



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola



Mariana Rovina Carmello

**Pós-colheita de morangos 'San Andreas' revestidos com
resveratrol**

Campinas
2019



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola



Mariana Rovina Carmello

Pós-colheita de morangos ‘San Andreas’ revestidos com resveratrol

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de **Engenheira Agrícola**
à Faculdade de Engenharia Agrícola da
Universidade Estadual de Campinas.

Orientadora: Profa. Dra. Thais Queiroz Zorzeto Cesar

Coorientadora: MSc. Raysa Maduro Alves

Campinas

2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

C211p Carmello, Mariana Rovina, 1995-
Pós-colheita de morangos 'San Andreas' revestidos com resveratrol / Mariana Rovina Carmello. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Thais Queiroz Zorzeto Cesar.

Coorientador: Raysa Maduro Alves.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Conservação. 2. Qualidade. 3. Morango. 4. Pós-colheita. 5. Análise microbiológica. I. Cesar, Thais Queiroz Zorzeto, 1985-. II. Alves, Raysa Maduro. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Post harvest of resveratrol-coated 'San Andreas' strawberries

Palavras-chave em inglês:

Conservation

Quality

Strawberry

Post-harvest

Microbiological analysis

Titulação: Engenheira Agrícola

Banca examinadora:

Thais Queiroz Zorzeto Cesar [Orientador]

Franciane Colares Souza Usberti

Yasmim Cristina Rodrigues da Silva

Data de entrega do trabalho definitivo: 14-12-2019



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola



Pós-colheita de morangos 'San Andreas' revestidos com resveratrol

Mariana Rovina Carmello

BANCA EXAMINADORA

.....
Profa. Dra. Thais Queiroz Zorzeto Cesar
Orientadora

.....
Profa. Dra. Franciane Colares Souza Usberti

.....
MSc. Yasmim Cristina Rodrigues da Silva

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Maria Inês, meu irmão Matheus e meu namorado Lucas, por todo apoio e suporte durante todos os anos da graduação. Vocês sempre foram meu porto seguro e sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha mãe, Maria Inês, por ser um exemplo de empatia, determinação e superação; por ser forte e me ensinar tudo que sei e principalmente por me ensinar a nunca desistir dos meus sonhos. Obrigada por todo apoio, força e amor.

Agradeço ao Matheus, meu irmão, por todo companheirismo e parceria durante toda a vida.

Agradeço ao Lucas, meu namorado e companheiro, por sempre acreditar em mim, e por ser meu principal apoio durante todos os anos da graduação. Obrigada por todo auxílio, amor, carinho e companheirismo. À você todo meu amor e gratidão.

Agradeço à Raysa, minha coorientadora, por todo apoio, paciência e atenção, garantindo a execução do projeto do início ao fim. Você foi essencial e sou muito grata a você.

Agradeço à Yasmim e Cyntia, pelo auxílio na elaboração do experimento e ajuda com as análises realizadas. Deixo aqui minha gratidão.

À minha orientadora Profa. Dra. Thais pelos ensinamentos durante os anos de faculdade, pelo auxílio na execução desse projeto, e por toda a paciência, apoio e atenção. Muito obrigada.

À todos os amigos que de alguma forma me apoiaram durante toda a graduação e aos docentes, pelo apoio e por colaborarem com meu desenvolvimento profissional e pessoal.

RESUMO

O morango é um fruto não climatérico e perecível, o que torna curta sua vida útil após a colheita, sendo os principais fatores responsáveis por sua perda de qualidade a alta incidência de microrganismos, principalmente fungos, e atividade metabólica. O presente trabalho teve como objetivo testar a hipótese de que morangos da cultivar San Andreas submetidos à aplicação de revestimento à base de resveratrol tem sua vida pós-colheita prolongada com manutenção dos parâmetros de qualidade, tais como, perda de massa, respiração, coloração, sólidos solúveis, acidez e presença de microrganismos. Para isso, foi realizado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com morangos 'San andreas', os quais foram revestidos por meio de imersão durante 1 min em diferentes concentrações de cobertura comestível aquosa à base de resveratrol nas doses de 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹. A fim de caracterizar a matéria-prima utilizada, foram avaliados os parâmetros físico-químicos de qualidade, tais como perda de massa, respiração, coloração e presença de microrganismos, inicialmente e a cada três dias, durante 9 dias, e sólidos solúveis e acidez, no primeiro e no último dia do armazenamento refrigerado, sob temperatura de 7,55 ± 0,87 °C e umidade relativa de 41 ± 5%. As amostras foram dispostas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) tipo cumbuca envoltas com policloreto de vinila (PVC). A aplicação da cobertura na concentração de 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol em morangos 'San Andreas' reduziu, em magnitude, a perda de massa em comparação com o tratamento controle após 9 dias de armazenamento, sem causar escurecimento superficial (tonalidade da polpa) ou alteração da luminosidade (intensidade da cor) da epiderme dos frutos, e reduziu a incidência de podridão nos frutos (unidade formadora de colônia por grama). Sendo assim, o resultado da aplicação da cobertura na concentração de 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol se mostrou o mais eficaz tendo em vista os resultados das análises realizadas no presente trabalho e pode atuar como complemento a cadeia do frio no processamento mínimo de morangos 'San Andreas' nas condições apresentadas.

Palavras chave: *Fragaria ananassa* Duch., antimicrobiano, conservação, qualidade.

