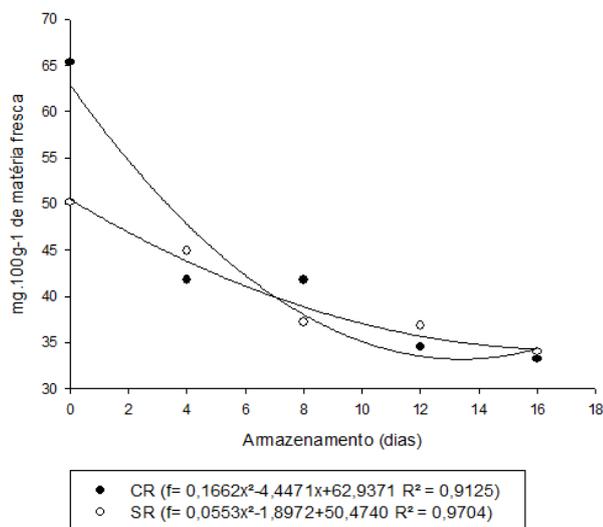


Figura 21. Valores médios de Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de matéria fresca) de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Mesmo com o decréscimo observado nos frutos em ambas as embalagens do trabalho em questão, os valores ficaram acima das médias encontradas por Monteiro et al. (2018) e Paula et al. (2015) com valores de $9,87 \pm 0,03 \text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e variações entre 10,5 e 14,0mg de ácido ascórbico 100g^{-1} , respectivamente em tomates analisados no estádio “de vez”.

Aguila et al. (2006) podem justificar os resultados deste estudo uma vez que o teor de ácido ascórbico pode sofrer reações de biossíntese durante a maturação dos frutos. Tal fato é indicativo de que os frutos de ‘Perinha amarelo’ podem ser considerados ótima fonte de ácido ascórbico, já que apresentaram teores mais elevados em comparação com outras variedades de tomate cereja.

5.2.3. Variedade Indigo Rose

Através dos resultados apresentados na Tabela 3 e Figura 22 verificou-se que houve incremento significativo de sólidos solúveis até o dia 16 (passando de 3,60 para 6,16 °Brix) para os tomates das bioembalagens CR, mostrando que os tomates, mesmo ao final do armazenamento, apresentavam alto teor de açúcares. Para os da SR foi possível observar que isso também ocorreu até o 12º dia (atingindo valores acima dos 6,0 °Brix já aos 8 dias de armazenamento), porém com redução na última avaliação. Na comparação entre as bioembalagens, não houve um comportamento definido, já que os tomates acondicionados nas SR apresentaram valores de SST mais altos em períodos alternados e valor mais baixo ao final do armazenamento, sugerindo que os açúcares foram consumidos no processo respiratório.

Tabela 3. Componentes químicos de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Armazenamento (Dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)		Acidez Titulável (g de ácido cítrico.100g ⁻¹ de matéria fresca)		Relação SS/AT		pH		Ácido Ascórbico (mg. 100g ⁻¹ de matéria fresca)	
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	3,60 Bd*	4,70 Ad*	0,75 Aa*	0,40 Ba*	4,76 Bc*	11,08 Ac*	4,44 Aa	4,50 Aa	64,18 Ba*	84,07 Aa*
4	4,94 Ac	4,72 Ad	0,50 Ab*	0,34 Bab*	10,18 Bb*	13,91 Ac*	4,27 Aab*	4,00 Bbc*	59,26 Aa*	50,67 Bc*
8	5,28 Bc*	6,16 Ab*	0,38 Ac*	0,32 Bb*	13,59 Ba*	19,44 Ab*	4,39 Aa*	3,79 Bc*	53,78 Ab*	37,34 Bd*
12	5,76 Bb*	6,88 Aa*	0,37 Ac*	0,30 Bbc*	14,69 Ba*	22,00 Aab*	4,04 Ab	3,98 Abc	51,22 Ab*	31,57 Be*
16	6,16 Aa*	5,60 Bc*	0,42 Ac*	0,25 Bc*	15,59 Ba*	22,90 Aa*	3,75 Bc*	4,17 Ab*	45,46 Bc*	68,93 Ab*
CV (%):	3,85		8,04		10,39		3,74		5,00	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indicam diferença significativa entre os tratamentos

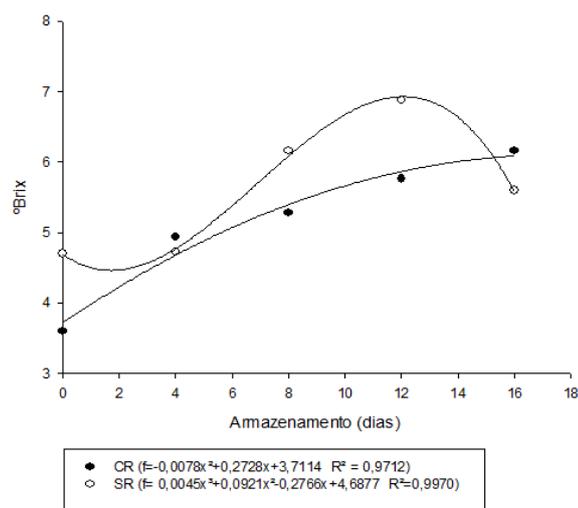


Figura 22. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Em estudos realizados por Souza et al. (2011) foram obtidas médias de 5,31 a 6,25 °Brix, para seis variedades diferentes de tipos de tomates maduros, corroborando com a maioria das médias encontradas no presente estudo. Já Monteiro et al. (2018) caracterizaram média de 4,88 °Brix para tomate cereja, ficando abaixo do observado para a variedade ‘Indigo Rose’ nos dias 8,12 e 16.

O aumento do teor de sólidos solúveis, neste caso, pode estar relacionado à formação de compostos, como açúcares solúveis a partir da hidrólise do amido presente no vegetal, fazendo com que haja concentração de solutos no interior da célula (PINSETTA JUNIOR, 2018).

Com relação ao teor de acidez titulável verificou-se redução significativa até o 8º dia e manutenção nos demais períodos, para os frutos das bandejas CR. Esta mesma tendência foi observada nos frutos das bioembalagens SR (Figura 23), apontando que houve redução significativa dos ácidos durante o armazenamento dos tomates. Apesar desta redução, os frutos acondicionados nas bioembalagens CR apresentaram em todos os períodos valores de acidez mais altos, quando comparados ao SR, uma vez que o retardante pode ter influenciado nos teor de ácido cítrico para o Tomate ‘Indigo Rose’ (Tabela 3).

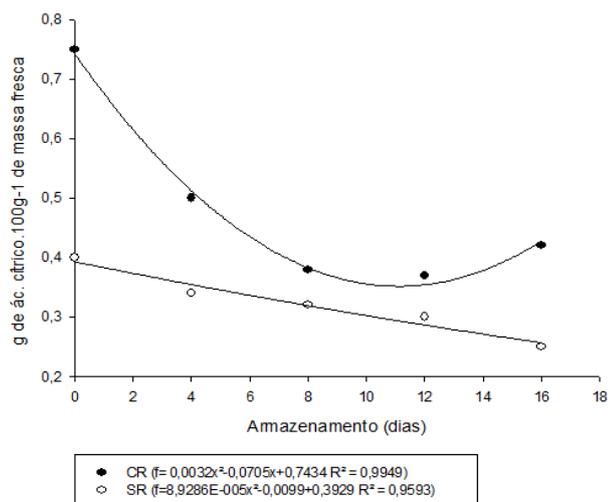


Figura 23. Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido cítrico.100g⁻¹ de massa fresca) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Paula et al. (2015) avaliaram em seu estudo as variedades Tinto de tomate cereja, que apresentaram, respectivamente, uma média de 0,31 g de ácido cítrico.100g⁻¹ de massa fresca, estando, para a variedade Tinto, abaixo das médias encontradas para os frutos do presente estudo a partir do 4º dia de armazenamento.

Como foi observado, a concentração dos ácidos orgânicos pode diminuir pelo processo respiratório ou estes se transformarem em açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os ácidos orgânicos proporcionam adstringência aos frutos de tomate e, portanto, são fundamentais para a composição do sabor no consumo *in natura* dos mesmos (SOUZA et al., 2010).

