

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PÊSSEGOS  
COM APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS  
ADITIVADOS DE EXTRATO DE ERVA-MATE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**KARLA SIEBERT SAPELLI**

**GUARAPUAVA-PR**

**2018**

**KARLA SIEBERT SAPELLI**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PÊSSEGOS COM USO DE  
REVESTIMENTOS ADITIVADOS DE EXTRATO DE ERVA-MATE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho

Orientador

Profa. Dra. Cacilda Márcia D. Rios Faria

Co-orientadora

GUARAPUAVA-PR

2018

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Santa Cruz

S241c Sapelli, Karla Siebert  
Conservação pós-colheita de pêssegos com aplicação de revestimentos aditivados de extrato de erva-mate. -- Guarapuava, 2018. xv, 84 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2018

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho  
Orientadora: Cacilda Márcia Duarte Rios Faria  
Banca examinadora: Cassia Inês Lourenzi Franco Rosa, Leandro Alvarenga Santos, Renato Vasconcelos Botelho

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Prunus persica*. 4. Revestimento comestível. 5. *Ilex paraguariensis*. 6. Podridão parda. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

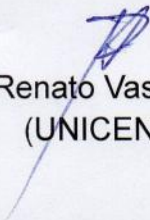
CDD 630

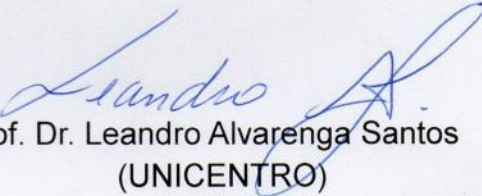
**Karla Siebert Sapelli**

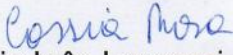
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PÊSSEGOS COM APLICAÇÃO DE  
REVESTIMENTOS ADITIVADOS DE EXTRATO DE ERVA-MATE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2018.

  
Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Leandro Alvarenga Santos  
(UNICENTRO)

  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cassia Inês Lourenzi Franco Rosa  
(UEM)

GUARAPUAVA-PR

2018

**À minha família e ao meu amor,  
Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pelas bênçãos nela concedidas.

Aos meus pais José Carlos e Marlene pelo incentivo, carinho, ajuda, compreensão e incansável apoio ao longo da vida.

Ao meu namorado, amigo e companheiro Fernando por todo amor, apoio, incentivo e tempo dedicado a nós, por entender os momentos de ausência e pelo auxílio no desenvolvimento dos experimentos.

À minha irmã Karolina, meu cunhado Claudio e meu sobrinho e afilhado Pedro pelo incentivo, amizade e amor.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNICENTRO pela oportunidade e a todos os professores e seus ensinamentos ao longo desse percurso.

Ao professor Renato pela orientação, paciência, confiança, respeito, ensinamentos, pela enorme contribuição para a realização desse trabalho e pelo meu crescimento ao longo desses dois anos.

À professora Cacilda pela co-orientação, pelo auxílio em todas as dificuldades desde o começo da graduação até hoje e pela dedicação para o nosso crescimento profissional e pessoal.

À professora Cassia e Lilian, pela paciência, carinho e orientação ao longo graduação e por me apresentarem à área de pós-colheita de frutas e hortaliças.

Ao professor Jackson e ao professor Leandro pelos ensinamentos ao longo desses sete anos e pela imensa contribuição para o trabalho.

Ao professor Luciano Farinha Watzlawick pela orientação durante todo o curso de graduação, por despertar-me o interesse pela pesquisa científica.

Ao Núcleo de Pesquisa em hortaliças e ao professor Dr. Juliano Tadeu Vilela Resende, por sempre disponibilizar o laboratório e equipamentos para o desenvolvimento da pesquisa.

À Lucília da Rosa pelo auxílio e carinho para conclusão dessa etapa.

À Cooperativa de Agricultores Familiares de Novo Itacolomi (COFAI) e ao Sr. João Rodrigues Filho pelo fornecimento de frutos.

Aos colegas do grupo de Fruticultura Sustentável e do Laboratório de Fitopatologia pelo auxílio na realização dos experimentos, por compartilharem os conhecimentos, as

vitórias e as dificuldades durante a trajetória dessa etapa. Agradeço especialmente às colegas Karolyne, Carine e Mayara pela amizade, por compartilharem seus conhecimentos e pelo apoio.

À Capes pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a minha formação e desenvolvimento do meu trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 A cultura do pessegueiro .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Importância econômica.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Características pós-colheita do pêsego.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Perdas na pós-colheita.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5 Podridão parda.....</b>	<b>9</b>
<b>3.6Manutenção da qualidade pós-colheita .....</b>	<b>10</b>
<b>3.7 Revestimentos comestíveis .....</b>	<b>11</b>
3.7.1 Formulação de revestimentos comestíveis .....	13
3.7.2 Aditivos .....	16
<b>3.8 Erva-mate .....</b>	<b>17</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Preparo dos revestimentos e soluções aditivas .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2Características do pomar e obtenção dos frutos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 Avaliação da qualidade pós-colheita de pêsegos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Efeito de revestimento aditivado de erva-mate no crescimento micelial <i>in vitro</i> e na germinação de conídios do fungo <i>Monilinia fructicola</i> e no controle da podridão parda em pêsegos.....</b>	<b>24</b>
4.4.1 Efeito <i>in vitro</i> de revestimento aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo <i>Monilinia fructicola</i> .....	25
4.4.2 Avaliação da germinação de conídios de <i>Monilinia fructicola</i> .....	26
4.4.3 Controle da podridão parda em pêsego.....	26
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>6.1 Experimentos de qualidade pós-colheita de pêsegos .....</b>	<b>50</b>



<b>6.2 Efeito de revestimento aditivado de erva-mate no crescimento micelial <i>in vitro</i> e na germinação de conídios do fungo <i>Monilinia fructicola</i> e no controle da podridão parda em pêssegos.....</b>	<b>60</b>
<b>7.CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Pêssegos a temperatura ambiente para escorrimento do excesso de revestimento e secagem dos frutos (SAPELLI, 2017). .....	22
<b>Figura 2-</b> Perda de massa (%) (A e B), firmeza (N) (C e D), sólidos solúveis (°Brix) (E e F), acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL <sup>-1</sup> ) (G e H) e relação SS/AT (I e J) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade. ....	31
<b>Figura 3-</b> Luminosidade (A e B), índices a* (C e D) e b* (E e F), ângulo hue (G e H) e cromaticidade (I e J) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade.....	33
<b>Figura 4-</b> Perda de massa (%), firmeza (N), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL <sup>-1</sup> ) e ratio (SS/AT) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de fécula de mandioca e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade. ....	35
<b>Figura 5-</b> Luminosidade, parâmetro a* e b*, ângulo hue e cromaticidade de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade. ....	37
<b>Figura 6-</b> Perda de massa (%) (A), firmeza (N) (B), sólidos solúveis (°Brix) (C), ratio (SS/AT) (D) e acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL <sup>-1</sup> ) de pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade. ....	39
<b>Figura 7-</b> Teor de antocianinas de pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1 °C. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017.....	42
<b>Figura 8-</b> Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) do fungo <i>Monilinia fructicola</i> mantido in vitro em meio de cultura BDA e glicerol (A) ou fécula de mandioca (B) com diferentes doses de extrato de erva-mate. **Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 1% de probabilidade. Guarapuava- PR, 2017. ....	43
<b>Figura 9-</b> Avaliação da germinação de conídios do fungo <i>Monilinia fructicola</i> sob diferentes doses de extrato de erva-mate. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. ** Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade. ....	44
<b>Figura 10-</b> Incidência (%) de frutos revestidos com glicerol (A) e fécula (B) e índice de infecção (%) de frutos revestidos com glicerol (A) e fécula (B) do fungo <i>Monilinia fructicola</i>	

em pêsegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 20 dias de armazenamento a 1 °C + 4 dias a 25 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ao nível de 5% de probabilidade..... 45

**Figura 11-** Incidência (%) (A) e índice de infecção (%) (B) do fungo *Monilinia fructicola* em pêsegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1°C + 6 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017..... 46

**Figura 12-** Atividade enzimática de peroxidase polifenoloxidase em pêsegos cv. Della Nona inoculados com o fungo *Monilinia fructicola* tratados com revestimento à base de glicerol (A e B), fécula de mandioca (C e D) e erva-mate após 20 dias de armazenamento a 1°C + 4 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. .... 47

**Figura 13-** Atividade enzimática de peroxidase (A) e polifenoloxidase (B) em pêsegos cv. Kampai inoculados com o fungo *Monilinia fructicola* tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1°C + 6 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017. .... 48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Valores dos índices de qualidade de pêssegos cv. Della Nona e cv. Kampai após a colheita. Guarapuava, PR - 2018. ....	29
<b>Tabela 2-</b> Valor de pH de meio de cultura aditivado dos tratamentos para avaliação de área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) do fungo <i>Monilinia fructicola</i> mantido <i>in vitro</i> em meio de cultura BDA e glicerol (A) ou fécula de mandioca (B) com diferentes doses de extrato de erva-mate. ....	44

## RESUMO

Karla Siebert Sapelli. Conservação pós-colheita de pêssegos com APLICAÇÃO de revestimentos aditivados de extrato de erva-mate.

O pêssego é um fruto climatérico de clima temperado consumido em vários países, sendo uma importante fonte de vitaminas e nutrientes para a dieta humana. Porém, a conservação inadequada pós-colheita pode influenciar na qualidade do pêssego e gerar altos níveis de perda. O objetivo foi verificar o potencial da aplicação de revestimentos, à base de glicerol ou fécula de mandioca, aditivados de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) na conservação pós-colheita de pêssegos. Para o primeiro ano de avaliação, foram utilizados frutos cv. Della Nona e os tratamentos utilizados foram: frutos sem revestimento (Testemunha), frutos com revestimentos à base de glicerol aditivados de extrato de erva-mate na concentração de 0g L<sup>-1</sup> (G+0%E), 5 g L<sup>-1</sup> (G+5%E), 10 g L<sup>-1</sup> (G+10%E) e 15 g L<sup>-1</sup> (G+15%E) e frutos com revestimentos à base de fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate nas concentrações de 0 g L<sup>-1</sup> (F+0%E), 5 g L<sup>-1</sup> (F+5%E), 10 g L<sup>-1</sup> (F+10%E) e 15 g L<sup>-1</sup> (F+15%E). Os frutos foram armazenados por 20 dias a 1 °C com 95% de umidade relativa (UR). No segundo ano de experimentação foram utilizados pêssegos cv. Kampai divididos nos seguintes tratamentos: testemunha (frutos tratados com água destilada), frutos com revestimentos à base de glicerol aditivados de extrato de erva-mate na concentração de 0g L<sup>-1</sup> (Glicerol) e 15 g L<sup>-1</sup> (G+15%E) e frutos com revestimentos à base de fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate na concentração de 0 g L<sup>-1</sup> (Fécula) e 15 g L<sup>-1</sup> (F+15%E). Os frutos foram armazenados por 13 dias a 1 °C com 95% de umidade relativa (UR). Para avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos foram realizadas análises físico-químicas, incluindo sólido solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), perda de massa, firmeza e antocianinas. Para avaliação do efeito direto *in vitro* dos revestimentos no crescimento fungo *Monilinia fructicola*, agente causal da podridão parda, avaliou-se a germinação de conídios e a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM). Para avaliação do controle da podridão parda *in vivo*, os frutos foram inoculados com o fungo *M. fructicola* e avaliados para determinar incidência (%) e índice de infecção e as enzimas peroxidase e polifenoloxidase. Observou-se que o uso de revestimentos reduziu a perda de massa em 49% e teor de sólidos solúveis e aumentou a firmeza dos frutos, retardou o escurecimento da epiderme dos frutos e a evolução das colorações vermelha e amarela. A adição das doses do extrato aquoso de erva-

mate influenciou na qualidade pós-colheita dos frutos e na efetividade dos revestimentos. Para os frutos revestidos com glicerol as menores doses de erva-mate reduziram a perda de massa e o teor de sólidos solúveis e para coloração as doses de 0 g L<sup>-1</sup>, 5 g L<sup>-1</sup> e 15 g L<sup>-1</sup> retardaram o escurecimento da epiderme e evolução da coloração vermelha. No revestimento dos frutos com fécula de mandioca a adição do extrato de erva-mate nas concentrações de 5 g L<sup>-1</sup> e 15 g L<sup>-1</sup> promoveu maior firmeza dos frutos e a dose de 5 g L<sup>-1</sup> menor teor de sólidos solúveis, para coloração a erva-mate aumentou escurecimento de epiderme e acelerou a evolução da coloração vermelha. Para pêssegos cv. Kampai o tratamento com glicerol apresentou maior conservação das características físico-químicas no período de armazenamento em relação aos revestidos com fécula de mandioca. O tratamento com glicerol promoveu maior desenvolvimento de coloração vermelha nos frutos, o que coincide com os resultados de antocianinas. Os revestimentos não foram eficientes no controle *in vitro* de *M. fructicola*, sendo que as maiores doses promoveram maior AACCM e para germinação de conídios a dose de 10% do extrato foi mais eficiente no controle do patógeno. No controle *in vivo* o tratamento F+15% inibiu completamente o desenvolvimento da podridão parda nos pêssegos em pêssegos cv. Della Nona, para pêssegos cv. Kampai, as menores incidências e índice de infecção foram observados para a maior dose do extrato de erva-mate, tanto para glicerol quanto para fécula de mandioca. Para as enzimas, o uso de revestimentos promoveu aumento da atividade de peroxidase.

**Palavras-Chave:** *Prunus persica*, revestimento comestível, *Ilex paraguariensis*, podridão parda.

## ABSTRACT

Karla Siebert Sapelli. Postharvest conservation of peaches with use of additives edible coatings of yerba mate extract

Peach is an important climacteric tropical fruit consumed in many countries, being an important source of vitamins and nutrients for human diet. However, inadequate postharvest conservation can influence peach quality and cause a high level of fruit losses. The experiment was conducted with the objective of testing the potential of the application of glycerol-based coatings or cassava starch, supplemented with yerba mate extract (*Ilex paraguariensis* St. Hill) in the postharvest conservation of peaches. For the first year of evaluation, fruits cv. Della Nona and the treatments used were: uncoated fruits, fruits with glycerol-based coatings supplemented with yerba extract at 0 g L<sup>-1</sup> (G+0%E), 5 g L<sup>-1</sup> (G+5%E), 10 g L<sup>-1</sup> (G+10%E) and 15 g L<sup>-1</sup> (G+15%E) and fruits with cassava starch-based coatings supplemented with yerba extract at 0 g L<sup>-1</sup> (F+0%E), 5 g L<sup>-1</sup> (F+5%E), 10 g L<sup>-1</sup> (F+10%E) and 15 g L<sup>-1</sup> (F+15%E). The fruits were stored for 20 days at 1 ° C with 95% relative humidity (RH). In the second year of experimentation were used peaches cv. Kampai were evaluated in the following treatments: control (fruits treated with distilled water), glycerol-based coatings supplemented with yerba extract at 0 g L<sup>-1</sup> (G+0%E) and 15 g L<sup>-1</sup> (G+15%E) and fruits with cassava starch-based coatings supplemented with yerba extract at 0 g L<sup>-1</sup> (F+0%E) and 15 g L<sup>-1</sup> (F+15%E). The fruits were stored for 13 days at 1 ° C with 95% relative humidity (RH). To evaluate the postharvest quality of fruits, physicochemical analyzes were performed, including soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ratio (SS/TA), weight loss, firmness, staining and anthocyanins. To evaluate the *in vitro* effect of the coatings on fungus growth *Monilinia fructicola*, causal agent of brown rot, conidia germination and the area under the mycelial growth curve (AUMGC) were evaluated. In order to evaluate the *in vivo* brown rot control, the fruits were inoculated with the *M. fructicola* fungus and evaluated for incidence (%) and infection index (%) and the peroxidase and polyphenoloxidase enzymes. It was observed that the use of coatings reduced the loss of mass by 49% and soluble solids content and increased fruit firmness, delayed browning of the fruit epidermis and evolution of red and yellow coloration. The addition of the doses of the aqueous extract of yerba mate influenced the postharvest quality of the fruits and the effectiveness of the coatings. For the fruits coated with glycerol the lower doses of yerba mate

reduced the loss of mass and the soluble solids content and for coloring the doses of 0 g L<sup>-1</sup>, 5g L<sup>-1</sup> and 15g L<sup>-1</sup> delayed the browning of the epidermis and evolution of red coloration. In the coating of the fruits with cassava starch, the addition of 5 g L<sup>-1</sup> and 15 g L<sup>-1</sup> of the yerba mate extract promoted greater firmness of the fruits and the dose of 5 g L<sup>-1</sup> lower soluble solids content, for color the yerba mate increased darkening of the epidermis and accelerated the evolution of the red coloration. For peaches cv. Kampai treatment with glycerol presented greater conservation of physical-chemical characteristics in the storage period in relation to those coated with cassava starch. The treatment with glycerol promoted greater red color development in the fruits, which coincides with the results of anthocyanins. The coatings were not efficient in the in vitro control of *M. fructicola*, being that the higher doses promoted higher AUMGC and for germination of conidia the dose of 10% of the extract was more efficient in the control of the pathogen. In the in vivo control the F + 15% treatment completely inhibited the development of brown rot in the peaches in cv. Della Nona, for peaches cv. Kampai, the lowest incidence and infection rate were observed for the highest dose of yerba mate extract, for both glycerol and cassava starch. For the enzymes, the use of coatings promoted increased peroxidase activity.

**Key Words:** *Prunus persica*, edible coating, *Ilex paraguariensis*, brown rot.



## 1.INTRODUÇÃO

O pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) é uma cultura frutífera típica de clima temperado e com grande importância na economia mundial. O fruto ocupa o 8º lugar na produção mundial de frutas, totalizando 20 milhões de toneladas na safra de 2016/2017. No Brasil, em 2015 a área plantada foi de 17.451 ha, produção de 216 mil toneladas, produtividade de 12,4 t ha<sup>-1</sup> e valor da produção de 394 milhões de reais. Os principais estados produtores da fruta no país são Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná (IBGE, 2016; USDA, 2017).

Por ser um fruto climatérico, o pêssego apresenta alta taxa respiratória e elevada produção de etileno durante o amadurecimento, provocando deterioração natural do fruto e inúmeras transformações bioquímicas, fazendo com que seja um produto de alta perecibilidade. A vida útil pós-colheita de um fruto climatérico está ligada às condições climáticas e às práticas culturais adotadas durante a produção, o que determinará o potencial de perdas e as características pós-colheita dos mesmos, como aparência, segurança alimentar, qualidade nutricional e sensorial. Deste modo, para a manutenção da qualidade do produto deverão ser utilizadas as boas práticas agrícolas de semeadura, irrigação, uso de fertilizantes, aspectos fitossanitários, armazenamento adequado e técnicas que possam prolongar a vida útil dos frutos.

Estima-se que as perdas pós-colheita de pêssegos chegam a 44,5% dos frutos, e podem ocorrer por redução do tamanho, perda de água, incidência de patógenos e pragas e controle inadequado do ambiente de armazenamento (MARTINS et al., 2006). A podridão parda, causada pelo fungo *Monilinia fructicola* (Winter) Honey é a principal doença do pessegueiro e pode provocar perdas significativas no campo e na pós-colheita dos frutos, chegando a 80-90% sob condições favoráveis para o desenvolvimento da doença (LARENA et al., 2005). Seu controle é baseado no uso de programa de aplicação de fungicidas em pré e pós-colheita. Porém, essa prática pode resultar em frutos com resíduos, o que os torna menos atrativos ao consumidor e nocivos ao meio ambiente.

Atualmente, há maior preocupação em relação à alimentação saudável, aumentando o consumo de frutos e hortaliças. Além disso, há uma crescente demanda dos consumidores por alimentos livres de contaminantes químicos, seguros e de fácil consumo. Também, aumentou-se a consciência sobre o impacto ambiental que o descarte de embalagens não-biodegradáveis pode causar. Dessa forma, tem se buscado tecnologias alternativas, eficientes

e de baixo custo que possam minimizar a deterioração natural resultante da maturação nos frutos e reduzir as perdas em pós-colheita de frutas e hortaliças. Nesse cenário, as coberturas comestíveis protetoras apresentam-se como uma nova prática para auxiliar na redução dos processos metabólicos e estender a vida útil pós-colheita dos produtos hortícolas.

Revestimentos ou coberturas protetoras comestíveis podem ser entendidos como camadas delgadas que se formam sobre o fruto, que podem ser consumidas e atuam alterando a composição de sua atmosfera interna, como barreira à umidade e movimento de solutos entre o fruto e ambiente, podendo assim, reduzir a taxa de transpiração, melhorar a textura e a integridade mecânica dos frutos, diminuir as alterações de cor e sabor e reduzir o crescimento microbiano. Os materiais empregados em suas formulações devem ser atóxicos e seguros para o consumo, uma vez que fazem parte do alimento, sendo que os três principalmente usados são os lipídios, proteínas e polissacarídeos.

O glicerol e fécula de mandioca são alternativas ao uso de produtos químicos na pós-colheita de frutos por possuírem os atributos necessários para serem considerados como revestimento comestível, sendo atóxicos, de baixo custo, e formam uma camada semipermeável sobre a superfície do fruto.

Além disso, os revestimentos podem ser aditivados de compostos antimicrobianos, antioxidantes e agentes que retardam o escurecimento enzimático dos tecidos, os quais melhoram sua função e preservam as qualidades sensoriais do alimento, constituindo-se dessa maneira de um revestimento ativo. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta conhecida por seus benefícios à saúde humana, porém poucos trabalhos foram desenvolvidos para avaliar seu potencial na formulação de revestimento e na conservação pós-colheita de produtos hortícolas.

Entretanto, no Brasil não existe legislação específica para filmes e revestimentos comestíveis vigente na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Essas tecnologias são consideradas como ingredientes ativos ou aditivos e obedecem ao Decreto 55.871, de 26 de março de 1965, referente à regulação do emprego de aditivos para alimentos (VILLADIEGO et al., 2005).

Desta forma, novas tecnologias poderiam ser desenvolvidas e o uso de revestimentos aditivados de compostos que possam prolongar a vida útil pós-colheita de frutos torna-se uma opção de baixo custo e alta eficiência.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar o uso de revestimentos à base de fécula de mandioca ou glicerol aditivados de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) na conservação pós-colheita de pêssegos.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade pós-colheita dos pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimentos aditivados de extrato de erva-mate armazenados durante 20 dias a 1° C;
- Avaliar a qualidade pós-colheita dos pêssegos cv. Kampai tratados com revestimentos aditivados de extrato de erva-mate armazenados durante 13 dias a 1° C;
- Analisar as características físico-químicas e metabólicas em pêssegos com as diferentes formulações.
- Verificar o potencial antifúngico dos revestimentos no controle *in vitro* de *Monilinia fructicola*;
- Verificar o potencial antifúngico dos revestimentos no controle *in vivo* de *Monilinia fructicola*;

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A cultura do pessegueiro

O pêsego (*Prunus persica* (L.) Batsch) é uma das culturas frutíferas de maior importância no mundo. Pertence à família Rosaceae, subfamília Prunoideae, gênero *Prunus* e subgênero *Amygdalus*. No gênero *Prunus* são conhecidas cinco espécies: *Prunus davidiana*, *P. ferganensis*, *P. kansuensis*, *P. mira* e *P. persica*, sendo a última de maior importância econômica (SHULAEV et al., 2008; CHIN et al., 2014). São cultivadas três variedades botânicas de *P. persica*: 1) vulgaris são as cultivares de valor comercial destinadas tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria, podendo apresentar polpa de coloração amarela ou branca; 2) nurci persica são frutos de epiderme glabra, denominados nectarina ou pêsego pelado; e 3) platycarpa conhecidos como pêsegos achatados (TIMM, 2011; QUEIROZ, 2014).

O pessegueiro é uma planta originária da China, onde foi domesticada há mais de 4000 anos e é considerada uma fruteira típica de clima temperado. Seu cultivo se disseminou da China para Pérsia, países mediterrâneos e América, ocupando áreas de altitude elevada (30° e 50° Norte e Sul) onde há de 500 a 2000 horas anuais de frio, abaixo de 7,2 °C (ROSSATO, 2009; LI et al., 2013). Segundo Raseira (2010), o pessegueiro foi introduzido no continente americano pelos conquistadores espanhóis no início do século XV. No Brasil, a cultura foi inserida em 1532 por Martim Afonso de Souza, por meio de mudas de origem da Ilha da Madeira e plantadas na capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo (PROTAS; MADAIL, 2003).

Mais tarde, essa cultura se disseminou para a região Sul do país, adaptando-se ao clima e ao solo (TIMM, 2011). Segundo Citadin (2014), no Paraná, o cultivo comercial de fruteiras de caroço se iniciou em 1960, porém, somente em 1970 a produção de pêsego se estabeleceu como atividade econômica, e concentrava-se na região metropolitana de Curitiba. Atualmente, o cultivo do fruto divide-se em três zonas distintas no Paraná: Zona I representa 60% da produção de pêsegos no estado e situa-se na microrregião de Curitiba, Ponta Grossa e Irati e tem como principais cultivares: Chimarrita, Charme, Della Nona, Granada e Eldorado; Zona II estabeleceu-se no Norte do estado, na microrregião de Cornélio Procópio, Londrina e Apucarana e tem como cultivares Douradão, Aurora I, Tropic Beauty e Tropical PS25399; Zona III está na região Sudoeste-Oeste onde a cultura não é uma atividade

econômica tradicional, sendo comumente encontrada em pomares domésticos.

Segundo Layne e Bassi (2008) *P. persica* é uma espécie diplóide ( $2n=2x=16$ ) de porte médio, chegando até 8 metros de altura. As folhas são lanceoladas, glabras e serradas, mais largas no centro, com pecíolo glandular. As flores são geralmente rosa, mas também brancas ou vermelhas. O fruto pode apresentar pilosidades e é classificado como uma drupa carnosa.

O pessegueiro cv. Della Nona foi lançado em 1992 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) com cooperação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado). É um fruto destinado ao consumo *in natura*, de tamanho intermediário (100-120 g), epiderme de cor vermelha sobre fundo branco creme, polpa branca e caroço solto. A cultivar Della Nona apresenta ciclo tardio, com necessidade de frio superior a 300 horas (horas de frio  $> 7,2$  °C) e suscetibilidade à podridão parda (BIASI, 2004; RASEIRA; BONIFACIO, 2006; CARAMORI et al., 2008; KESKE et al., 2010; ALMEIDA et al., 2015).

### **3.2 Importância econômica**

Sendo uma das culturas frutíferas mais importantes da família Rosaceae, o pêssego ocupa o 8º lugar na produção mundial de frutas, totalizando 20 milhões de toneladas na safra de 2016/2017. A China é o maior produtor do mundo, sendo que em 2016/17 o volume produzido pelo país foi de aproximadamente 13,5 milhões de toneladas, seguido pelos países da União Européia, Espanha, Itália e Grécia, totalizando 3,70 milhões de toneladas e Estados Unidos (863 mil toneladas) (FAO, 2014; USDA, 2017).