ABSTRACT

The strawberry is a non-climacteric, perishable fruit, which makes its lifetime shorter after harvesting, having the high incidence of microorganisms, specially fungus, and high metabolic activity as the primary factors for its loss of quality. This work aimed to test the hypothesis that San Andreas strawberries subjected to the application of Resveratrol-based coating have its postharvest lifetime extended with the maintenance of the quality parameters, such as weight loss, respiratory rate, color, soluble solids, titratable acidity and occurrence of rottenness. The study was conducted in a completely randomized design with 'San Andreas' strawberries, submitted to coat by immersion for 1 min in different concentrations of resveratrol-based edible coatings at doses of 1000; 2000; 3000; mg.L⁻¹. In order to characterize the used raw material, the quality physicochemical parameters, such as weight loss, respiration rate, color and occurrence of microorganisms, initially and every three days, during 9 days, and soluble solids and titratable acidity, at first and last day of the refrigerated storing, at a temperature of $7,55 \pm 0,87^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $41 \pm 5\%$. The material were disposed in an ethylene terephthalate (PET) package wrapped with stretch film. The application of 1000 mg.L⁻¹ resveratrol coating on 'San Andreas' strawberries reduced mass loss in magnitude compared to control treatment after 9 days of storage without causing surface darkening (pulp shade) or alteration of the luminosity (color intensity) of the fruit epidermis, and reduced the incidence of fruit rot (colony forming unit per gram). Therefore, the result of the 1000 mg.L⁻¹ resveratrol coating turned out to be the most efficient, given the analysis results present in this paper, being able to act as complement to the cold chain in the minimal processing of 'San Andreas' strawberries in the presented conditions.

Key words: *Fragaria ananassa* Duch., antimicrobial, conservation, quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA	2
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo Geral	2
1.2.2. Objetivos Específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Morango	4
2.2. Perdas na pós colheita	4
2.3. Técnicas de conservação	5
2.4. Revestimento	6
3. METODOLOGIA	8
3.1. Matéria prima	8
3.2. Revestimento	9
3.3. Análise de parâmetros físico-químicos	9
3.3.1. Perda de Massa	9
3.3.2. Respiração	10
3.3.3. Coloração	11
3.3.4. Sólidos Solúveis e Acidez Titulável	11
3.3.5. Análise microbiológica	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÕES	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
APÊNDICES	22

1. INTRODUÇÃO

Os morangos são pseudofrutos perecíveis e possuem alta atividade metabólica durante a pós-colheita e, como resultado, apresenta curto período de senescência, tornando a comercialização destes produtos desafiadora (HAZARIKA et al., 2018; GARCIA et al., 1998). Após a colheita, os frutos começam a deteriorar muito rapidamente, muitas vezes antes de chegar ao consumidor (HAZARIKA et al., 2018). Danos mecânicos, feridas durante a colheita, o transporte e a comercialização deixam a fruta suscetível ao ataque de microrganismos, causando perdas nutritivas, qualitativas e econômicas (FLORES CANTILLANO et al., 2003).

A aplicação de novas tecnologias na agricultura tem contribuído para o melhor desenvolvimento do setor, com manutenção da qualidade dos produtos colhidos durante a vida pós colheita. De acordo com Vanegas (1987), todo esse esforço é muito prejudicado, devido, entre outras causas, à falta de correta aplicação dos recursos tecnológicos na fase pós-colheita e à falta de adaptabilidade das soluções encontradas. Nessa fase, as perdas estão principalmente relacionadas a fácil deterioração do fruto, por este possuir uma alta taxa respiratória e alta susceptibilidade à atividade de microrganismos, e também ao armazenamento inadequado, já que o armazenamento refrigerado é parte essencial para prolongar a vida pós colheita dos frutos.

As maiores causas das perdas na pós colheita do morango são as doenças (CANTWALL e SUSLOW, 2002). Uma opção de método que pode ser associado à cadeia do frio para manutenção da qualidade do morango é o uso de coberturas vegetais comestíveis. Coberturas podem agir como barreiras semipermeáveis para gases e umidade, resultando no controle do crescimento microbiano, na preservação da cor e da textura (KUCHI e SHARAVANI, 2019).

Coberturas comestíveis são pequenas camadas de materiais comestíveis que podem ser aplicados diretamente na superfície de produtos alimentares, por meio de imersão ou aspensão (SUPUT et al, 2015). Para Bourtoom (2008), os filmes e as coberturas comestíveis têm recebido atenção nos últimos anos devido às suas vantagens em relação aos filmes de origem sintética, sendo a principal delas o fato de que eles podem ser consumidos junto com os produtos, e assim não há resíduo a ser descartado, colaborando com a redução da poluição ambiental. O filme comestível ou biodegradável é aquele produzido a partir de compostos orgânicos que têm como objetivo ser uma

camada independente a ser utilizada sobre ou entre os componentes alimentares (MCHUGH, 2000). Bourtoom (2008) ainda complementa que mesmo nos casos em que o filme comestível é descartado, prevê-se que esse seja degradado de forma mais acelerada por ser produzido exclusivamente a partir de ingredientes comestíveis e renováveis e não de materiais poliméricos como os de origem sintética.

De acordo com Kuchi e Sharavani (2019), frutas altamente perecíveis como morangos são apropriadas para a proteção com coberturas, pois elas são de alto valor agregado e possuem uma curta vida, menos de 10 dias.

O resveratrol é um antioxidante polifenólico natural, que tem recebido grande atenção por seus potenciais benefícios à saúde, incluindo propriedades anti carcinogênicas, anti idade e antimicrobianas (VESTERGAARD e INGMER, 2019). Segundo Zaicovski et al. (2006), o resveratrol foi eficiente na prevenção pós-colheita reduzindo progressivamente a incidência de podridões, obtendo resultados de 22,21%, 19,99%, 6,66% e 4,44%, respectivamente, para as concentrações de resveratrol: 0, 2.000, 4.000 e 6.000 mg.L⁻¹ e assim mantendo a qualidade dos morangos.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo testar a hipótese de que a aplicação de cobertura com resveratrol em morangos da variedade 'San Andreas' prolongam sua vida útil, mantendo parâmetros de qualidade essenciais para sua comercialização e aceitação do consumidor.