Para a relação SS/AT os valores aumentaram significativamente de 4,76 para 15,79 e de 11,08 para 22,90 nos frutos das bandejas CR e SR, respectivamente, durante os 16 dias de armazenamento (Figura 24). Além disso, a Tabela 3 permitiu verificar que os frutos acondicionados nas bioembalagens SR obtiveram valores mais altos durante todo o período de avaliação, refletindo o que foi observado em termos de SS permitindo inferir a estes tomates uma característica mais adocicada. Portanto, o retardante presente nas embalagens CR pode ter influenciado nos valores encontrados neste parâmetro.

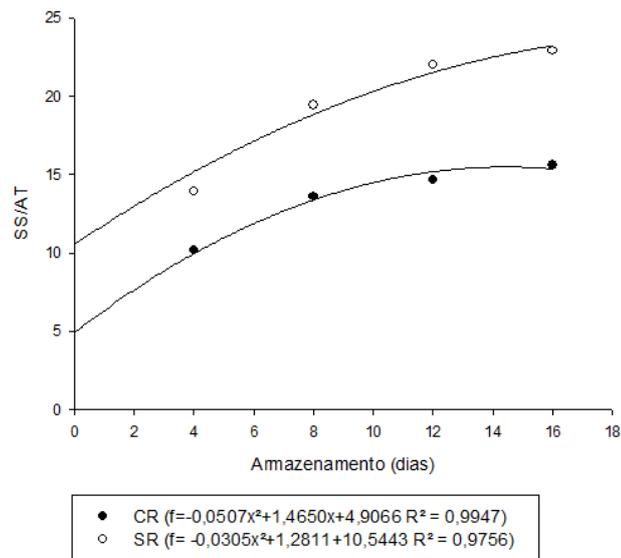


Figura 24. Valores médios da Relação SS/AT de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Ao compararmos as médias observadas para a variedade ‘Indigo Rose’ com trabalho realizado por Paula et al. (2015) que obtiveram valores de SS/AT entre 7,8 e 14,0, nota-se que estes estão próximos às médias obtidas para os frutos de embalagem CR até o 12º dia e até o 4º dia dos frutos nas bandejas SR. De acordo com Ferreira et al. (2004) quando a relação SS/AT possui valores elevados, como neste estudo, indica que os tomates apresentam sabor suave (menos ácido).

É possível notar, ainda na Tabela 3 e Figura 25, que para o componente pH da variedade Indigo Rose ocorreu variação dos valores durante os dias de armazenamento para as ambas embalagens avaliadas, não sendo possível definir se estas interferiram no comportamento dos tomates.

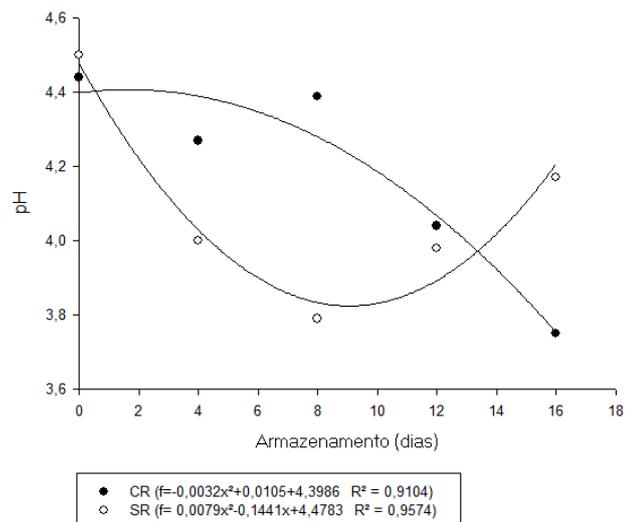


Figura 25. Valores médios de pH de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

O estudo feito por Souza et al., (2011) apontou médias de pH que ficaram entre 4,78 a 5,08, para seis variedades de diferentes tipos de tomates sendo estas maiores quando comparadas às do presente estudo. Os valores obtidos para os tomates ‘Indigo Rose’

apresentaram-se inferiores a 4,5 e superiores a 3,7 sendo desejáveis para esse produto, uma vez que o pH baixo promove a conservação pós colheita do tomate (GIORDANO et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2013).

Com relação ao conteúdo de ácido ascórbico, tanto para os frutos das bandejas CR como para os da SR houve redução dos valores durante os 16 dias (com exceção do último período para as bioembalagens SR, quando houve acréscimo novamente, o que não pode ser explicado nas condições do presente estudo (Figura 26). Os frutos acondicionados nas bioembalagens CR apresentaram teores mais altos deste componente na maioria dos períodos avaliados (4, 8 e 12 dias) podendo o retardante ter inferido na menor redução destes ácidos, mesmo estes já estando maduros, o que é importante do ponto de vista de qualidade, principalmente em termos de equilíbrio com os açúcares (Tabela 3).

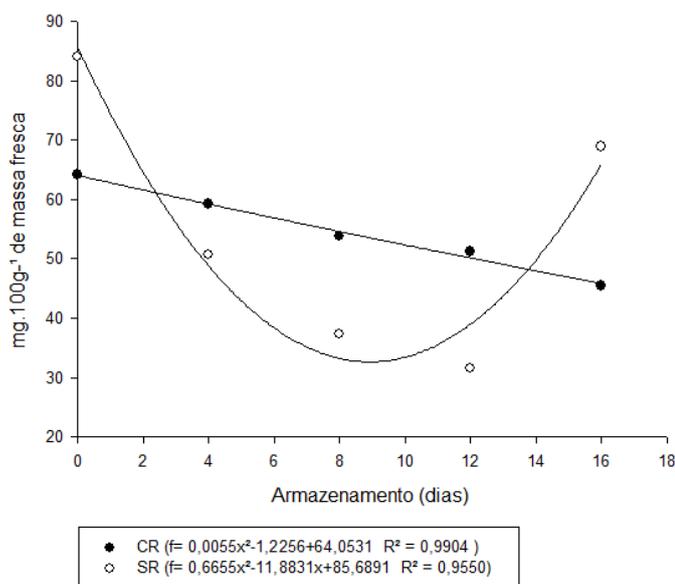


Figura 26. Valores médios de Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de massa fresca) de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

De acordo com os resultados encontrados por Souza et al. (2011) e Monteiro et al. (2018), já citados anteriormente, foi observado que os valores de seis variedades de tomates cereja para o conteúdo de ácido ascórbico ficaram entre 33,83 e 38,77 mg. 100g⁻¹ de polpa e 9,85 mg. 100g⁻¹ de polpa, respectivamente, valores estes abaixo aos encontrados para as amostras de frutos do tomate ‘Indigo Rose’.

O comportamento de queda do conteúdo de ácido ascórbico durante o amadurecimento é considerado normal, uma vez que este ácido é extremamente sensível a reações de oxidação e redução a partir da ação de enzimas como a peroxidase e ascorbinase (OLIVEIRA, 2013; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

5.3. Compostos Bioativos

Assim como ocorreu para os resultados das avaliações anteriores, a análise de variância para os compostos bioativos mostrou que houve diferença significativa entre todos os fatores avaliados correlacionados aos tipos de bandeja com e sem retardante (CR e SR), tempo de armazenamento e interação (Tipo de bandeja x Tempo de armazenamento) para as três variedades avaliadas.

5.3.1. Variedade Polônês amarelo

Foi possível observar para o conteúdo de carotenoides totais (Tabela 4) que os valores apresentaram diferença significativa para os dois tipos de bandejas utilizadas, onde as maiores médias ocorreram para os tomates acondicionados nas bandejas SR a partir do 4º.dia. No entanto, para ambas as bioembalagens, os frutos apresentaram oscilação dos valores durante os 16 dias de armazenamento, não sendo possível determinar um padrão de comportamento destes componentes nos tomates (Figura 27 A).