No ano de 2015, a área plantada da cultura no Brasil foi de 17.451 ha, com produção de 216 mil toneladas, produtividade de  $12,4$  t ha<sup>-1</sup> e valor da produção de 394 milhões de reais. Os principais estados produtores da fruta no país são Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná (IBGE, 2016). Segundo pesquisas do IBGE (2016), o Estado do Paraná teve uma produção de 10.505 t na safra 2014/15, representando 7% da produção da região Sul do Brasil, em uma área de 1.036 ha, gerando uma receita de 24 milhões de reais para o Estado.

A produção nacional de pêssegos advém de pomares de propriedades familiares e empresariais, porém, em número de produtores, os familiares representam 90%. A atividade

gera de um a dois empregos por hectare no ciclo, totalizando 30 mil empregos diretos na cadeia primária e 50 mil empregos em toda a cadeia produtiva (MADAIL; RASEIRA, 2008).

### **3.3 Características pós-colheita do pêssego**

O pêssego é um fruto climatérico e sua maturação e senescência são reguladas pelo etileno (ZHANG et al., 2009). Por ser um fruto climatérico, o pêssego durante uma etapa do seu ciclo vital tem aumento da taxa respiratória, sucedido pelo rápido amadurecimento, tanto na planta quanto fora dela. Esse pico respiratório é denominado climatérico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Guillén et al. (2013) observaram que o pico respiratório de pêssegos cv. Red Heaven armazenados a 20 °C ocorreu após cinco dias de armazenamento e sua taxa média respiratória foi de 90 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> durante o climatérico. Jin et al. (2011) armazenaram pêssegos cv. Baifeng por cinco semanas a 0 °C + 3 dias de tempo de prateleira a 20 °C. Esses autores relataram que o pico climatérico ocorreu após três semanas de armazenamento, atingindo 45 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

Esse aumento da respiração é provocado pela produção autocatalítica do etileno e o aumento deste fitohormônio desencadeia uma série de mudanças bioquímicas nos frutos, marcando a transição entre o desenvolvimento e a senescência, acelerando o processo de amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005) sendo que, tais mudanças estão inversamente relacionadas à vida útil dos frutos (SANTOS, 2008) e provocam profundas modificações em sua coloração, textura, aroma e sabor. As reações químicas e bioquímicas que são responsáveis pelas alterações nos frutos são das mais diversas naturezas e variam de acordo com o fruto, cultivar e condições de produção e armazenamento dos mesmos (SNOWDON, 2008).

Dentre as mudanças que ocorrem durante a maturação dos pêssegos, algumas podem ser avaliadas por métodos físico-químicos e a avaliação conjunta de alguns parâmetros, como firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, acidez e coloração permite determinar a maturação do fruto ou acompanhar o seu desenvolvimento ao longo do período pós-colheita (ARAÚJO, 1998).

A firmeza de polpa é considerada como um dos principais atributos de qualidade pós-colheita e em conjunto com outros parâmetros pode indicar a vida útil de produtos

hortícolas, pois se refere ao grau de resistência dos tecidos a danos mecânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Toivonen e Brummell (2008) as mudanças na textura dos frutos, durante o amadurecimento, acontecem devido à ação de enzimas na catalisação de reações que modificam a parede celular dos tecidos conduzindo a alterações no grau de adesão entre as células, levando ao amolecimento dos tecidos. Esse parâmetro pode indicar se o fruto está pronto para consumo e tem relação com aroma e sabor, uma vez que a liberação de compostos voláteis é influenciada pela integridade dos tecidos (SANTOS, 2008).

Yu et al. (2015) relataram que para pêssegos cv. Yulu a firmeza dos frutos foi de 85,5 N no ponto de colheita. Os autores também observaram que após 28 dias a 5 °C o valor médio foi de 28,4 N e após 14 dias a 10 °C foi de 6,3 N. Tareen et al. (2012) estudaram a pós-colheita de pêssegos cv. Flordaking e na colheita a firmeza dos frutos era de 73 N que reduziu para 46 N após cinco semanas de armazenamento a 0 °C. Drogoudi et al. (2016) avaliaram 17 cultivares de pêssegos que apresentaram firmeza média de 52,4 N no ponto de colheita e 11,95 N após cinco dias de armazenamento a 23 °C. Para Crisoto (2006), a firmeza ideal de comercialização dos frutos encontra-se entre 27-36 N, já para consumo os frutos devem estar com firmeza de 9 a 14 N.

As mudanças na firmeza, coloração do fruto e cor de fundo da epiderme estão relacionadas com as mudanças físico-químicas que ocorrem durante a maturação. Esses parâmetros auxiliam na determinação do ponto ideal de colheita dos frutos, reduzindo assim as perdas no período pós-colheita. Os pêssegos devem ser colhidos quando há mudança da cor de fundo do verde para o vermelho, mas com superfície verde superior a 10% (CRISOTO; VALERO, 2008; NUNES, 2009; SHYNIA, 2013).

A cor dos frutos é modificada devido à quebra dos cloroplastos e da clorofila e aparecimento de pigmentos já existentes, como os carotenóides que dão coloração vermelha, amarela e laranja para os frutos, antocianinas, de coloração azul e vermelha, flavonóides para amarelo e betalaínas de cor vermelha (BARRET, 2010).

O teor de sólidos solúveis também é uma característica importante na avaliação da qualidade interna dos frutos e interfere na aceitação do consumidor. O teor de sólidos solúveis representa os compostos solúveis em água presentes nos frutos, como pectinas, vitaminas, ácidos, aminoácidos e principalmente açúcares, equivalente a cerca de 90% do parâmetro. Durante o processo de amadurecimento dos frutos, há o aumento da concentração de açúcares

simples, como consequência da degradação de carboidratos de reserva, como o amido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Crisoto e Crisoto (2005) pêssegos para serem aceitos pelos consumidores devem apresentar valores superiores a 10° Brix, para cultivares de alta e baixa acidez. Vizzoto et al. (2002) relataram teor de sólidos solúveis de 12,2° Brix para pêssegos cv. Chiripá na colheita. Caprioli et al. (2009) observaram a evolução de 9,9° Brix para 11,6° C em pêssegos cv. Spring Belle armazenados por oito dias a 20° C.

O equilíbrio entre acidez e sólidos solúveis no fruto tem um papel importante na aceitação do consumidor em cultivares de pêssegos, nectarinas e ameixas (CRISOTO e CRISOTO, 2005). Layne e Bassi (2008) verificaram que os três principais ácidos presentes no endocarpo de pêssegos são ácido málico, ácido cítrico e ácido quínico. Delgado et al. (2013) avaliaram a preferência de 120 consumidores por sete cultivares de pêssego. Os resultados demonstram que houve preferência pelos frutos quando o teor de sólidos solúveis aumentou de 10° para 14° Brix e cultivares com alta acidez são menos consumidas. Além disso, houve rejeição dos consumidores por pêssegos com acidez superior ao intervalo de 0,80% a 1,00% de valores sólidos solúveis menores que 12° Brix.

### **3.4 Perdas na pós-colheita**

Pêssegos são populares por seu conteúdo nutricional e valor terapêutico. Porém, são suscetíveis à rápida deterioração após a colheita, especialmente se a cadeia de frio não for mantida de maneira adequada (WANG et al., 2017). Martins et al. (2006) realizaram um estudo para quantificação das perdas pós-colheita de pêssego na comercialização e verificaram que os danos chegam até 44,5% nos frutos somente na etapa de comercialização.

As perdas em pós-colheita ocorrem devido à falta de comercialização ou consumo do produto em tempo hábil e são resultantes de danos à cultura desde as etapas de produção, transporte, armazenamento e processamento, até a comercialização. Essas perdas representam prejuízos de ordem econômica e desperdícios dos recursos investidos na produção de alimentos, que incluem: terra, água, trabalho, energia e insumos, e também geram emissões desnecessárias de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, comprometendo assim, a sustentabilidade do setor produtivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005; GUSTAVSSON, 2011; BUZBY; HYMAN, 2014).



Segundo Buzby e Hyman (2012) as perdas pós-colheita ocorrem por diversas razões, incluindo redução natural do tamanho, perda de água, incidência de patógenos e pragas e controle inadequado do ambiente de armazenamento. Essas perdas podem ser de ordem qualitativa, apresentando redução do valor nutricional e mudanças indesejáveis no sabor, textura ou cor e, quantitativa pela perda de volume ou peso. As injúrias por frio e as podridões são as principais causas de perda pós-colheita de pêssegos (PALOU et al., 2002; BAGGIO et al., 2014; PAVANELLO et al., 2016).

### 3.5 Podridão parda

Diversos patógenos causam danos econômicos à cultura do pessegueiro, sendo que os principais fungos são: *Taphrina deformans* (crespeira-verdadeira), *Podosphaera pannosa* (oídio), *Monillinia laxa*, *M. fructigena*, *M. fructicola* (podridão parda), *Cladosporium carpophilum* (sarna), *Stigmina carpophila* (chumbinho), *Cytospora cincta* (cancro de *Cytospora*), *Phomopsis amygdali* (cancro de Fusicoccum), *Botryosphaeria* spp. (cancro de *Botryosphaeria*), *Colleotrichum gleosporoides* (antracnose) e *Rhizopus stolonifer* (podridão-mole) (FORTES, 1998; CHALLIOL et al., 2006; SOUZA, 2006; NAVA, 2007; ALEKSIC et al., 2010; CONTE; RIBEIRO, 2010; MEHRABI et al., 2011).

A podridão parda é a principal doença fúngica do pessegueiro em todas as regiões produtoras do mundo. Causada pelo patógeno *Monillinia fructicola* (Winter) Honey, fungo pertence à classe Ascomycetes, ordem Leotiales. O ciclo evolutivo do fungo é caracterizado por uma fase perfeita ou sexual do patógeno, na qual tem formação de esporos sexuais denominados ascósporos, estrutura de resistência como escleródios e corpo de frutificação do tipo apotécio e, uma fase assexuada, quando o patógeno produz conídios. Durante a fase sexuada, os ascósporos são disseminados no campo, tornando-se inóculo primário da doença (SOUZA, 2006; PAVANELLO, 2016). A doença desenvolve-se principalmente em áreas quentes com alta precipitação, como a região Sul do Brasil, principal produtora do fruto (SANTOS et al., 2012).

O fungo *M. fructicola* tem duas fases de infecção, sendo a primeira no período de floração, na qual a doença ataca primeiramente os órgãos florais e avança pela flor até o pedúnculo colonizando nos ramos, formando cancrios que podem causar a morte dos órgãos. A segunda fase ocorre nos estádios finais de frutificação, os conídios atingem os frutos e,

penetram pela cutícula ou por ferimentos, isso ocorre principalmente próximo à maturação dos mesmos, podendo causar podridões em pré e pós-colheita (MAY-DE MIO et al., 2008; SANTOS et al., 2012). Os principais sintomas da doença são a queima das flores, cancos e lesões em ramos e podridões em frutos, em pós-colheita o fungo pode permanecer latente em frutos sem apresentar sintomas visíveis (NEGRI, 2007; FABIANE, 2011).

De difícil controle, a doença pode causar danos desde a floração até a pós-colheita dos frutos, quando o patógeno dissemina-se rapidamente entre os mesmos. O controle da doença em pré-colheita depende de uma estratégia integrada de práticas culturais e programa de aplicação de fungicidas no campo. Na pós-colheita, recomenda-se a imersão dos frutos em suspensão de fungicidas, como triforine e iprodione (ZANELA et al., 2015). Porém, a demanda por produtos alimentícios orgânicos e seguros tem aumentado, fazendo com que seja necessária a busca por tratamentos pós-colheita com menor impacto ambiental, que possam reduzir as perdas e manter a qualidade pós-colheita dos frutos durante o armazenamento (SPADONI et al., 2015).

Revestimentos comestíveis, como tratamento alternativo, têm sido estudados no controle da podridão parda. Zanela et al. (2015) avaliaram o efeito de revestimento comestíveis no controle da podridão em pêssegos cv. Eldorado. Os tratamentos foram feitos com amido de milho (3%), fécula de mandioca (3%), quitosana (1%) e gelatina (3%) e água destilada (testemunha). Para as características pós-colheita de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e açúcares totais não houve diferenças estatísticas. Os revestimentos de amido de milho e fécula de mandioca foram eficientes no controle de podridão parda, apresentando as menores incidências de podridões.

### **3.6 Manutenção da qualidade pós-colheita**

Segundo Mahajan et al. (2014) os frutos após a colheita estão metabolicamente ativos, passando por processos de amadurecimento e senescência, os quais devem ser controlados para prolongar a sua qualidade pós-colheita. O manejo inadequado desses processos pode resultar em expressivas perdas nos atributos nutricionais e de qualidade, contaminação microbiana e prejuízos financeiros ao longo de toda a cadeia produtiva.

O fator ambiental mais importante na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças é a temperatura, sendo a refrigeração o método mais eficiente e barato para armazenamento

prolongado dos produtos vegetais. As baixas temperaturas retardam a senescência dos produtos hortícolas, evitando mudanças metabólicas indesejáveis, perda de água, deterioração por microrganismos, aumento da respiração e mantêm os atributos de qualidade do produto, tais como aroma, sabor, textura e cor (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KIM et al., 2015; PONCE-VALADEZ et al., 2016).

A umidade durante o armazenamento também desempenha um importante papel no armazenamento de frutos (OLIVEIRA et al., 2017). A redução da umidade relativa (UR) durante o período pós-colheita ocasiona o aumento da transpiração dos frutos e perda de umidade, tendo como consequência redução da qualidade e de níveis de compostos nutricionais bioativos (NUNES; DEA, 2014). Altos níveis de UR protegem os frutos da desidratação e perda de massa, porém podem estimular o desenvolvimento de patógenos na sua superfície (VALERO; SERRANO, 2010).

Para Chitarra e Chitarra (2005) as condições ideais para armazenagem de pêssegos são: -0,5 a 0,5 °C, 90-95% UR durante 2 a 4 semanas. Segundo Lauxmann et al. (2014) a refrigeração em pêssegos é um método eficiente para redução da incidência de podridões porém, pode resultar em desordens fisiológicas, como a injúria pelo frio ou “*chilling injury*”. Em pesquisa desenvolvida com pêssegos cv. Hujingmilu, os autores observaram que frutos armazenados a 5 °C foram mais sensíveis aos danos por frio e apresentaram menor teor de compostos voláteis.

Segundo Mahajan et al. (2014) tem se desenvolvido tecnologias pós-colheita de diversas naturezas, sendo físicas (calor, irradiação e revestimentos comestíveis), químicas (antioxidantes, anti-escurecimento e antimicrobianas) e tratamentos gasosos que, em adição com as técnicas básicas de controle de temperatura e umidade do armazenamento, podem auxiliar na extensão da vida útil pós-colheita dos produtos hortícolas.

### **3.7 Revestimentos comestíveis**

O crescente interesse e desenvolvimento de pesquisa na área de revestimentos comestíveis tem sido motivados pelo aumento da demanda por alimentos seguros, facilidade de consumo e estabilidade e também, pela consciência sobre o impacto ambiental que o descarte de embalagens não-biodegradáveis pode causar (AZEREDO, 2012).

Revestimentos podem ser definidos como embalagens primárias fabricadas a partir de componentes comestíveis. Para isso, a solução comestível é aplicada diretamente na superfície do fruto, formando uma fina camada que minimiza a taxa respiratória dos frutos e hortaliças, limita perda de água e trocas gasosas, melhora as propriedades mecânicas, promove um poder antimicrobiano ou antioxidante para os produtos, melhora as propriedades sensoriais e estende a vida útil pós-colheita dos frutos (PASCALL; LIN, 2013). Os materiais empregados para a formulação das coberturas devem ser atóxicos e seguros para o uso em alimentos (GRAS - *Generally Recognized as Safe*) já que, passam a fazer parte do alimento destinado para consumo (FDA, 2015).

O uso de revestimentos a base de ceras é um dos métodos mais antigos e se iniciou no século XII na China. Essa prática era realizada para retardar as perdas de água em laranjas e limões (GONTARD et al., 1996; DHALL, 2013). No século XV, um filme comestível, conhecido por “Yuba” e obtido do leite de soja fermentado foi usado no Japão para manutenção da qualidade dos alimentos e melhora da sua aparência (CAGRI et al., 2004). Na Inglaterra, no século XVI, utilizavam-se gorduras de origem animal, como a banha do porco, para prolongar a vida de prateleira de produtos cárneos e várias frutas, o processo era conhecido como “larding” (PAVLATH; ORTS, 2009; LOPES, 2016). Em 1930, na Europa, as ceras e parafinas eram derretidas e se tornaram comerciais para uso como revestimentos comestíveis para maçãs e peras (SANTANA, 2012). Na década de 60, iniciaram-se as pesquisas com o uso de polissacarídeos solúveis em água para uso em coberturas comestíveis de frutos (SIQUEIRA, 2012), porém, nessa década revestimentos e filmes comestíveis não eram de uso comercial comum, e, limitados a aplicação de ceras em frutas. Em 1986, havia aproximadamente 10 companhias que ofereciam esses produtos, enquanto que em 1996, o número cresceu para 600 empresas. Hoje, o uso de revestimentos tem aumentado rapidamente, com uma receita anual excedendo os U\$ 100 milhões (PAVLATH; ORTIS, 2009).

Atualmente, são desenvolvidas pesquisas com revestimentos comestíveis de diversas formulações na conservação pós-colheita dos mais variados produtos hortícolas tendo como exemplo: revestimento a base de *Aloe arborescens* e óleo de roseira em ameixas (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2017), aplicação de quitosana e *Aloe vera* em mirtilo (VIEIRA et al., 2016), proteínas, metilcelulose e azeite de oliva em peras (NANDANE et al., 2017), mucilagem de figueira-da-índia em figos (ALLEGRA et al., 2017), nanoquitosana em

maçãs (GARDESH et al., 2016), goma xantana e alginato de sódio em pêssegos minimamente processados (HAZRATI et al., 2016), óleo essencial de menta em uva de mesa (GUERRA et al., 2016) entre outros.

Segundo Azeredo (2012) para que revestimentos possam ser utilizados na conservação pós-colheita de produtos devem apresentar três características principais: 1) Permeabilidade moderadamente baixa ao O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> para reduzir a respiração e atividade metabólica do produto e retardar seu amadurecimento, porém esses metabolismos não podem ser reduzidos a ponto de criar condições anaeróbicas nos frutos; 2) Baixa permeabilidade ao vapor d'água para evitar desidratação; e 3) Sensorialmente inerte ou com características compatíveis ao fruto.

### **3.7.1 Formulação de revestimentos comestíveis**

Os três principais ingredientes usados para produção de revestimentos e filmes comestíveis são lipídios, proteínas e polissacarídeos (PASCALL; LIN, 2013).

Fontes de proteína de origem vegetal e animal têm sido estudadas como alternativas na formulação de revestimento, como exemplo temos glúten de trigo, proteínas do milho, soja e amendoim, gelatina, colágeno, albumina, caseína, proteínas do leite, entre outras. Revestimentos e filmes produzidos a partir de proteínas desnaturadas têm potencial para reduzir a permeabilidade à umidade e gases, solubilidade do material e melhorar as propriedades mecânicas dos produtos hortícolas (PARK et al., 2014).

Revestimentos à base de gelatina com *Aloe vera* aditivados de extrato de chá-verde retardaram o crescimento microbiológico e estenderam a vida-útil de fatias de laranja durante o armazenamento sob refrigeração (RADI et al., 2017). Valenzuela et al. (2015) verificaram que morangos revestidos (quitosana + proteína de quinoa + óleo de girassol) tiveram redução de 60% da emissão de CO<sub>2</sub> quando comparados com frutos sem revestimento. Não houve interferência dos tratamentos sobre a coloração e parâmetros físico-químicos. Morangos revestidos com quitosana, quitosana + proteína de quinoa + óleo de girassol e quitosana + proteína de quinoa apresentaram maior vida útil pós-colheita.

Os lipídios, diferentemente de outras macromoléculas, não são biopolímeros, o que faz com que não formem filmes coesivos e que possam ser formados somente com esse material. Normalmente, os lipídios são adicionados aos revestimentos para promover hidrofobicidade e reduzir perda de água dos alimentos. Há uma grande diversidade de componentes lipídicos

disponíveis incluindo ceras naturais, resinas, ácidos graxos e óleos de origem mineral, vegetal e à base de petróleo (AZEREDO, 2012; GALUS; KADIZNSKA, 2015).

Ibrahim et al. (2017) verificaram que o uso de revestimentos de quitosana aditivados de óleo essencial de capim-limão e tomilho reduziu a perda de massa fresca e atrasou a mudança no conteúdo de antocianinas, amaciamento dos tecidos e crescimento microbológico em morangos. Oregel-Zamudio et al. (2017) concluíram que cera de candelila reduz a perda de massa fresca de morangos. Cera de carnaúba reduz perda de massa de laranjas e prolonga a vida útil pós-colheita dos frutos (PEREIRA et al., 2016).

Polissacarídeos são biopolímeros de cadeia longa formados por unidades de mono ou dissacarídeos unidos por ligações glicosídicas. Revestimentos e filmes à base de polissacarídeos são hidrofílicos e têm capacidade de formar ligações cruzadas com cadeias adjacentes, propriedade que pode ser usada para ligar o recobrimento com aditivos funcionais que melhorem *flavor*, cor e forneçam micronutrientes. Polissacarídeos formam filmes com estabilidade estrutural e com propriedades de barreira ao O<sub>2</sub> e troca de outros gases, porém, formam barreiras pobres à troca de umidade com o ambiente (PAVLATH; ORTS, 2009; AZEREDO, 2012; PASCALL; LIN, 2013). Segundo Luvielmo e Lamas (2012) os principais polissacarídeos utilizados na formulação de filmes e revestimentos comestíveis são a pectina, a celulose e seus derivados, o alginato, a carragena, o amido e seus derivados.

Mannozi et al (2016) estudaram o efeito de revestimentos de alginato de sódio, pectina e alginato de sódio + pectina na conservação pós-colheita de mirtilos armazenados por 14 dias a 4 °C. Pelos resultados obtidos os autores verificaram que os tratamentos não interferiram na perda de massa, pH e sólidos solúveis dos frutos. Porém, frutos revestidos apresentaram maior firmeza e menor crescimento microbológico de bactérias aeróbicas. Dong e Wang (2017) verificaram que morangos revestidos com carboximetil celulose e óleo essencial de alho (2%) mantiveram a qualidade nutricional por mais tempo e sua senescência foi retardada. Gad et al. (2016) recobriram pêssegos com nanoquitosana nas concentrações de 0,2; 0,4 e 0,8% e armazenaram a 0±1 °C durante 28 dias. Frutos com revestimento de 0,4% tiveram a menor perda por podridão e índice de maturação. A maior concentração de nanoquitosana reduziu a perda de massa e manteve a firmeza de polpa.

. Amidos e féculas são polímeros compostos de uma mistura de amilose linear e amilopectina altamente ramificada (AZEREDO, 2012) e são bastante atrativos para o uso em revestimento comestíveis. São produtos de baixo custo, biodegradáveis e de fontes renováveis

(PARK, 2014). Além disso, formam filmes sem odor, sabor e cor, sem toxicidade e semipermeáveis ao CO<sub>2</sub>, umidade, O<sub>2</sub> e compostos voláteis. Essas características fazem com que esses revestimentos tenham propriedades similares ao uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos (SHAH et al., 2016). A fécula de mandioca é um polissacarídeo abundante no Brasil e que pode ser produzido e adquirido com baixo custo. Por ser um produto com boa transparência e resistência à troca gasosa, esse material é um dos agentes mais estudados para uso em revestimentos comestíveis (LUVIELMO; LAMAS, 2012; ORIANI et al., 2014).

Castro et al. (2017) avaliaram o efeito de revestimentos de quitosana e fécula de mandioca aditivados de ácido salicílico na pós-colheita de mamões. Frutos sem revestimento apresentaram maior perda de massa na terceira semana de armazenamento, maior índice de maturação na primeira semana. Além disso, observaram que frutos revestidos com quitosana apresentaram menos severidade de doenças. Os autores concluíram que o uso de filmes de fécula de mandioca, aditivados de ácido salicílico, é uma ferramenta promissora na conservação pós-colheita de mamões cv. Havaí armazenados sob refrigeração.

O glicerol (1,2,3 propanotriol ou glicerina) é uma substância incolor, viscosa, higroscópica e com sabor adocicado, sendo encontrado naturalmente combinado com glicerídeos em animais, gorduras vegetais e óleos. Possui uma ampla aplicação na fabricação de resinas, cosméticos, remédio, indústria de tabaco e alimentos (ARRUDA et al., 2007). Em revestimentos comestíveis, essa substância pode ser usada em conjunto com outras, como plastificante ou isoladamente (ARRUDA et al., 2007; FORATO et al., 2011).

Os plastificantes são moléculas pouco voláteis que, quando adicionados às soluções de revestimento, reduzem a deformação à tensão, dureza, viscosidade, densidade e aumentam a flexibilidade e a resistência à fratura. Os plastificantes comumente usados são os polióis, como o glicerol, sorbitol e sacarose, sendo o glicerol o mais utilizado (FORATO et al., 2011).

A presença de moléculas plastificantes no filme ou revestimento não interfere somente nas propriedades mecânicas, mas também na molhabilidade e permeação (ASSIS; BRITO, 2014). Estudos foram realizados a respeito da adição de glicerol em revestimentos à base de fécula de mandioca, cera de carnaúba e ácido esteárico e concluíram que, formulações com alta concentração de glicerol promoveram menor respiração de fatias de maçã, barreira com boa resistência ao vapor d'água e filmes flexíveis, além disso, aumentou a solubilidade e reduziu a temperatura de fusão dos revestimentos (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

Aplicado separadamente nos frutos, o glicerol pode inibir o crescimento de diversos microrganismos prejudiciais (ARRUDA et al., 2007). Silva et al. (2015) avaliaram a aplicação de glicerol em amendoins para prevenir a produção de aflatoxina pelo patógeno *A. parasiticus*. A aplicação de glicerol por aspersão reduziu a aflatoxina em 86,3%, além disso, reduziu o crescimento de colônias do fungo. Amendoins revestidos com 5% de glicerol apresentaram aparência mais brilhante, melhorando sua aceitação pelos consumidores.

### 3.7.2 Aditivos

Além das funções de barreira inerte, revestimentos comestíveis podem interagir com o fruto ou com o ambiente, de maneira benéfica, constituindo-se de um revestimento ativo. Essa atividade pode estar relacionada com liberação de compostos, por exemplo, antimicrobianos, antioxidantes ou agentes que evitem o escurecimento enzimático dos tecidos, o que pode retardar a degradação do fruto ou interferir na ação e/ou produção de compostos indesejáveis, como o etileno (AZEREDO, 2012).

Revestimentos e embalagens com atividade antimicrobiana são alternativas para a conservação de produtos altamente perecíveis durante seu armazenamento e distribuição, prolongando sua vida-útil por meio da redução do crescimento de fungos e bactérias (VALDÉS, 2017). Em revestimentos comestíveis, os aditivos mais utilizados com função microbiológica são ácidos orgânicos e seus sais (ALOUÍ; KHWALDIA, 2016).