1.1. JUSTIFICATIVA

O morango é um fruto não climatérico, perecível, com elevada taxa respiratória e sensível à ação de patógenos, principalmente após a colheita. O uso da cobertura comestível vegetal à base de resveratrol é uma técnica complementar ao processo da cadeia do frio, que visa diminuir a atividade microbológica do fruto, promovendo menor incidência de podridão, e também diminuir a taxa respiratória do fruto, reduzindo assim sua atividade metabólica e promovendo um aumento da vida pós-colheita.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar diferentes concentrações de cobertura comestível à base de resveratrol em morangos da cultivar 'San Andreas', com relação a parâmetros de qualidade, como perda

de massa, respiração, coloração, sólidos solúveis, acidez titulável e presença de microrganismos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Aplicar diferentes concentrações de cobertura comestível à base de resveratrol em morangos 'San Andreas', colhidos diretamente do produtor.
- Avaliar os parâmetros de qualidade e a resposta do fruto às concentrações da cobertura, por meio de análises físico-químicas e microbiológica nos morangos 'San Andreas'.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Morango

O morango (*Fragaria ananassa* Duch.) é uma das frutas mais populares produzidas em escala comercial mundialmente, devido a sua cor atrativa, sabor incomparável e benefícios nutricionais (ZHANG et al., 2019). O sabor do morango é resultado de uma mistura complexa de numerosos compostos voláteis, açúcares e ácidos orgânicos (BRAGA, 2012). De acordo com Zhang et al. (2019), a cor dos frutos é considerada um dos mais relevantes parâmetros de qualidade, sendo essencial na tomada de decisão do consumidor ao adquirir o produto.

Morangos possuem uma vida muito curta, em geral menos de 10 dias (KUCHI e SHARAVANI, 2019), assim como seu período de senescência, devido a susceptibilidade a injúrias mecânicas, amolecimento excessivo de textura, distúrbios fisiológicos e infecções causadas por vários patógenos que podem reduzir rapidamente a qualidade da fruta, o que pode tornar a comercialização um desafio (VU et al. 2011).

Quando comparado a outros tipos de frutos, o morango possui uma alta taxa de contaminação, devido principalmente a um pH mais baixo, a atividade de água ótima para o crescimento de fungos, altos níveis de açúcares e outros nutrientes, além de possuir uma pele macia que pode ser facilmente rompida, facilitando a proliferação de microrganismos (VU et al. 2011).

Lançada comercialmente no ano de 2008 pela Universidade da Califórnia (Davis), a cultivar San Andreas é uma cultivar de dia neutro, resultante do cruzamento entre 'Albion' e uma seleção, tendo seus frutos grandes e longos (EMBRAPA, 2011).

2.2. Perdas na pós colheita

As perdas pós colheita iniciam no campo e ocorrem em todos os pontos de comercialização até o consumo (BRAGA, 2012). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os valores médios para o percentual de perdas da cultura do morango na pós colheita foram os mais altos entre as culturas analisadas, ficando em 40% quando consideradas as perdas que ocorrem tanto na propriedade, quanto na comercialização, sendo essas últimas as mais significativas.

Os morangos são frutos muito perecíveis, portanto as perdas pós colheita podem alcançar níveis importantes, caso não sejam utilizadas técnicas corretas de colheita e pós

colheita (BRAGA, 2012). A falta de condições adequadas de temperatura e manuseio da embalagem são as principais causas de perdas na comercialização do morango, as quais acabam muitas vezes ocorrendo por falta de orientação ao comerciante sobre os cuidados especiais que devem ser tomados ao trabalhar com um produto altamente perecível, como manter a cadeia do frio durante todo o processo de comercialização, e manter um padrão de qualidade que desestimule o hábito do consumidor de manusear os produtos. Esse tipo de orientação busca diminuir as injúrias, para manter uma qualidade aceitável do produto até sua chegada à mesa do consumidor (EMBRAPA, 2016).

2.3. Técnicas de conservação

De acordo com Strawberry Innovation (2018), é importante notar que existem algumas tarefas a serem desenvolvidas durante o ciclo de produção a fim de manter a qualidade do fruto, como cuidados pré colheita, e principalmente cuidados pós colheita, como manejo e armazenamento adequado, os quais podem contribuir para uma dissipação de doenças quando não realizados corretamente. Assim, o correto gerenciamento desses fatores pode reduzir significativamente a probabilidade de infestação, resultando numa colheita mais lucrativa.

Diversas técnicas de preservação como refrigeração, embalagens com atmosfera modificada, radiação gama e revestimentos vêm sendo estudados para aumentar o tempo de vida útil de morangos frescos (PARVEZ e WANI, 2018).

A exigência do manuseio cuidadoso e o cumprimento correto das práticas apropriadas de manejo pós-colheita, como rápida refrigeração após a colheita, baixa temperatura de armazenamento (0 a 1°C) e manutenção da cadeia do frio durante o transporte, distribuição e comercialização, são ações necessárias para manter a qualidade ótima dos frutos e maximizar a vida pós colheita (REID, 2018).

O gerenciamento da temperatura por meio de resfriamento é o fator mais importante para minimizar a deterioração e aumentar a vida pós colheita dos morangos. Frutos que não são refrigerados logo após a colheita se deterioram rapidamente e podem ter uma vida pós colheita reduzida - de apenas 1 a 3 dias (REID, 2018). De acordo com Cantwell e Suslow (2002), a temperatura ideal para armazenamento refrigerado de morangos é de 0°C e umidade relativa entre 90 e 95%. Ainda de acordo com Reid (2018), uma vez que a fruta é resfriada, ela deve ser mantida sob refrigeração, pois ciclos de aquecimento e resfriamento podem produzir condensação na fruta, levando ao

aparecimento da podridão. Qualquer quebra na cadeia do frio afeta o tempo de vida pós colheita dos frutos.

As embalagens com atmosfera modificada (ATM) são usadas comercialmente para estender a vida de morangos. Ela é feita a partir da mudança das concentrações de oxigênio e gás carbônico no interior da embalagem, para condições ótimas de manutenção da qualidade dos frutos, porém a respiração do fruto e a transferência de massa através da embalagem são fatores que podem afetar o resultado da técnica (JOSHI et al. 2019). Já o uso de radiação gama nos frutos, também denominada esterilização a frio, é uma alternativa que envolve o processo físico de expô-los, quando embalados, a raios gama, os quais esterilizam sem a geração virtual de calor (REDDY et al., 2018).

