



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola

Rafaela Marina Leite

Atmosfera modificada em morango 'Albion'

Campinas
2018



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola

Rafaela Marina Leite

Atmosfera modificada em morango 'Albion'

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: Dr.^a Franciane Colares Souza Usberti
Coorientadora: Raysa Maduro Alves

Campinas
2018



Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

L536a Leite, Rafaela Marina, 1995-
Atmosfera modificada em morango 'Albion' / Rafaela Marina Leite. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Franciane Colares Souza Usberti.
Coorientador: Raysa Maduro Alves.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Morango. 2. Dióxido de carbono. 3. Frutas - Conservação. 4. Morango -Pós-colheita. I. Usberti, Franciane Colares Souza. II. Alves, Raysa Maduro. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Modified atmosphere in 'Albion' strawberry

Palavras-chave em inglês:

Strawberry

Carbono dioxide

Fruitas - Conservation

Strawberry - Post-harvest

Titulação: Engenharia Agrícola

Banca examinadora:

Rívia Darla Álvares do Amaral

Yasmim Cristina Rodrigues da Silva

Data de entrega do trabalho definitivo: 14-12-2018



Atmosfera modificada em morango 'Albion'

Rafaela Marina Leite

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Franciane Colares Souza Usberti
Orientadora

Dr.^a Rívia Darla Álvares do Amaral

MSc. Yasmim Cristina Rodrigues da Silva



DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Agda e Josimar, aos meus irmãos Katia, Marta e Josimar, ao meu sobrinho Dante e ao meu namorado Érico por acreditarem em mim e me darem força para conseguir concluir o curso com excelência. A todos que de alguma forma me apoiaram e acreditaram no meu sucesso. E aos que utilizarem esta obra como fonte de estudo.



AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Franciane Usberti pela oportunidade da orientação, da pesquisa e por todo o auxílio e apoio prestados durante a realização deste trabalho.

À Raysa Maduro por ter sido uma heroína e guerreira durante todo o ano me ajudando com todas etapas.

Ao Laboratório de Tecnologia Pós-colheita por conceder o espaço para estudo e prática do TCC.

À Faculdade de Engenharia Agrícola por me conceder a oportunidade de cursar e de utilizar os espaços que me foram necessários, aos professores de forma geral que puderam me passar o conhecimento para que eu pudesse progredir e ter sucesso no curso.

À minha família por me dar todo o suporte mental, físico e financeiro para que tudo isso fosse possível.

Ao meu namorado Érico por todo o apoio e paciência em todo o planejamento do trabalho, execução dos experimentos e por ir buscar nosso almoço em todos esses momentos.



À DEUS,
Aos meus pais e irmãos,
Ao meu namorado.



RESUMO

O morango é um fruto perecível, devido, principalmente, à alta taxa de respiração e manejo pós-colheita inadequado. O emprego de técnicas que proporcionem aumento em seu tempo de armazenamento são essenciais e, nesse cenário, a atmosfera modificada por meio da aplicação de diferentes concentrações de gás carbônico (CO₂) visando a redução da taxa respiratória e contaminação microbológica é bastante interessante. O objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que morangos 'Albion' submetidos a atmosfera modificada, por meio de adição da concentração de CO₂, tem a sua vida pós-colheita prolongada com manutenção dos parâmetros de qualidade, tais como sólidos solúveis, cor e diminuição da carga microbológica. O experimento foi realizado colocando-se aproximadamente 1350g de morangos a três diferentes atmosferas, com teores de 21,9% (T2), 40,3% (T3) e 83,4% (T4) de CO₂ e a controle (atmosfera ambiente), por 2 horas e posterior alocação desses em câmara refrigerada à $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. As análises foram realizadas nos dias 0, 3 e 6 a partir do tratamento de modificação atmosférica e foram avaliados os parâmetros atividade respiratória, cor, perda de massa, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e presença de fungos e leveduras. Conclui-se que o uso da atmosfera modificada com alta concentração de CO₂ na conservação de morangos 'Albion' não altera as características físico-químicas do produto, tais como cor, acidez, pH e teor de sólidos solúveis, no entanto concentrações entre 20% e 40% de CO₂ parecem ser promissoras para o armazenamento do produto, pois morangos expostos a estas condições por curto período apresentaram menores valores de perda de massa, atividade respiratória e contaminação microbológica.