Salinas-Roca et al. (2016) objetivaram em seu estudo verificar o efeito da luz pulsada, do revestimento à base de alginato e da imersão em ácido málico em fatias de manga. A combinação dos fatores apresentou maior eficiência no controle da bactéria *Listeria innocua*, porém, quando os tratamentos foram aplicados de forma isolada, observou-se que a imersão das fatias em ácido málico teve menor contagem do microrganismo. Azarakhsh et al. (2014) verificaram que a adição de óleo essencial de capim-limão em revestimentos reduziu a contagem de fungos e leveduras em abacaxi minimamente processado. Porém, a dose de 0,5% do óleo reduziu significativamente a firmeza da polpa e a nota de aceitação na análise sensorial do fruto.

A coloração do produto é um importante parâmetro de qualidade. Em revestimentos de frutos minimamente processados é necessária a incorporação de agentes anti-escurecimento para retardar as mudanças de coloração. Essas mudanças ocorrem pela ação da enzima



polifenol oxidase, a qual oxida os compostos fenólicos na presença de oxigênio. Ácido ascórbico, cisteína, ácido cítrico e aminoácidos com enxofre têm sido utilizados na prevenção do escurecimento enzimático dos frutos (QI et al., 2011; AZEREDO, 2012).

O revestimento combinado de carboximetil celulose,  $\text{CaCl}_2$  e ácido ascórbico suprimiu o escurecimento enzimático em fatias de maçã e reduziu as mudanças no conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Fatias revestidas apresentaram menor atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase (SABA; SOGVAR, 2016).

Também podem ser incorporados nos revestimentos antioxidantes naturais, tais como óleos essenciais, extratos de plantas e compostos puros, como o ácido ascórbico, que podem modificar a sua estrutura, melhorando sua funcionalidade bioativa e aplicação em frutas. Essas embalagens aditivadas com antioxidantes podem preservar ou melhorar as qualidades sensoriais dos alimentos e agregar valor aos produtos alimentares pelo aumento de sua vida útil (EÇA et al., 2014). Segundo Taghvaei e Jafari (2015) há vários antioxidantes naturais que podem ser extraídos de recursos de baixo custo, como chá verde, plantas medicinais, oliveira, gergelim, entre outros.

Amoras revestidas com *Aloe vera* gel apresentaram maior capacidade antioxidante, e teor de antocianinas e fenóis totais quando comparadas a frutos sem revestimentos (HASSANPOUR, 2015). O uso de óleo essencial de orégano aumentou a atividade antioxidante e os fenóis totais em tomates revestidos (RODRIGUEZ-GARCIA et al., 2016).

### **3.8 Erva-mate**

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.) é uma das espécies vegetais mais utilizadas na América do Sul devido as suas propriedades nutricionais e medicinais. A planta pertence à subdivisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Aquifoliales e família Aquifoliaceae, o gênero *Ilex* compreende 450 espécies que estão distribuídas em regiões de clima tropical e temperado. É uma árvore de folhas perenes que tem 4 a 8 metros de altura quando adulta (GERHARDT, 2013; ISOLABELLA et al., 2010; BERTÉ et al., 2011; ASHIHARA et al., 2012).

As árvores de erva-mate ocupam uma área de 540.000km<sup>2</sup> entre Brasil, Argentina e Paraguai (ROTA; OLIVEIRA, 2005). No Brasil, em 2012, a produção foi de 513 mil toneladas de erva-mate verde colhida em uma área de 76 mil hectares. No país, a

produção está concentrada na região Sul, sendo que o Rio Grande do Sul é o estado com maior produção, com 260 mil toneladas (50,8%), seguido pelo Paraná, que totaliza 180 mil toneladas (35,2%) e Santa Catarina com 69 mil toneladas (13,5%) (SEAB, 2013; OLIVEIRA; WAQUIL, 2015).

O chá da erva-mate e o chimarrão são infusões feitas a partir das folhas da árvore *Ilex paraguariensis* e são bebidas não-alcoólicas amplamente consumidas na América do Sul e têm ganhado espaço para introdução no mercado mundial, como chá e ingrediente na formulação de alimento ou suplementos dietéticos (HECK; DE MEJIA, 2007). A erva-mate também pode fornecer matéria-prima para fabricação de balas, caramelos, sorvetes, refrigerantes, cosméticos, produtos de higiene, medicamentos, corantes e detergentes (BORILLE, 2004).

A erva-mate possui diversas propriedades medicinais, sendo: estimulante devido à cafeína, antioxidante, antimicrobiano, diurético, com influência no metabolismo de lipídios devido ao efeito das saponinas, reduz gordura abdominal, entre outras (MORAIS et al., 2009; BERTE et al., 2011; SILVA et al., 2011). Essas propriedades estão ligadas à presença no extrato da planta de ácido clorogênico, na proporção de 42% das substâncias presentes no extrato, galocatequina (21%), ácido gálico (11%), 4,5 dicafeoilquínico (11%), cafeína (8%) e teobromina (2%), o que totaliza 5 g L<sup>-1</sup> de fenóis totais e 0,35 g L<sup>-1</sup> de saponinas (BRACESCO et al., 2011).

Enquanto a erva-mate tem sido fonte de pesquisa devido às importantes características relacionadas à saúde humana, poucos trabalhos foram desenvolvidos para avaliar seu potencial na formulação de revestimento e na conservação pós-colheita de produtos hortícolas.

Jamarillo et al. (2015) verificaram o efeito da adição de erva-mate, nas concentrações de 0, 5 e 20%, como antioxidante em filmes à base de fécula de mandioca. Os autores observaram que houve aumento significativo da capacidade antioxidante em filmes aditivados de extrato de erva-mate, assim como do caráter hidrofóbico e elasticidade do material. Reis et al. (2015) incorporaram polpa de manga (20%) e extrato de erva-mate (30%) em filmes de fécula de mandioca, como antioxidantes na conservação de azeite de dendê. Os azeites embalados com o filme apresentaram redução na taxa de processos oxidativos, a qual foi atribuída à adição de erva-mate e polpa de manga, além disso, os aditivos promoveram maior estabilidade ao produto embalado.

Por ter alto conteúdo de polifenóis e capacidade antioxidante, o extrato de erva-mate

tem potencial de uso como tratamento para inibir o escurecimento enzimático em frutos minimamente processados (PIROVANI et al., 2015). Martin et al. (2010) aplicaram infusões com 1% e 2% de erva-mate, de maneira isolada ou combinadas com ácido cítrico e/ou ácido ascórbico, em extrato enzimático de polifenoloxidase de maçãs cv. Princesa. Os autores concluíram que o uso de infusão de erva-mate inibiu o efeito da atividade enzimática, além disso, a infusão combinada com ácido cítrico e/ou ácido ascórbico apresentou maior inibição, demonstrando efeito sinérgico dos tratamentos.

Além de antioxidante, o uso da erva-mate pode ter efeito de inibição de microrganismos, como *E. coli* 0157:H7 e *S. aureus* (DAVIDSON et al., 2013). Burris et al. (2012) avaliaram o efeito do uso de extrato aquoso de chá comercial de erva-mate na inibição ou inativação de *Escherichia coli* 0157:H7 em meio microbiológico e suco de maçã com pH 6,0. Os autores verificaram que o uso de 40 mg mL<sup>-1</sup> do extrato reduziram a contagem do microrganismo avaliado, concluindo que o extrato aquoso de chá comercial de erva-mate tem potencial para ser usado como agente antimicrobiano em alimentos e bebidas no controle do patógeno *E. coli* 0157:H7.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar os efeitos do uso de revestimentos na conservação pós-colheita de pêssegos foram realizados experimentos nas safras de 2016/2017 e 2017/2018, os quais foram conduzidos nas dependências da Universidade Estadual do Centro-Oeste, *Campus* CEDETEG no período de outubro de 2016 a novembro de 2017, utilizando o Laboratório de Fitopatologia e Laboratório de Fruticultura e Pós-Colheita.

### 4.1 Preparo dos revestimentos e soluções aditivas

A erva-mate, previamente processada, foi fornecida pela indústria Lila Alimentos Ltda situada no município de Guarapuava, Paraná, Brasil. O extrato aquoso de erva-mate foi obtido por meio da infusão de 3% de água destilada na temperatura de 80 °C. O extrato obtido foi filtrado e resfriado à temperatura ambiente e armazenado em ambiente protegido da luz até seu uso.

Foram formulados revestimentos com o uso de um plastificante, o glicerol ou a fécula de mandioca. Para os revestimentos à base de glicerol, a solução foi preparada com a dissolução de 1,5% de água destilada, e para a fécula de mandioca 5%. A partir dessas soluções, os revestimentos foram preparados com a adição de 0, 5, 10 e 15% da infusão de erva-mate (JARAMILLO et al., 2015).

### 4.2 Características do pomar e obtenção dos frutos

Para os experimentos da safra de 2016/ 2017, os pêssegos utilizados foram produzidos no pomar experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste, localizado no município de Guarapuava, Paraná, Brasil. O pomar está localizado nas coordenadas geográficas 25°23'S e 51°2'O a 1098 m de altitude, com clima subtropical mesotérmico-úmido segundo classificação de Köppen (CAVIGLIONE, 2000). Para realização do experimento foram utilizados pêssegos cv. Della Nona produzidos durante a safra de 2016/2017 sob sistema orgânico, plantas com 7 anos. O pomar foi formado sob o sistema de Y, composto por fileiras de plantas de pessegueiros da cultivar Della Nona, sobre porta-enxerto 'Okinawa', distribuídas no espaçamento de 4 m entre linhas e de 1 m entre plantas. Durante a produção, os frutos foram ensacados em tecido não tecido (TNT) de coloração

branca. O ensacamento foi realizado depois do raleio de frutos, 40 dias após a plena floração. Os frutos permaneceram ensacados até a colheita. A colheita foi realizada no dia 14 de dezembro de 2016.

Para os experimentos realizados na safra de 2017/2018, os frutos utilizados foram produzidos em um pomar comercial localizado no município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. O município está localizado na região Centro-Leste do Estado do Paraná, nas coordenadas geográficas 25°05'42"S e 50°09'43"O a 850 m de altitude, com clima Cfb, subtropical úmido segundo classificação de Köppen, sem estação de seca definida e verões amenos (CAVIGLIONE, 2012; NEVES, 2014). Para realização do experimento foram utilizados pêssegos cv. Kampai produzidos durante a safra de 2017/2018 sob sistema convencional, plantas com um ano. O pomar foi formado sob o sistema de Y, composto por fileiras de pessegueiros da cultivar Kampai, sobre porta-enxerto 'Okinawa', distribuídas no espaçamento de 1,50 m entre plantas e 4,5 m entre linhas. A colheita dos frutos foi realizada no dia 7 de novembro de 2017.

Após a colheita, os pêssegos foram selecionados, eliminando aquelas com defeitos, podridões, ataques de praga e fora do padrão de maturação e, armazenados em câmara fria a  $1^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$  no Laboratório de Fruticultura e Pós-Colheita da UNICENTRO, em Guarapuava-PR, durante 24 horas.

### **4.3 Avaliação da qualidade pós-colheita de pêssegos**

Foram realizados três experimentos de avaliação da qualidade pós-colheita de pêssegos: 1) Efeito pós-colheita da aplicação de revestimentos à base de glicerol aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona; 2) Efeito pós-colheita da aplicação de revestimentos à base de fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona; 3) Efeito pós-colheita do uso de revestimentos na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Kampai.

Para os dois primeiros experimentos, o delineamento experimental utilizado foi de inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a parcela experimental composta por três frutos. Os tratamentos consistiram na testemunha, sem tratamento, e revestimentos a base de glicerol ou fécula de mandioca aditivados das doses de 0, 5, 10 e 15% de extrato de erva-mate como descritos por Jamarillo (2015).

Para o terceiro experimento, o delineamento experimental utilizado foi de inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo a parcela experimental composta por quatro frutos. Os tratamentos consistiram na testemunha, com tratamento em água destilada, e revestimentos a base de glicerol ou fécula de mandioca aditivados das doses de 0 e 15% de extrato de erva-mate como descritos por Jamarillo (2015).

Todos os tratamentos foram realizados com a completa imersão dos frutos nas soluções dos revestimentos durante 30 segundos. Posteriormente, os frutos foram mantidos à temperatura ambiente para escorrimento do excesso de revestimento e secagem dos frutos durante 4 horas (Figura 1).



**Figura 1-** Pêssegos a temperatura ambiente para escorrimento do excesso de revestimento e secagem dos frutos (SAPELLI, 2017).

Para os experimentos com pêssegos cv. Della Nona, os frutos foram mantidos a  $1^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$  e 95% de umidade por 20 dias em câmara refrigerada e 20 dias em câmara refrigerada ao abrigo de luz, no experimento com frutos cv. Kampai, os pêssegos foram armazenados por 13 dias em câmara refrigerada sob as mesmas condições de temperatura, umidade e luminosidade. O tempo de armazenamento dos frutos foi baseado em experimentos anteriormente realizados.

Para todos os frutos foram realizadas análises no início do período de armazenamento para avaliação da qualidade inicial dos pêssegos. Para os frutos da safra de 2016/2017 as avaliações foram realizadas a cada dez dias no período de refrigeração, para os pêssegos da safra de 2017/2018 realizou-se as análises ao final do período de armazenamento. Para os frutos dos diferentes períodos experimentais realizaram-se as seguintes avaliações:

**1) Perda de massa fresca:** a perda de massa fresca foi determinada com o auxílio de uma balança digital M2202 (BEL Equipamentos Analíticos, Piracicaba-SP) fazendo a pesagem dos

frutos do mesmo lote em cada período de avaliação. A partir dos dados coletados, a perda de massa foi calculada pela Equação 1. Os resultados foram expressos em porcentagem em relação ao peso inicial da amostra.

$$PM(\%) = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

Onde: PM é a perda de massa dos frutos expressa em porcentagem,  $m_0$  é a massa inicial dos frutos expressa em g,  $m_t$  é a massa dos frutos no período avaliado expressa em g.

**2) Firmeza de polpa:** avaliou-se firmeza de polpa, retirando-se a casca do frutos em dois pontos de lados opostos. A análise foi realizada com auxílio de um penetrômetro digital de frutas (FR-5120, Lutron, Taiwan), equipado com sonda de aço inoxidável de 10 mm de diâmetro para pêssegos (P/10N). Os valores foram expressos em Newton (N).

**3) Sólidos solúveis (SS):** o suco utilizado na análise foi obtido da parcela experimental, constituindo uma repetição do tratamento, com uma centrífuga doméstica (Philips Walita, Barueri-SP). A determinação do teor de sólidos solúveis foi obtida com refratômetro manual digital (Pocket refractometer Pall, Atago, China), sendo os resultados foram expressos em °Brix.

**4) Acidez titulável (AT):** foi determinada por titulação potenciométrica dos pêssegos da parcela experimental com solução padronizada de NaOH 0,1 N, sendo adotado como ponto final da titulação pH= 8,1. Os valores foram expressos em g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup>.

**5) Ratio (SS/AT):** produto da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

**6) Coloração:** a coloração da epiderme dos frutos foi avaliada com colorímetro digital (Minolta CR 400, Konica Minolta, Japão). Foram realizadas duas leituras em diferentes pontos de cada fruto. Os seguintes índices colorimétricos foram determinados: L, a\*, b\* ou CIELAB. A luminosidade representa o brilho dos frutos, essa variável assume valores de 0 (preto) até 100 (branco), sendo que altos valores de L representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras (JORGE et al., 2011; FERREIRA; SPRICIGO, 2017). As variáveis a\* e b\* representam a variação do verde (-) até o vermelho (+) e azul (-) para amarelo (+), respectivamente. Cromaticidade é definida como a saturação, essa variável está diretamente ligada à concentração do elemento corante e, o ângulo hue tem intervalo entre 0° a 270°, sendo que, o ângulo de 0° é considerado como cor avermelhada; o ângulo de 90°, amarelo; o ângulo de 180°, verde; e o ângulo de 270°, azul (JORGE et al., 2011; FERREIRA e SPRICIGO, 2017).

Além das análises citadas acima, para os pêssegos cv. Kampai também foi realizada a avaliação de antocianinas nos frutos, com está descrita a metodologia abaixo:

**7) Antocianinas:** o teor de antocianinas totais foi determinado pela metodologia de diferença de pH de Giusti e Wrosltad (2001). Para extração do pigmento utilizou-se uma amostra de 5 g da casca do pêssego cv. Kampai em 10 mL de extrator MAW (metanol: ácido acético: água – 90:5:5) (FRANCIS, 1982). O método de diferença de pH consiste no uso de dois sistemas tampão: acetato de sódio pH 4,5 (0,4 M) e cloreto de potássio pH 1,0 (0,025 M), sendo que, para cada sistema tampão adicionou-se de amostra no tubo ajustado para 2 mL de tampão. . Em espectrofotômetro modelo UV-1800 (Shimadzu, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) foi medida a absorbância a 520 e 700 nm.

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo Teste de Shapiro Wilk, submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de comparação de médias de Student – Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ) e as doses foram submetidas a análise de regressão utilizando o programa estatística SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

#### **4.4 Efeito de revestimento aditivado de erva-mate no crescimento micelial *in vitro* e na germinação de conídios do fungo *Monilinia fructicola* e no controle da podridão parda em pêssegos**

Esse experimento foi dividido em três partes: 1) Efeito *in vitro* de revestimento aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola*, 2) Avaliação da germinação de conídios de *Monilinia fructicola* e, 3) Controle da podridão parda em pêssego cv. Della Nona.

O isolado de *M. fructicola* foram obtidos de pêssegos, adquirido em estabelecimento comercial, com sintomas da doença, realizando todas as etapas do postulado de Koch. Para isolar o fungo, fragmentos do material infectado foram coletados, com o auxílio de uma alça de platina e transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo em média 20 mL de meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Posteriormente, foram incubados em câmara de crescimento tipo BOD a  $25 \pm 2$  °C até o crescimento completo do fungo. Após esse período, discos de micélio de 5 mm de diâmetro foram transferidos para o centro de placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo meio de cultura BDA e armazenados em câmara de crescimento tipo BOD a  $25 \pm 2$  °C até seu uso.



#### 4.4.1 Efeito *in vitro* de revestimento aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola*

A avaliação do efeito dos revestimentos foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia da UNICENTRO e foi dividida em dois experimentos: 1) Efeito *in vitro* de revestimentos a base de glicerol aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola* e 2) Efeito *in vitro* de revestimentos a base de fécula de mandioca aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola*.

Para realização de ambos experimentos, adicionou-se ao meio de cultura BDA os tratamentos nas doses de 0, 10, 20 e 30%, além da testemunha, sem adição de tratamento. Posteriormente, os meios foram autoclavados durante 15 minutos, a 120 °C, na pressão de 1 atm e vertidos em placas de Petri de 9 mm de diâmetro. Discos miceliais de 5 mm do fungo *M. fructicola* foram depositados no centro das placas e incubados em câmara de crescimento a 25 °C±2 °C e fotoperíodo de 12 horas. Para os dois experimentos, as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, por meio da tomada das duas medidas perpendiculares do diâmetro do micélio do fungo, com o auxílio de um paquímetro digital, calculando-se os valores médios de cada placa. O crescimento foi avaliado até que um dos tratamentos atingiu o diâmetro total da placa.

Com os dados de crescimento micelial calculou-se a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM), adaptando-se a fórmula de Campbell e Madden (1990) como descrito na Equação 2.

$$AACCM = \sum \left[ \left( \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \times (t_2 - t_1) \right] \quad (2)$$

Em que:  $y_1$  e  $y_2$  são duas avaliações de crescimento micelial do fitopatógeno (mm), tomadas consecutivamente nos tempos (dias)  $t_1$  e  $t_2$  de avaliação.

Além disso, foi avaliado o pH dos meios de cultura adicionados dos tratamentos. O valor de pH foi tomado da amostra homogeneizada e autoclavada, com o auxílio de um potenciômetro de bancada (Marconi, MA 522, Piracicaba).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, cinco repetições e a parcela experimental constituída por uma placa de Petri. Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo Teste de Shapiro Wilk, submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de comparação de médias de Student –

Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ) para AACCM e teste de Tukey para pH ( $p < 0,05$ ) e as doses foram submetidas a análise de regressão utilizando o programa estatística SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

#### **4.4.2 Avaliação da germinação de conídios de *Monilinia fructicola***

Para obtenção da suspensão de conídios, os inóculos de *Monilinia fructicola* foram isolados e cultivados a 25 °C em placas com meio BDA. Após período de crescimento do fungo, os conídios foram recuperados vertendo 9 mL de água destilada estéril sobre a superfície da placa, seguido de raspagem com alça de Drigalsky, previamente flambada, para remoção do máximo número de esporos. Posteriormente, a suspensão de esporos foi transferida para tubos estéreis. O número de esporos presentes na suspensão foi determinado com auxílio do microscópio óptico e da câmara de Neubauer e expresso em número de conídios por mL (conídios mL<sup>-1</sup>).

Para a avaliação da germinação de conídios de *Monilinia fructicola* foi utilizada a placa para teste de ELISA. Em cada uma das cavidades da placa adicionou-se uma alíquota 40 µL de extrato de erva-mate autoclavado nas doses de 10, 20 e 30%, além da testemunha com água destilada, e 40 µL de suspensão de conídios ( $5 \times 10^4$  conídios mL<sup>-1</sup>). O experimento ficou incubado por 12 horas a 25 °C. Para determinação da porcentagem de germinação de conídios, adicionou-se 20 µL do corante azul algodão de lactofenol. A avaliação foi realizada com o auxílio de microscópio óptico modelo CX41, marca Olympus®, Olympus Corporation, Jiangsu, China) com aumento de 400 vezes, contando-se 100 conídios por repetição.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e a parcela experimental constituída por uma cavidade da placa utilizada para o teste de ELISA. Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo Teste de Shapiro Wilk, submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de comparação de médias de Student – Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ) e as doses foram submetidas a análise de regressão utilizando o programa estatística SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

#### **4.4.3 Controle da podridão parda em pêssego**

A avaliação do efeito dos revestimentos no controle da podridão parda em pêssegos

foi dividida em três experimentos: 1) Controle da podridão parda em pêsego cv. Della Nona com uso de revestimentos a base de glicerol aditivados de erva-mate, 2) Controle da podridão parda em pêsego cv. Della Nona com uso de revestimentos a base de fécula de mandioca aditivados de erva-mate e 3) Controle da podridão parda em pêsego cv. Kampai com uso de revestimentos a base de glicerol e fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate.

Para obtenção da suspensão de esporos utilizou-se a metodologia citada no tópico anterior. Os frutos foram revestidos e após 24 horas de armazenamento em câmara refrigerada a  $1 \pm 1$  °C e 95% de umidade foram inoculados com o patógeno por aspersão da suspensão de esporos na concentração de  $3 \times 10^5$  esporos mL<sup>-1</sup>. Para o primeiro ano de experimento, as avaliações ocorreram em três períodos, após 10 e 20 dias de armazenamento em câmara refrigerada a  $1 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  e 95% de umidade. Para o segundo ano de experimento, a avaliação foi realizada após 13 dias de armazenamento em câmara refrigerada a  $1 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  e 95% de umidade e 6 dias de simulação de tempo de prateleira ( $25 \pm 2$  °C e 95% de UR).

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

**1) Incidência:** é a relação entre o número de frutos com sintomas de podridão-parda e o total de pêsegos avaliados. Expressa em porcentagem.

**2) Índice de infecção:** foi avaliado segundo a metodologia de Yang et al. (2012), a partir da incidência e severidade da doença (diâmetro de lesão) causada por *M. fructicola*. As lesões foram divididas em cinco classes de acordo com o diâmetro de lesão: 0= sem lesão; 1= lesão com diâmetro <10mm; 2= lesão com diâmetro entre 10 e 15mm; 3= diâmetro de lesão entre 15 e 20mm; e 4= lesão com diâmetro >20mm. O índice de infecção foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$DI = \frac{(1 \times N1 + 2 \times N2 + 3 \times N3 + 4 \times N4) \times 100}{4 \times N} \quad (3)$$

Onde: N1, N2, N3 e N4 é o número de lesões de cada classe, respectivamente, e N é o número total de pêsegos avaliados.

**3) Proteínas:** para as análises enzimáticas, o extrato enzimático foi obtido por meio da mistura de 1 g do material armazenados dos frutos de cada parcela experimental com 4 mL de tampão fosfato de potássio 50 mM (pH=6,0). A solução foi centrifugada a 5000 rpm por 40 minutos a 4 °C e o sobrenadante obtido foi considerado como o extrato enzimático. A dosagem de proteínas foi feita pela metodologia de Bradford (1976).

**4) Peroxidase de guaiacol (EC 1.11.1.7):** Para determinar a atividade da enzima peroxidase de guaiacol (POX) adicionou-se 20 µL de extrato enzimático ajustado para 2,8 mL da solução

contendo 525  $\mu\text{L}$  de guaiacol 20 mM e 220  $\mu\text{L}$  de peróxido de hidrogênio 60 mM ajustado para 100 mL de tampão fosfato de potássio a 0,01 M, pH 5,2. Após, os tubos foram colocados em banho-maria a 30 °C por 10 minutos e a absorbância foi medida em espectrofotômetro modelo UV-1800 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) a 470 nm (URBANEK, 1991). Uma unidade de peroxidase de guaiacol foi descrita como variação de  $1\text{OD}_{470} \text{ mg}^{-1}$  de proteína solúvel  $\text{min}^{-1}$ .

**5) Polifenoloxidase (EC 1.10.3.2):** para determinar a atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) adicionou-se 200  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático ajustado para 3 mL da solução contendo tampão fosfato de potássio a 0,1 M, pH 6,5 e 25 mM de catecol. As soluções foram colocadas em banho-maria a 30 °C por 10 minutos e a absorbância foi medida em espectrofotômetro modelo UV-1800 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) a 410 nm (GAUILLARD, 1993).

Para as análises de peroxidase de guaiacol (EC 1.11.1.7) e polifenoloxidase (EC 1.10.3.2) utilizou-se diferentes metodologias de armazenamento do material para os dois anos de avaliação. Para os pêssegos da safra 2016/2017, os frutos de cada parcela experimental foram homogeneizados com uma centrífuga doméstica (Philips Walita, Barueri-SP) e armazenados a -18 °C até posterior análise. Para os frutos da safra de 2017/2018 retirou-se um pedaço do fruto fresco próximo a lesão de podridão-parda, os quais foram congelados em nitrogênio líquido e armazenados a -18 °C até posterior análise (MIRTO et al., 2018).

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo Teste de Shapiro Wilk, submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de comparação de médias de Student – Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ) e as doses foram submetidas a análise de regressão utilizando o programa estatística SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Experimentos de qualidade pós-colheita de pêssegos

#### Experimento I: Efeito da aplicação de revestimentos à base de glicerol aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona

Os dados da análise inicial dos pêssegos cv. Della e cv. Kampai estão representados na Tabela 1.

Foram verificadas diferenças estatísticas entre a testemunha e os tratamentos pós-colheita após 10 dias de armazenamento a 1 °C (Figura 2A), sendo que, os frutos sem revestimento apresentaram a maior perda de massa, ou seja, o revestimento reduziu a perda de massa em 39,13%, sem influência do aditivo. Após 20 dias de armazenamento (Figura 2B) não houve diferença estatística entre os tratamentos

**Tabela 1-** Valores dos índices de qualidade de pêssegos cv. Della Nona e cv. Kampai após a colheita. Guarapuava, PR - 2018.