2.4. Revestimento

O revestimento comestível consiste em uma fina camada que é aplicada diretamente na superfície do produto como uma camada protetora (GERALDINE et al., 2008). Esses materiais agem como barreiras que produzem atmosferas modificadas, minimizam a taxa de respiração, reduzem a troca de umidade, postergam a deterioração, controlam o crescimento microbiano e possuem ingredientes funcionais como antioxidantes, antimicrobianos e outros conservantes (ADAY e CANER, 2010). Considerando a notável eficácia e a segurança da técnica, os revestimentos comestíveis são uma ferramenta muito promissora para o aumento da vida útil dos morangos (PARVEZ e WANI, 2018).

O resveratrol pode ser encontrado naturalmente em mais de 70 espécies de vegetais. É uma fitoalexina presente em vinhos, suco de uva, uvas, amendoins e derivados (ROMERO-PEREZ et al., 2001). O resveratrol é um composto de polifenol com grande atividade biológica, sendo também o principal componente ativo das raízes da *Polygonum cuspidatum*, planta utilizada na medicina tradicional Chinesa (DONG-GENG et al., 2011). Por possuir a característica de inibir a incidência de podridões e garantir efeitos positivos na conservação dos frutos durante o armazenamento, o resveratrol, composto antioxidante sintetizado em plantas, protege os produtos contra perdas nutricionais e sensoriais (RUDOLF et al., 2005).

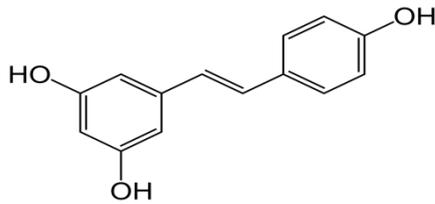


Figura 1. Molécula de resveratrol.

A ação do resveratrol (Figura 1) está ligada à manutenção da parede celular dos frutos por conta da síntese com o elemento químico cálcio (Ca⁺), principal responsável pela rigidez dos frutos (RUDOLF et al., 2005). Devido a sua atividade antioxidante, a qual controla a ação de processos fisiológicos como a transpiração, principal responsável pela perda de água nos vegetais, o resveratrol se mostrou eficiente ao atuar como uma barreira evitando a perda de água (FILIP et al., 2003).

De acordo com Zaicovski (2006), o resveratrol mostrou-se eficiente na prevenção de podridões pós-colheita de morangos 'Camarosa' submetidos à atmosfera refrigerada, mantendo características físico-químicas e nutricionais adequadas para o consumo durante oito dias de armazenamento, mais três dias de simulação de comercialização.

3. METODOLOGIA

3.1. Matéria prima

Os morangos 'San Andreas', utilizados para a realização do presente trabalho, foram adquiridos diretamente de um produtor orgânico localizado na cidade de Jarinú (23°05'21.0"S 46°44'33.9"O), no Estado de São Paulo (Figura 2).



Figura 2. Morangos orgânicos 'San Andreas' em produtor da cidade de Jarinú, SP.

Imediatamente após a colheita, os frutos foram resfriados com uma camada de gelo disposta embaixo da camada das embalagens, dentro de uma caixa de isopor, assim mantidas durante todo o transporte ao Laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade de Campinas (LTPC/FEAGRI/UNICAMP).

Para padronização e seleção, os morangos passaram por uma triagem, no qual os frutos foram selecionados, descartando-se os frutos imaturos, com presença de injúrias, contaminação por fungos ou quaisquer defeitos em sua superfície (Figura 3).



Figura 3. Seleção dos frutos para realização do estudo e disposição das amostras nas embalagens.

3.2. Revestimento

O resveratrol utilizado foi obtido em farmácia de manipulação, contendo extrato padronizado a 98% de pureza, e extraído das raízes de *Polygonum cuspidatum*, também conhecida como Fallopiã Japonica.

Os frutos selecionados foram revestidos por meio de imersão durante 1 min em diferentes concentrações de revestimento aquoso formulado com resveratrol nas doses de 1000; 2000 e 3000mg.L⁻¹ (Figura 4a e 4b). Os frutos revestidos foram drenados, embalados em embalagens de politereftalato de etileno (PET) do tipo “cumbuca” envoltas com policloreto de vinila (PVC) perfurado, e mantidos em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, a $7,55 \pm 0,87$ °C e $41,45 \pm 5,0\%$ (Figura 4c).

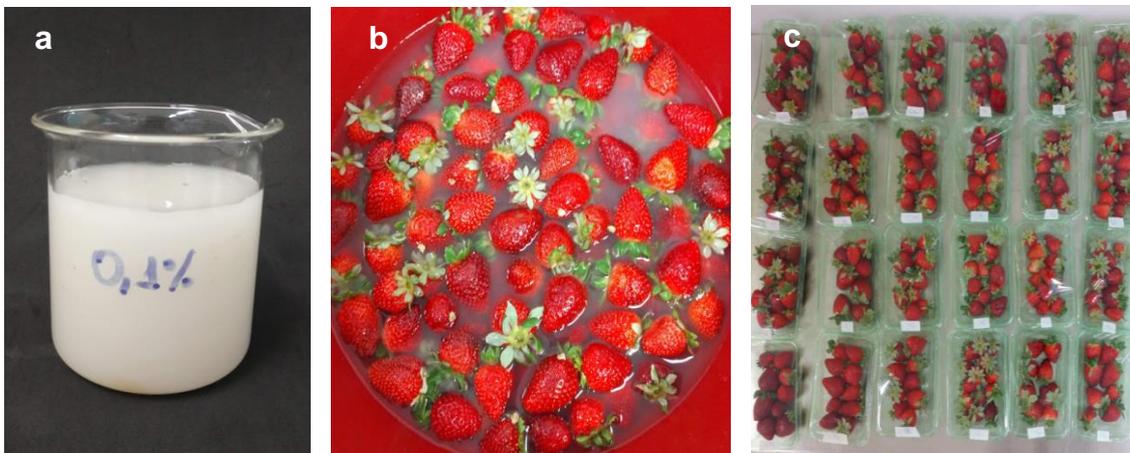


Figura 4. Revestimento aquoso formulado com Resveratrol na dose de 1000 mg.L⁻¹ e morangos imersos na solução.