Palavras chave: *Fragaria ananassa* Duch., dióxido de carbono, conservação, pós-colheita.



ABSTRACT

Strawberry is a perishable fruit, due, mainly, to the high rate of respiration and inadequate postharvest handling. The use of techniques that provide an increase in their storage time are essential and, in this case, the atmosphere modified by the application of different concentrations of carbon dioxide (CO₂) aiming at the reduction of respiratory rate and microbiological contamination is quite interesting. The objective of this work was to test the hypothesis that 'Albion' strawberries submitted to the modified atmosphere, through addition of the CO₂ concentration, have their post-harvest life prolonged with maintenance of quality parameters, such as soluble solids, color and microbiological load. The experiment was carried out from the insertion of approximately 1350g of strawberries at three different atmospheres, with contents of 21.9% (T2), 40.3% (T3) and 83.4% (T4) CO₂ and control ambient atmosphere) for 2 hours and subsequent allocation of these in a refrigerated chamber at 4.64 ± 2.23 ° C and 68.48 ± 2.13 % RH. The analyzes were performed on days 0, 3 and 6 from the atmospheric modification treatment and the parameters respiratory activity, color, mass loss, soluble solids content, titratable acidity and presence of fungi and yeasts were evaluated. It is concluded that the use of the modified atmosphere with high concentration of CO₂ in the preservation of 'Albion' strawberries does not alter the physicochemical characteristics of the product, such as color, acidity, pH and soluble solids content, however concentrations between 20 % and 40% of CO₂ appears to be promising for the storage of the product, since strawberries exposed to these conditions for a short period presented lower values of loss of mass, respiratory activity and microbiological contamination.

Keywords: *Fragaria ananassa* Duch., carbon dioxide, conservation, postharvest.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Efeito da aplicação da técnica de refrigeração e controle atmosférico na pós-colheita de frutas e hortaliças (BARTSCH apud CHITARRA & CHITARRA, 2005).	4
Figura 2: Estrutura analítica do planejamento do trabalho.....	7
Figura 3: Morangos na condição inicial.....	8
Figura 4: Perda de massa de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. Cada ponto representa a média de três repetições compostas por seis morangos.	13
Figura 5: Taxa respiratória de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. Cada ponto representa a média de três repetições compostas por seis morangos.....	14
Figura 6: Morangos utilizados para análise de cor: condição inicial (a), T1 dia 3 (b), T1 dia 6 (c), T2 dia 3 (d), T2 dia 6 (e), T3 dia 3 (f), T3 dia 6 (g), T4 dia 3 (h), T4 dia 6 (i)	16



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tonalidade (ângulo Hue) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	15
Tabela 2: Cromaticidade (intensidade da cor) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	16
Tabela 3: pH de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	17
Tabela 4: Acidez titulável (g de ácido cítrico anidro/100 g) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	18
Tabela 5: Teor de sólidos solúveis (°Brix) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	19
Tabela 6: Contagem de bolores e leveduras) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.....	20
Tabela 7: Planilha de cálculo estimado de custos para execução do trabalho.....	21



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivos Específicos.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Conservação de frutas e hortaliças	3
2.2 Atmosfera Modificada	4
2.3 Morango	5
3. WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS).....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4.1 Matéria prima.....	8
4.2 Atmosfera modificada	9
4.3 Análises de parâmetros físico-químicos	9
4.3.1 Perda de Massa.....	10
4.3.2 Respiração.....	10
4.3.3 Coloração do fruto.....	10
4.3.4 pH.....	11
4.3.5 Acidez titulável.....	11
4.3.6 Sólidos solúveis	11
4.3.7 Bolores e leveduras	12
4.4 Delineamento experimental	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5.1 Perda de massa	13
5.2 Respiração	14
5.3 Cor.....	15
5.4 pH.....	17
5.5 Acidez Titulável	17
5.6 Sólidos Solúveis	18



5.7 Análise Microbiológica	19
6. ANÁLISE DE CUSTOS	21
7. CONCLUSÃO.....	22
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

A qualidade de um produto agrícola é caracterizada com base em seus fatores sensoriais, químicos, físicos, nutritivos e biológicos. Tais parâmetros são definidos de acordo com as preferências do consumidor final, as quais tendem a influenciar a cotação do produto, pois quanto melhor a qualidade, maior poderá ser o valor de comercialização. Ao longo do trajeto entre o produtor e consumidor final, são inúmeras as variáveis que podem depreciar esse atributo, por isso, o armazenamento de um produto perecível representa um desafio atual no que requer o emprego de diversas formas de conservação que visam evitar perdas quantitativas e qualitativas do produto.