Tabela 4. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β -caroteno em frutos de tomate ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Armazenamento (Dias)	Carotenoides Totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Antocianinas totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Licopeno (μ g.100g ⁻¹ de mat. fresca)		β -caroteno (μ g.100g ⁻¹ de mat. fresca)	
	Bioembalagens							
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	0,59 Aa*	0,32 Bc*	4,19 Aab*	2,36 Bc*	1,41 Ba*	2,51 Aa*	1,66 Ba*	5,59 Aa*
4	0,35 Bd*	0,60 Ab*	2,07 Ac	2,07 Ac	0,81 Ba*	1,48 Ab*	3,07 Aa*	1,77 Bb*
8	0,35 Bd*	0,79 Aa*	2,04 Ac	1,96 Ac	1,98 Aa*	0,45 Bbc*	2,10 Aa	3,04 Ab
12	0,51 Bb*	0,55 Ab*	3,10 Ab	3,95 Ab	1,61 Aa	1,93 Aa	2,37 Aa	1,90 Ab
16	0,44 Bc*	0,86 Ba*	4,58 Aa	5,10 Aa	0,92 Aa*	0,03 Bc*	1,97 Aa	2,62 Ab
CV (%)	4,74		21,99		49,7		46,68	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indicam diferença significativa entre os tratamentos

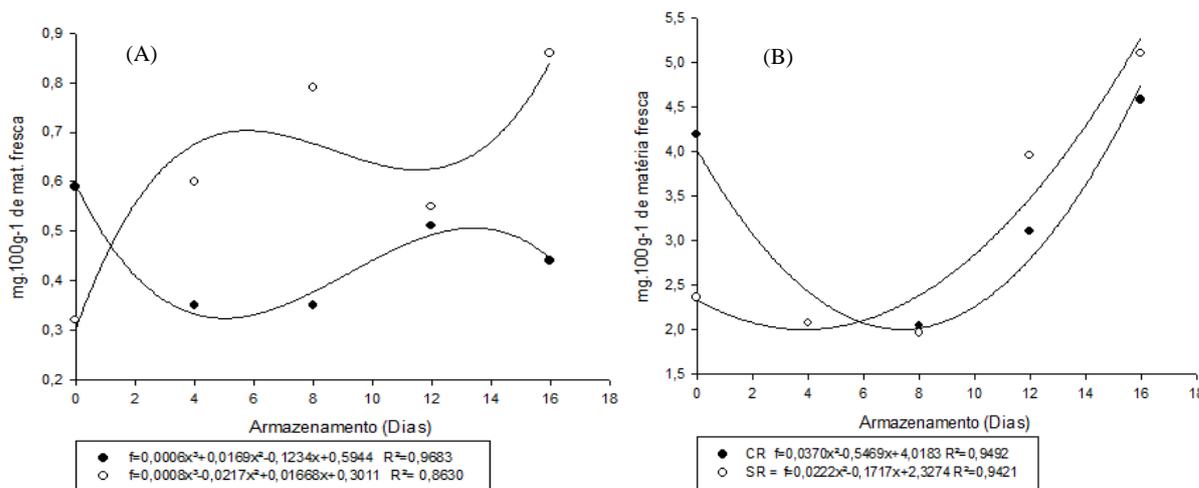


Figura 27. Valores médios de Carotenoides Totais (A) e Antocianinas totais (B), expressos em mg.100g⁻¹ de mat. fresca de tomates ‘Polônês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Em pesquisa de Costache et al. (2012) o teor de carotenoides presentes em diferentes tipos de tomates foram de 3,39 mg.100g⁻¹ e 20,52 mg.100g⁻¹ para as variedades cereja e comum, respectivamente. Estes foram superiores aos resultados obtidos aos dias 4 e 8 para os frutos da bandeja CR e dia 0 para os da bandeja SR. Esses mesmos autores esclarecem que ao passo que os tomates amadurecem obtêm maior teor de carotenoides totais comparados àqueles colhidos menos maduros. O retardante presente nas embalagens CR pode ter interferido nos resultados obtidos, uma vez que os valores encontrados nos frutos dessas embalagens foram menores quando comparados aos SR, a partir do 4º.dia.

Outro importante tipo de pigmento no caso dos tomates especiais são as antocianinas e foi possível observar na tabela 4 e Figura 27 B que os frutos das duas bioembalagens apresentaram acúmulo deste componente a partir dos 8 dias de armazenamento. Além disso, os resultados apresentaram semelhança entre esses frutos já a partir do 4º. dia (Tabela 4), tendo portanto, um comportamento muito parecido tanto para os tomates das bioembalagens SR com para os das CR.

O conteúdo de antocianinas presente no estudo realizado por Ramos et al. (2013) foi quantificado em frutos de tomateiro híbrido Giuliana, sendo encontrada a média de 15,46 mg. 100g⁻¹ em condições de temperatura ambiente (em torno de 27°C e umidade relativa média de 60%), por 9 dias, ficando acima dos valores encontrados pelo presente estudo.

As antocianinas podem surgir como pigmentos naturais para o uso de produtos alimentícios quando extraídas e acondicionadas em embalagens opacas, isso porque condições experimentais e ambientais como pH, temperatura, ausência de oxigênio, forma de acondicionamento, podem influenciar na estabilidade do pigmento (LIMA et al., 2005; LOPES et al., 2007), podendo justificar assim as diferenças significativas encontradas entre as médias o presente trabalho (temperatura controlada de 10° C) e as de Ramos et al. (2013) (temperatura de 27°C).

Considerando-se ainda a Tabela 4 e Figura 28 A, foi possível observar que o teor de licopeno sofreu variações durante o tempo de armazenamento dos frutos para ambas as embalagens, chegando a um valor bem mais baixo aos 16 dias, se comparado à maioria dos períodos anteriores, no caso dos tomates acondicionados nas bioembalagens SR. Houve semelhança estatística para os frutos das duas bandejas apenas no 12º.dia. Para os demais períodos, a superioridade foi se alternando, não sendo possível definir qual das duas bandejas apresentou frutos com comportamento mais definido em termos deste componente.

Em trabalho de Pinho et al. (2011), para os teores de Licopeno, foram encontrados valores de 43 e 53 µg.100g⁻¹ para tomates cereja colhidos aos 30 dias e 45 dias após o início do amadurecimento. Ambos os valores são superiores ao serem comparados aos do presente estudo que também teve frutos colhidos mas mesmas plantas com um intervalo de 15 dias e não apresentam um comportamento definido quanto ao teor de licopeno entre as bioembalagens. Esses mesmos autores justificam essa diferença por observarem um número de frutos verdes maiores na primeira colheita, atribuindo assim um valor menor de licopeno quando comparados a segunda colheita.

Com relação ao β-caroteno os valores nos dois primeiros períodos avaliados tiveram alterações com aumento para os frutos das bioembalagens CR e redução para os da SR. No entanto, do 8º ao 16º dia, os valores foram semelhantes, denotando manutenção dos teores de β-caroteno no caso das duas embalagens (Figura 28 B). Desta forma, a Tabela 4 mostra que também nos dois primeiros períodos de armazenamento houve diferença entre os frutos das bioembalagens CR e SR (SR superior no período 0 e a CR superior aos 4 dias), porém a partir do 8º dia os resultados foram semelhantes.

As médias encontradas para essa variável se enquadram na faixa obtida por Monteiro et al. (2018), onde os teores de β-caroteno apresentaram diferença significativa nos estádios de maturação de tomate cereja variando de 0,034 a 0,004 mg. 100g⁻¹, (34 e 4 µg.100g⁻¹) pois os frutos do estágio 1 de maturação, tiveram maior concentração de β-caroteno em relação aos demais estádios de maturação dos tomates. Esses resultados para frutos maduros ainda ficam maiores quando comparados ao do presente estudo a partir do 4º dia para ambas bioembalagens.

De acordo com Lopes e Gomez (2004), podem ocorrer diferentes níveis de carotenoides, licopeno e β- caroteno para tomates cereja quando estes são colhidos em épocas diferentes, mas que apresentam a mesma coloração. Normalmente os frutos colhidos mais maduros apresentam médias mais altas ($p \leq 0,05$).