Índices iniciais	cv. Della Nona	cv. Kampai
Firmeza (N)	36,19	111,02
Massa (g)	259,01	219,97
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	10,24	8,57
Luminosidade	60,26	59,68
a*	-3,85	-8,48
b*	30,41	27,84
Ângulo hue	94,64	89,12
Cromaticidade	32,21	37,01

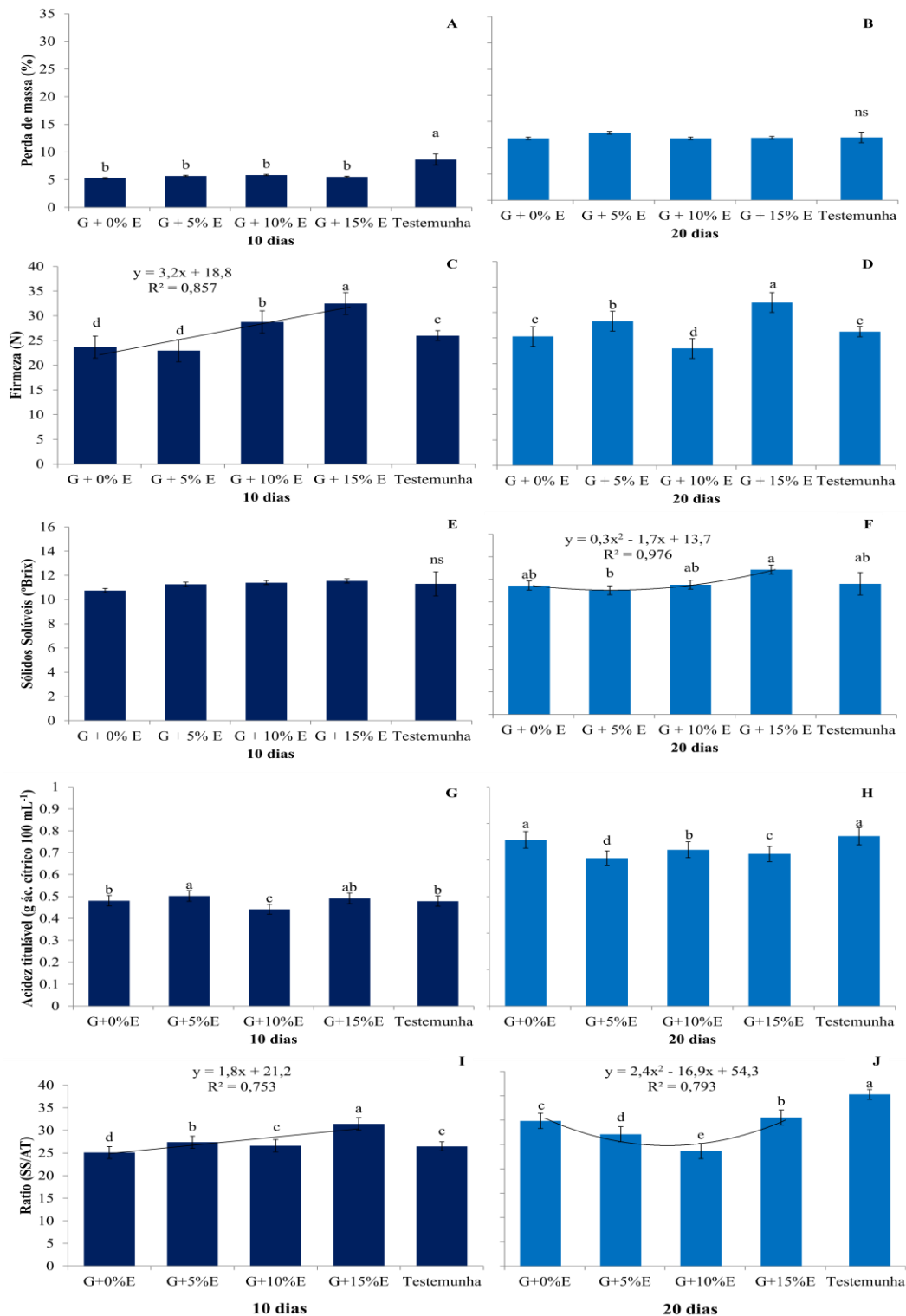
A aplicação dos tratamentos pós-colheita apresentou diferença significativa para o parâmetro nos dois períodos de avaliação. Após 10 dias e 20 dias de armazenamento (Figura 2C e 2D) os frutos com maior firmeza foram do tratamento G+15%E. Para o primeiro período (Figura 2C) houve efeito linear positivo em função das doses de erva-mate, sendo que, as maiores doses do extrato mantiveram os frutos mais firmes.

Para o teor de sólidos solúveis, não houve diferenças estatísticas após 10 dias de armazenamento (Figura 2). Na análise aos 20 dias após armazenamento (Figura 2F), os frutos do tratamento G+15%E apresentaram maior conteúdo de sólidos solúveis em relação ao

tratamento G+5%E, mas não se diferiram da testemunha. Para o segundo período de avaliação houve regressão quadrática após 20 dias de armazenamento, sendo que, o menor valor de SS foi para a dose estimada de 2,83%.

Após 10 dias de armazenamento os frutos com maior acidez titulável (AT) foram dos tratamentos G+5%E e G+15%E e com menor AT foram do tratamento G+10%E (Figura 2G). A testemunha não diferiu estatisticamente do tratamento G+0%E. No segundo período de avaliação houve diferença estatística entre todos os tratamentos (Figura 2H). A maior acidez apresentada foi dos tratamentos G+0%E e testemunha e a menor acidez foi dos frutos dos tratamentos G+5%E.

Para a relação SS/AT, a testemunha não diferiu estatisticamente do tratamento G+10%E após 10 dias de armazenamento (Figura 2I). Nessa avaliação, os frutos com maior relação SS/AT foi verificado para o tratamento G+15%E enquanto que os menores valores foram para os tratamentos G+0%E e G+5%E. Após 20 dias de armazenamento a testemunha apresentou maior valor. Houve redução de SS/AT conforme redução das doses do extrato de erva-mate, o que é explicado pelo ajuste de regressão linear após 20 dias de, sendo que, os menores valores ocorreriam para a dose estimada de 3,52% (Figura 2J).



**Figura 2-** Perda de massa (%) (A e B), firmeza (N) (C e D), sólidos solúveis (°Brix) (E e F), acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL<sup>-1</sup>) (G e H) e relação SS/AT (I e J) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate.

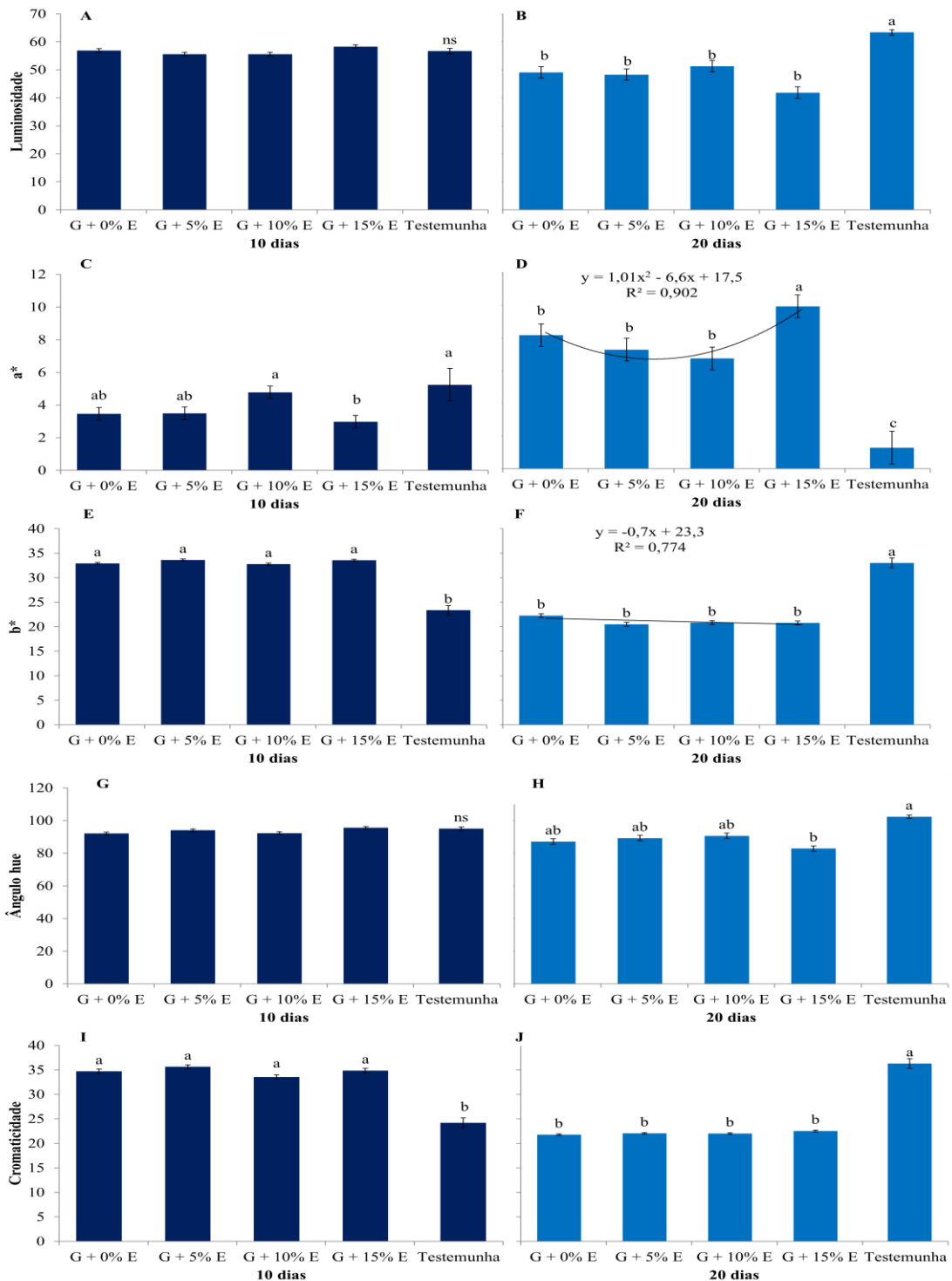
Para luminosidade, não houve diferença significativa após 10 dias de armazenamento entre os tratamentos (Figura 3A). Após 20 dias os frutos revestidos com glicerol apresentaram maior escurecimento da epiderme quando comparados com a testemunha (Figura 3B).

Para o parâmetro  $a^*$  houve diferença estatística entre os tratamentos G+10%E, G+15% e testemunha após 10 dias de armazenamento, sendo que, a testemunha apresentou a maior evolução da coloração vermelha em relação as doses de 10 e 15% de extrato de erva-mate (Figura 3C). Após 20 dias, os frutos sem revestimento apresentaram coloração da epiderme mais esverdeada (Figura 3D).

Para o parâmetro  $b^*$  de coloração da epiderme dos frutos, houve redução ao longo do tempo de armazenamento, sendo que após 20 dias a diferença destes valores foram entre 33,7 e 39% (Figura 3). Após 10 dias de armazenamento (Figura 3E) os frutos com revestimento diferiram da testemunha, sendo estatisticamente superiores. Com 20 dias de armazenamento (Figura 3F), a testemunha apresentou maiores valores de  $b^*$  quando comparada com os demais tratamentos. Nesse período de avaliação as maiores doses de extrato de erva-mate propiciaram menores valores de  $b^*$  nos frutos avaliados, com significância para regressão linear. De modo geral, menores valores do parâmetro  $b^*$  representam menor desenvolvimento da coloração amarela nos frutos.

A cromaticidade dos frutos reduziu ao longo do tempo de armazenamento, com valores entre 36,7 e 38,8% menores após 20 dias em câmara fria (Figura 3). No primeiro período de avaliação (Figura 3G), a variável foi maior nos frutos revestidos quando comparados com a testemunha. Após 20 dias de armazenamento (Figura 3H), os frutos do tratamento testemunha apresentaram valores superiores em relação aos demais tratamentos. Para a variável de ângulo hue, após 10 dias de armazenamento (Figura 3I), não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Após 20 dias de armazenamento (Figura 3J), a testemunha foi significativamente superior ao tratamento G+15%E, ou seja, o decréscimo na cromaticidade e ângulo hue representa intensificação de cor devido ao amadurecimento.





**Figura 3-** Luminosidade (A e B), índices a\* (C e D) e b\* (E e F), ângulo hue (G e H) e cromaticidade (I e J) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ). G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate.

## **II: Efeito da aplicação de revestimentos à base de fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona**

A perda de massa dos frutos aumentou ao longo do período de armazenamento, com acréscimos entre 59,5 e 64,4% após 20 dias em câmara fria (Figura 4). Após 10 dias de armazenamento (Figura 4A), a aplicação de revestimentos reduziu a perda de massa em até 49,9% em relação aos frutos sem revestimento. Com 20 dias de armazenamento (Figura 4B) os pêssegos do tratamento F+0%E apresentaram a menor perda de massa dos frutos, sendo 12% menor que a testemunha.

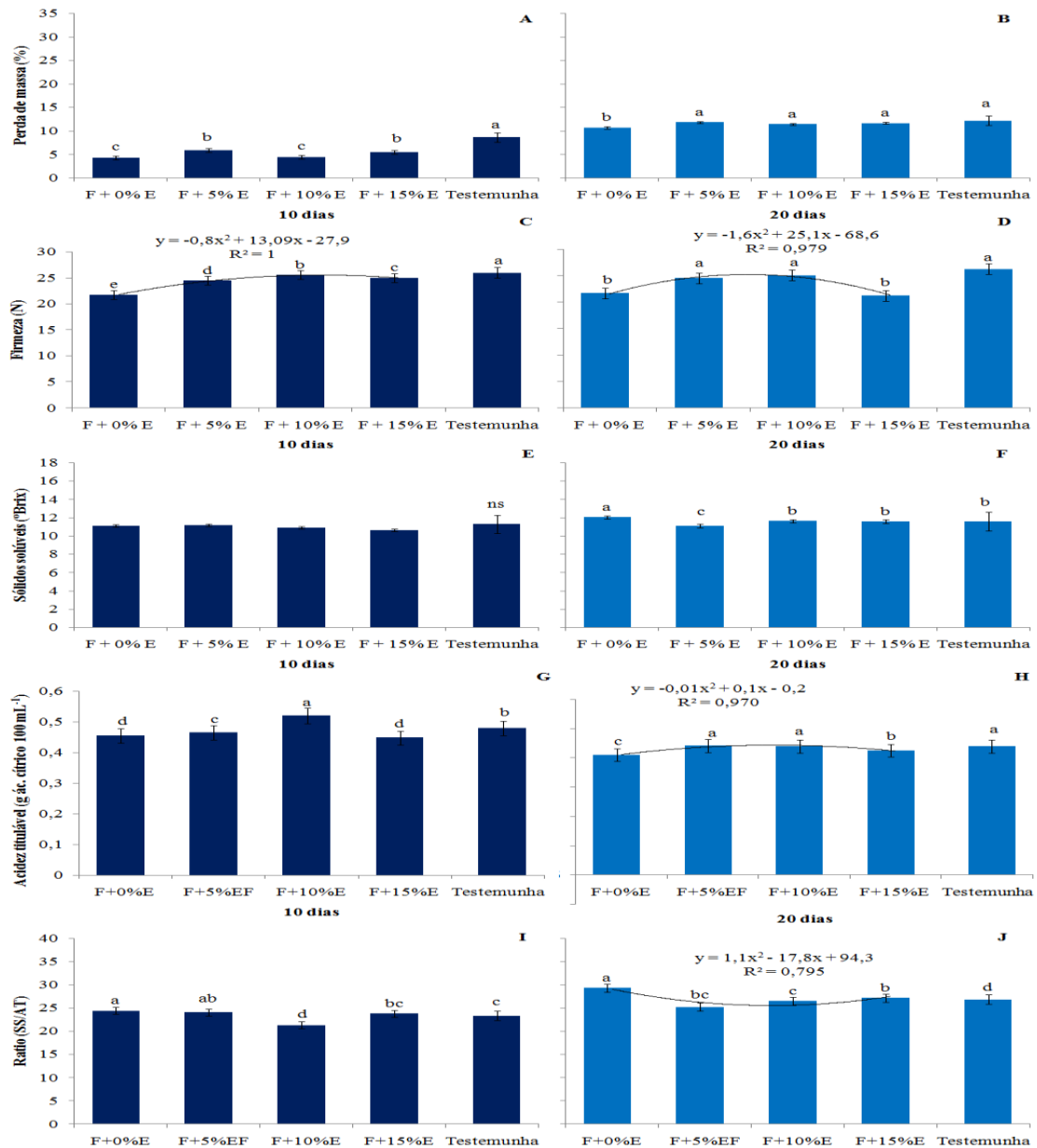
A firmeza dos frutos do tratamento testemunha foi superior aos demais após 10 dias de armazenamento a 1°C (Figura 4C), devido à maior desidratação dos frutos sem revestimento. Além disso, houve diferença entre as doses, com significância para regressão quadrática, com aumento da firmeza em função das doses de extrato de erva-mate, sendo os maiores valores para a dose estimada de 8,18%. Após 20 dias de armazenamento (Figura 4D), houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que os frutos com maior firmeza foram dos tratamentos F+5%E, F+10%E e testemunha. Em relação às doses de erva-mate houve significância para regressão quadrática, sendo que os maiores valores foram observados na dose estimada de 7,84% de extrato.

Para o teor de sólidos solúveis não houve diferenças significativas após 10 dias de armazenamento (Figura 4E). Após 20 dias de armazenamento a 1°C (Figura 4F) o tratamento F+5%E apresentou o menor valor para a variável.

Os resultados referentes à acidez titulável são apresentados na Figura 4. No primeiro período de avaliação (Figura 4G) os tratamentos F+0%E e F+15%E não diferiram entre si, mas apresentaram os menores valores de AT. A maior acidez foi para os frutos do tratamento F+10%E. Após 20 dias de armazenamento os tratamentos F+5%E e F+10%E não diferiram estatisticamente da testemunha e propiciaram o maior valor de acidez quando comparados aos demais tratamentos (Figura 4H). A diferença estatística entre as doses é explicada pelo ajuste quadrático da regressão, a dose de 5% promoveu maior acidez titulável aos frutos.

Quanto à relação entre SS/AT, após 10 dias de armazenamento o tratamento F+5%E não diferiu estatisticamente de F+0%E e F+15%E e, o menor valor foi verificado para o tratamento F+10%E (Figura 4I). Após 20 dias de armazenamento os frutos de F+0%E apresentaram a maior relação SS/AT já os pêssegos sem revestimento tiveram os menores (Figura 4J). O tratamento F+5%E não diferiu estatisticamente de F+10% e F+15%E. A

diferença entre as doses é quadrática, a dose estimada de 8,09% do extrato de erva-mate têm menor valor de ratio.



**Figura 4-** Perda de massa (%), firmeza (N), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL<sup>-1</sup>) e ratio (SS/AT) de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de fécula de mandioca e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

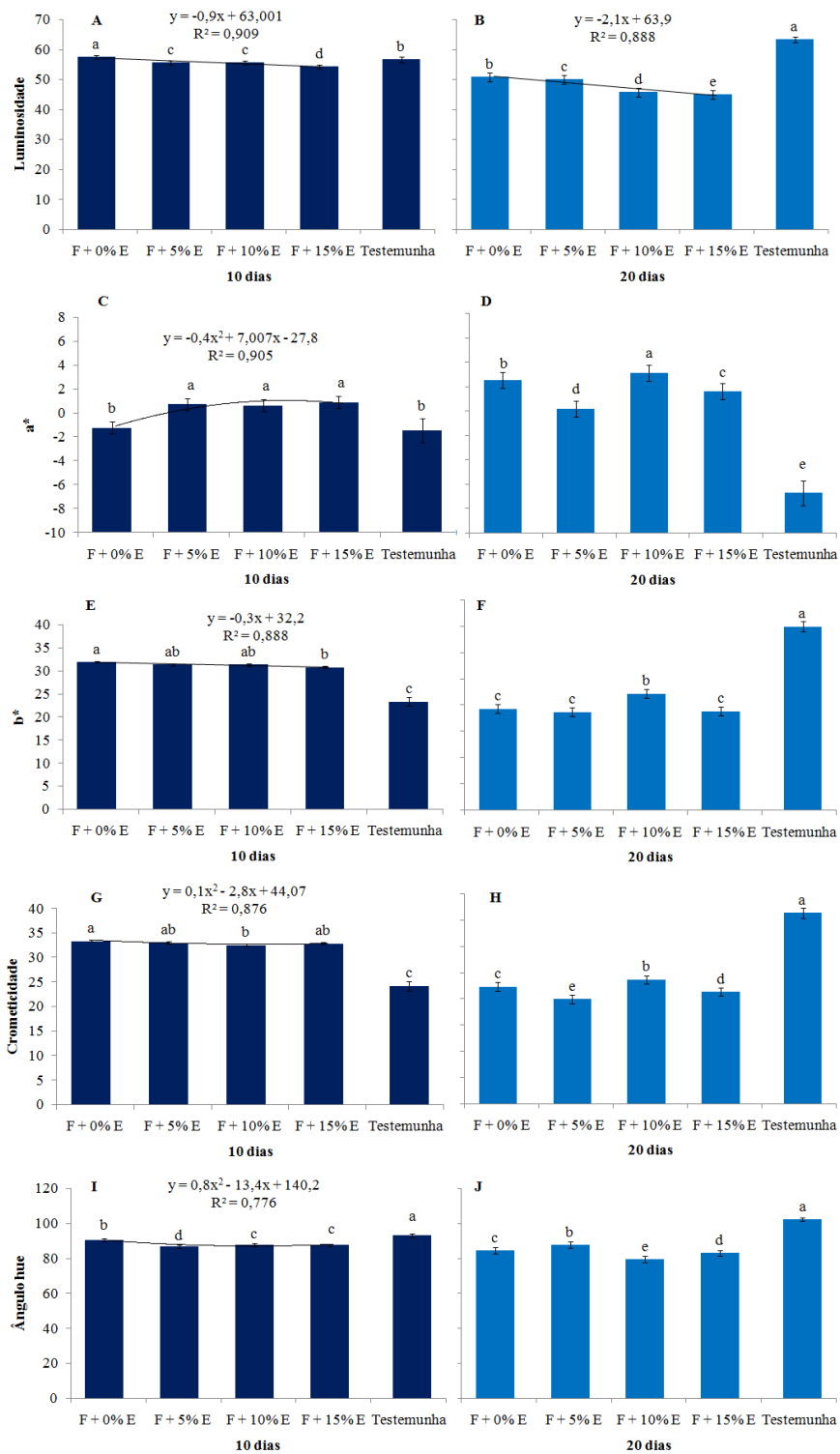
Para os resultados das avaliações de colorimetria da epiderme de pêssegos cv. Della Nona foram verificadas diferenças significativas para todos os índices. Em relação à luminosidade, após 10 dias de armazenamento (Figura 5A) e ao final do armazenamento (Figura 5B) os frutos do controle apresentaram maiores valores, ou seja, tiveram menor escurecimento da epiderme. Além disso, nos dois períodos de avaliação houve diferenças entre as doses de extrato de erva-mate, tendo sido verificado efeito linear negativo e, portanto, o aumento das doses de extrato de erva-mate proporcionou maior escurecimento dos pêssegos cv. Della Nona.

Para o índice  $a^*$  de coloração, o tratamento F+0%E e a testemunha apresentaram os menores valores após 10 dias de armazenamento (Figura 5C). Houve efeito quadrático em função das doses de extrato de erva-mate, sendo que a dose estimada para o máximo valor foi de 8,78%. Após 20 dias de armazenamento (Figura 5D), a testemunha teve o menor valor para este índice.

Para o índice  $b^*$ , houve diferenças estatísticas nos dois períodos de avaliação (Figura 5). Após 10 dias de armazenamento (Figura 5E), os frutos sem revestimento apresentaram os menores valores para  $b^*$ , porém no período seguinte de avaliação (Figura 5F) o uso de revestimentos proporcionou valores menores. Sendo assim, os tratamentos em pós-colheita reduziram a evolução da coloração amarela nos frutos. Houve diferenças estatísticas entre as doses, tendo sido verificado efeito linear negativo, para os frutos armazenados por 10 dias.

Para os valores de cromaticidade (Figura 5), para os frutos com 10 dias de armazenamento (Figura 5G), houve efeito quadrático, sendo que a dose estimada para o menor valor foi de 14%. Após 20 dias a 1°C (Figura 5H), os frutos sem revestimento (Testemunha) tiveram os maiores valores de cromaticidade. Houve efeito linear negativo em função das doses de extrato de erva-mate.

Frutos sem revestimento após 10 dias de armazenamento (Figura 5I) ou 20 dias de armazenamento (Figura 5J) apresentaram maiores valores do ângulo hue. Nos dois períodos de avaliação, houve significância para regressão quadrática em função das doses de erva-mate, sendo que a dose estimada de 8,37% apresentou o menor valor de ângulo hue. Frutos com menor ângulo hue e menor cromaticidade apresentam predominância de cor vermelha na epiderme, em concordância com os resultados referentes às variáveis  $a^*$  e  $b^*$  do presente estudo.