A exposição de hortícolas à uma atmosfera modificada pelo aumento da concentração de gás carbônico (CO₂) e diminuição de oxigênio, é uma estratégia de manutenção do período pós-colheita, pois retarda-se a taxa respiratória e crescimento microbiológico, os quais são responsáveis pela aceleração do processo de senescência. Ou seja, este método permite que o produto tenha suas características sensoriais, nutritivas e microbiológicas mantidas por um prazo maior e, conseqüentemente, prolonga a vida útil e qualidade comercial do produto.

O morango (*Fragaria ananassa* L.) é consumido majoritariamente na forma *in natura*, entretanto, é um produto de elevada perecibilidade, taxa respiratória e susceptibilidade ao desenvolvimento de microrganismos; além disso, sua estrutura é muito delicada e facilmente passiva de danos mecânicos. Tais características conferem ao fruto um curto período de comercialização, o qual tem como principal técnica de conservação o uso de armazenamento sob refrigeração.

1.1 Justificativa

Sendo o morango um produto altamente perecível e sensível aos ataques de microrganismos, o estudo de tecnologias que prologuem sua vida útil com conservação da qualidade pós-colheita e um processo que consiga fazer com que o produto seja armazenado por maior tempo é altamente atrativo, por reduzir o desperdício de produtos que seriam descartados ao se degradar rapidamente. Outra vantagem do tratamento com atmosfera modificada é o aumento no valor agregado no ponto de venda, por prolongar o tempo de comercialização, uma vez que retarda o processo respiratório do produto.

1.2 Objetivos

Testar a hipótese de que morangos 'Albion' submetidos a atmosfera modificada, por meio de adição da concentração de CO₂, tem a sua vida pós-colheita prolongada com conservação dos parâmetros de qualidade, tais como sólidos solúveis, cor e diminuição da carga microbiológica.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito de diferentes concentrações de CO₂ na conservação pós-colheita de morangos 'Albion' armazenados sob refrigeração.
- Definir dentre as concentrações de CO₂ utilizadas, a mais adequada para a conservação da qualidade pós-colheita de morangos 'Albion'.
- Avaliar o efeito do tratamento com CO₂ em morangos 'Albion', por meio de parâmetros de qualidade físicos e químicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conservação de frutas e hortaliças

A colheita é um processo traumático e estressante para o produto, pois ele tem o seu suprimento de água e nutrientes interrompido e, com isso, elevação da taxa metabólica. Mesmo depois de colhido, o fruto continua respirando, transpirando, produzindo compostos metabólicos e evoluindo para o processo natural de senescência.

A “qualidade comestível” é associada a parâmetros de aroma, sabor, textura e cor, diminuindo logo após a colheita, pelo fato de que após a colheita o processo respiratório resulta em alterações nas características físico-químicas, tais como firmeza, cor e textura. Com o aumento da respiração, mais acelerado é o processo de senescência e maior a perda da qualidade e, conseqüente, desvalorização do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). De posse do conhecimento dessas informações, é possível visualizar a necessidade de aplicação de métodos que atuam a favor do retardamento do processo de respiração.

Uma vez que o armazenamento sob baixas temperaturas promove a desaceleração metabólica tanto de vegetais quanto de microorganismos, a refrigeração é a técnica mais utilizada e efetiva na conservação da qualidade e prolongamento do tempo de comercialização de produtos agrícolas (Figura 1). Entretanto, devido a complexidade da cadeia do frio, tal prática apresenta alto custo e não é facilmente aplicável a qualquer tipo de situação, além disso, o controle efetivo da temperatura demanda que a cadeia de frio seja estabelecida ininterruptamente desde a colheita até o consumo. A fim de amenizar tais impasses e prolongar ainda mais a vida útil das hortícolas, tecnologias alternativas, tais como a aplicação de radiação ultravioleta, revestimento comestível e atmosfera modificada vêm sendo estudadas e empregadas em associação com a refrigeração (CHITARRA & CHITARRA, 2005.)