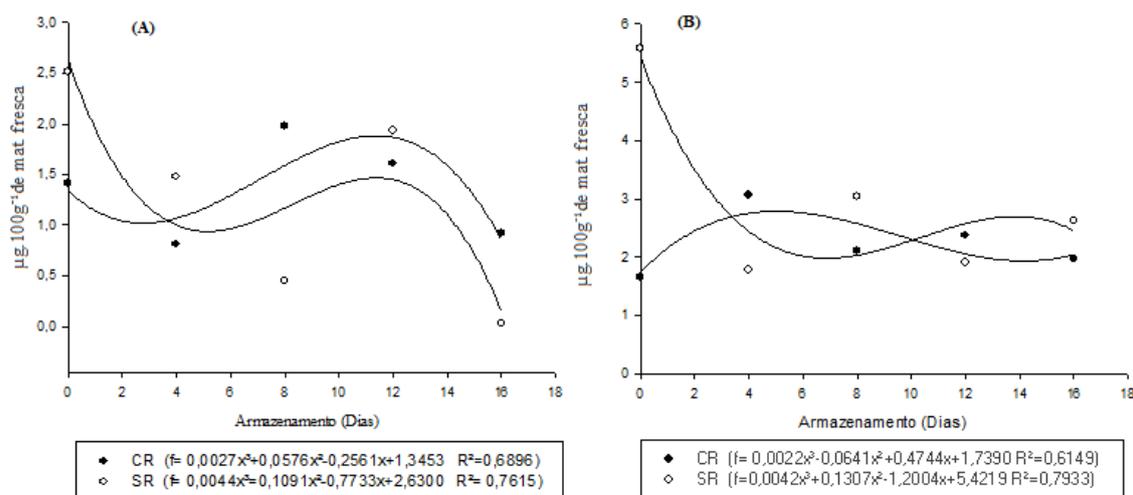


Figura 28. Valores médios de Licopeno (A) e β- caroteno (B), expressos em µg.100g⁻¹ de mat. fresca de tomates ‘Polonês amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

5.3.2. Variedade Perinha Amarelo

Foi possível observar para o conteúdo de carotenoides totais no presente estudo (Tabela 5) que os valores obtidos para os frutos de ‘Perinha amarelo’ apresentaram diferença significativa para os dois tipos de bioembalagens utilizadas, em que os das SR foram mais altos em praticamente todos os períodos de armazenamento. Assim como ocorreu com a primeira variedade avaliada, os teores de carotenoides totais apresentaram variações entre os períodos, não demonstrando tendência definida de comportamento durante os 16 dias de armazenamento dos frutos, como ilustrado na Figura 29 A.

Tabela 5. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β-caroteno avaliados em frutos de tomate ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) armazenados em temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Armazenamento (Dias)	Carotenoides Totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Antocianinas totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Licopeno (µg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		β-caroteno (µg.100g ⁻¹ de mat. fresca)	
	Bioembalagens							
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	0,21 Bc*	0,52 Abc*	0,15 Bc*	0,58 Ab*	2,28 Aab	1,67 Ab	1,47 Bb*	4,69 Aa*
4	0,30 Bc*	0,62 Aabc*	0,78 Aa	0,78 Ab	3,37 Aa*	1,84 Bab*	4,76 Aa*	1,84 Bc*
8	0,93 Aa*	0,42 Bc*	0,39 Bbc*	1,72 Aa*	1,23 Ab	0,23 Ac	4,73 Aa	3,93 Aab
12	0,15 Bc*	0,67 Aab*	0,55 Aab*	0,24 Bc*	2,64 Aab	2,58 Aa	2,88 Aab	2,87 Ab
16	0,56 Bb*	0,75 Aa*	0,17 Ac	0,20 Ac	1,23 Ab*	0,03 Bc*	2,60 Aab	4,03 Aab
CV (%)	22		28,86		50,86		40,56	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indicam diferença significativa entre os tratamentos

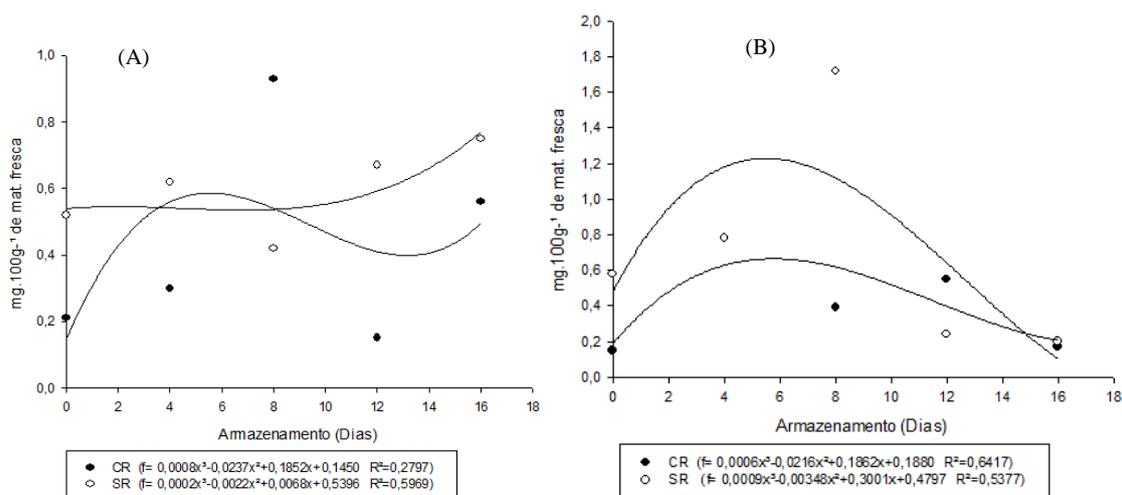


Figura 29. Valores médios de Carotenoides totais (A) e Antocianinas totais (B), expressos em mg.100g⁻¹ de mat. fresca, de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%)

Pinho et al. (2011), publicaram em um estudo, que para carotenoides totais, as amostras de tomates cereja orgânicos ficaram em torno de 47.98 µg g⁻¹ (4,798 mg.100g⁻¹) para aqueles colhidos com 30 dias e 60.03 µg g⁻¹ (6,003 mg.100g⁻¹) colhidos com 45 dias após o início da maturação, respectivamente, ficando acima das médias encontradas para o presente estudo para ambas embalagens. Vale lembrar que os frutos foram colhidos em estágio de vez, o que pode ter gerado esses valores mais baixos quando comparados aos da literatura. Durante a maturação do fruto ocorre acúmulo de carotenoides concomitantemente à degradação de clorofilas. A mudança de cor pode ser utilizada para predizer ou verificar alterações de qualidade no alimento ocorridas durante a estocagem (PETRY et al., 2017).

Com relação aos teores de antocianinas totais encontrados na Tabela 5, verificou-se que para os tomates das bioembalagens CR e SR os valores foram semelhantes somente aos 4 e 16 dias. Nos demais períodos houve alternância de valores considerados superiores. Também para os frutos acondicionados nos dois tipos de embalagens houve variação dos resultados com valores mais altos de antocianinas nos períodos intermediários, como pode ser observado na Figura 29B.

Um estudo realizado por Oliveira et al. (2013) mostrou que o valor de antocianinas totais foi de 0,25 mg. 100g⁻¹ para tomates orgânicos, o qual ficou abaixo da maioria das médias do presente estudo para a variedade Perinha amarelo. As antocianinas podem auxiliar na redução da velocidade da decomposição de hortaliças e a mudança no teor de pigmentos pode ser utilizada como indicador da qualidade do produto e do processo de envelhecimento, antes que as transformações de degradação se tornem visíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2006).

Ainda na Tabela 5 é possível observar que os teores de licopeno para os tomates das duas bioembalagens foram semelhantes em grande parte do armazenamento, porém, aos 4 e 16 dias os da CR obtiveram valores mais altos deste componente. Além disso, conforme demonstrado na Figura 30A, os frutos de ambas as embalagens tiveram variação dos teores de licopeno durante todo o período de armazenamento, sendo que no caso das SR estes obtiveram no final, teores bem inferiores aos anteriores (0,03 mg.100g⁻¹). Já para os frutos das CR, o valor final foi semelhante aos períodos anteriores (exceção apenas para os 4 dias em que o valor foi mais alto, atingindo 3,37 mg.100g⁻¹), denotando que este pigmento não teve degradação significativa nos frutos.

Com relação ao β -caroteno (ainda na Tabela 5), nota-se que nos dois primeiros períodos os frutos das duas embalagens diferiram em termos de valores, passando a ser semelhantes a partir do 8º dia, até o final. A Figura 30B permite verificar que em termos dos valores apresentados pelos frutos durante os períodos avaliados, houve oscilação no caso das duas bioembalagens, não sendo possível verificar comportamento único durante os 16 dias de armazenamento. Apesar disso, também para ambas as embalagens, os tomates apresentaram ao final do trabalho teores de β -caroteno semelhantes aos do dia 0.