**Figura 5-** Luminosidade, parâmetro a\* e b\*, ângulo hue e cromaticidade de pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol e erva-mate após 10 e 20 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

### **Experimento III: Efeito do uso de revestimentos na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Kampai.**

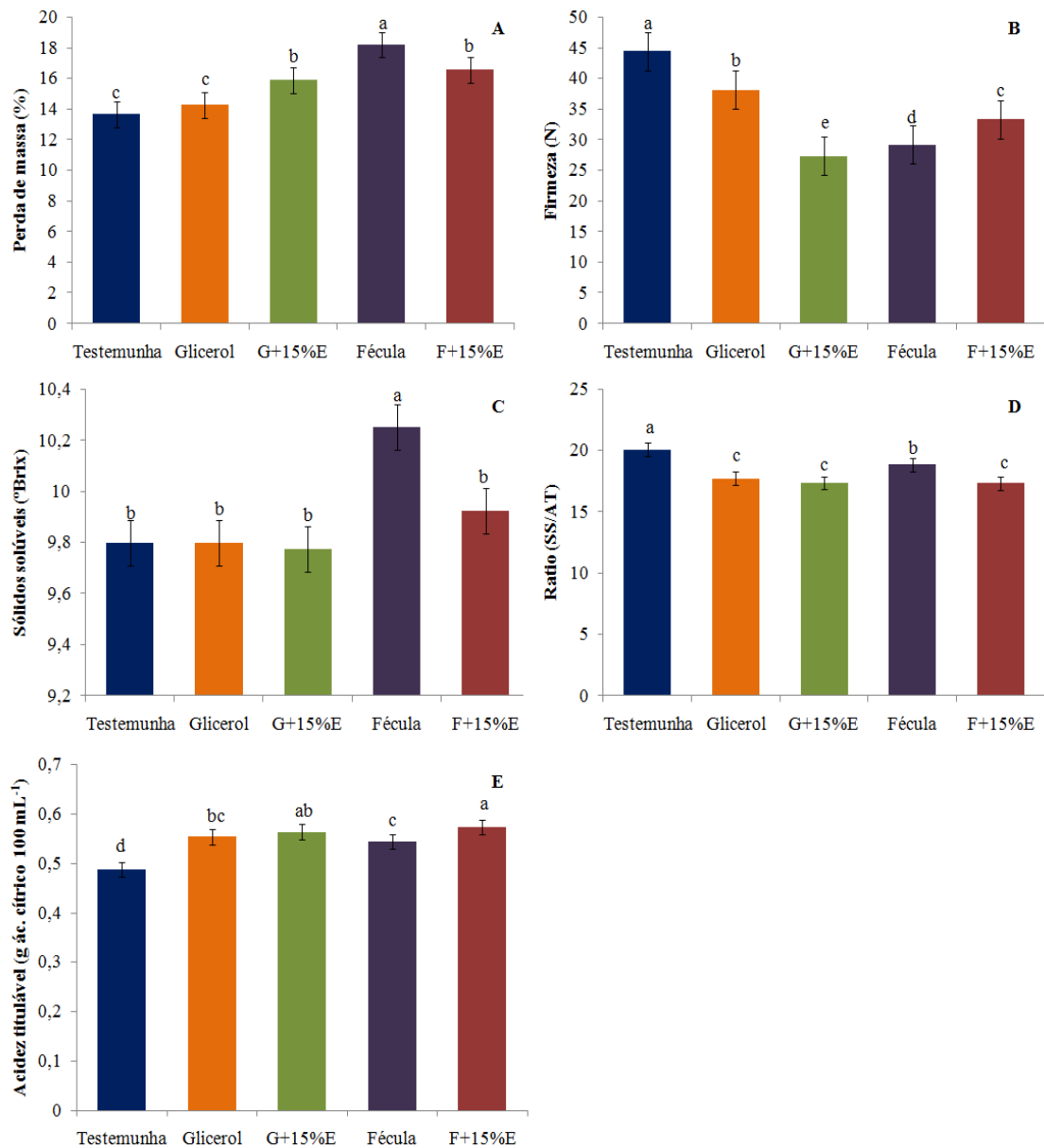
Para perda de massa constatou-se diferença significativa entre os tratamentos após 13 dias de armazenamento a 1 °C (Figura 6A). Os frutos revestidos com fécula apresentaram a maior perda de massa, em contraste com a testemunha e os pêssegos revestidos com glicerol, apresentaram o menor valor de perda de massa.

Para firmeza, a testemunha apresentou o maior valor do parâmetro, enquanto que o tratamento G+15%E teve a menor firmeza entre os frutos avaliados (Figura 6B).

Quanto ao teor de sólidos solúveis (Figura 6C), houve diferença significativa entre os frutos revestidos com fécula e os demais tratamentos, sendo que o uso de fécula proporcionou o maior teor de sólidos solúveis para os pêssegos.

O uso de revestimentos reduziu os valores de ratio, sendo que a testemunha apresentou os maiores valores para o parâmetro (Figura 6D).

Para acidez titulável (Figura 6E), a testemunha proporcionou o menor valor do parâmetro para os pêssegos, e os frutos do tratamento F+15%E apresentaram a maior acidez e não diferiram significativamente do tratamento G+15%E.



**Figura 6-** Perda de massa (%) (A), firmeza (N) (B), sólidos solúveis (°Brix) (C), ratio (SS/AT) (D) e acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL<sup>-1</sup>) de pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

Nota: G+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

Para luminosidade (Figura 7A), houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os frutos tratados com revestimento de fécula aditivado de 15% de extrato de erva-mate apresentaram os menores valores. A testemunha e o glicerol não diferiram entre si e proporcionaram maior luminosidade aos pêssegos, ou seja, frutos com menor escurecimento da epiderme. Essa diferença pode ser observada na Figura 8. Frutos tratados com fécula de

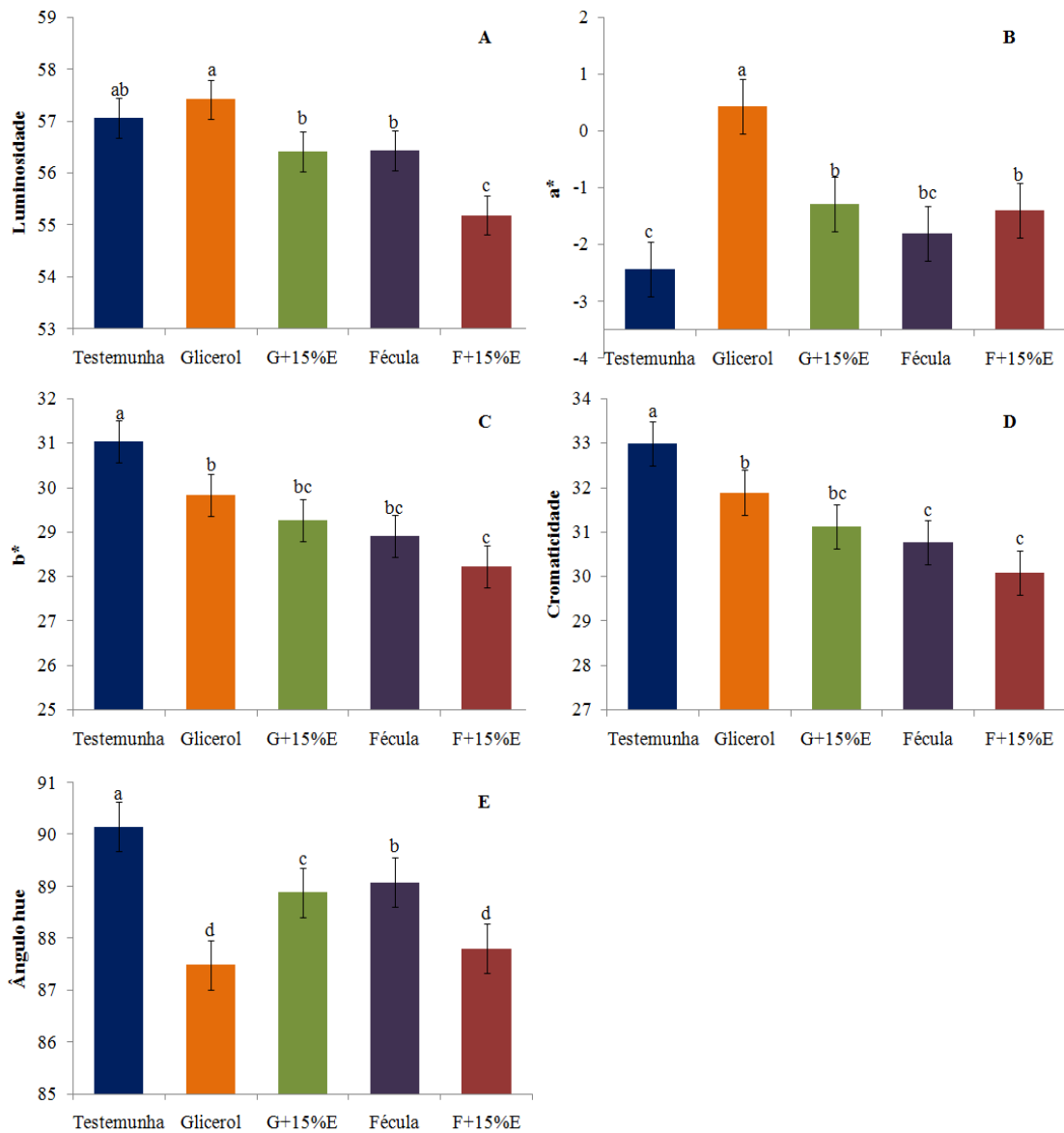
mandioca e 15% de extrato de erva-mate (E) apresentam maior escurecimento, quando comparados aos demais tratamentos.

Para o índice  $a^*$  de coloração (Figura 7B), frutos revestidos com glicerol apresentaram maior valor. Os frutos do tratamento testemunha tiveram menor valor para este índice e não diferiu estatisticamente dos frutos revestidos com fécula. Sendo assim, o glicerol acelerou o desenvolvimento da coloração vermelha nos pêssegos da cv. Kampai (Figura 8B).

Para o índice  $b^*$  (Figura 7C) houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que após 13 dias de armazenamento os frutos sem revestimento apresentaram o maior valor, sendo assim, o revestimento dos frutos retardou o desenvolvimento de coloração amarela. O tratamento F+15%E apresentou menor valor de  $b^*$  e não diferiu estatisticamente do revestimento sem fécula sem adição de erva-mate.

Pêssegos sem revestimento apresentaram maior cromaticidade (Figura 7D) e ângulo hue (Figura 7E) após 13 dias de armazenamento a 1 °C. Para cromaticidade, o maior valor foi para a testemunha. Para ângulo hue os menores valores foram para pêssegos revestidos com glicerol e F+15%E.





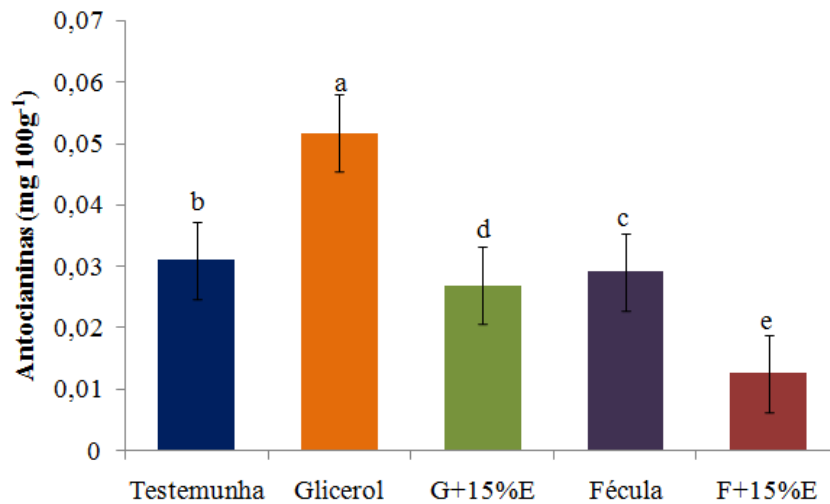
**Figura 7-** Luminosidade (A), parâmetro a\* (B) e b\* (C), ângulo hue (D) e cromaticidade (E) da epiderme de pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017.

Nota: G+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.



**Figura 8-**Pêssegos cv. Kampai sem revestimento (A) e revestidos com glicerol (B), com glicerol aditivado de 15% de extrato de erva-mate (C), com fécula de mandioca (D) e com fécula de mandioca aditivado de 15% de extrato de erva-mate (E) após 13 dias de armazenamento a 1 °C. (SAPELLI, 2017)

Para o teor de antocianinas totais na epiderme, os frutos revestidos com glicerol apresentaram o maior valor. Os tratamentos G+15%E, fécula e F+15%E proporcionaram o menor teor do pigmento.

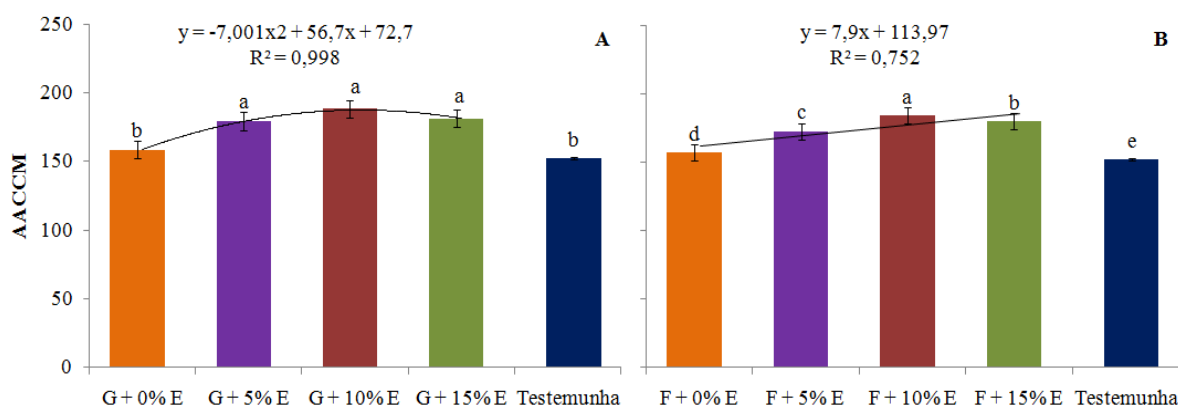


**Figura 7-** Teor de antocianinas de pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. G+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

## 5.2 Efeito de revestimento aditivado de erva-mate no crescimento micelial *in vitro* e na germinação de conídios do fungo *Monilinia fructicola* e no controle da podridão parda em pêssegos

### Experimento I: Efeito *in vitro* de revestimento aditivados de erva-mate no crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola*

Para os tratamentos com glicerol *in vitro*, a AACCM foi menor para a testemunha e G+0%E. Houve efeito quadrático em função das doses, com maior crescimento estimado para a dose de 4,04%, (Figura 10A). Para os tratamentos com fécula, o menor valor de AACCM foi verificado para o tratamento testemunha (Figura 10B). Além disso, verificou-se efeito linear positivo no crescimento micelial de *Monilinia fructicola* em função das doses de erva-mate.



**Figura 8-** Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) do fungo *Monilinia fructicola* mantido *in vitro* em meio de cultura BDA e glicerol (A) ou fécula de mandioca (B) com diferentes doses de extrato de erva-mate. \*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava- PR, 2017.

G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate; F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

Quanto ao pH (Tabela 2), a adição do extrato de erva-mate reduziu os valores do parâmetro em relação a dose de 0%, tanto para glicerol quanto para fécula. Para os tratamentos com glicerol, o menor valor de pH foi para a dose de 15%, já para fécula, foi para o tratamento F+5%.

**Tabela 2-** Valor de pH de meio de cultura aditivado dos tratamentos para avaliação de área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) do fungo *Monilinia fructicola* mantido *in vitro* em meio de cultura BDA e glicerol (A) ou fécula de mandioca (B) com diferentes doses de extrato de erva-mate.

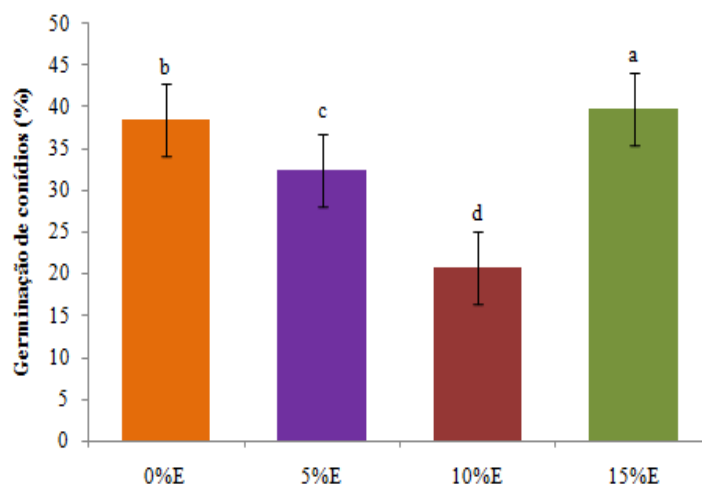
Tratamento	pH	Tratamento	pH
Testemunha	5,84 d	Testemunha	5,84 c
G+0%E	6,57 a	F+0%E	6,18 a
G+5%E	5,85 c	F+5%E	5,77 e
G+10%E	6,11 b	F+10%E	5,81 d
G+15%E	5,78 e	F+15%E	5,86 b

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Guarapuava- PR, 2017.

G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate; F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

## Experimento II: Avaliação da germinação de conídios de *Monilinia fructicola*

Houve diferença significativa entre as diferentes doses de extrato de erva-mate na germinação de conídios do fungo *Monilinia fructicola* após 12 horas de incubação (Figura 11). A dose de 10% de extrato de erva-mate propiciou a menor germinação da estrutura do patógeno e a dose de 15% proporcionou o maior desenvolvimento do fungo.



**Figura 9-** Avaliação da germinação de conídios do fungo *Monilinia fructicola* sob diferentes doses de extrato de erva-mate. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

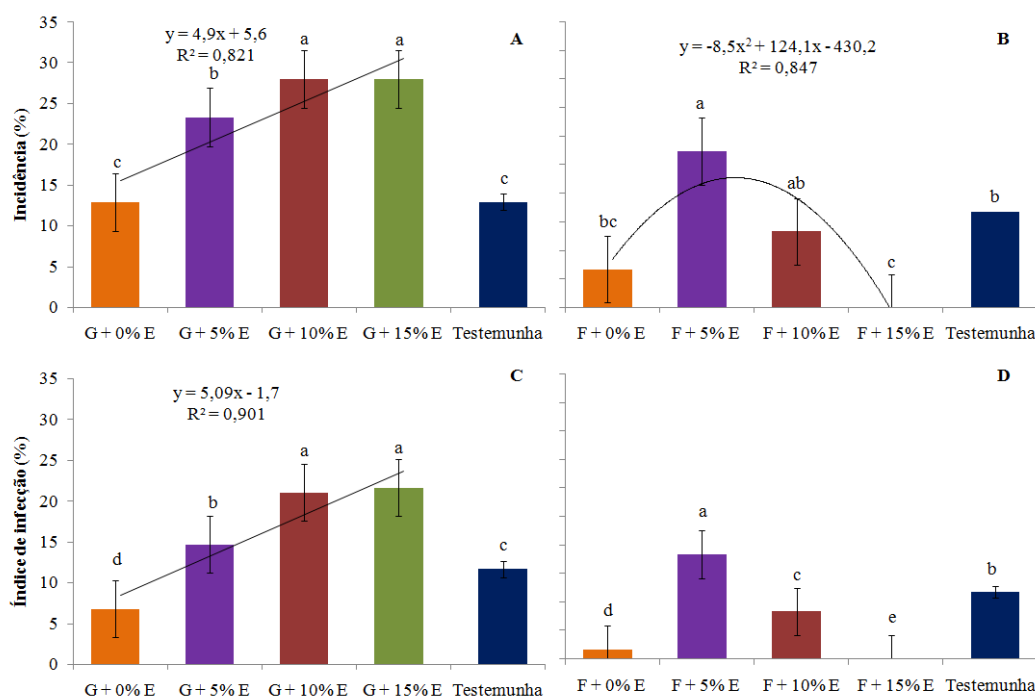
0%E= sem adição do extrato de erva-mate; 5%E= adição de 5% do extrato de erva-mate; 10%E= adição de 10% do extrato de erva-mate; 15%E= adição de 15% do extrato de erva-mate.

## Experimento III: Controle da podridão parda em pêsego

Para o primeiro ano de avaliação com pêsegos cv. Della Nona, os tratamentos com

glicerol, frutos sem revestimento e revestidos com glicerol sem adição de extrato de erva-mate tiveram menor incidência (Figura 12A) da doença e índice de infecção (Figura 12C) em relação aos tratamentos com aditivo de erva-mate. Houve efeito linear positivo para ambas as variáveis, com aumento em função das doses de erva-mate.

O revestimento dos frutos com fécula de mandioca e 15% de extrato de erva-mate inibiu o desenvolvimento da podridão parda nos frutos após 20 dias de armazenamento a 1 °C + 4 dias a 25 °C (Figura 12). Para incidência da doença (Figura 12B), houve efeito quadrático em função das doses de erva-mate, sendo que as doses intermediárias tiveram maior incidência da doença nos frutos (Figura 12D). Porém, os tratamentos F+0%E, F+10%E e testemunha não diferiram entre si.

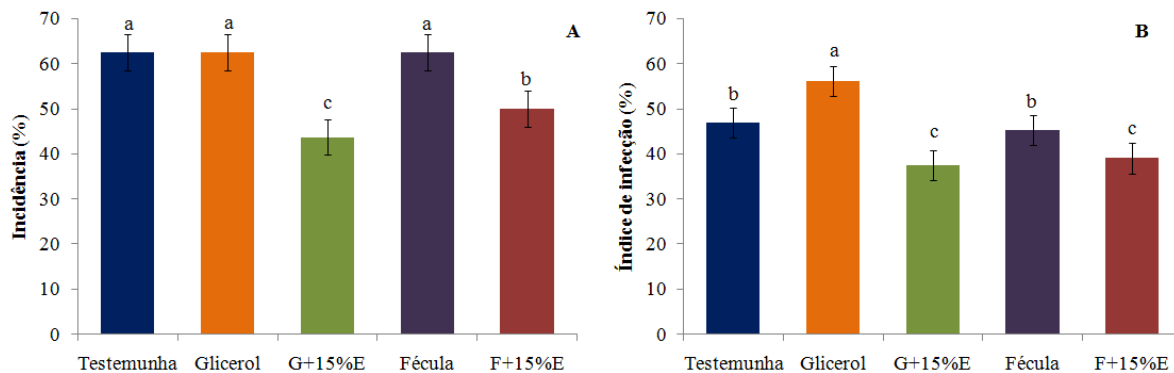


**Figura 10-** Incidência (%) de frutos revestidos com glicerol (A) e fécula (B) e índice de infecção (%) de frutos revestidos com glicerol (A) e fécula (B) do fungo *Monilinia fructicola* em pêssegos cv. Della Nona tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 20 dias de armazenamento a 1 °C + 4 dias a 25 °C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. \*\* Regressões não apresentadas não são significativas ( $p < 0,05$ ).

G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate; F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

Para o segundo ano de avaliação com pêssegos cv. Kampai, frutos revestidos com glicerol ou fécula de mandioca com 15% de extrato de erva-mate apresentaram a menor

incidência e índice de infecção de podridão-parda. Para a avaliação de incidência (Figura 13A), não houve diferença entre a testemunha e os revestimentos sem adição de erva-mate. O maior índice de infecção foi observado em frutos revestidos com glicerol (Figura 13B).

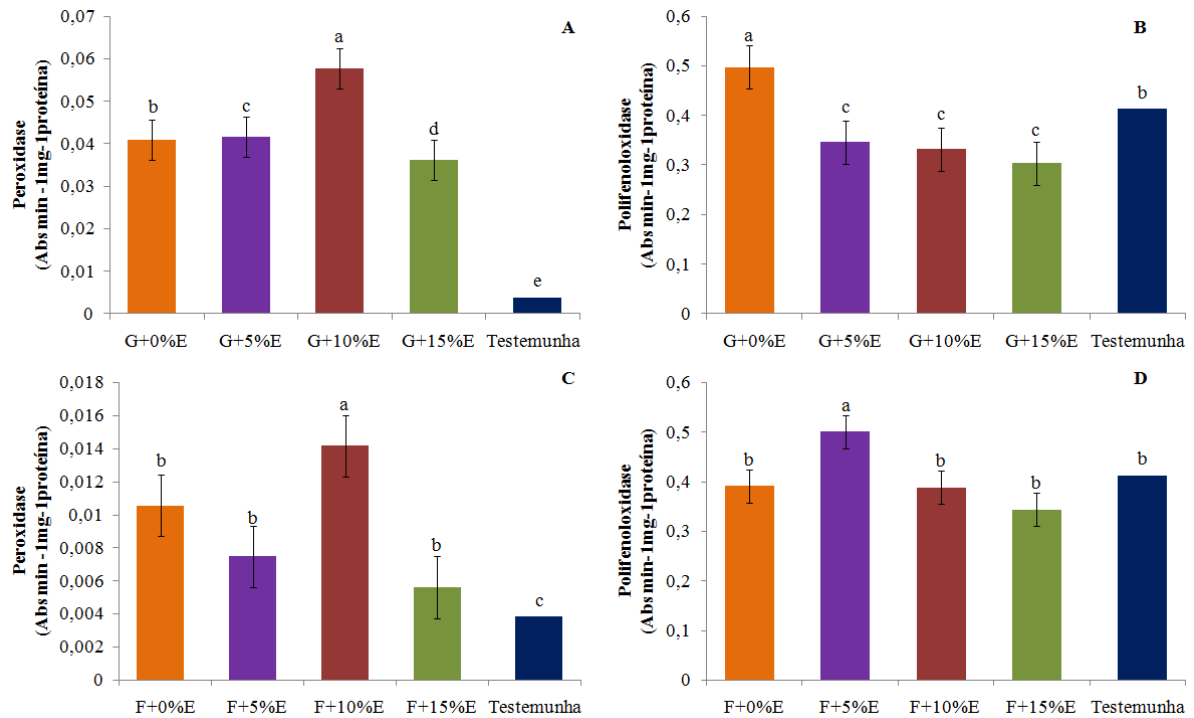


**Figura 11-** Incidência (%) (A) e índice de infecção (%) (B) do fungo *Monilinia fructicola* em pêssegos cv. Kampai tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1°C + 6 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ao nível de 5% de probabilidade. Guarapuava – PR, 2017.

Nota: G+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

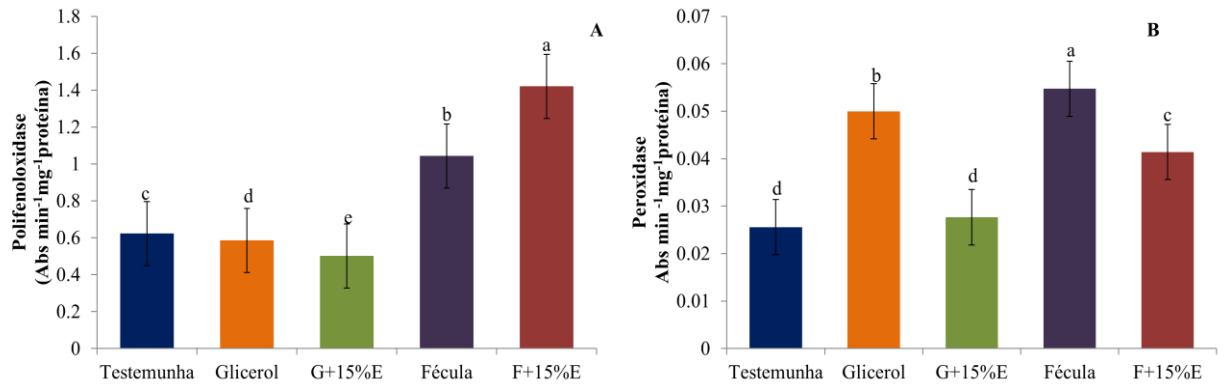
Houve diferença significativa na atividade nas enzimas peroxidase e polifenoloxidase no primeiro ano de experimento (Figura 14). Para os frutos revestidos com glicerol, a adição de 10% de extrato de erva-mate promoveu o aumento da atividade de peroxidase (Figura 14A) em 15 vezes em relação à testemunha. Para a enzima polifenoloxidase (Figura 14B) o uso de glicerol aumentou a atividade da enzima em relação aos demais tratamentos.

O uso de revestimento de fécula de mandioca proporcionou aumento da atividade de peroxidase (Figura 14C), sendo que a adição de 10% de extrato de erva-mate promoveu o aumento da atividade de peroxidase em 10 vezes em relação à testemunha. A atividade enzimática da polifenoloxidase (Figura 13D) foi influenciada pelos tratamentos, sendo que o uso de fécula de mandioca com 5% de extrato de erva-mate apresentou maior valor para a variável.