3.3. Análise de parâmetros físico-químicos

Foram avaliados parâmetros físico-químicos dos morangos armazenados por meio de análises não destrutivas (perda de massa, respiração e coloração) e destrutivas (sólidos solúveis, acidez titulável e contagem de microrganismos), inicialmente e a cada três dias após o revestimento, durante armazenamento de 9 dias, para todos os parâmetros, exceto para sólidos solúveis e acidez titulável, que foram avaliados apenas no início e no final do experimento.

3.3.1. Perda de Massa

A perda de massa nos frutos foi calculada pela diferença entre as massas inicial e final dos frutos, em cada dia de avaliação, com o resultado em porcentagem (%) (Figura 5).



Figura 5. Pesagem das amostras de morango para posterior cálculo da perda de massa.

3.3.2. Respiração

Para o cálculo da taxa respiratória, as amostras foram submetidas ao acondicionamento em frascos de vidro vedados hermeticamente, com septo de silicone na tampa. Após o período de 30 min, foi medida a concentração de gás carbônico do espaço livre (Pac Check 325, MOCON) (Figura 6). No entanto, os dados não apresentaram confiabilidade estatística no presente trabalho e podem ser encontrados no Apêndice 1.



Figura 6. Medição da concentração de gás carbônico do espaço livre.

Os resultados foram calculados conforme a equação [1].

$$P_{CO_2} = \frac{\%CO_2}{100} \times \frac{V_{vazios} [ml]}{m_{produto} [kg]} \times \frac{1,98 [mg/ml]}{t [h]} \quad [1]$$

CO_2 = volume de CO_2 pelo produto em %;

V_{vazios} = volume de vazios no recipiente em mL;

$m_{produto}$ = massa de produto no recipiente, em kg;

1,98 = fator de conversão de $mL.CO_2$ para $mg.CO_2$ nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP).

t = tempo que o recipiente permaneceu fechado, em horas.

3.3.3. Coloração

A coloração dos frutos foi obtida com auxílio do espectrofotômetro digital Konica Minolta CR400, definindo-se os valores L^* (luminosidade), a^* e b^* de acordo com a escala CIELAB. Os resultados foram expressos em saturação (chroma) e tonalidade ($^{\circ}$ Hue), por meio de cálculos utilizando as equações [2] e [3].

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

$$H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad [3]$$

3.3.4. Sólidos Solúveis e Acidez Titulável

O teor de sólidos solúveis dos frutos foi medido com o auxílio de um refratômetro digital. A partir da deposição de uma gota de amostra dos morangos no instrumento, é possível obter o resultado em $^{\circ}$ Brix.

A acidez titulável foi obtida a partir da técnica de titulação, diluindo cerca de 10% de amostras de morango, em 90% de água destilada para formar assim o titulado, juntamente com a adição do indicador ácido-base (Figura 7). Foi selecionada uma substância de concentração conhecida, NaOH, denominada de titulante, a qual foi gotejada até obtermos o ponto de equivalência da solução. A quantidade de NaOH foi anotada para posterior cálculo da acidez total pela equação 4.

$$AT = \frac{V_{NaOH} * N * 64 * 1000}{m_a * 1000} \quad [4]$$

AT = gramas de ácido cítrico anidro 100/g;

V_{NaOH} = volume da solução de NaOH adicionada à solução (mL);

N = normalidade da solução de NaOH;

m_a = massa da amostra (g).

3.3.5. Análise microbiológica

Para a análise microbiológica, foi realizada a contagem de bolores e leveduras. A partir de uma amostra de morango, foi realizada a homogeneização em água peptonada (H20p) e foram inoculados 0,1 mL em superfície em meio de cultura DRBC (Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol) (Figura 8), com incubação a 25°C e contagem das unidades formadoras de colônia (UFC g^{-1}) após cinco dias (SILVA et al., 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Perda de massa

A perda de massa apresentou diferença significativa apenas no sexto dia de armazenamento entre o controle e o tratamento 1000 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Em magnitude, observou-se que o tratamento controle foi o que apresentou maior perda de massa; e o tratamento com concentração 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol, a menor perda de massa.

Tabela 1: Perda de massa (%) de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a 7,55 ± 0,87 °C e 41,45 ± 5,0% UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Tratamento	0 DAT	3 DAT	6 DAT	9 DAT
0	0,00 ± 0,00 a	1,57 ± 0,40 a	2,79 ± 0,21 a	3,89 ± 0,53 a
1000	0,00 ± 0,00 a	1,16 ± 0,35 a	2,05 ± 0,39 b	2,95 ± 0,42 a
2000	0,00 ± 0,00 a	1,64 ± 0,08 a	2,59 ± 0,09 ab	3,38 ± 0,16 a
3000	0,00 ± 0,00 a	1,22 ± 0,05 a	2,53 ± 0,30 ab	3,64 ± 0,54 a

* Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05). **Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente. DAT : Dias após tratamento.

Segundo CHITARRA (2005) para a maioria dos produtos hortícolas frescos, as porcentagens máximas de perda de massa fresca para evitar o aparecimento de murcha e/ou enrugamento da superfície oscilam entre 5 e 10%. Observou-se que os valores encontrados para perda de massa estão dentro desses valores aceitáveis. Produtos perecíveis como o morango, mesmo quando colocados em condições ideais, sofrem alguma perda de peso durante o armazenamento devido ao efeito combinado da respiração e da transpiração (CHITARRA, 2005). No entanto, devido à cobertura em morangos e a película formada ao redor do fruto, pode ocorrer redução da migração da água para o ambiente e da perda de massa ao longo do armazenamento, como observado por (GARCIA, 2009).

4.2. Coloração

Os resultados para °Hue, que representa a tonalidade da polpa do morango, e para Chroma, que representa a intensidade da cor da polpa do morango, mostraram semelhanças estatísticas entre os tratamentos (Figura 9). De maneira semelhante, ZAICOVSKI (2006) não observou diferença estatística em nenhum dos tratamentos analisados, não sendo observado escurecimento superficial da epiderme nos tratamentos realizados, assim como, não foi encontrada diferença significativa na luminosidade (parâmetro L*) nas frutas tratadas com resveratrol em relação àquelas sem tratamento, ou seja, não houve alterações quanto ao brilho das frutas, durante o período de armazenamento refrigerado e comercialização simulada.