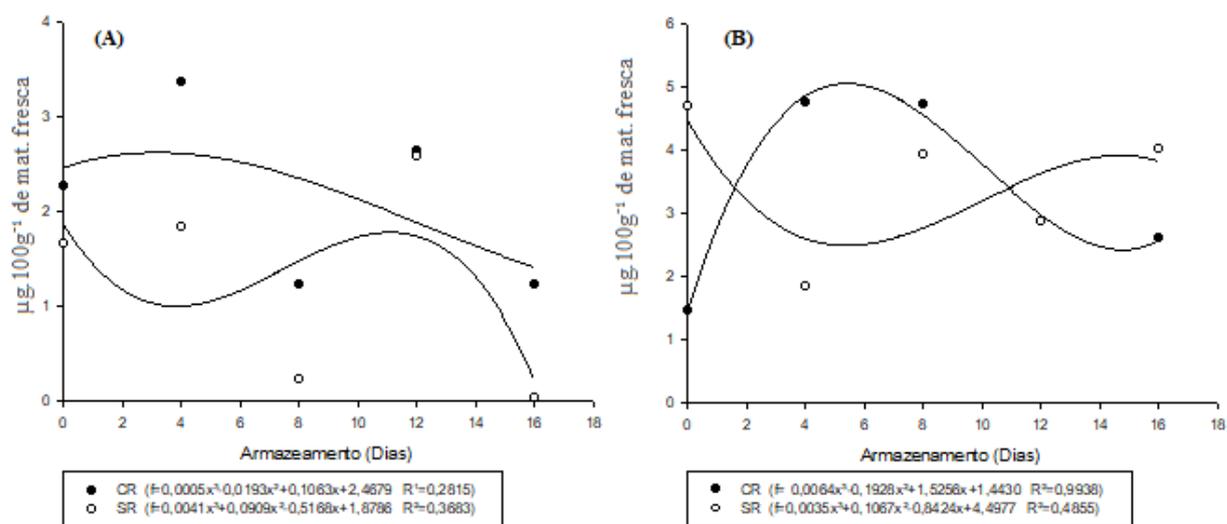


Figura 30. Valores médios de licopeno (A) e β - caroteno (B), expressos em $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ de mat. fresca de tomates ‘Perinha amarelo’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Para os tomates cereja estudados por Pinho et al. (2011), os níveis de licopeno e β -caroteno para os frutos do sistema orgânico foram mais elevados que no sistema convencional. Estes obtiveram valores de $24 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ e $43 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ respectivamente quando foram colhidos aos 30 dias e $27 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ e $53 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ quando colhidos aos 45 dias após o início da maturação. O tempo de colheita afetou essas variáveis, que aumentaram ao longo do experimento. Esses valores ficam acima do encontrado para licopeno e β - caroteno presentes nos frutos de Perinha Amarelo. Lembrando que os frutos foram colhidos em estágio de vez e portanto, é comum que estes apresentem valores inferiores, pois estão no início do amadurecimento.

De acordo com Serrano et al. (2009) a intensidade da coloração de um fruto de tomate ocorre particularmente devido à presença de licopeno (vermelho) e β -caroteno (amarelo), correlacionada à proporção em que estes carotenoides se encontram, como foi observado para o ‘Perinha amarelo’.

5.3.3. Variedade Indigo Rose

Foi possível observar para o conteúdo de carotenoides totais (Tabela 6) que os valores dos frutos de ‘Indigo Rose’ apresentaram diferença significativa para os dois tipos de bioembalagens em todos os períodos avaliados, sendo estes superiores para os das SR. O retardante pode ter interferido nos resultados encontrados para as embalagens CR, uma vez que os valores encontrados nos frutos dessas embalagens foram menores quando comparados aos da SR. Apesar disso, para os tomates de ambas as bandejas, houve acréscimo dos teores, mostrando síntese destes pigmentos durante os 16 dias de armazenamento (Figura 31A).

Tabela 6. Valores de Carotenoides totais, Antocianinas totais, Licopeno e β -caroteno avaliados em frutos de tomate ‘Indigo Rose’ acondicionados em bandejas (Com Retardante - CR e Sem retardante- SR) e armazenados em temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Armazena- mento (Dias)	Carotenoides Totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Antocianinas totais (mg.100g ⁻¹ de mat. fresca)		Licopeno (μ g.100g ⁻¹ de mat. fresca)		β -caroteno (μ g.100g ⁻¹ de mat. fresca)	
	Bioembalagens							
	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR
0	0,36 Bc*	0,71 Ad*	0,12 Bc*	0,78 Aa*	21,08 Ab	16,32 Ad	4,57 Ab	4,03 Ac
4	0,47 Bb*	0,86 Ac*	0,64 Aa	0,67 Aa	28,27 Bb*	42,05 Ac*	4,76 Bb*	6,47 Ab*
8	0,46 Bb*	0,88 Abc*	0,46 Ab	0,50 Ab	17,99 Bbc*	71,13 Aa*	3,78 Bbc*	8,43 Aa*
12	0,47 Bb*	0,93 Ab*	0,53 Aab*	0,27 Bc*	58,69 Aa	58,69 Ab	7,65 Aa	7,65 Ab
16	0,61 Ba*	1,26 Aa*	0,26 Abc	0,30 Ac	6,76 Bc*	53,05 Ab*	2,48 Bc*	7,28 Ab*
CV (%)	4,96		37,05		18,99		19,97	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indicam diferença significativa entre os tratamentos.

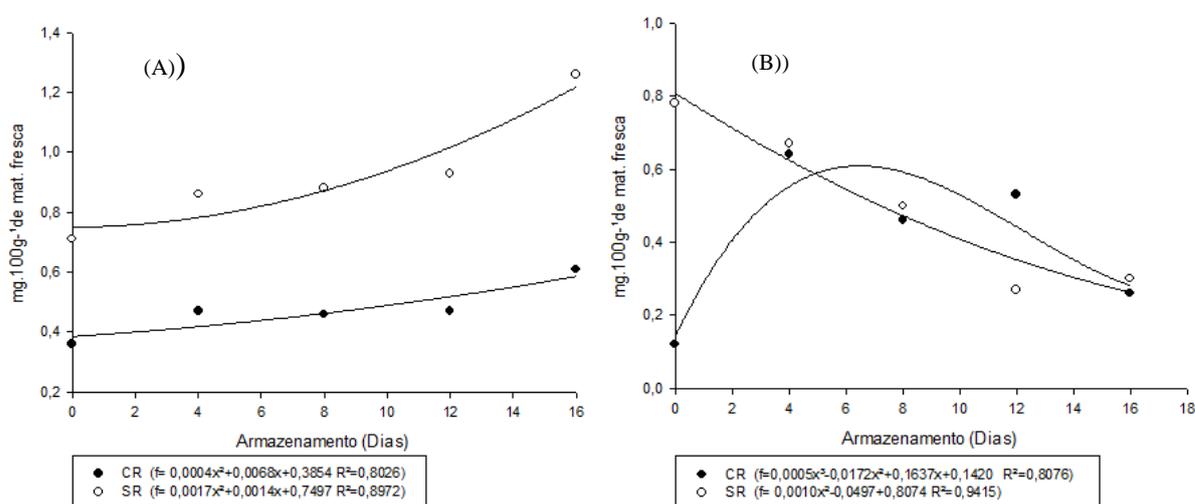


Figura 31. Valores médios de carotenoides totais (A) e Antocianinas Totais (B), expressos em mg.100g⁻¹de mat. fresca, de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Em pesquisa de Costache et al. (2012) o teor de carotenoides presentes em diferentes tipos de tomates cereja foram de 3,39mg 100g⁻¹ e 20,52mg 100g⁻¹, bem acima dos resultados encontrados para todos os frutos da variedade Indigo Rose. De acordo com Juez (2007), o acréscimo verificado no presente estudo está ligado às várias alterações bioquímicas, fisiológicas e moleculares ocorridas nos frutos durante seu amadurecimento, entre elas, o acúmulo de carotenoides.

Com relação ao conteúdo de antocianinas totais é possível observar na Tabela 6 que as médias encontradas para os frutos das duas embalagens foram semelhantes aos 4 e 8 dias de armazenamento e no período final, no qual os frutos das CR tiveram valores semelhantes ao do dia 0 e 16 e os das SR apresentaram teores bem mais baixos que os do início do armazenamento. Com isso, verifica-se na Figura 31B que o comportamento dos frutos de ambas as embalagens foram diferentes em relação aos períodos avaliados. Ou seja, os tomates das CR apresentaram aumento dos teores nos períodos intermediários (síntese de antocianinas) e redução no final e os das SR tiveram redução dos valores durante os 16 dias avaliados, denotando oxidação destes pigmentos.

O estudo de antocianinas realizado por Ramos et al. (2013) foi quantificado em frutos de tomateiro híbrido Giuliana, sendo encontrada média de $15,46 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em condições de temperatura ambiente (em torno de 27°C e umidade relativa média de 60%), por 9 dias, ficando acima dos valores encontrados pelo presente estudo para a variedade Indigo Rose.