**Figura 12-** Atividade enzimática de peroxidase polifenoloxidase em pêssegos cv. Della Nona inoculados com o fungo *Monilinia fructicola* tratados com revestimento à base de glicerol (A e B), fécula de mandioca (C e D) e erva-mate após 20 dias de armazenamento a 1°C + 4 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. G+0%E= glicerol sem adição do extrato de erva-mate; G+5%E= glicerol com adição de 5% de extrato de erva-mate; G+10%E= glicerol com adição de 10% de extrato de erva-mate; e G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate; F+0%E= fécula sem adição do extrato de erva-mate; F+5%E= fécula com adição de 5% de extrato de erva-mate; F+10%E= fécula com adição de 10% de extrato de erva-mate; e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.

O uso de revestimentos à base de fécula de mandioca com e sem adição de erva-mate propiciou o aumento da atividade enzimática de polifenoloxidase (Figura 15A) em 1,6 e 2,7 vezes, respectivamente, em relação à testemunha. Para peroxidase (Figura 15B) os tratamentos com glicerol, fécula e F+15% foram superiores aos pêssegos sem revestimento cv. Kampai.



**Figura 13-** Atividade enzimática de peroxidase (A) e polifenoloxidase (B) em pêsegos cv. Kampai inoculados com o fungo *Monilinia fructicola* tratados com revestimento à base de glicerol, fécula de mandioca e erva-mate após 13 dias de armazenamento a 1°C + 6 dias a 25°C. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Student - Newman - Keuls ( $p < 0,05$ ). Guarapuava – PR, 2017. G+15%E= glicerol com adição de 15% de extrato de erva-mate e F+15%E= fécula com adição de 15% de extrato de erva-mate.





## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Experimentos de qualidade pós-colheita de pêssegos

#### **Experimento I: Efeito da aplicação de revestimentos à base de glicerol aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona**

De acordo com os resultados desse experimento, o uso pós-colheita de revestimentos a base de glicerol promoveu a manutenção da qualidade de pêssegos cv. Della Nona. Embora não tenham sido constatadas diferenças significativas no teor de sólidos solúveis após 10 dias de armazenamento, verificou-se redução na perda de massa, manutenção na firmeza dos frutos e aumento na relação SS/AT. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Vieira et al. (2016) que observaram que o uso de revestimentos (0,5% quitosana + 0,5% glicerol + 0,1% tween + 0,5% *Aloe vera* líquido) em mirtilos estendeu a vida útil pós-colheita dos frutos em 5 dias e reduziu a perda de massa. De forma semelhante, Valero et al. (2013) verificaram que o uso de alginato no revestimento de ameixas atrasou o amadurecimento dos frutos e as mudanças provocadas na acidez, amaciamento e perda de massa.

Além disso, houve influência das doses do extrato de erva-mate nos atributos de qualidade dos frutos, a presença do extrato teve influência na firmeza, pois os tratamentos G+15%E e G+5%E foram mais firmes em relação a testemunha após 10 dias de armazenamento, além disso, houve aumento da relação SS/AT. Resultados semelhantes com o uso de extrato de plantas estão descritos na literatura. Yang et al. (2014) avaliou o uso de diferentes doses de extrato de folhas de mirtilo (4-12%) com quitosana na conservação pós-colheita de frutos de mirtilo *in natura*. De forma semelhante ao presente trabalho, os autores relataram que o uso de revestimentos reduziu a perda de massa dos frutos e a acidez titulável, além disso, as diferentes doses interferiram na qualidade pós-colheita, sendo que, a maior dose do aditivo promoveu maior firmeza, porém, menor teor de sólidos solúveis, diferentemente dos pêssegos revestidos com glicerol no presente trabalho. Chen et al. (2016) observaram que o uso de revestimento de alginato de sódio com extrato de figo promoveu aumento nos níveis de sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares totais e ácido ascórbico em *Citrus reticulata* Blanco cv. 97-2.

Filmes e coberturas protetoras formadas à base de materiais hidrofílicos, como o glicerol, podem ser utilizados como barreira protetora para limitar as mudanças de umidade, mas apenas em aplicações por curtos períodos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O

revestimento formado, além de reduzir a permeabilidade dos tecidos do epicarpo intactos, promove o preenchimento parcial das aberturas (estômatos, lenticelas, regiões de rompimento peduncular) ou ferimentos, reduzindo a transferência de umidade e trocas gasosas. Esta alteração pode levar à redução da síntese e etileno, minimizando a velocidade de maturação e, conseqüentemente, auxiliando na manutenção da integridade das membranas e retenção de firmeza dos frutos, assim como foi observado para os pêssegos cv. Della Nona revestidos com glicerol (ASSIS; BRITTO, 2017; TEFAY et al., 2017). Jamarillo et al. (2015) relataram que a adição de extrato de erva-mate em filmes aumentou a rugosidade e o ângulo de contato, indicando um caráter hidrofóbico da superfície dos filmes quando o aditivo foi usado

A coloração é um importante atributo de qualidade na produção agrícola, principalmente para frutas e hortaliças e pode determinar o valor do produto (IGLESIAS; ECHEVERRÍA, 2009). Ao avaliar os parâmetros de luminosidade,  $a^*$ ,  $b^*$ , ângulo hue e cromaticidade as respostas foram variáveis ao longo do armazenamento.

Guerra et al. (2016) verificaram que o uso de óleos essenciais e quitosana em uvas de mesa cv. Isabella resultou em maiores valores de luminosidade, devido às características de luminosidade e transparência dos revestimentos. Nessa pesquisa o uso de revestimentos a base de glicerol levou a redução desse atributo, o que pode causar uma aparência escura ao fruto, o que os torna menos atrativos (ZAPATA et al., 2008). Por outro lado, de acordo com os dados de coloração do trabalho, houve aumento no índice  $a^*$ , resultando no decréscimo da luminosidade e conseqüentemente aumenta a opacidade da epiderme dos frutos, e consumidores são atraídas pela coloração vermelha e amarela da epiderme (GUERRA et al, 2016).

No presente experimento, o uso de revestimentos proporcionou aumento de  $a^*$  e redução de  $b^*$  na epiderme dos frutos. Segundo Barrera et al. (2015) as mudanças de coloração, verde para amarelo, ocorrem devido ao processo de maturação, com conseqüente degradação de clorofilas, que, ao desaparecer, revelam pigmentos característicos de tecidos maduros de frutos (carotenóides, antocianinas, entre outros). A cor vermelha é um atributo chave para os pêssegos, pois contribui na atratividade desses frutos (IGLESIAS; ECHEVERRÍA, 2009). Sendo assim, o revestimento com glicerol teve efeito positivo na preferência do consumidor. De forma contrastante ao presente estudo, o uso de revestimentos formulados com goma guar e glicerol reduziu o valor do parâmetro  $a^*$ , em tomates, em relação aos demais tratamentos. Os autores não verificaram diferença significativa para  $b^*$  em

relação a frutos não-revestidos (RUELAS-CHACON et al., 2017).

Cromaticidade é definida como a saturação, essa variável está diretamente ligada à concentração do elemento corante e, o ângulo hue tem intervalo entre 0° a 270°, sendo que, o ângulo de 0° é considerado como cor avermelhada; o ângulo de 90°, amarelo; o ângulo de 180°, verde; e o ângulo de 270°, azul (JORGE et al., 2011; FERREIRA e SPRICIGO, 2017). O uso de revestimentos com glicerol reduziram a cromaticidade e a dose de 15% do extrato reduziu o ângulo hue dos frutos. Os resultados de coloração são contrastantes aos apresentados por Hazrati et al. (2017) que observaram que frutos revestidos com *A. vera* em gel apresentaram valores maiores de ângulo hue e cromaticidade quando comparados ao tratamento controle, durante todo o período de armazenamento refrigerado. O decréscimo da cromaticidade e do ângulo hue podem indicar intensificação da cor vermelha devido ao amadurecimento do fruto (BORGES et al., 2013).

Visto que, um dos entraves da produção agrícola são as perdas em pós-colheita dos produtos, os resultados do experimento realizado são relevantes. O uso do glicerol e extrato de erva-mate demonstrou potencial na manutenção pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona, pois frutos revestidos apresentaram menor perda de massa, maior firmeza e melhor desenvolvimento da coloração vermelha, o que os torna mais atrativos para o consumidor. Os tratamentos permitem o armazenamento dos frutos por 20 dias a 1°C com manutenção da qualidade pós-colheita.

### **Experimento II: Efeito da aplicação de revestimentos à base de fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona**

O uso de revestimentos à base de fécula de mandioca interferiu positivamente em alguns parâmetros de qualidade pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona, com redução da perda de massa e relação entre SS/AT, aumento de firmeza e atraso da evolução do teor de sólidos solúveis.

Após 10 dias de armazenamento, frutos revestidos apresentaram menor perda de massa, porém constatou-se a menor firmeza em relação à testemunha. Segundo Crisosto (2006) pêssegos com firmeza entre 27-36 N estão prontos para serem comercializados, e de 9-14 N estão prontos para serem consumidos. Sendo assim, apesar dos valores inferiores de firmeza, os frutos revestidos continuavam mais firmes do que no ponto ideal para consumo.

Além disso, a firmeza dos frutos está relacionada com as propriedades de turgor de um tecido ou órgão, o qual é afetado pelo acúmulo de fotoassimilados e água nas células. Durante a maturação há declínio no turgor, devido à perda de água dos frutos, o que resulta em maior deformação do tecido sob estresse e resistência, o que resulta em valores maiores de firmeza (CARVALHO FILHO et al., 2005; TOIVONEN; BRUMELL, 2008). Nessa pesquisa, podemos observar que os frutos sem revestimentos apresentaram maior firmeza, isso se deve ao fato de que esses pêssegos tiveram maior perda de massa. Ao aplicar forças de punção, os tecidos apresentam maior elasticidade do tecido, o que promove maiores valores de resistência à penetração.

A migração da água do fruto para o ambiente é o maior fator de perda de massa durante o armazenamento. Os resultados do presente experimento estão de acordo com Fakhouri et al. (2015), que concluíram que o uso de filmes comestíveis formulados com amido de milho + gelatina + plastificante reduziu a perda de massa em uvas cv. Red Crimson durante o armazenamento. Assim como Garcia et al. (2012) que verificaram que o revestimento de morangos com fécula de mandioca reduziu a perda de massa durante o armazenamento refrigerado. Revestimentos formulados com fécula e amidos reduzem a migração de água, trocas gasosas, respiração e a taxa de reações oxidativas e suprimem desordens fisiológicas (VERSINO et al., 2016).

Trigo et al. (2012) observaram que a firmeza em mamões minimamente processado revestidos com amido de arroz e alginato de sódio não diferiram estatisticamente do tratamento controle. Em frutos, o amaciamento dos tecidos é um dos primeiros sinais de amadurecimento, sendo relacionada com mudanças no metabolismo e na estrutura do órgão. As enzimas hidrolíticas agem nos carboidratos estruturais, modificando o grau de contato entre as células, a estrutura celular e solubilizam as pectinas, fazendo com que ocorra perda de firmeza dos tecidos vegetais (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O aumento da relação SS/AT corrobora com os resultados apresentados por Pereira et al. (2006). Os autores verificaram que mamões revestidos com fécula de mandioca a 3% apresentaram maior valor de ratio quando comparados a doses menores do polissacarídeo.

Além disso, houve influência das doses de extrato de erva-mate na conservação pós-colheita dos pêssegos cv. Della Nona. As maiores doses de extrato resultaram em frutos com maior firmeza após 10 dias de armazenamentos, e as doses intermediárias proporcionaram maiores valores de acidez titulável e reduziram a relação SS/AT dos pêssegos avaliados após

20 dias de armazenamento refrigerado. Os resultados estão de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Tesfay e Magwaza (2017) e Nair et al. (2018). Tesfay e Magwaza (2017) que verificaram que o revestimento de abacates cv. Hass e cv. Fuerte apresentaram retardo no amaciamento dos tecidos quando revestidos com extrato de moringa 2% e carboximetilcelulose 1%. Nair et al. (2018) concluíram que o uso de alginato e quitosana enriquecidos com extrato de casca de romã pode reduzir o índice de maturação (ratio) e manter os níveis de acidez titulável em goiabas durante o armazenamento.

Martín-Diana et al. (2008) testaram o uso de extrato de chá verde na conservação pós-colheita de alface. Os autores verificaram que as maiores doses do extrato, 0,5 e 1%, promoveram redução da emissão de O<sub>2</sub> e aumento de CO<sub>2</sub>. Esses resultados podem explicar o observado no estudo realizado, o uso do extrato de erva-mate, pode ter promovido maiores níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera interna do revestimento. Atmosferas com baixos níveis de O<sub>2</sub> e elevados de CO<sub>2</sub> aumentam a vida de prateleira dos produtos hortícolas, por reduzirem a atividade respiratória e, a disponibilidade de energia química e suprimento de carbono para as reações de biossíntese (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o que retarda o amolecimento dos tecidos, quebra de açúcares e ácidos orgânicos e evolução nos índices de maturação, como a relação SS/AT, como observado nos frutos revestidos com fécula de mandioca aditivados de extrato de erva-mate.

De acordo com os resultados de colorimetria, verificou-se que o uso de revestimento formulado com fécula de mandioca interferiu na aparência dos pêssegos cv. Della Nona. De maneira geral, o uso dos tratamentos na pós-colheita reduziu a luminosidade para os frutos após 10 dias de armazenamento a 1°C, além disso, o uso do extrato de erva-mate também influenciou no parâmetro, sendo que, as maiores doses reduziram este índice dos pêssegos. Bierhals et al. (2011) verificaram que o revestimento de fatias de abacaxi cv. Pérola com fécula de mandioca reduziu a luminosidade do produto. Assim como Genevois et al. (2016) concluiu que o uso de goma de tapioca aumentou a opacidade de cilindros de abóbora.

As menores luminosidades, possivelmente, são decorrentes da recristalização das cadeias de amilose e amilopectina após o armazenamento sob baixas temperaturas, esse fenômeno é denominado retrogradação do amido. Além disso, o uso de soluções mais escuras, como o extrato de erva-mate, pode reduzir a luminosidade dos frutos (TRIGO et al., 2012).

Após 10 dias de armazenamento, o extrato de erva-mate teve influência no desenvolvimento de cor vermelha e amarela nos pêssegos, sendo que as maiores doses

aumentaram a variável  $a^*$  e reduziram  $b^*$ . Ao final do armazenamento, o tratamento controle apresentou os menores valores para  $a^*$  e os maiores valores para o índice  $b^*$ , ou seja, frutos com maior desenvolvimento de coloração amarela e predominância de verde na cor de fundo. De forma contrastante Fagundes et al. (2014) verificaram que o uso de revestimentos em tomate cereja reduziu a evolução da coloração vermelha ( $a^*$ ) e amarela ( $b^*$ ). Assim como Bertrand et al. (2015). Os pesquisadores extraíram exopolissacarídeo (EPS) da microalga marinha *P. cruentum* para revestimento de cubos de maçã e, verificaram que a maior dose do EPS reduziu o parâmetro  $a^*$ , além disso, não verificaram diferenças significativas para  $b^*$ .

Durante o amadurecimento, diversas cores estão presentes simultaneamente. Uma vez que a clorofila é degradada, são sintetizados carotenóides (amarelo), licopeno (vermelho), caroteno (laranja), xantofilas e carotenóides hidroxilados (amarelo) (GIULIANO et al., 1993). Os revestimentos, promoveram o maior desenvolvimento da coloração vermelha dos frutos, reduzindo a cor verde de frutos, o que os torna mais atrativos para o consumidor.

Ao final dos 20 dias de armazenamento refrigerado, os tratamentos reduziram a cromaticidade e ângulo hue dos frutos. De forma contrastante, Hazrati et al. (2017) concluíram que o uso de *Aloe vera* em gel aumenta os valores de ângulo hue e cromaticidade de pêssegos durante o armazenamento refrigerado. Segundo Trigo et al. (2012) mamões minimamente processados com alginato de sódio apresentaram menor valor de cromaticidade, o que está relacionado com a coloração marrom da solução filmogênica, assim como o extrato de erva-mate. Além disso, frutos com menor ângulo hue tem predominância de cor vermelha, como indicam os resultados referentes às variáveis  $a^*$  e  $b^*$  do presente estudo.

Assim como no experimento anterior, o uso da fécula de mandioca e do extrato de erva-mate demonstrou potencial de uso na pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona, diminuindo a perda de água dos frutos, amolecimento do fruto e degradação dos ácidos orgânicos. Além disso, após 20 dias de armazenamento os frutos revestidos encontravam-se em condições de comercialização e consumo. A dose de 5% mostrou potencial na manutenção das características físico- químicas dos frutos, como firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e ratio. A dose de 10% promoveu melhor desenvolvimento de coloração vermelha do fruto, o que os torna mais atrativos para compra.

### **Experimento III: Efeito do uso de revestimentos na conservação pós-colheita de pêssegos cv. Kampai.**

De acordo com os resultados do experimento com pêssegos cv. Kampai, o uso de revestimentos manteve mais elevada a acidez titulável dos frutos e, conseqüentemente, a evolução da relação SS/AT em relação ao tratamento controle. Os resultados estão de acordo com os estudos realizados por outros autores (ABEBE et al.,2017; KUMAR et al.,2017 e ALLEGRA et al.,2017). Abebe et al. (2017) relataram que o uso de diferentes revestimentos em tomates reduziu a relação SS/AT e manteve a acidez titulável dos frutos. Kumar et al. (2017) verificaram que ameixas revestidas com quitosana apresentaram maior acidez. Allegra et al. (2017) relataram resultados semelhantes para figos revestidos com mucilagem de *Opuntia ficus-indica*.

O processo de amadurecimento é geralmente definido pela combinação de diversas mudanças fisiológicas e bioquímicas. A redução da acidez nos frutos indica amadurecimento, pois os ácidos orgânicos são convertidos em açúcares e utilizados como substrato em processos metabólicos dos frutos, como a respiração. O uso de revestimentos que atrasam mudanças no pH e acidez titulável efetivamente retardam a maturação e senescência, isso ocorre devido a semi-permeabilidade do filme formado sobre a superfície do fruto, a qual modifica a atmosfera e a concentração interna de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, retardando o amadurecimento (MO et al., 2008; ABBASI et al., 2009).

Além disso, o uso de glicerol reduziu a perda de massa e manteve os frutos mais firmes durante o armazenamento em relação à fécula de mandioca, que aumentou a perda de massa, o teor de sólidos solúveis e a relação SS/AT e reduziu a firmeza dos pêssegos. As doses de extrato de erva-mate influenciaram nos resultados apresentados, sendo que, houve aumento da firmeza dos frutos quando tratado com F+15%E quando comparados ao revestimento somente com fécula de mandioca.

El-Anany et al. (2009) verificaram que maçãs cv. Anna revestidas com glicerol apresentaram menor perda de massa e maior firmeza comparadas a frutos revestidos com goma arábica, um polissacarídeo de origem vegetal. Saberi et al. (2018) observaram que laranjas cv. Valência revestidas com amido de ervilha e goma guar apresentaram menor perda de massa e maior firmeza em relação ao tratamento controle, além disso, os autores concluíram que a firmeza dos frutos é influenciada pela perda de massa, sendo que os tratamentos com menor perda de massa apresentaram maior firmeza. A perda de massa está



diretamente relacionada com a perda de vapor d'água através de aberturas, como lenticelas, ferimentos, e aparência enrugada dos frutos, o que pode ser minimizado pelo uso de ceras, revestimentos e embalagens. Além disso, o uso de barreiras ao vapor d'água tem efeito significativo na firmeza dos frutos (VÁSQUES-CELESTINO et al., 2016).

Assim como no estudo realizado, Souza et al. (2009) verificaram que revestimentos a base de fécula de mandioca proporcionaram maior perda de massa em berinjelas e também, maior perda de qualidade externa, resultando em murcha, perda de brilho e depressões na casca. Lemos et al. (2007) concluíram que a fécula de mandioca não foi efetiva na redução da perda de massa de pimentões a temperatura ambiente e, em ambiente refrigerado resultou em maior perda de massa, quando comparada aos outros tratamentos. Nunes et al. (2004) verificaram que revestimentos à base de fécula de mandioca (3%) aplicados em pêssegos cv. Aurora 2 (precoce) resultaram em maior perda de massa, e no 8º dia estavam impróprios para consumo.

Jamarillo et al. (2016) observaram que o extrato de erva-mate teve efeito plastificante em filmes formulados com fécula de mandioca + glicerol e, o efeito foi mais pronunciado para a dose de 20% quando comparado ao filme com 5% do extrato. A adição de plastificantes pode aumentar a flexibilidade da cobertura, reduzindo as interações entre as cadeias de polímeros. Revestimentos sem a adição de moléculas plastificantes apresentam valores significativamente de permeabilidade ao vapor d'água, isso é atribuído pela presença de poros e rachaduras (GARCÍA et al., 2009; ASSIS; BRITTO, 2014). Os resultados são reforçados pelo fato de que adição de erva-mate aumentaram a hidrofobicidade de filmes de fécula de mandioca e reduziram a umidade, pois se formaram interações de ponte de hidrogênio entre os grupos de hidroxila da fécula com os compostos polares do extrato (JAMARILLO et al., 2015).

A partir da observação de experimentos preliminares ao estudo realizado, dados apresentados e revisão de literatura, concluiu-se que os resultados contrastantes entre os experimentos realizados com a cv. Della Nona e cv. Kampai estão relacionados aos diferentes pontos de colheita dos frutos. Segundo Crisoto e Valero (2008), pêssegos colhidos imaturos, assim como os pêssegos da cv. Kampai, podem não amadurecer adequadamente ou amadurecer de forma anormal. O amaciamento desses frutos ocorre de forma irregular e não atinge a textura desejada, a cor esverdeada pode nunca desaparecer completamente, além disso, ficam mais suscetíveis à perda de água.

De forma contrastante aos resultados do presente experimento, Begum et al. (2017) concluíram que tomates revestidos com amido + glicerol apresentaram menor SS em comparação aos frutos não revestidos. O teor de sólidos solúveis pode ser um índice crítico de maturidade do fruto, pois representa a dinâmica de degradação do amido e o aumento de açúcares solúveis. À medida que ocorre a maturação, há um rápido início de hidrólise do amido, que é utilizado como fonte de energia. (MATTIUZ et al., 2003)

Houve influência dos tratamentos para os índices de coloração dos pêssegos. O uso de revestimentos reduziu o valor das variáveis  $b^*$ , cromaticidade e ângulo hue. Além disso, o uso do glicerol promoveu maior luminosidade e desenvolvimento da coloração vermelha ( $a^*$ ) aos frutos.

Peretto et al. (2017) verificaram que morangos revestidos apresentaram maior luminosidade e menor desenvolvimento para coloração vermelha e para o parâmetro  $b^*$ . Segundo os autores, a ausência de revestimento como barreira à troca gasosa, pode aumentar a taxa metabólica, levando os frutos à degradação. Esse processo causa escurecimento dos tecidos e pontos de coloração marrom, afetando a sua luminosidade. Além disso, a composição da solução filmogênica pode aumentar a reflexão da luz, aumentando assim, os valores de luminosidade (PERETTO et al., 2017).

Won et al. (2018) observaram que o revestimento de tomate cereja com quitosana e extrato de sementes de uva não promoveu diferenças significativas para luminosidade,  $a^*$  e  $b^*$ . Eum et al. (2009) constataram que ameixas revestidas ao longo do armazenamento apresentaram aumento de  $a^*$  e redução de hue, o que representa frutos mais vermelhos e escuros devido ao amadurecimento e senescência. De forma contrastante, Soares et al. (2011) averiguaram que goiabas revestidas de fécula de mandioca, sem adição de quitosana, apresentaram aumento de  $b^*$  e maior desenvolvimento da coloração amarela.

Ali et al. (2011) concluíram que o revestimento de mamões com quitosana promove menor aumento do ângulo hue e da cromaticidade ao longo do armazenamento, ou seja, menor desenvolvimento da coloração. Para Dang et al. (2008) mangas revestidas apresentam atraso no desenvolvimento de cor em relação a frutos não revestidos, devido ao aumento do ângulo hue e cromaticidade.

Os resultados dessa pesquisa demonstram que o tratamento pós-colheita de pêssegos com glicerol proporcionou a maior concentração de antocianinas na epiderme dos frutos, quando comparado aos demais tratamentos.

Pêssegos são fontes de diversos compostos bioativos e antioxidantes, como os compostos fenólicos. Os principais compostos fenólicos presentes nos tecidos dos frutos são: hidroxycinamatos, procianidinas, flavanóides, antocianinas e carotenóides, e são de grande importância para saúde humana, pois protegem as células contra o efeito prejudicial das espécies reativas de oxigênio (TOMÁS-BARBERAN et al., 2001; JACOBO-VELÁZQUEZ; CISNEROS-ZEVALLOS, 2009; SERRANO et al., 2011). Os frutos tratados com glicerol apresentaram maior desenvolvimento desses compostos em pós-colheita. Além disso, frutos tratados com extrato de erva-mate, apresentaram as menores concentrações de antocianinas.

Uma das principais características que indicam o processo de maturação dos frutos na pós-colheita é a coloração de epiderme. A perda da coloração verde ocorre devido à quebra de estrutura da molécula de clorofila que envolve a enzima clorofilase, e a síntese de novos pigmentos, como carotenóides e antocianinas. O aumento da atividade enzimática geralmente está associado com a produção de etileno durante o amadurecimento (BASSETO et al., 2005; FERRER et al., 2005; SOARES et al., 2011).

Compostos fenólicos, como antocianinas e taninos, contribuem para a qualidade dos frutos, e influenciam em cor, sabor, aroma e flavor. Embora alguns compostos fenólicos, especialmente os taninos, dão sabor amargo e adstringência e afetam negativamente as propriedades sensoriais, a maioria dos polifenóis contribui para a melhoria do sabor das frutas (TOMÁS-BARBERAN et al., 2001).

Assim como no presente estudo, Chabrando e Giacalone (2015) verificaram que mirtilos cv. Berkeley revestidos com alginato e quitosana apresentaram maior concentração de antocianinas em relação aos frutos controle, após 45 dias de armazenamento a 0 °C. De forma contrastante, Thomas et al. (2016) verificaram que revestimentos com fécula de mandioca e própolis proporcionaram menor teor de antocianinas em morangos, quando comparados aos frutos sem revestimento.

Os resultados para o experimento com pêssegos cv. Kampai são contrastantes a cv. Della Nona. O uso de revestimentos reduziu a relação SS/AT e manteve a acidez titulável dos frutos durante o armazenamento. Os frutos revestidos com glicerol apresentaram maior conservação das características físico-químicas no período de armazenamento comparados ao revestidos com fécula. Para essa cultivar, a fécula de mandioca teve efeito negativo, e ao final do armazenamento os frutos não estavam em condições de comercialização e consumo, pois apresentavam murcha e depressões na epiderme.

## **6.2 Efeito de revestimento aditivado de erva-mate no crescimento micelial *in vitro* e na germinação de conídios do fungo *Monilinia fructicola* e no controle da podridão parda em pêssegos**

Os resultados referentes ao presente estudo demonstram que o uso de extrato de erva-mate aumentou o crescimento micelial do fungo *Monilinia fructicola* para revestimentos com fécula e glicerol, sendo que, para frutos revestidos com fécula de mandioca houve aumento linear do desenvolvimento do fungo em função das doses.