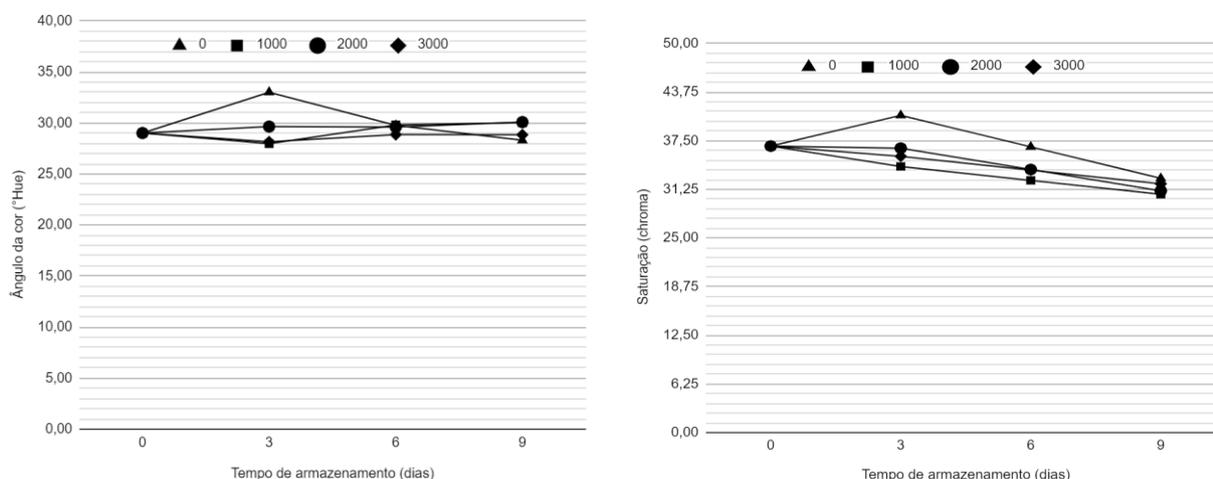


Figura 9. Ângulo de cor (°Hue) e saturação de cor (chroma) de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a 7,55 ± 0,87 °C e 41,45 ± 5,0% UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada ponto e barra vertical representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

4.3. Sólidos solúveis e Acidez Titulável

Os resultados encontrados para o teor de sólidos solúveis não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2). Foi possível observar que após os nove dias de armazenamento, os teores de sólidos solúveis diminuíram em todos os tratamentos em comparação com o dia 0, sendo em magnitude a maior diferença para a concentração de 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol. De acordo com CHITARRA e CHITARRA (2005), o teor de sólidos solúveis é um indicativo da quantidade de todas as substâncias dissolvidas na polpa das frutas, sendo constituído majoritariamente por açúcares,

principalmente sacarose, frutose e glicose. Durante sua senescência, o morango utiliza suas reservas de açúcares, os quais compõem os sólidos solúveis, para realizar a respiração, fazendo com que os teores de sólidos solúveis diminuam.

Tabela 2: Sólidos Solúveis de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg. L⁻¹ de resveratrol e armazenados a 7,55 ± 0,87 °C e 41,45 ± 5,0% UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Tratamento	Sólidos Solúveis (° Brix)	
	0 dias	9 dias
0	8,91 a	6,74 a
1000	8,91 a	5,07 a
2000	8,91 a	5,96 a
3000	8,91 a	5,55 a

Os resultados encontrados para acidez titulável nos morangos foram expressos em função do ácido cítrico anidro. Observou-se que os resultados apresentaram semelhança estatística entre os tratamentos (Tabela 3). Observou-se também que a quantidade de ácido cítrico diminuiu após o período de armazenamento dos frutos, concordando com Chitarra e Chitarra (2005) sobre o conteúdo de ácidos orgânicos decrescer conforme o amadurecimento do fruto, pois é utilizado como substrato para que o fruto realize o processo de respiração ou até mesmo convertido em açúcares, podendo ocasionar assim um aumento no teor de sólidos solúveis.

Tabela 3 : Acidez Titulável de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a 7,55 ± 0,87 °C e 41,45 ± 5,0% UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Tratamento	Acidez Titulável (% Ácido cítrico)	
	0 dias	9 dias
0	0,75 a	0,64 a
1000	0,75 a	0,64 a
2000	0,75 a	0,52 a
3000	0,75 a	0,52 a

4.4. Análise Microbiológica

As análises microbiológicas foram feitas nos dias 0, 3, 6 e 9 após os tratamentos. A população inicial de bolores e leveduras encontrou-se no nível 10^3 Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC.g⁻¹) (Figura 10).

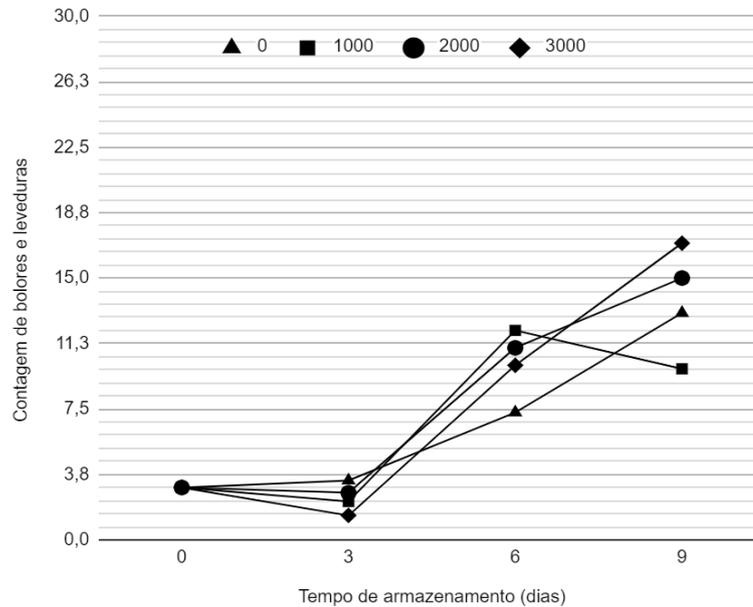


Figura 10. Contagem de bolores e leveduras de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a $7,55 \pm 0,87$ °C e $41,45 \pm 5,0\%$ UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Durante o período de armazenamento, o tratamento com 1000 mg.L⁻¹ apresentou uma diminuição no terceiro dia, seguida de um crescimento no sexto dia, e uma nova diminuição de Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC.g⁻¹) no último dia de análise. O tratamento controle apresentou um crescimento do nível de UFC.g⁻¹ e os tratamentos com 2000 e 3000 mg.L⁻¹ apresentaram comportamentos de aumento de Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC.g⁻¹) superiores em relação ao tratamento sem adição de resveratrol.