As antocianinas interagem com outros compostos como ácido ascórbico, açúcares e enzimas, produzindo polímeros de produtos de degradação que diminuem sua estabilidade, promovendo redução durante o armazenamento (SILVA, 2017).

Ao observar a Tabela 6, é possível identificar que o teor de licopeno para os frutos das embalagens SR foi maior na maioria dos períodos, em especial nos dias 8 e 16 em que essa diferença foi bem significativa, mostrando que esses frutos apresentavam ainda altos teores deste componente. Aliado a isso, nota-se através da Figura 32A, que os tomates acondicionados em ambas as embalagens apresentaram redução nos valores de licopeno no período final do armazenamento, porém, nos frutos das CR isso ocorreu de forma bem mais pronunciada, de modo que o valor final (aos 16 dias) ficou bem mais baixo que os demais, denotando redução significativa deste pigmento nos frutos.

Com relação ao β -caroteno, na mesma Tabela, os resultados obtidos para os frutos das duas bioembalagens se diferenciaram no 4º, 8º e 16º dias também com valores mais altos para os tomates das SR, que assim como para o licopeno, apresentaram maiores teores ao final do armazenamento. Considerando-se o comportamento dos frutos durante os 16 dias de avaliação é possível observar, através da Figura 32 B, que para os tomates das bioembalagens CR, até os 8 dias, houve manutenção dos teores de β -caroteno, havendo aumento no 12º dia, porém com redução significativa no período final (2,48 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Já para os das SR houve aumento nos 3 primeiros períodos de armazenamento e redução posterior, porém de forma menos pronunciada, fazendo com que o valor no 16º dia ainda permanecesse mais alto quando comparado ao do dia 0.

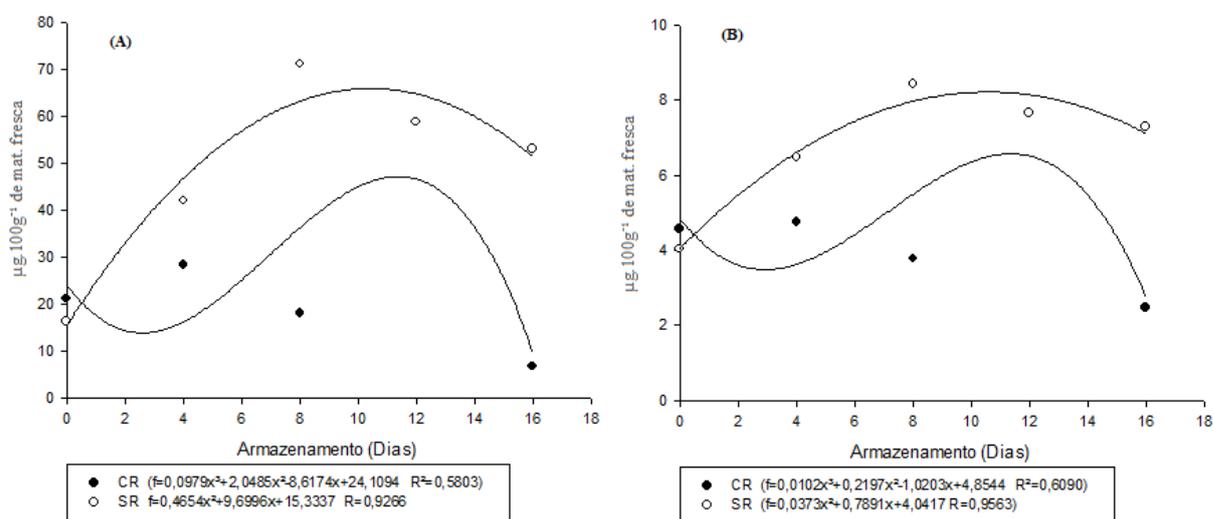


Figura 32. Valores médios de Licopeno (A) e β -caroteno (B), expressos em $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de mat. fresca, de tomates ‘Indigo Rose’ acondicionados em bioembalagens (CR e SR) armazenados sob temperatura controlada (10°C e UR de 90%).

Souza et al. (2020) caracterizaram os compostos bioativos de uma variedade de tomate cereja roxo e observaram que o conteúdo de licopeno foi de 32,20 a 9,84 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (32.200 a 9.840 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) na casca e na polpa, respectivamente, e para β -caroteno foi de aproximadamente 1,72 e 1,65 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (1.720 e 1.650 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) na casca e na polpa,

respectivamente. Estes resultados são bem superiores quando comparados aos obtidos para os tomates 'Indigo Rose' do presente estudo.

Os carotenoides são distribuídos de forma irregular no tomate, podendo ser encontrados maior teor de licopeno na casca e β -caroteno na polpa, quando se comparam ambas as partes do fruto (MARTÍ et al., 2016). Assim, a distribuição desses pigmentos é diferente na casca e na polpa, podendo ser influenciada pela incidência de luz durante a produção dos frutos (DOWNHAM e COLLINS, 2000).

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente estudo permitem as seguintes conclusões:

As bioembalagens com e sem a adição de retardante se mantiveram íntegras durante todo o período de armazenamento dos tomates apresentando diferenças somente em alguns dos componentes avaliados para os frutos de tomate das variedades Polônês Amarelo, Perinha Amarelo e Indigo Rose, podendo ser utilizadas como alternativa para o acondicionamento de frutos *in natura*, sobretudo para a ampliação de um novo nicho de mercado.

Houve interferência do retardante aplicado às embalagens para o conteúdo de ácido ascórbico nos frutos da variedade Polônês amarelo e Indigo Rose, Acidez e Relação SS/AT para as variedades Perinha amarelo e Indigo Rose; bem como para carotenoides totais para as variedades Polônês amarelo e Indigo Rose, estando esses componentes com valores inferiores na maior parte do período de armazenamento.

O comportamento dos tomates especiais orgânicos das três variedades durante os 16 dias de armazenamento em condições controladas mostrou que houve aumento da relação SS/AT e redução dos teores de AT e de ácido ascórbico como características comuns para as três variedades; Aumento de SS somente para a ‘Polônês amarelo’ e ‘Indigo Rose’, estando estas características ligadas a um caráter mais adocicado dos frutos;

Houve aumento das antocianinas só para a ‘Polônês amarelo’; Aumento dos carotenoides totais somente para a ‘Indigo Rose’ e manutenção dos teores de licopeno e β -caroteno para a ‘Perinha Amarelo’, denotando, portanto, comportamento diferenciado dos frutos em relação aos compostos bioativos.

Desta forma, o presente estudo trouxe algumas informações importantes sobre as características químicas destas cultivares de tomate pouco conhecidas, que podem inferir a estes frutos potencial de utilização na gastronomia, bem como em outras áreas de alimentos. Os resultados obtidos indicam a necessidade de estudos complementares para melhor caracterização dos tomates das três variedades aqui avaliadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKER, S. A.B.E.V. et al. Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. **Free radical Biology and medicine**, v. 20, n. 3, p. 331-342, 1996.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>. Acesso em: 10 de março de 2020.

AGUILA J. S. del., et al. Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, n. 2, p. 149-154, 2006.

ALVARENGA, MARCOS ANTÔNIO REZENDE. **Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2.ed. rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.

AMAYA, D. B.R. Food carotenoids: Analysis, composition and alterations during storage and processing of foods. In **Forum of nutrition** v. 56, p. 35, 2003.

ANTHON, GORDON. E.; BARRETT, DIANE M. Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. **Food Chemistry**, v. 132, n. 2, p. 915-920, 2012.

ARAÚJO, J. M. (2008), **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4. Ed. Viçosa: Editora UFV, 477p.

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES BIOLÓGICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **ABIO** (2019). Disponível em: <http://abiorj.org/feiras-organicas-da-abio>. Acesso em 06 de junho de 2019

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **AOAC**. 1984. Cap. 45, 14 ed. Washington, DC. 16p. p. 1984.

AVILEZ, Fernanda Oliveira. **Organetto: embalagem sustentável para alimento orgânico**. 2017. 175 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Design de Produto) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2017.

BARANKEVICZ G. B et al. Características físicas e químicas da polpa de híbridos de tomateiro, durante o armazenamento congelado. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 7-11, 2015.

BARBEDO, C. J. et al. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv. Rubi na qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 118-124, 1994.

BIANCHI, MARIA DE LOURDES PIRES; ANTUNES, LUSÂNIA MARIA GREGGI. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOHATCH, A, MARCHI J.F.; CASAGRANDE, A. **Transformação artesanal de frutas: sucos, néctares e polpas**. Emater-PR, Série do produtor, n.82. Curitiba, 44p, 2001.