O uso de membrana formulada com barberina e quitosana apresentou maior halo de inibição no fungo *Monilinia fructicola*, nos experimentos *in vitro* desenvolvidos por Yan et al. (2012). Ponce et al. (2008) verificaram que o uso de revestimentos com extrato natural de plantas apresentou efeito significativo no controle *in vitro* de *Listeria monocytogenes*, principalmente para óleo essencial de alecrim e oliva na concentração de 1%.

Karaca et al. (2014) verificaram que a adição em meio de cultura de bicarbonato de amônio, carbonato de amônio e bicarbonato de sódio inibiu completamente o crescimento radial de *Monilinia fructicola*. Segundo os mesmos autores, o aumento de pH do meio de cultura tem papel crucial no efeito antifúngico dos aditivos. No presente trabalho podemos observar que a adição de extrato de erva-mate reduziu os valores de pH em relação a dose 0% do extrato, o que pode explicar o aumento da AACCM do fungo.

Martin et al. (2013) relataram que o uso de extrato de erva-mate inibiu os microorganismos: *Staphylococcus aureus*, *L. monocytogenes* e *Salmonella enteritidis*, devido a concentração total de compostos fenólicos. As maiores inibições relatadas ocorreram sob pH 7 e 8. A presença de ácido caféico e ácido clorogênico, em extratos de plantas, tem sido relatada na literatura e descrita com atividade antimicrobiana contra bactérias gram-negativas, gram-positivas e fungos. Além disso, o pH tem importante papel, sendo que, em baixo pH observou-se redução da ação de compostos fenólicos e da atividade do ácido clorogênico (WEN et al., 2003; EL-MASSRY et al., 2009).

Para esse experimento, o uso de extrato de erva-mate nas doses de 5% e 10% reduziu significativamente a germinação de conídios em relação aos demais tratamentos.

Feng et al. (2008) utilizaram extrato de *Phellodendron bark* no controle *in vitro* de *Monilinia fructicola* com doses de 0 a 6,4 mg mL<sup>-1</sup>. Os autores verificaram que após 10 horas, doses acima de 0,4 mg mL<sup>-1</sup> inibiram completamente a germinação de conídios, comparadas a

83% de germinação do tratamento controle. Pazolini et al. (2016) concluíram que o uso de extrato de canola e mostarda-castanha reduz a germinação de conídios e o crescimento micelial de *Monilinia fructicola*. Santoro et al. (2018) observaram o efeito de óleo essencial de tomilho e segurelha sobre *M. fructicola*. Os autores verificaram que a dose de 10% de segurelha inibiu quase que completamente a germinação de conídios do fungo e, o óleo de tomilho reduziu 40% a variável avaliada. Em contraste ao presente estudo, concluiu-se que o aumento da concentração, aumentou o efeito *in vitro* dos óleos essenciais.

Para as avaliações do controle da podridão parda *in vivo*, os resultados demonstraram que o uso do extrato de erva-mate associado com o glicerol aumentou o desenvolvimento da doença, tanto para incidência quanto para índice de infecção, em concordância com os dados *in vitro* de AACCM.

Brishti et al. (2013) estudaram o efeito do uso de revestimentos de *A. vera* e *A. vera* + extrato de folha de mamão na qualidade pós-colheita de mamões. Os autores concluíram que os revestimentos reduziram significativamente o índice de infecção e incidência de doença dos frutos. Campos et al. (2011) avaliaram a qualidade pós-colheita de morangos orgânicos, cv. Camarosa, revestidos com quitosana, fécula de mandioca e combinação de ambos. Os autores verificaram que após 9 dias, a incidência de podridões foi maior para frutos revestidos com fécula de mandioca. Assim como na presente pesquisa, a menor incidência nos frutos controle, provavelmente, se deve pelo fato de não terem sido lavados, enquanto que o aumento de umidade nos frutos revestidos pode favorecer o desenvolvimento da doença durante o armazenamento (CAMPOS et al., 2011).

O revestimento de fécula de mandioca com 15% de extrato de erva-mate inibiu completamente o desenvolvimento do fungo. Porém, os resultados com a cultivar Kampai demonstram que o uso de glicerol e fécula de mandioca, adicionados de 15% de extrato de erva-mate, reduziu o desenvolvimento da doença.

A adição de substâncias plastificantes à matriz polimérica pode ocasionar o aumento de espaço entre as cadeias e o movimento de gases e água é facilitado. A entrada de água para o interior do filme gera intumescimento da cobertura, reduzindo propriedades de barreira e a aderência, e aumenta a proliferação de fungos, fato que pode justificar maior o maior desenvolvimento do fungo quando os frutos foram revestidos com glicerol. A erva-mate tem efeito plastificante nos filmes, portanto o aumento da dose pode ter facilitado a entrada de água no interior da cobertura (ASSIS; SILVA, 2003; ASSIS; BRITTO, 2014;

JAMARILLO et al., 2016).

Além disso, a ação antimicrobiana de coberturas polissacarídeas pode se dar pela interação eletrostática entre o revestimento e as membranas externas dos microrganismos, o que bloquearia nutrientes essenciais ao crescimento microbiano.

A indução de respostas de defesa em interações planta-patógeno leva a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) e aumento da atividade enzimática. As EROs agem como sinais de ativação para rotas de resposta às condições de estresse para a planta, ativando o sistema enzimático contra danos oxidativos. As enzimas capazes de eliminar as EROs envolvem a peroxidase que é responsável pela síntese de lignina e suberina na célula utilizando o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como substrato (TOMÁNKOVÁ et al., 2006; TORRES et al., 2006; LIU et al., 2010; YOU e CHAN, 2015). Bill et al. (2014) avaliaram a eficácia do uso de revestimentos com adição de óleo de tomilho nos componentes de indução de resistência de abacates. Os autores verificaram que coberturas formuladas com quitosana e óleo de tomilho reduziram a incidência e severidade de antracnose nos frutos, além disso, o tratamento aumentou a atividade de peroxidase, fenilalanina amônia-liase β-1,3-glucanase e quitinase. De acordo com os resultados da presente pesquisa, o aumento da atividade de peroxidase contribui para o reforço da parede celular em resposta a infecção de *M. fructicola* e do uso de revestimentos.

Segundo Vámos-Vigyázó e Haard (2012) a enzima polifenoloxidase tem papel importante na resistência de plantas a infecções virais, microbianas e às condições climáticas adversas. De modo geral, as quinonas formadas pela ação da enzima passam por reações de polimerização secundárias, produzindo polímeros escuros e insolúveis. Esses polímeros, presentes nos ferimentos, podem atuar como taninos e formam barreiras físicas no caminho da propagação da infecção.

Wu et al. (2017) concluíram que o uso de cera com cinemaldeído para o controle de podridões na pós-colheita de citros aumentou a atividade da polifenoloxidase, além disso, a atividade enzimática aumentou durante o armazenamento. Polifenoloxidase está associada com respostas de defesa induzida nos frutos. Essa enzima consegue oxidar fenóis em quinonas, o que é extremamente tóxico para patógenos, além disso, esses compostos participam da síntese de lignina e espessamento da parede celular, auxiliando na resistência à invasão e proliferação microbiana (LU et al., 2014).

## 7. CONCLUSÕES

Concluiu-se que a aplicação pós-colheita de revestimento comestível em pêssegos cv. Della Nona demonstrou potencial para uso na manutenção da qualidade pós-colheita.

O emprego do glicerol reduziu a perda de massa e a evolução do amadurecimento dos frutos, pois os pêssegos revestidos com glicerol apresentaram menor teor de sólidos solúveis e relação SS/AT e maior valor de acidez titulável. Para coloração da epiderme dos pêssegos, houve atraso no escurecimento dos frutos e evolução da coloração vermelha da epiderme, o que torna os frutos mais atrativos ao consumidor. Com a fécula, o revestimento dos frutos proporcionou menor perda de massa, aumento da firmeza, menor teor de sólidos solúveis e ratio. Para a coloração, esse tratamento retardou o desenvolvimento da cor amarela.

Os revestimentos foram eficientes na manutenção pós-colheita de pêssegos cv. Della Nona, porém, o contrário foi observado para os frutos da cv. Kampai, o uso de revestimentos não gerou benefícios em relação aos frutos não revestidos. O uso da fécula de mandioca reduziu a qualidade de aparência dos frutos, tornando-os menos atrativos e impróprios para consumo após 13 dias de armazenamento refrigerado. Os resultados contrastantes para os experimentos com as diferentes cultivares estão relacionados ao ponto de colheita dos frutos. A colheita de frutos que não estão no ponto ideal, como frutos imaturos, acelerou a senescência e redução na qualidade pós-colheita dos frutos, como observado para cv. Kampai.

No controle *in vitro* do fungo *Monilinia fructicola* os tratamentos forneceram melhores condições ao desenvolvimento do fungo, demonstrando que não há efeito fungitóxico. No controle *in vivo* o revestimento a base de fécula de mandioca com a adição de 15% de extrato aquoso de erva-mate é indicado para o controle da podridão parda, pois inibiu 100% o desenvolvimento da doença em pêssegos cv. Della Nona. Para pêssegos cv. Kampai, as menores incidências e índice de infecção foram observados para a maior dose do extrato de erva-mate, tanto para glicerol quanto para fécula de mandioca.

Quanto às enzimas envolvidas nos processos de defesa do fruto em relação ao patógeno, o uso de revestimentos promoveu o aumento da atividade de peroxidase, enzima envolvida na síntese de lignina e suberina e espessamento da parede celular, interferindo dessa maneira na infecção do patógeno.

O uso de revestimentos comestíveis nas formulações propostas na presente pesquisa torna-se viável para uso comercial apenas para a cv. Della Nona. Nessa cultivar, além de melhorar as qualidades físico-químicas, a fécula de mandioca com aditivo de extrato de erva-mate na dose de 15% foi eficiente no controle da podridão parda, principal doença de pós-colheita de pêssegos.



## 8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBASI, N. A.; IQBAL, Z.; MAQBOOL, M.; HAFIZ, I. A. Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by chitosan coating. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n. 1, p. 343-357, 2009.
- ABEBE, Z.; TOLA, Y. B.; MOHAMMED, A. Effects of edible coating materials and stages of maturity at harvest on storage life and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 8, p. 550-565, 2017.
- ALEKSIĆ, G.; POPOVIĆ, T.; MILOVANOVIĆ, P.; DOLOVAC, N.; GAVRILOVIĆ, V. Fungi diseases of peach. **Biljni Lekar (Plant Doctor)**, v. 38, n. 4/5, p. 299-310, 2010.
- ALI, A.; MUHAMMAD, M. T. M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food chemistry**, v. 124, n. 2, p. 620-626, 2011.
- ALLEGRA, A.; SORTINO, G.; INGLESE, P.; SETTANNI, L.; TODARO, A.; GALLOTA, A. The effectiveness of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating on post-harvest maintenance of 'Dottato' fig (*Ficus carica* L.) fruit. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 12, p. 135-141, 2017.
- ALMEIDA, G. K.; MAGRIN, F. P.; SOLDATELLI, P.; FIORAVANCO, J. Fenologia e produtividade de cultivares de pessegueiro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 3, p. 255-265, 2015.
- ALLOUI, H.; KHWALDIA, K. Natural Antimicrobial Edible Coatings for Microbial Safety and Food Quality Enhancement. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 6, p. 1080-1103, 2016.
- ARAÚJO, P. J. de. Manejo e conservação pós-colheita: Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pêssego. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. do B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa Clima Temperado, cap. 13, p. 318-339, 1998.
- ARRUDA, P. V. de; RODRIGUES, R.; FELIPE, M. G. A.. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n.16, p. 56-62, dez./jan. 2007.
- ASHIHARA, H.; YIN, Y.; KATAHIRA, R.; WATANABE, S.; MINURA, T.; SASAMOTO, H. Comparison of the formation of nicotinic acid conjugates in leaves of different plant species. **Plant physiology and biochemistry**, v. 60, p. 190-195, 2012.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Coberturas comestíveis sobre frutas e hortaliças: fundamentos e práticas. In: FERREIRA, M.D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. Cap. 2, p. 187-203.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações/Review: edible protective coatings for fruits: fundamentals and applications. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87, 2014.

ASSIS, O. B. G.; SILVA, V. L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228, 2003.

AZARAKHSH, N.; OSMAN, A.; GHAZALI, H. M.; TAN, C. P.; ADZAHAN, N. M. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v. 88, p. 1-7, 2014.

AZEREDO, H. M. C. de. Edible coatings. In: RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. **Advances in fruit processing technologies**. Boca Raton: CRC Press, 2012. Cap. 14, p. 345-362.

BAGGIO, J. S.; LOURENÇO, S. de A.; AMORIM, L. Eradicant and curative treatments of hexanal against peach brown rot. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 1, p. 72-76, 2014.

BARRERA, E.; GIL, J.; RESTREPO, A.; MOSQUERA, K.; DURANGO, D. A coating of chitosan and propolis extract for the postharvest treatment of papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiiiana). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 68, n. 2, p. 7667-7678, 2015.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFEKT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 369-389. 2010.

BASSETO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; KLUGE, R. A. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p.303–308, 2005

BEGUM, N.; PAUL, S. K.; PRASANNA KUMAR, G. V.; SAHU, J. K.; HUSAIN, S. A. Development of tulsi impregnated starch-based edible coating to extend the shelf-life of tomatoes. **The Pharma Innovation Journal**, v. 6, n. 9, p. 249-255, 2017.

BERTÉ, K. A. S.; BEUX, M. R.; SPADA, P. K. W. D. S.; SALVADOR, M.; HOFFMANN-RIBANI, R. Chemical composition and antioxidant activity of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) extract as obtained by spray drying. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 10, p. 5523-5527, 2011.

BERTRAND, C.; RAPOSO, M. F. D. J.; MORAIS, R. M. S. C. D.; MORAIS, A. M. M. B. D. Effects of different edible coatings on polyphenol oxidase activity and colour of fresh-cut apple during cold storage. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, v. 5, n. 2, p. 91-104, 2015.

BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; PETRI, J. L.; MARODIN, G. A. B.; MONTEIRO, L. B.; MAY-DE MIO, L. L.; MOTTA, A. C. Cultivares de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L. B.; MAY-DE MIO, L. L.; SERRAT, B. M. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. P. 5-32.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv “Pérola”). **Journal of Food Science**, v. 76, p.1, 2011.

BILL, M.; SIVAKUMAR, D.; KORSTEN, L.; THOMPSON, A. K. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. **Crop Protection**, v. 64, p. 159-167, 2014.

BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C.; DA SILVA, E. M. P.; PAIVA, F. F. Conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, 2013.

BORILLE, A. M. W.; REISSMANN, C. B.; FREITAS, R. J. S. de. Relação entre compostos fitoquímicos e nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **B. Ceppa**, v. 23, n. 1, p. 183-198. 2004.

BRACESCO, N.; SANCHEZ, A. G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: minireview. **Journal of ethnopharmacology**, v. 136, n. 3, p. 378-384, 2011.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p. 248-254, 1976.

BRISHTI, F. H.; MISIR, J.; SARKER, A. Effect of biopreservatives on storage life of papaya (*Carica papaya* L.). **International Journal of Food Studies**, v.2, n. 1, p. 126-136, 2013.

BURRIS, K. P.; DAVIDSON, P. M.; STEWART JUNIOR, C. N.; ZIVANOVIC, S.; HARTE, F. M. Aqueous extracts of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) as a natural antimicrobial against *Escherichia coli* O157: H7 in a microbiological medium and pH 6.0 apple juice. **Journal of food protection**, v. 75, n. 4, p. 753-757, 2012.

BUZBY, J. C., H. F. W.; HYMAN, J. **The Estimated Amount, Value, and Calories of Postharvest Food Losses at the Retail and Consumer Levels in the United States**, EIB-121, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, fev. 2014. Disponível em: < [https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43833/43680\\_eib121.pdf](https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43833/43680_eib121.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2017.

BUZBY, J. C.; HYMAN, J. Total and per capita value of food loss in the United States. **Food Policy**, v. 37, n. 5, p. 561-570, 2012.

CAGRI, A.; USTUNOL, Z.; RYSER, E. T. Antimicrobial edible films and coatings. **Journal of food protection**, v. 67, n. 4, p. 833-848, 2004.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. John Wiley & Sons., 1990.

- CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 554-560, 2011.
- CAPRIOLI, I.; LAFUENTE, M. T.; RODRIGO, M. J.; MENCARELLI, F. Influence of postharvest treatments on quality, carotenoids, and abscisic acid content of stored “Spring Belle” peach (*Prunus persica*) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 15, p. 7056-7063, 2009.
- CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; HAUAGGE, R.; GONÇALVES, S. L.; RICCE, W. D. S. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1040-1044, 2008.
- CARVALHO FILHO, C. D.; HONORIO, S. L.; GIL, J. M. Propriedades mecânicas de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés cobertas com emulsão de cera de carnaúba e zeína. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.1, p.23-36,2005.
- CARVALHO, F.L.C. (Ed.). **Pessegueiro**. Brasília DF: Embrapa, 2014. p. 635-651.
- CASTRO, M.; MANTUANO, M. I.; COLOMA, J. L.; SANTACRUZ, S. Utilisation of Cassava Starch Edible Films containing Salicylic Acid on Papaya (*Carica papaya* L.) Preservation. **Revista Politécnica-Abril**, v. 39, n. 1, 2017.
- CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2000.
- CHALLIOL, M. A.; MAY-DE MIO, L. L.; CUQUEL, F. L.; MONTEIRO, L. B.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Elaboração de escala diagramática para furo-de-bala e avaliação de doenças foliares em dois sistemas de produção de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 391-396, dez. 2006
- CHEN, C.; PENG, X.; ZENG, R.; CHEN, M.; WAN, C.; CHEN, J. Ficus hirta fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for Nanfeng mandarin preservation. **Scientia horticulturae**, v. 202, p. 41-48, 2016.
- CHIABRANDO, V.; GIACALONE, G. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. **Italian Journal of Food Science**, v. 27, n. 2, p. 173, 2015.
- CHIN, S.; SHAW, J.; HARBELE, R.; WEN, J.; POTTER, D. Diversification of almonds, peaches, plums and cherries—molecular systematics and biogeographic history of *Prunus* (Rosaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 76, p. 34-48, 2014.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785p.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food Hydrocolloids**, v. 38, p. 20-27, 2014.

CHIUMARELLI, M.; PEREIRA, L. M.; FERRARI, C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I.; HUBINGER, M. D. Cassava Starch Coating and Citric Acid to Preserve Quality Parameters of Fresh-Cut “Tommy Atkins” Mango. **Journal of food science**, v. 75, n. 5, 2010.

CITADIN, I. O cultivo do pessegueiro no Paraná. In: RASERIA, M.C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CONTE, R. I.; RIBEIRO, R. T. da S. Controle de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig), causador da antracnose na cultura do pêssego, com o óleo essencial de *Eucalyptus globulus* Labill., *Cinnamomum camphora* Nees & Eberm var. *linaloolífera fujita* e *Cimbopogum citratus* (DC) stapf. In: Encontro de Jovens Pesquisadores, 8, Caxias do Sul, RS. **Anais...** Caxias do Sul, RS: Universidade de Caxias do Sul, 2010.

CRISOSTO, C. H.; CRISOSTO, G. M. Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, n. 3, p. 239-246, 2005.

CRISOSTO, C. H.; VALERO, D. Harvesting and Postharvest Handling of Peaches for the Fresh Market. In: LAYNE, D.; BASSI, D. **The Peach: Botany, Production and Uses**. Oxford: CAB International, cap. 22, p. 575-596, 2008.

CRISOSTO, C.H. Peach quality and postharvest technology. **Acta Horticulturae**, v. 713, p. 479-488, 2006.

DANG, K. T.; SINGH, Z.; SWINNY, E. E. Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 1361-1370, 2008.

DAVIDSON, P. M.; CRITZER, F. J.; TAYLOR, T. M. Naturally occurring antimicrobials for minimally processed foods. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 4, p. 163-190, 2013.

DELGADO, C.; CRISOSTO, G. M.; HEYMANN, H.; CRISOSTO, C. H. Determining the primary drivers of liking to predict consumers' acceptance of fresh nectarines and peaches. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 4, 2013.

DHALL, R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 53, n. 5, p. 435-450, 2013.

DONG, F.; WANG, X. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 104, p. 821-826, 2017.

DROGOUDI, P.; PANTELIDIS, G. E.; GOULAS, V.; MANGANARIS, G. A.; ZIOGAS, V.; MANGANARIS, A. The appraisal of qualitative parameters and antioxidant contents during

postharvest peach fruit ripening underlines the genotype significance. **Postharvest Biology and Technology**, v. 115, p. 142-150, 2016.

DURAN, M.; ADAY, M. S.; ZORBA, N. N. D.; TEMIZKAN, R.; BÜYÜKCAN, M. B.; CANER, C. Potential of antimicrobial active packaging ‘containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating’ to extend shelf life of fresh strawberry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 98, p. 354-363, 2016.

EÇA, K. S., SARTORI, T., MENEGALLI, F. C. Films and edible coatings containing antioxidants – a review. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.2, p. 98-112, 2014.

EL-ANANY, A. M.; HASSAN, G. F. A.; ALI, F. R. Effects of edible coatings on the shelf-life and quality of Anna apple (*Malus domestica* Borkh) during cold storage. **Journal of Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 5-11, 2009.

EL-MASSRY, K. F.; EL-GHORAB, A. H.; SHAABAN, H. A.; SHIBAMOTO, T. Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 12, p. 5265-5270, 2009.

EUM, H. L.; HWANG, D. K.; LINKE, M.; LEE, S. K.; ZUDE, M. Influence of edible coating on quality of plum (*Prunus salicina* Lindl. cv. ‘Sapphire’). **European Food Research and Technology**, v. 229, n. 3, p. 427-434, 2009.

FABIANE, K. C. **Reação de pessegueiros a *Monilinia fruticola* (wint.) Honey e sua relação com os componentes bioquímicos**. 2011. 139p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2011.

FAGUNDES, C.; PALOU, L.; MONTEIRO, A. R.; PÉREZ-GAGO, M. B. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. **Postharvest biology and technology**, v. 92, p. 1-8, 2014.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57-64, 2015.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of United Nations. **Production of crops**. Statistics Division. Rome: 2014.

FENG, X.; WANG, B.; LI, W.; SHI, L.; CAO, J.; JIANG, W. Preharvest application of phellodendron bark extracts controls brown rot and maintains quality of peento-shaped peach. **HortScience**, v. 43, n. 6, p. 1857-1863, 2008.

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

FERREIRA, M. D., SPRICIGO, P. C. Colorimetria – princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M.D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. Cap. 1, p. 209-220.

FERRER, A.; REMÓN, S.; NEGUERUELA, A. I.; ORIA, R. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. **Scientia Horticulturae**, v. 105, n. 4, p. 435-446, 2005.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. **Silver Spring**. 2015. Disponível em: <  
<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

FORATO, L.A., ASSIS, O.B.G., BERNARDES FILHO, R. Revestimentos comestíveis protetores em Frutas e Hortaliças. In: FERREIRA, M.D. **Tecnologia em pós-colheita de frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. Cap. 11, p. 207-218.

FORTES, J. F. et al. Sintomatologia e controle das principais doenças. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI, p. 243-264, 1998.

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

GAD, M. M.; ZAGZOG, O. A.; HEMEDA, O. M. Development of Nano-Chitosan Edible Coating for Peach Fruits Cv. Desert Red. **International Journal of Environment**, v. 5, n. 4, p. 43-55, out./dez. 2016.

GALUS, S.; KADZIŃSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, L.; CLAIRE, I. G.; HUBINGER, M. D. Effect of Antimicrobial Starch Edible Coating on Shelf-Life of Fresh Strawberries. **Packaging Technology and Science**, v. 25, n. 7, p. 413-425, 2012.

GARDESH, A. S. K.; BADIJ, F.; HASHEMI, M.; ARDAKANI, A. Y.; MAFTOONAZAD, N.; GORJI, A. M. Effect of nanochitosan based coating on climacteric behavior and postharvest shelf-life extension of apple cv. Golab Kohanz. **LWT-Food Science and Technology**, v. 70, p. 33-40, 2016..

GAUILLARD, F.; RICHARD-FORGET, F.; NICOLAS, J. New espectrophotometriassay for polyphenol oxidase activity. **Activity Biochemistry**, New York, v.215, p 59-65, 1993.

GENEVOIS, C. E.; DE ESCALADA PLA, M. F.; FLORES, S. K. Application of edible coatings to improve global quality of fortified pumpkin. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 33, p. 506-514, 2016.

GERHARDT, M. **História ambiental da erva-mate**.2013. 290p. Tese (Doutorado em História, Centro de Filosofia e Ciências Humanas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

GIULIANO, G.; BARTLEY, G.E.; SCOLNIK, P.A. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development. **Plant Cell**, v. 5, p. 379–387, 1993.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

GONTARD, N.; THIBAUT, R.; CUQ, B.; GUILBERT, S. Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities of edible films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 4, p. 1064-1069, 1996.

GUERRA, I. C. D.; OLIVEIRA, P. D. L.; SANTOS, M. M. F.; LÚCIO, A. S. S. C.; TAVARES, J. F.; BARBOSA-FILHO, J. M.; SOUZA, E. L. The effects of composite coatings containing chitosan and *Mentha (piperita L. or x villosa Huds)* essential oil on postharvest mold occurrence and quality of table grape cv. Isabella. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 34, p. 112-121, 2016.

GUILLÉN, F.; DÍAZ-MULA, H. M.; ZAPATA, P. J.; VALERO, D.; SERRANO, M.; CASTILLO, S.; MARTÍNEZ-ROMERO, D. Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. **Postharvest biology and technology**, v. 83, p. 54-57, 2013.

GUSTAVSSON, J. Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. In: International Congress Save Food at Interpark2011, 1, 2011, Düsseldorf. **Study conducted**. Düsseldorf: FoodandAgricultureOrganization, 2009. p. 1-38.

HASSANPOUR, H. Effect of Aloe vera gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. **LWT-Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 495-501, 2015.

HAZRATI, M. K.; HADIPOUR, Nasser L. Adsorption behavior of 5-fluorouracil on pristine, B-, Si-, and Al-doped C60 fullerenes: A first-principles study. **Physics Letters A**, v. 380, n. 7, p. 937-941, 2016.

HAZRATI, S.; KASHKOOL, A. B.; HABIBZADEH, F.; TAHMASEBI-SARVESTANI, Z.; SADEGHI, A. R. Evaluation of Aloe vera Gel as an Alternative Edible Coating for Peach Fruits During Cold Storage Period. **Beurteilung von Aloe-vera-Gel als alternative essbare Beschichtung für Pfirsichfrüchte während der kalten Lagerphase**. **Gesunde Pflanzen**, v. 69, n. 3, p. 131-137, 2017.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 138-151, 2007.



IBRAHIM, M. A.; SHAROBA, A. M.; EL WASEIF, K. H.; EL MANSY, H. A.; EL TANAHY, H. H. Effect of Edible Coating by Chitosan with Lemongrass and Thyme Oils on Strawberry Quality and Shelf Life during Storage. **Journal of Food Technology and Nutrition Science**, v. 3, n. 7, 2017.