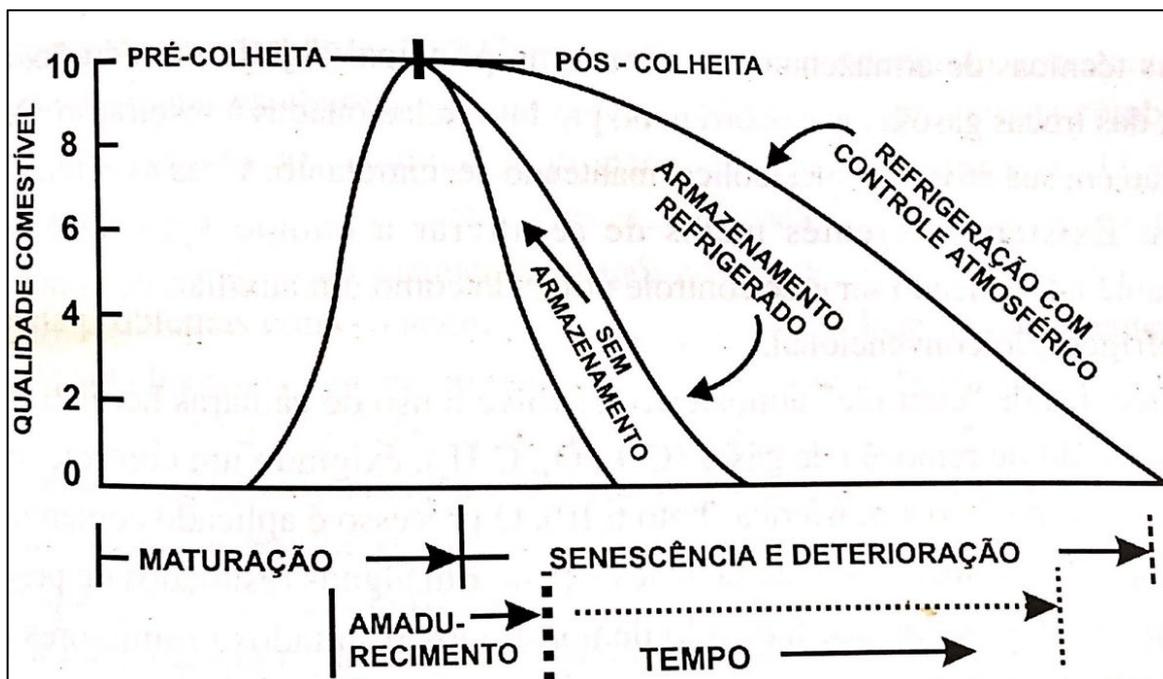


Figura 1: Efeito da aplicação da técnica de refrigeração e controle atmosférico na pós-colheita de frutas e hortaliças (BARTSCH apud CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.2 Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada consiste na alteração da composição gasosa no entorno de um produto agrícola, podendo ela ser realizada de forma passiva, ativa ou controlada. Na primeira, o produto não sofre a injeção de gases, é apenas embalado e a atmosfera é modificada de acordo com a respiração do mesmo, permeabilidade da embalagem aos gases e temperatura de armazenamento. Na atmosfera modificada ativa, ocorre a adição de gases sob um período inicial e após este, o produto permanece em sua embalagem comum, na câmara refrigerada, sob sua própria capacidade de respiração, gerando uma nova atmosfera de equilíbrio (CIPRIANO et. Al., 2010; MANTILLA et al., 2010). Já a atmosfera modificada controlada, complementa o armazenamento refrigerado, é um método mais complexo, envolve a injeção de gases O_2 e CO_2 , e demanda um controle contínuo da concentração desses ao longo do tempo (BRACKMANN, 2007).