BONA, JAQUELINE CEOLIN de. **Preparação e caracterização de blendas de amido com polietileno**. 2007. 115p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BORGUINI, RENATA GALHARDO. **Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. 2002. 127p. Dissertação (Mestrado). ESALQ. Piracicaba, SP. 2002.

BORGUINI, RENATA GALHARDO; SILVA, ELIZABETH TORRES da; FERRAZ APARECIDA FERRAZ. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança alimentar e Nutricional**, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; ANDRIOLO, J.L.; PINTO, J.A.V. Armazenamento de tomate cultivar “Cronus” em função do estágio de maturação e da temperatura. *Ciência Rural*, v. 37, n. 5, 2007.

BRAGA, MARCELO. O comportamento de compra de produtos orgânicos: uma reflexão sobre o perfil dos consumidores através da comparação entre faixas etárias e níveis de renda familiar - uma abordagem estatística. **Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré**, v. 1, n. 2, p. 1-13, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Lei federal n. 10.831**, 23 de dezembro de 2003 que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.

CAMARGO FILHO, W. P. de et al. Algumas considerações sobre a construção da cadeia de produtos orgânicos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 55-69, 2004.

CAMPANHOLA, CLAITON; VALARINI, PEDRO JOSÉ. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001

CARDOSO, R. S. et al. Uso de SAD no apoio à decisão na destinação de resíduos plásticos e gestão de materiais. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, p. 67-95, 2009

CARR, LAURA GONÇALVES. **Desenvolvimento de embalagem biodegradável tipo espuma a partir de fécula de mandioca**. 2007. 93p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2007

CARVALHO, JEFFERSON LUÍZ de; PAGLIUCA, LARISSA GUI. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, n. 58, p. 6-14, 2007.

CASTENMILLER, J.J.; WEST, C. E. Bioavailability and bioconversion of carotenoids. **Annu Rev Nutr**. v. 18, p. 19-38, 1998.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP). **Classificação do tomate**. 2004, 16 de outubro. Disponível em www.ceagesp.com.br.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP). **Guia De variedades**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/entrepósitos/serviços/hortiescolha/tomate/>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

CHITARRA MARIA ISABEL FERNANDES; CHITARRA ADMILSON BOSCO. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 320p, 2005.

CHITARRA MARIA ISABEL FERNANDES; CHITARRA ADMILSON BOSCO. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256p.

COSTA, M. N. et al. Divergência genética entre acessos e cultivares da mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006.

COSTA, E. S. P. et al. Caracterização física, físico-química e morfoagronômica de acessos de tomate cereja sob cultivo orgânico. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v. 61, 8p, 2018.

COSTACHE, M. A.; CAMPEANU G.; NEATA G. Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables. **Romanian Biotechnological Letters**, v.17, n.5, pp. 7702-7708, 2012.

DAMASCENO, SIMONE. et al. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 3, p. 377-380, 2003.

DEBIAGI, FLAVIA et al. Embalagens biodegradáveis de amido reforçadas com fibras lignocelulósicas provenientes de resíduos agroindustriais. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 1, n. 2, p. 57-67, 2012.

DOWNHAM, ALISON; COLLINS, PAUL. Colouring our foods in the last and next millennium. **International Journal of Food Science and Technology**, 35(1), 5e22, 2000.

DULLEY, R. D.; S. M. C. M. de; NOVOA, A. Passado, ações presentes e perspectivas à Associação de Agricultura Orgânica (AAO), São Paulo, Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 11, p. 16-23, 2000.

DUSI, A. N. et al. A cultura do tomateiro (para mesa). EMBRAPA-SPI. Coleção plantar. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 1993.

ENGEL, JULIANA BOTH. **Propriedades de espumas à base de amido de mandioca com incorporação de engaço de uva**. 2018. 160p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

ENTIDADE SETORIAL DE ORGÂNICOS, **ORGANIS** (2019). Os desafios de se tornar agricultor orgânico. Disponível em<< <http://organis.org.br/os-desafios-de-se-tornar-um-agricultor-organico/>>> acesso em 24 de agosto de 2019.

ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA, **UFSP** (2003). Relatório básico tomate, vermelho, maduro, cru. Disponível em << <http://tabnut.dis.epm.br/alimento/11529/tomate-vermelho-maduro-cru>>> acesso em 20 de agosto de 20

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

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2007.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de; LAZZARI E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 329-335, 2004.

FERREIRA, S. M. et al. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 4, p. 858-869, 2010.

FERREIRA, A. M. R. et al. Caracterização física e química de híbridos de tomate em diferentes estádios de maturação produzidos em Baraúna, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 506-511, 2012.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, ALBERES SOUSA; COELHO, ALEXANDRE BRAGANÇA. O papel dos preços e do dispêndio no consumo de alimentos orgânicos e convencionais no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 4, p. 625-640, 2017.

FERREIRA, D.; SILVA, P.; MADEIRA, T. F. Embalagens verdes: conceitos, materiais e aplicações. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 1, n. 2, 2019.

FILGUEIRA, FERNANDO ANTONIO REIS. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Ufla, Lavras, 2003.

FONTOURA, D. R. S.; CÁLIL, R. M.; CALIL, E. M. B. A importância das embalagens para alimentos-aspectos socioeconômicos e ambientais. **Atas de Saúde Ambiental-ASA (ISSN 2357-7614)**, v. 4, n. 1, p. 138-160, 2016.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - **FAO**. **FAO Statistical Yearbook**. New York, 2019. Disponível em: www.fao.com. Acesso em: 25 junho. 2020.

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

GAHLER, S.; OTTO, K.; BÖHM, V. Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.51, n.27, p. 7962-7968, 2003.

GIORDANO, L. de B.; SILVA, JBC da; BARBOSA, V. **Escolha de cultivares e plantio. Tomate para processamento industrial**, 2000.

GRAHAM, HORACE D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

GUINÉ, RAQUEL F.P. (1997). A embalagem alimentar no contexto da política ambiental. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/277160081_A_embalagem_alimentar_no_contexto_da_politica_ambiental. >> Acesso em 29 de Agosto de 2019.

GUERRA, Nkarthe et al. Efeito da embalagem com atmosfera modificada associada ao ácido ascórbico na vida útil de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

GUILBERT, STÉPHANE; GONTARD, NATHALIE. Agro-polymers for edible and biodegradable films: review of agricultural polymeric materials, physical and mechanical characteristics. In: **Innovations in food packaging**. Academic Press. p. 263-276, 2005.

GUILHERME, D. D. O. et al. Análise sensorial e físico-química de frutos tomate cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 181-186, 2014.

HIGBY, W.K. A simplifield method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene fortifield orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

KADER, A. A. et al. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, n. 1, p. 6-13, 1978.

KERBAUY, G.B. Frutificação e amadurecimento. In: KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. 2ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 358-383, 2008.

ILÍC, Z.S. et al. Effects of modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits. **Scientia Horticulturae, Mission**, v. 139, p. 90-95, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **IBGE** (2017). Censo Agropecuário. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf . Acesso em: 13 de nov. de 2019.

JORGE, NEUZA. Embalagens para alimentos. **São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação**, 194 p., 2013.

JUEZ, ENRIQUE. LOPEZ. Plastid biogenesis, between light and shadows. **Journal of experimental botany**, v. 58, n. 1, p. 11-26, 2007.

LEMONS, O. L. et al. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 693-699, 2007.

LEONARDI, JÉSSICA GABRIELA; AZEVEDO, BRUNA MARCACINI. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2018.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; LIMA, D. E. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 1, p. 92-94, 2005.

LIU, J., et al. Extract from *Lycium ruthenicum* Murr. Incorporating κ -carrageenan colorimetric film with a wide pH-sensing range for food freshness monitoring. **Food Hydrocolloids**, 94, p. 1–10, 2018.

LOPES, T. J. et al. Anthocyanins: A brief review of structural characteristics and stability. **Brazilian Journal of Agricultural Science**, v.13, n. 3, p. 291- 297, 2007.

LOPEZ CAMELO, ANDRÉS F.; GOMEZ, PERLA A. Comparação de índices de cor para amadurecimento de tomate. **Horticultura Brasileira** v. 22, n.3, pp.534-537, 2004.