IGLESIAS, I.; ECHEVERRÍA, G. Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. **Scientia Horticulturae**, v. 120, n. 1, p. 41-50, 2009.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ISOLABELLA, S.; COGOI, L.; LÓPEZ, P.; ANESINI, C.; FERRARO, G.; FILIP, R. Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. **Food Chemistry**, v. 122, n. 3, p. 695-699, 2010.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, 2009.

JAMARILLO, C.M.; GONZÁLEZ-SELIGRA, P.; GOYANES, S.; BERNAL, C.; FAMÁ, L. Biofilms based on cassava starch containing extract of yerba mate as antioxidant and plasticizer. **Starch**, n. 67, p.780-789, 2015.

JARAMILLO, C. M.; GUTIÉRREZ, T. J.; GOYANES, S.; BERNAL, C.; FAMÁ, L. Biodegradability and plasticizing effect of yerba mate extract on cassava starch edible films. **Carbohydrate polymers**, v. 151, p. 150-159, 2016.

JIN, P.; SHANG, H.; CHEN, J.; ZHU, H.; ZHAO, Y.; ZHENG, Y. Effect of 1-Methylcyclopropene on Chilling Injury and Quality of Peach Fruit during Cold Storage. **Journal of food science**, v. 76, n. 8, p. 485-491, 2011.

JORGE, L. A. C.; GONÇALVES, D.; OYAMA, P. I. C.; FERREIRA, M. D. Uso de sistemas de imagem para classificação de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. **Tecnologia pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação. 2011. Cap. 7, p. 125-157.

KARACA, H.; PÉREZ-GAGO, M. B.; TABERNER, V.; PALOU, L. Evaluating food additives as antifungal agents against *Monilinia fructicola* *in vitro* and in hydroxypropyl methylcellulose–lipid composite edible coatings for plums. **International journal of food microbiology**, v. 179, p. 72-79, 2014.

KESKE, C.; AMORIM, L.; BIASI, L. A.; MAY-DE MIO, L. L. Queima das flores e podridão parda em pessegueiro sob sistema de cultivo orgânico. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1682-1688, 2010.

- KIM, M. J.; KIM, M. J.; PERKINS-VEAZIE, P.; MA, G.; FERNANDEZ, G. Shelf life and changes in phenolic compounds of organically grown blackberries during refrigerated storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 110, p. 257-263, 2015.
- KUMAR, P.; SETHI, S.; SHARMA, R. R.; SRIVASTAV, M.; VARGHESE, E. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 104-109, 2017.
- LACERDA-LEMO, O.; HOJO REBOUÇAS, T. N.; SAO JOSÉ, A. R.; TEXEIRA RODRIGUES VILA, M.; SANTIAGO SILVA, K. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, v. 66, n. 4, 2007.
- LARENA, I.; TORRES, R., DE CAL, A., LIÑAIN, M., MELGAREJO, P., DOMENICHINI, P.; USALL, J. Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. **Biological Control**, v. 32, n. 2, p. 305-310, 2005.
- LAUXMANN, Martin A.; BORSANI, J.; OSORIO, S.; LOMBARDO, V. A.; BUDDE, C. O.; BUSTAMANTE, C. A.; LARA, M. V. Deciphering the metabolic pathways influencing heat and cold responses during post-harvest physiology of peach fruit. **Plant, cell & environment**, v. 37, n. 3, p. 601-616, 2014.
- LAYNE, D. R.; BASSI, D. **The Peach: Botany, Production and Uses**. 1 ed. Oxfordshire: CABI, 2008. 615p.
- LI, X.; MENG, X. Q.; JIA, H. J.; YU, M. L.; MA, R. J.; WANG, L. R. Peach genetic resources: diversity, population structure and linkage disequilibrium. **BMC genetics**, v. 14, n. 1, p. 84-100, 2013.
- LIU, X.; WILLIAMS, C. E.; NEMACHECK, J. A.; WANG, H.; SUBRAMANYAM, S.; ZHENG, C.; CHEN, M. S. Reactive oxygen species are involved in plant defense against a gall midge. **Plant physiology**, v. 152, n. 2, p. 985-999, 2010.
- LOPES, A. R. **Caracterização de soluções poliméricas para aplicação em revestimentos para a conservação de produtos alimentares**. 2016. 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.
- LU, L. F.; XU, S. X.; ZENG, L.; ZHENG, Z.; YU, X. D. *Rhodosporidium paludigenum* induced resistance in Ponkan mandarin against *Penicillium digitatum* requires ethylene-dependent signaling pathway. **Postharvest Biology and Technology**, v. 97, p. 93–101, 2014.
- LUVIELMO, de M.; LAMAS, M. V. S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15. 2012.
- MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. Aspectos da produção e mercado do pêsego no Brasil. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

MAHAJAN, P. V.; CALEB, O. J.; SINGH, Z.; WATKINS, C. B.; GEYER, M. Postharvest treatments of fresh produce. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 372, n. 2017, p. 20130309, 2014.

MANNOZZI, C.; CECCHINI, J. P.; TYLEWICZ, U.; SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; LANCIOTTI, R.; ROMANI, S. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. **LWT-Food Science and Technology**, v. 85, p. 440-444, nov. 2016.

MARTIN, J. G. P.; PORTO, E.; DE ALENCAR, S. M.; DA GLÓRIA, E. M.; CORRÊA, C. B.; CABRAL, I. S. R. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Revista Argentina de microbiologia**, v. 45, n. 2, p. 93-98, 2013.

MARTÍN, L.; BERNARDI, C.; PIAGENTINI, A. M. Inhibición de La actividad de La enzima polifenoloxidasa de manzana var. 'Princesa' com extractos de yerba mate. In: Acta Del XVIII Jornadas de Jóvenes Investigadores, 8, 2010, Santa Fé. **Acta**. Santa Fé, Argetine: Asociación de Universidades Grupo Montevideo, 2010. p. 978- 987.

MARTÍN-DIANA, A. B.; RICO, D.; BARRY-RYAN, C. Green tea extract as a natural antioxidant to extend the shelf-life of fresh-cut lettuce. **Innovative food science & emerging technologies**, v. 9, n. 4, p. 593-603, 2008.

MARTÍNEZ-ROMERO, D.; ZAPATA, P. J.; GUILLÉN, F.; PALADINES, D.; CASTILLO, S.; VALERO, D.; SERRAMO, M. The addition of rosehip oil to Aloe gels improves their properties as postharvest coatings for maintaining quality in plum. **Food chemistry**, v. 217, p. 585-592, 2017.

MARTINS, M. C.; LOURENÇO, S. A.; GUTIERREZ, A. S.; JACOMINO, A. P.; AMORIM, L. Quantificação de danos pós-colheita em pêssegos no mercado atacadista de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 5-10, fev. 2006 .

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JÚNIOR, O.D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato': 2. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.409-413, 2003.

MAY-DE MIO, L. L.; MOREIRA, L. M.; MONTEIRO, L. B.; JUSTINIANO JÚNIOR, P. R. Infecção de *Monilinia fructicola* no período da floração e incidência de podridão parda em frutos de pessegueiro em dois sistemas de produção. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 173-180, 2008.

MEHRABI, R.; BAHKALI, A. H.; ABD-ELSALAM, K. A.; MOSLEM, M.; BEM M'BAREK, S.; GOHARI, A. M.; WIT, P. J. Horizontal gene and chromosome transfer in plant pathogenic fungi affecting host range. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 35, n. 3, p. 542-554, 2011.

MIRTO, A.; IANNUZZI, F.; CARILLO, P.; CIARMIELLO, L. F.; WOODROW, P.; FUGGI, A. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.)

Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions. **Food Chemistry**, v. 240, p. 559-566, 2018.

MO, Y.; GONG, D.; LIANG, G.; HAN, R.; XIE, J.; LI, W. Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during post-harvest storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 15, p. 2693-2699, 2008.

MORAIS, E. C.; STEFANUTO, A.; KLEIN, G. A.; BOAVENTURA, B. C.; DE ANDRADE, F.; WAZLAWIL, E.; SILVA, E. L. Consumption of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) improves serum lipid parameters in healthy dyslipidemic subjects and provides an additional LDL-cholesterol reduction in individuals on statin therapy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 18, p. 8316-8324, 2009.

NAIR, M. S.; SAXENA, A.; KAUR, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, v. 240, p. 245-252, 2018.

NANDANE, A. S.; DAVE, R. K.; RAO, T. V. R. Optimization of edible coating formulations for improving postharvest quality and shelf life of pear fruit using response surface methodology. **Journal of food science and technology**, v. 54, n. 1, p. 1-8, 2017.

NAVA, G. A. **Desenvolvimento floral e frutificação de pessegueiros (*Prunus persica* (L.) Bastch) cv. Granada, submetidos a distintas condições térmicas durante o período de pré-floração e floração.** 2007. 175p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.

NEGRI, G. **Controle da podridão parda em pessegueiro conduzido em sistema orgânico e produção do antagonista *Trichothecium roseum*.** 2007. 147p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba PR, 2007.

NEVES, G. L. **Impacto das mudanças climáticas globais na disponibilidade hídrica do solo no município de Ponta Grossa, PR.** 2014. 40p. Monografia (Pós-graduação em Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014.

NUNES, E. E.; BOAS, V.; MONTEIRO, B.; CARVALHO, G. L. D.; SIQUEIRA, H. H. D.; LIMA, L. C. D. O. Shelf-life of peaches 'Aurora 2' stored in modified atmosphere and refrigeration. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 438-440, 2004.

NUNES, M. C. do N. **Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables.** 1 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. 480p.

NUNES, M. C. N.; DEA, S. Bioactive compounds in strawberry fruit exposed to optimum and sub-optimum relative humidity. In: **XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): II** 1117. 2014. p. 231-236.

OLIVEIRA, S. V. de; WAQUIL, P. D. Dynamics of production and commercialization of yerba mate in Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 750-756, 2015.

OLIVEIRA, T. A.; PAIVA, C. A.; SILVA, A. C.; COSTA, T. L. E.; NASCIMENTO, L. V.; LEITE, L. H.; ARROUCHA, E. M. M. Tommy Atkins mango (*Mangifera indica* L.) postharvest quality with cassava starch, chitosan and pectin based coatings. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 29, p. 1596-1610, 2017.

OREGEL-ZAMUDIO, E.; ANGOA-PÉREZ, M. V.; OYOQUE-SALCEDO, G.; AGUILAR-GONZÁLEZ, C. N.; MENA-VIOLANTE, H. G. Effect of candelilla wax edible coatings combined with biocontrol bacteria on strawberry quality during the shelf-life. **Scientia Horticulturae**, v. 214, p. 273-279, 2017.

ORIANI, V. B., MOLINA, G.; CHIUMARELLI, M.; PASTORES, G. M.; HUBINGER, M. D. Properties of Cassava Starch-Based Edible Coating Containing Essential Oils. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 2, p. 777-780, 2014.

PALOU, L.; CRISOSTO, C. H.; SMILANICK, J. L.; ADASKAVEG, J. E.; ZOFFOLI, J. P. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, n. 1, p. 39-48, 2002.

PARK, H. J.; BYUN, Y. J.; KIM, Y. T.; WHITESIDE, W. S.; BAE, H. J. Processes and Applications for Edible Coating and Film Materials from Agropolymers. In: **Advances in fruit processing technologies**. Boca Raton: CRC Press, 2014. Cap. 10, p. 257-275.

PASCALL, M. A.; LIN, S. J. The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. **Food Processing & Technology**, v. 4, n. 2, p. 100-116. 2013.

PAVANELLO, E. P. **Silício no manejo pré e pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) no pessegueiro**. 2016. 155p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

PAVANELLO, E. P.; BRACKMANN, A.; COSTA, I. F. D. D.; BOTH, V.; LUDWIG, V. Use of sodium metasilicate for management of peach brown rot. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2016.

PAVLATH, A. E.; ORTIS, W. Edible films and coatings: Why, What and How? In: EMBUSCADO, M. E.; HUBER, K. C. **Edible Films and Coatings for Food Application**. 1 ed. Nova Iorque: Springer, 2009. v. 1, cap. 1, p. 1- 24.

PAZ, P.; SÁNCHEZ, M. T.; PÉREZ-MARÍN, D.; GUERRERO, J. E.; GARRIDO-VARO, A. Nondestructive determination of total soluble solid content and firmness in plums using near-infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 8, p. 2565-2570, 2008.

PAZOLINI, K.; DOS SANTOS, I.; GIARETTA, R. D.; MARCONDES, M. M.; REINER, D. A.; CITADIN, I. The use of brassica extracts and thermotherapy for the postharvest control of brown rot in peach. **Scientia Horticulturae**, v. 209, p. 41-46, 2016.

PEREIRA, G. da S.; MACHADO, F. L. de C.; COSTA, J. M. C. da. Quality of 'Valencia Delta' orange after degreening and coating with wax. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 10, p. 936-940, out. 2016.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. D.; BISPO, A. D. R.; SANTOS, D. D.; SANTOS, S. D.; SANTOS, V. D. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PERETTO, G.; DU, W. X.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; BERRIOS, J. D. J.; SAMBO, P.; MCHUGH, T. H. Electrostatic and conventional spraying of alginate-based edible coating with natural antimicrobials for preserving fresh strawberry quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 1, p. 165-174, 2017.

PIROVANI, M. E.; PIAGENTINI, A. M.; VAN DE VELDE, F.; GUPTA, V. K.; TUOHY, M. G.; O'DONOVAN, A.; LOHANI, M. Bioactive compounds in fresh-cut fruits: Occurrence and impact of processing and cold storage. In: GUPTA, V. K.; TUOHY, M. G.;

O'DONOVAN, A.; LOHANI, M. (Ed.). **Biotechnology of Bioactive Compounds: Sources and Applications**. John Wiley & Sons, 2015, cap. 2, p. 37-64.

PONCE, A. G.; ROURA, S. I.; DEL VALLE, C. E.; MOREIRA, M. R. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: in vitro and in vivo studies. **Postharvest biology and technology**, v.49, n. 2, p. 294-300, 2008.

PONCE-VALADEZ, M.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; VILLA-HERNÁNDEZ, J. M.; LEÓN-SÁNCHEZ, F. D.; RIVERA-CABRERA, F.; ALIA-TEJACAL, I.; PÉREZ-FLORES, L. J. Effect of refrigerated storage (12.5 C) on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit flavor: A biochemical and sensory analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 6-14, 2016.

PROTAS, J. F. da S.; MADAIL, J. C. M. **Sistemas de produção de pêssego de mesa na Região da Serra Gaúcha**. 3 ed. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003.

Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

QI, H.; HU, W.; JIANG, A.; TIAN, M.; LI, Y. Extending shelf-life of fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 12, n. 1, p. 62-66, 2011.

QUEIROZ, H. T. **Caracterização de genótipos de pessegueiros e ameixeiras na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul**. 2014. 82p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

RADI, M.; FIROUZI, E.; AKHAVAN, H.; AMIRI, S. Effect of Gelatin-Based Edible Coatings Incorporated with Aloe vera and Black and Green Tea Extracts on the Shelf Life of Fresh-Cut Oranges. **Journal of Food Quality**, v. 2017, p. 1-10. 2017.

RASEIRA, M. C. B.; BONIFACIO, H. Peach breeding program in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, v.713, p. 93-98, 2006.

RASEIRA, M. do C. B. Pêssego cultivar BRS Libra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1-2, dez. 2010.

REIS, L. C. B.; SOUZA, C. O.; SILVA, J. B. A.; MARTINS, A. C.; NUNES, I. L.; DRUZIAN, J. I. Active biocomposites of cassava starch: the effect of yerba mate extract and mango pulp as antioxidant additives on the properties and the stability of a packaged product. **Food and Bioproducts Processing**, v. 94, p. 382-391, 2015.

RODRIGUEZ-GARCIA, I.; CRUZ-VALENZUELA, M. R.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; MOCTEZUMA, E.; GUTIERREZ-PACHECO, M. M.; AVALA-ZAVALA, J. F. Oregano (*Lippia graveolens*) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 11, p. 3772-3778, 2016.

ROSSATO, S. B. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch)**. 2009. 61p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

ROTA, E.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Cultivo da erva-mate**. 1 ed. Embrapa Florestas: Colombo, PR. 2005. 46p.

RUELAS-CHACON, X.; CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C.; MONTAÑEZ, J.; AGUILERA-CARBO, A. F.; REYES-VEGA, M. L.; PERALTA-RODRIGUEZ, R. D.; SANCHÉZ-BRAMBILA, G. Guar Gum as an Edible Coating for Enhancing Shelf-Life and Improving Postharvest Quality of Roma Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Food Quality**, p. 1-9, 2017.

SABA, M. K.; SOGVAR, O. B. Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. **LWT-Food Science and Technology**, v. 66, p. 165-171, 2016.

SABERI, B.; GOLDING, J. B.; MARQUES, J. R.; PRISTIJONO, P.; CHOCKCHAIWASDEE, S.; SCARLETT, C. J.; STATHOPOULOS, C. E. Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of 'Valencia' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 137, p. 9-20, 2018.

SALINAS-ROCA, B.; SOLIVA-FORTUNY, R.; WELTI-CHANES, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Combined effect of pulsed light, edible coating and malic acid dipping to improve fresh-cut mango safety and quality. **Food Control**, v. 66, p. 190-197, 2016.

SANTANA, A. I. E. **Aplicação de revestimentos comestíveis à base de quitina desacetilada extraída de subprodutos da indústria de pescado em maçã Fuji de IV gama**. 2012. 170p. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) – Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 2012.

SANTORO, K.; MAGHENZANI, M.; CHIABRANDO, V.; BOSIO, P.; GULLINO, M. L.; SPADARO, D.; GIACALONE, G. Thyme and Savory Essential Oil Vapor Treatments Control Brown Rot and Improve the Storage Quality of Peaches and Nectarines, but Could Favor Gray Mold. **Foods**, v. 7, n. 1, p. 7, 2018.

SANTOS, C. O.; TRINDADE, S. C.; SILVEIRA, M. L. R.; SANTOS, R. O.; SAUTTER, C. K. Caracterização, teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em diferentes tipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) para chimarrão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 1, p. 77-86, 2015.

SANTOS, E. C. **Vida útil pós-colheita de mamão Formosa ‘Tainung 01’ tratado com 1-Metilciclopropeno**. 2008. 95 f. Tese (Agricultura Tropical) – Universidade Federal do SemiÁrido, Mossoró, RN, 2008.

SANTOS, J. dos; RASEIRA, M. do C. B.; ZANANDREA, I. Resistência à podridão parda em pessegueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 219-225, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Produtos Florestais: Erva-Mate**, dez. 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/Erva\\_Mate\\_2013\\_2014.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/Erva_Mate_2013_2014.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SERRANO, M.; DÍAZ-MULA, H. M.; VALERO, D. Antioxidant compounds in fruits and vegetables and changes during postharvest storage and processing. **Stewart Postharvest Review**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2011.

SHAH, U.; NAGASH, F.; GANI, A.; MASOODI, F. A. Art and science behind modified starch edible films and coatings: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 3, p. 568-580, 2016.

SHINYA, P.; CONTADOR, L.; PREDIERI, S.; RUBIO, P.; INFANTE, R. Peach ripening: segregation at harvest and postharvest flesh softening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 472-478, 2013.

SHULAEV, V.; KORBAN, S. S.; SOSINSKI, B.; ABBOTT, A. G.; ALDWINCKLE, H. S.; FOLTA, K. M.; LEWERS, K. Multiple models for Rosaceae genomics. **Plant Physiology**, v. 147, n. 3, p. 985-1003, jul. 2008.

SILVA, J. F. M.; MALTA, C. M.; PELUZZIO, J. M.; FARACO, A.; PRADO, G.; MADEIRA, J. E. G. C.; PIMENTA, R. S. Use of glycerol coating to control aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in peanut grains. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 36, n. 2, 2015.

SILVA, R. D. A.; BUENO, A. L. S.; GALLON, C. W.; GOMES, L. F.; KAISER, S.; PAVEL, C.; JAHN, M. P. The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male Wistar rats. **Fitoterapia**, v. 82, n. 6, p. 818-826, 2011.



SIQUEIRA, A. P. de O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 2012.

SNOWDON, A. L. **Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables: Volume 1: General Introduction and Fruits**. CRC Press, 2008.

SOARES, N. D. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 281-289, 2011.

SOUZA, D. C. de. **Progresso temporal e padrão espacial de epidemias da podridão parda do pessegueiro**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006.

SOUZA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; DE SOUZA, A. E.; DA COSTA, A. R.; DE FERREIRA, G. S.; BEZERRA NETO, F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 235-239, 2009.

SPADONI, A.; CAPPELLIN, L.; NERI, F.; ALGARRA-ALARCON, A.; ROMANO, A.; GUIDARELLI, M.; MARI, M. Effect of hot water treatment on peach volatile emission and *Monilinia fructicola* development. **Plant Pathology**, v. 64, n. 5, p. 1120-1129, 2015.

TAGHVAEI, M.; JAFARI, S. M. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 3, p. 1272-1282, 2015.

TAREEN, M. J.; ABBASI, N. A.; HAFIZ, I. A. Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' fruit during storage. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p.221-228. 2012.

TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S.; MBILI, N.; MDITSHWA, A. Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 201-207, 2017.

THOMAS, A. B.; NASSUR, R. D. C. M. R.; BOAS, A. C. V.; LIMA, L. C. D. O. Cassava starch edible coating incorporated with propolis on bioactive compounds in strawberries. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 1, p. 87-96, 2016.

TIMM, C. R. F. **Propagação de porta-enxertos de pessegueiro por miniestacas herbáceas**. 2011. 65p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. 2011.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 1-14, 2008.

TOMÁNKOVÁ, K.; LUHOVÁ, L.; PETŘIVALSKÝ, M.; PEČ, P.; LEBEDA, A. Biochemical aspects of reactive oxygen species formation in the interaction between *Lycopersicon* spp. and *Oidium neolycopersici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 68, n. 1-3, p. 22-32, 2006.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPIN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 9, p. 853-876, 2001.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GIL, M. I.; CREMIN, P.; WATERHOUSE, A. L.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A. A. HPLC– DAD– ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4748-4760, 2001.

TORRES, M. A.; JONES, J. D.; DANGL, J. L. Reactive oxygen species signaling in response to pathogens. **Plant physiology**, v. 141, n. 2, p. 373-378, 2006.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; REYES, A. E. L.; SARRIES, G. A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Fresh peach and cherries: world markets and trade**. 2017. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/StoneFruit.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

URBANEK, H.; KUZNIAK-GEBAROWSKA, E.; HERKA H. Elicitation of defense responses in bean leaves by *Botrytis cinerea* polygalacturonase. **Acta Physiologia Plantarum** v. 13, p. 43-50. 1991.

VALDÉS, A.; RAMOS, M.; BELTRÁN, A.; JIMÉNEZ, A.; GARRIGÓS, M. C. State of the Art of Antimicrobial Edible Coatings for Food Packaging Applications. **Coatings**, v. 7, n. 4, p. 56, 2017.

VALENZUELA, C.; TAPIA C.; LÓPEZ, L.; BUNGER, A.; ESCALONA, V.; ABUGOCH, L. Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 18, n. 6, p. 406-411, 2015.

VALERO, D.; DÍAZ-MULA, H. M.; ZAPATA, P. J.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; SERRANO, M. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality**, v. 77, P. 1-6, 2013.

VALERO, D.; SERRANO, M. **Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality**. 1 ed. Portland: CR Press, 2010. 287p.

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L.; HAARD, N. F. Polyphenol oxidases and peroxidases in fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 49-127, 2012.

- VÁZQUEZ-CELESTINO, D.; RAMOS-SOTELO, H.; RIVERA-PASTRANA, D. M.; VÁZQUEZ-BARRIOS, M. E.; MERCADO-SILVA, E. M. Effects of waxing, microperforated polyethylene bag, 1-methylcyclopropene and nitric oxide on firmness and shrivel and weight loss of 'Manila' mango fruit during ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 398-405, 2016.
- VERSINO, F.; LOPEZ, O. V.; GARCIA, M. A.; ZARITZKY, N. E. Starch-based films and food coatings: An overview. **Starch-Stärke**, v. 68, n. 11-12, p. 1026-1037, 2016.
- VIEIRA, J. M.; FLORES-LÓPEZ, M. L.; RODRÍGUEZ, D. J.; SOUSA, M. C.; VICENTE, A. A.; MARTINS, J. T. Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 116, p. 88-97, 2016.
- VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. D. F., ANDRADE, N. J., PUSCHMANN, R., MINIM, V. P.; CRUZI. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 52, n. 300, 2005.
- VIZZOTTO, M.; ANTUNES, P.; BRACKMANN, A.; DALBOSCO, V. Aplicação de cálcio em pré-colheita na conservação de pêssego [*Prunus persica* (L.) Batsch.], cv. Chiripá. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 31-35. 2002.
- WANG, X.; MATETIC, M.; ZHOU, H.; ZHANG, X.; JEMRIC, T. Postharvest quality monitoring and variance analysis of peach and nectarine cold chain with multi-sensors technology. **Applied Sciences**, v. 7, n. 2, p. 133, 2017.
- WEN, A.; DELAQUIS, P.; STANICH, K.; TOIVONEN, P. Antilisterial activity of selected phenolic acids. **Food Microbiology**, v. 20, n. 3, p. 305-311, 2003.
- WON, J. S.; LEE, S. J.; PARK, H. H.; SONG, K. B.; MIN, S. C. Edible Coating Using a Chitosan-Based Colloid Incorporating Grapefruit Seed Extract for Cherry Tomato Safety and Preservation. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 1, p. 138-146, 2018.
- WU, Y.; DUAN, X.; JING, G.; OUYANG, Q.; TAO, N. Cinnamaldehyde inhibits the mycelial growth of *Geotrichum citri-aurantii* and induces defense responses against sour rot in citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 129, p. 23-28, 2017.
- YAN, C.; GE, X.; TIAN, P. Disease control during peach preservation with a berberine-chitosan composite membrane. **Fruits**, v. 67, n. 4, p. 277-284, 2012.
- YANG, G.; YUE, J.; GONG, X.; QIAN, B.; WANG, H.; DENG, Y.; ZHAO, Y. Blueberry leaf extracts incorporated chitosan coatings for preserving postharvest quality of fresh blueberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 92, p. 46-53, 2014.
- YOU, J.; CHAN, Z. ROS regulation during abiotic stress responses in crop plants. **Frontiers in plant science**, v. 6, p. 1092, 2015.

YU, F.; SHAO, X.; YU, L.; XU, F.; WANG, H. Proteomic analysis of postharvest peach fruit subjected to chilling stress or non-chilling stress temperatures during storage. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 72-89, 2015.

ZANELA, J.; JÚNIOR, A. W.; MAZARO, S. M.; CITADIN, I.; LUCHMANN, J. A. Biofilms in the brown rot control in Eldorado peaches. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 7, n. 3, p. 57-62, 2015.

ZAPATA, P. J.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; VALERO, D.; SERRANO, M. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 7, p. 1287-1293, 2008.

ZHANG, M.; LENG, P.; ZHANG, G.; LI, X. Cloning and functional analysis of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase (NCED) genes encoding a key enzyme during abscisic acid biosynthesis from peach and grape fruits. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, n. 12, p. 1241-1252, 2009.