O resultado concorda com Malgarim et al. (2004) que, ao aplicar várias concentrações de resveratrol em morangos 'Camarosa', verificou que a incidência de podridão diminuiu, sendo a concentração de 1000 mg.L⁻¹ a responsável por proporcionar melhores resultados nas variáveis físico-químicas.

5. CONCLUSÕES

Para os comerciantes hortícolas, uma maior vida útil de seus produtos está diretamente relacionada com condições adequadas de tratamento e armazenamento na pós colheita, os quais implicam em menores perdas, manutenção da qualidade e consequente aumento de disponibilidade e maior possibilidade de geração de lucro.

A aplicação da cobertura na concentração de 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol em morangos 'San Andreas' reduziu, em magnitude, a perda de massa em comparação com o tratamento controle após 9 dias de armazenamento, sem causar escurecimento superficial (tonalidade da polpa) ou alteração da luminosidade (intensidade da cor) da epiderme dos frutos, e reduziu a incidência de podridão nos frutos (unidade formadora de colônia por grama).

Sendo assim, o efeito da cobertura na concentração de 1000 mg.L⁻¹ de resveratrol se mostrou positivo tendo em vista os resultados das análises realizadas no presente trabalho e pode atuar como complemento a cadeia do frio no processamento mínimo de morangos 'San Andreas' nas condições apresentadas.

Sugere-se, como continuidade do trabalho, pesquisa exploratória sobre o efeito da cobertura com resveratrol em frutos inoculados com fungos, potenciais geradores de problemas na pós-colheita do produto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAY, M. S., CANER, C. . Understanding the effects of various edible coatings on the storability of fresh cherry. *Packaging Technology and Science*, 23, 441–456. 2010

ANTUNES, L.E.C. Brasil é o maior produtor de morango da América do Sul. **Campo & Negócio - Hortifruti**. Uberlândia-MG, n. 7, janeiro, p. 92-94, 2018.

BRAGA, D. O. Qualidade pós-colheita de morangos orgânicos tratados com óleos essenciais na pré-colheita. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, UFLA. Lavras-MG, 2012.

BOURTOOM, T. **Edible films and coatings: Characteristics and properties**. *International Food Research Journal*, 15 (3), 237–248 - 2008

CANTWELL MI; SUSLOW TV. 2002. **Postharvest handling systems: Fresh-cut fruits and vegetables**. In: KADER AA (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. 3ed. Publ. 3311. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. p. 445-463.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.

DONG-GENG, W.; WEN-YING, L.; , GUANG-TONG, C. **A simple method for the isolation and purification of resveratrol from *Polygonum cuspidatum***. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2013.

EMBRAPA, **MORANGUEIRO**, 2016.<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1092843/1/LuisEduardoMORANGUEIROmiolo.pdf>> Acesso em: 22/05/2019.

EMBRAPA, **A CULTURA DO MORANGO**, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128281/1/PLANTAR-Morango-ed02-2011.pdf>> Acesso em: 22/05/2019.

FAGHERAZZI, A. F. ; COCCO, C. ; ANTUNES, L. E. C. ; FAEDI, W. ; BARUZZI, G. ; RUFATO, L. PIRCINQUE: NOVA CULTIVAR DE MORANGUEIRO ITALIANO. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves: SBF, 2012.

FILIP, V.; PLOCKOVÁ, M.; SMIDRKAL, J. Resveratrol and its antioxidant and antimicrobial effectiveness. *Food Chemistry*, Barking, v.83, p.585-593, 2003.

FLORES CANTILLANO, R. F.; BENDER, J. R.; LUCHSINGER, L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: FLORES CANTILLANO, R. F. *Morango pós-colheita*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 14-24. (Frutas do Brasil, 42).

GARCIA, L. C. Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados. Universidade Estadual de Campinas, 2009.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized Starch-Based Coatings to Improve Strawberry (*Fragaria x Ananassa*) Quality and Stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 46, p. 3758-3767, 1998.

GERALDINE, R. M., SOARES, N. F. F., BOTREL, D. A., & GONÇALVES, L. A. (2008). Characterization and effect of edible coatings on minimally processed garlic quality. *Carbohydrate Polymers*, 72, 403–409

HAZARIKA, T. K.; LALRINFELI; LALTHANMUANI; LALCHHANMAWIA, J.; DEBASHIS ,M. (2019). Alteration of quality attributes and shelf-life in strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruits during storage as influenced by edible coatings. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 89. 28-34.

JOSHI, K., TIWARI, B., CULLEN, P. J., FRIAS, J. M. (2019) Predicting quality attributes of strawberry packed under modified atmosphere throughout the cold chain. *Food Packaging and Shelf Life*. Volume 21.

KUSHI, V. S ;SHARAVANI, C. S. R. **FRUIT PHYSIOLOGY AND POSTHARVEST MANAGEMENT OF STRAWBERRY**, 2019. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/online-first/fruit-physiology-and-postharvest-management-of-strawberry>>. Acesso em 21/06/2019.

LATRUFFE, N.; DELMAS, D.; JANNINM, B. et al. Molecular analysis on the chemopreventive properties of resveratrol, a plant polyphenol microcomponent. *International Journal of Molecular Medicine*, Philadelphia, v.10, n.6, p.755-760, 2002.

MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; FRANCHINI, E.R.; et al. Utilização de resveratrol na conservação pós-colheita de morango. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas, Anais... Pelotas: EMBRAPA,

MARTINS, R.; TILLWITZ, K.V.; FAGHERAZZI, A.F.; ZANIN, D.S; KRETZSCHMAR, A.A. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO NO SUL DO BRASIL. 2017. Universidade do Estado de Santa Catarina/Centro de Ciências Agroveterinárias

MCHUGH, T.H.. Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*, 44 (3), 148-151. 2000

MENNONE C., QUINTO G.R., DANZI C. Innovazione técnica e varietale nell'areale Metapontino. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna - Itália, n.6, p.26-28. 2012.

PARVEZ, S., WANI I.A. Postharvest Biology and Technology of Strawberry. In: Mir S., Shah M., Mir M. (eds) *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits*. Springer, Cham. 2018

REDDY, S. V. R., SHARMA, R. R., GUNDEWADI, G. Chapter 6 - Use of Irradiation for Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables. *Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables*. 2018, Pages 121-136

REID, A. Strawberry Good Practice Guide: Postharvest Handling of Strawberries. STRAWBERRY INNOVATION. 2018.

ROMERO-PEREZ, A. I., LAMUELA-RAVENTOS, R. M., ANDRES-LACUEVA, C., TORRE-BORONAT, M. C. Method for the Quantitative Extraction of Resveratrol and Piceid Isomers in Grape Berry Skins. Effect of Powdery Mildew on the Stilbene Content. J. Agric. Food Chem. 2001, 49, 210–215

RUDOLF, J.L.; RESURRECCION, A.V.A.; SAALIA, F.K. Desempenho de um método de cromatografia líquida de fase reversa para analisar resveratrol trans em grãos de amendoim. Food Chemistry, Barking, v.89, p.623-638, 2005.

SANTOS, E. M. Aplicação pós-colheita de resveratrol em frutos de caqui fuyu e giombo (*Diospyrus kaki* L.). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

SILVA, C.S. Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa. UNESP, Botucatu, 108 p., Agosto, 2014.

STRAWBERRY INNOVATION, Postharvest diseases and disorders of strawberries. Austrália, 2018

SUPUT, Danijela ; LAZIC, Vera ; POPOVIC, Senka ; HROMIS, Nevena. (2015). **Edible films and coatings: Sources, properties and application**. Food and Feed Research. 42. 11-22. 10.5937/FFR1501011S.

VANEGAS, J. A. G. **FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE TOMATE (*Lycopersicon esculenturn Mill*) CULTIVAR ÂNGELA**. 1987. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1987

VESTERGAARD, M. ; INGMER, H. **ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL PROPERTIES OF RESVERATROL**, 2019. Department of Veterinary and Animal Sciences, Faculty of

Health and Medical Sciences, University of Copenhagen, Stigbøjlen 4, DK-1870 Frederiksberg C, Denmark

VU, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2011). Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, 44(1), 198–203.

ZAICOVSKI, C.B.; TIBOLA, C.S.; MALGARIM, M.B; FERRI, V.C.; PEGORARO, C.; CERO, J.D.; SILVA, P.R. **Resveratrol na qualidade pós-colheita de morangos “Camarosa”**. *Revista Brasileira de Agrociência*. Pelotas, v. 12, n. 4, p. 443 – 446, outubro, 2006.

ZHANG, L.; WANG, L.; ZENG, X.; CHEN, R.; YANG, S.; PAN, S. Comparative transcriptome analysis reveals fruit discoloration mechanisms in postharvest strawberries in response to high ambient temperature. *Food Chemistry: X* 2 (2019)

APÊNDICES

Apêndice 1: Respiração de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L-1 de resveratrol e armazenados a $7,55 \pm 0,87$ °C e $41,45 \pm 5,0\%$ UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Tratamento	0 DAT	3 DAT	6 DAT	9 DAT
0	3,29 \pm 0,12 a	19,81 \pm 14,52 a	8,75 \pm 4,43 b	19,33 \pm 7,27 a
1000	3,29 \pm 0,12 a	10,56 \pm 3,24 a	18,82 \pm 1,31 a	19,20 \pm 2,83 a
2000	3,29 \pm 0,12 a	12,90 \pm 8,26 a	18,64 \pm 2,11 a	26,58 \pm 3,38 a
3000	3,29 \pm 0,12 a	10,40 \pm 3,23 b	15,79 \pm 1,14 a	21,61 \pm 5,14 a

* Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). **Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Apêndice 2: Ângulo de cor ($^{\circ}$ Hue) de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a $7,55 \pm 0,87$ °C e $41,45 \pm 5,0\%$ UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada ponto e barra vertical representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente

Tratamento	0 DAT	3 DAT	6 DAT	9 DAT
0	29,01 \pm 4,42 a	33,01 \pm 6,42 a	29,76 \pm 2,65 a	28,30 \pm 3,85 a
1000	29,01 \pm 4,42 a	27,98 \pm 4,56 a	29,81 \pm 1,98 a	30,03 \pm 5,34 a
2000	29,01 \pm 4,42 a	29,64 \pm 4,10 a	29,60 \pm 1,89 a	30,09 \pm 7,14 a
3000	29,01 \pm 4,42 a	28,15 \pm 3,42 a	28,86 \pm 1,62 a	28,84 \pm 5,10 a

* Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). **Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Apêndice 3: Saturação da cor (Chroma) de morangos 'San Andreas' revestidos com 0; 1000; 2000; e 3000 mg.L⁻¹ de resveratrol e armazenados a $7,55 \pm 0,87$ °C e $41,45 \pm 5,0\%$ UR em embalagens PET tipo cumbuca envoltas com PVC ao longo de 9 dias. Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.

Tratamento	0 DAT	3 DAT	6 DAT	9 DAT
0	36,81 \pm 4,41 a	45,10 \pm 6,02 a	17,32 \pm 3,07 a	32,67 \pm 5,69 a
1000	36,81 \pm 4,41 a	34,19 \pm 6,27 a	17,41 \pm 3,35 a	30,62 \pm 5,34 a
2000	36,81 \pm 4,41 a	36,54 \pm 5,83 a	18,69 \pm 3,87 a	31,06 \pm 4,43 a
3000	36,81 \pm 4,41 a	35,49 \pm 4,69 a	15,34 \pm 3,61 a	31,96 \pm 5,65 a

* Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). **Cada valor representa a média e desvio padrão de três repetições, respectivamente.