LUENGO, RITA de FÁTIMA ALVES; CALBO, ADONAI GIMENEZ. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 242p.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. da. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MACHADO, CAROLINE MARTINS. **Desenvolvimento de espumas à base de amido de mandioca incorporadas com resíduo do processamento de gergelim para utilização como embalagens**. 2016. 135p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2016.

MACHADO, R. F. C. et al. Controle alternativo de podridões pós-colheita em tomate. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 99-118, 2017.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MARENGO, V. A.; VERCELHEZE, A. E. STEFANI; M. S. Compósitos biodegradáveis de amido de mandioca e resíduos da agroindústria. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 680-685, 2013.

MARTÍ, R.; ROSELLÓ, S.; CEBOLLA-CORNEJO, J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. **Cancers, Basel**, v.8, n.6, p.58, 2016.

MELO, P. C. T. et al. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo Protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 553-559, 2009.

MONTEIRO, S. S. et al. Maturação fisiológica de tomate cereja. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 8, n. 3, p. 05-09, 2018

MOURA, A. P. et al. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. 24p. 2014.

MOURA, A. M. N. G. et al. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 34-40, 2017

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 925-928. 1992

NAIKA, S. et al. A Cultura do tomate. **Agrodok 17**. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, p. 104, 2006.

NASCIMENTO, A. D. R. et al. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 628-635, 2013.

NASSUR, RITA de CÁSSIA MIRELA RESENDE. Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidos em sistema orgânico. **Lavras: UFLA**, v. 127, 2009.

NASTÉ bioembalagens Disponível em << <http://www.nastie.com.br/#modal>>> Acesso em 20 de agosto de 2019.

NICOLA, MARCELO PORTO; MARQUES, FLÁVIA CHARÃO. Transições em direção ao uso sustentável e conservação dos campos sulinos gaúchos: o lugar da pecuária familiar. **Extensão Rural**, v. 23, n. 1, p. 58-77, 2016.

OLIVEIRA, CRISTIANA MAIA de. **Utilização de película de fécula de mandioca e óleo de canela na conservação pós-colheita de tomate cereja**. 2013. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

OLIVEIRA, A.B. et al. The impact of organic agriculture on tomato quality is associated with increased oxidative stress during fruit development. **Plos One**, v. 8, n. 2, pág. e56354, 2013.

OKA BIOEMBALAGENS. Site oficial. Disponível em: << <https://www.okabioembalagens.com.br> >> Acesso 30 de agosto de 2019.

PASCALL, MELVIN. A.; LIN, SHIN-JLE. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Food Process Technol.** v.4, p.1-3, 2013

PAULA, J. T. et al. Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 434-440, 2015.

PERVEEN, R. et al. Tomato (*Solanum Lycopersicum*) carotenoids and lycopenes chemistry; metabolism, absorption, nutrition, and allied health claims-A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55 n. 7, p. 919-929, 2015.

PETRY, FABIANE CRISTINA. **Carotenoids and carotenoid esters in different citrus cultivars composition, changes during ripening and bioaccessibility**. 2017. 184p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas 2017.

PRECZENHAK, A. P. et al. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 348-356, 2014.

PINHO, L. D. et al. Propriedades nutricionais de tomates cereja colhidos em diferentes épocas e cultivado em sistema orgânico. **Hortic. Bras.** [Online]. 2011, v. 29, n. 2, p.205-211, 2011.

PINSETTA JUNIOR, JOSÉ SIDNALDO. **Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes ante escurecimento em berinjela minimamente processada**. 2018. 58p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018

PINTO, PEDRO MIGUEL ZILHÃO; MORAIS, ALCINA. M. M. BERNARDO de. Boas práticas para a conservação de produtos hortofrutícolas. **AESBUB—Associação Para a Escola Superior de Biotecnologia Da Universidade Católica**, 33p, 2000.

POJER, E.M., MATTIVI, F., JOHNSON, D., STOCKLEY, CS. The Case for anthocyanin consumption to promote human health: **A review Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 12, p.583-508, 2013.

RAFFO, A. et al. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 22, p. 6550-6556, 2002.

RAMOS, A. R. P. et al. Qualidade de frutos de tomate ‘giuliana’ tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 1, n. 34, p. 3543-3552, 2013.

RESENDE, GERALDO. M.; BRAGA, MARCOS. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 102-106, 2014.

ROCHA, MARIELLA CAMARGO. **Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agrônômicas, físico-químicas e sensoriais**. 2008. 191 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008

RODRÍGUEZ, E. S. et al. Phenolic profiles of cherry tomatoes as influenced by hydric stress and rootstock technique. **Food Chemistry** v.134, n. 2, p. 775-782, 2012.

SANTOS, C. A.; CARMO, M. G. F.; ABBOUD, A. C. S. Novo nicho: tomate cereja orgânico. **Campo & Negócios HF**, v. 137. p. 16-20, 2016.

SANTOS, C. A.; ABBOUD, A. C. S.; CARMO, M.G.F. Orgânicos: Cores e Sabores à mesa. **A Lavoura**, Rio de Janeiro-RJ, V. 723, p. 24 - 29, 2019.

SANTOS JÚNIOR, A.M.S. et al. Comportamento pós-colheita das características químicas, bioquímicas e físicas de frutos de tomateiros heterozigotos nos locos alcobaça e ripening inhibitor. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.749-757, 2003.

SERRANO, I. O. et al. Carotenoid and phenolic profile of tomato juices processed by high intensity pulsed electric fields compared with conventional thermal treatments. **Food Chem.**, v.112, p.258-266, 2009.

SCHMIDT, VIVIAN CONSUELO REOLON. **Desenvolvimento de bandejas biodegradáveis a partir de fécula de mandioca, fibra celulósicas e calcário**. 2006. 76p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2006.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 168p, 2000.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010

SILVA, J. L. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante em frutos de juazeiro armazenados sob temperatura controlada**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

SILVESTRE, CLARA; DURACCIO, DONATELLA; CIMMINO, SOSSIO. Food packaging based on polymer nanomaterials. **Progress in polymer science**, v. 36, n. 12, p. 1766-1782, 2011.

SOBREIRA, F. M. et al. Qualidade de sabor de tomates dos tipos salada e cereja e sua relação com caracteres morfoagronômicos dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1015-1023, 2010.

SOLDATELI J. F. et al. Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja utilizando substratos de base ecológica. **Colloquium Agrariae**. V. 16, n.1, p.1-10. 2020.

SOUSA J.P. et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 24, p. 665-668, 2002

SOUZA, A. de A. et al. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 113-118, 2011.

SOUZA, J. F. de; MEDEIROS, M. J. M. de; CARNEIRO, L.C. Caracterização de Tomates (*Lycopersicon Esculentum*), Cultivar 'Cerejas' Produzidos e Comercializados nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. In: **V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**. 2010.

SOUZA, M. A. S. et al. Changes in flavonoid and carotenoid profiles alter volatile organic compounds in purple and orange cherry tomatoes obtained by allele introgression. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 4, p. 1662-1670, 2020.

STOFFEL, F. et al. Avaliação da resistência à umidade de bandejas de espuma de amido de mandioca revestidas com poli (ácido láctico). **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 18, n. 5, p. 238-247, 2017.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p

TERRAZZAN, P; VALARINI, P. J. Situação do mercado de produtos orgânicos e as formas de comercialização no Brasil. **Informações econômicas**, v. 39, n. 11, p. 27-40, 2009.

TILAHUN, S.; SEO, M. H.; JEONG, C. S. Effect of cultivar and growing medium on the fruit quality attributes and antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, p. 215-223, 2018.

VASCONCELOS, SANDRA MARY LIMA et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química nova**, 2007.

VIEIRA, J. C. et al. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência rural**, v. 40, n. 12, p. 2574-2579, 2010

VIZZOTTO, M. et al. Atividade antioxidante, fenóis e carotenoides de diferentes tipos de tomate cultivados sob sistema orgânico. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 4. 2012.

WONDRACEK, DANIELE CRISTINA. **Caracterização e diversidade genética de acessos de maracujás do cerrado com base no perfil de carotenoides**. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

YAHIA, E.M.; CONTERAS-PADILLA, M.; GONZALEZ-AGUIAR, G. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *Lebensm. Wiss und Technol.*, v. 34, p. 452-457, 2001.

YAMASHITA F. et al. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.23, p. 288-292, 2001

ZEPEDA, V. (2010). Uma solução para substituir o plástico das embalagens de frutas. **Boletim FAPERJ**. Disponível em <<<http://www.faperj.br/?id=1767.2.5>>> Acesso em 29 de agosto de 2019.