Assim, o objetivo da técnica de atmosfera modificada é a redução da intensidade da respiração do produto, visando o prolongamento do período pós-colheita e minimização dos danos à qualidade. Sendo a atmosfera do ambiente composta por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,03% de gás carbônico e pequenas concentrações de outros gases, e tendo em vista os objetivos propostos pela técnica, usualmente os níveis de O_2 são

reduzidos entre 2 a 8% e os de CO₂ elevados entre 2 a 12% (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A adição de CO₂ é tida como um parâmetro importante pela função que exerce no retardo do processo de senescência (BRACKMANN et al apud WELLS & COTA, 1970), entretanto altos níveis de CO₂ podem levar à injúrias nos tecidos, enquanto que baixas taxas de O₂ levam a respiração anaeróbica, cuja ocorrência não é benéfica pelo fato de que o etanol e o acetaldeído são responsáveis por escurecimento de polpa e surgimento de sabores e odores indesejáveis nos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

É importante destacar que a concentração ideal de gases a ser inserida depende dos fatores do produto, particularmente taxa respiratória e microorganismos (MANTILLA et al., 2010).

2.3 Morango

O morango é um pseudofruto não climatérico, perecível, com alta taxa respiratória e curta vida pós-colheita. Além disso, a sua frágil textura é facilmente suscetível a danos mecânicos e ataque de microorganismos, pois a condição interna do fruto é favorável ao desenvolvimento de fungos e bactérias; tais fatores tendem a acelerar o processo de senescência, resultando na diminuição da vida útil e qualidade pós-colheita (CHITARRA & CHITARRA, 2005; MORETTI, 2007).

A comercialização do morango segue de acordo com a preferência dos consumidores e centros comerciais interessados, que optam na maioria das vezes pelo consumo *in natura*, frutos grandes, firmes e coloração intensa, e varia devido à diversos fatores de classificação, para garantir um padrão mínimo de qualidade. A categoria é um parâmetro que muda de acordo com a presença de defeitos graves, leves e podridões no fruto; para a categoria superior, é requisitado que o fruto tenha mais de 75% da superfície colorida, sendo considerado um defeito leve uma coloração não característica (CEAGESP, 2002).

O morangueiro Albion é uma cultivar de dia neutro, ou seja, o florescimento é insensível à duração do dia para um cenário no qual a temperatura dia/noite é respectivamente 21°/16° (OTTO et al, 2009). Originária da Califórnia, os frutos são firmes e resistentes ao transporte, com ótima qualidade organoléptica, peso médio de 33 g, teor de

sólidos solúveis de 6,65% e acidez titulável de 0,99% de ácido cítrico em época de verão (ANTUNES, 2013).

A principal técnica de conservação empregada é a refrigeração, pois de acordo com o Princípio de Van't Hoff, "a redução de 10 °C na temperatura do tecido vegetal reduz a velocidade do processo respiratório em duas a três vezes", portanto, a temperatura está diretamente ligada a intensidade respiratória das hortícolas (CHITARRA & CHITARRA, 2005). No entanto, devido a complexidade que a manutenção de uma cadeia de frio exige, métodos alternativos complementares a esta técnica demandam pesquisa.

Um estudo realizado por Cunha Júnior et al. (2012) com morangos da cultivar Oso Grande com armazenamento refrigerado a 10 °C e submetido a altas concentrações de CO₂ com 20% de O₂, demonstrou que os tratamentos de 20% e 40% de CO₂ foram capazes de manter a conservação em até 8 dias, sendo o de 40 % com a menor taxa de perda de firmeza, igual a 28% do valor inicial. Os morangos que passaram pela concentração de 80% resistiram por até 6 dias, porém apresentavam alto teor de acetaldeído e etanol, e a taxa de perda de firmeza também foi 12% superior as obtidas para as concentrações de 20 e 40%.

A atmosfera modificada também foi eficaz quando aplicadas nas proporções de 3 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ e de 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂, ambas em morangos da cultivar 'Oso Grande', os quais se mantiveram em boa qualidade por 7 dias (CALEGARO et. al., 2002).

3. WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

O processo de planejamento e execução deste trabalho seguiu uma série de operações lógicas e sucessivas (Figura 2).

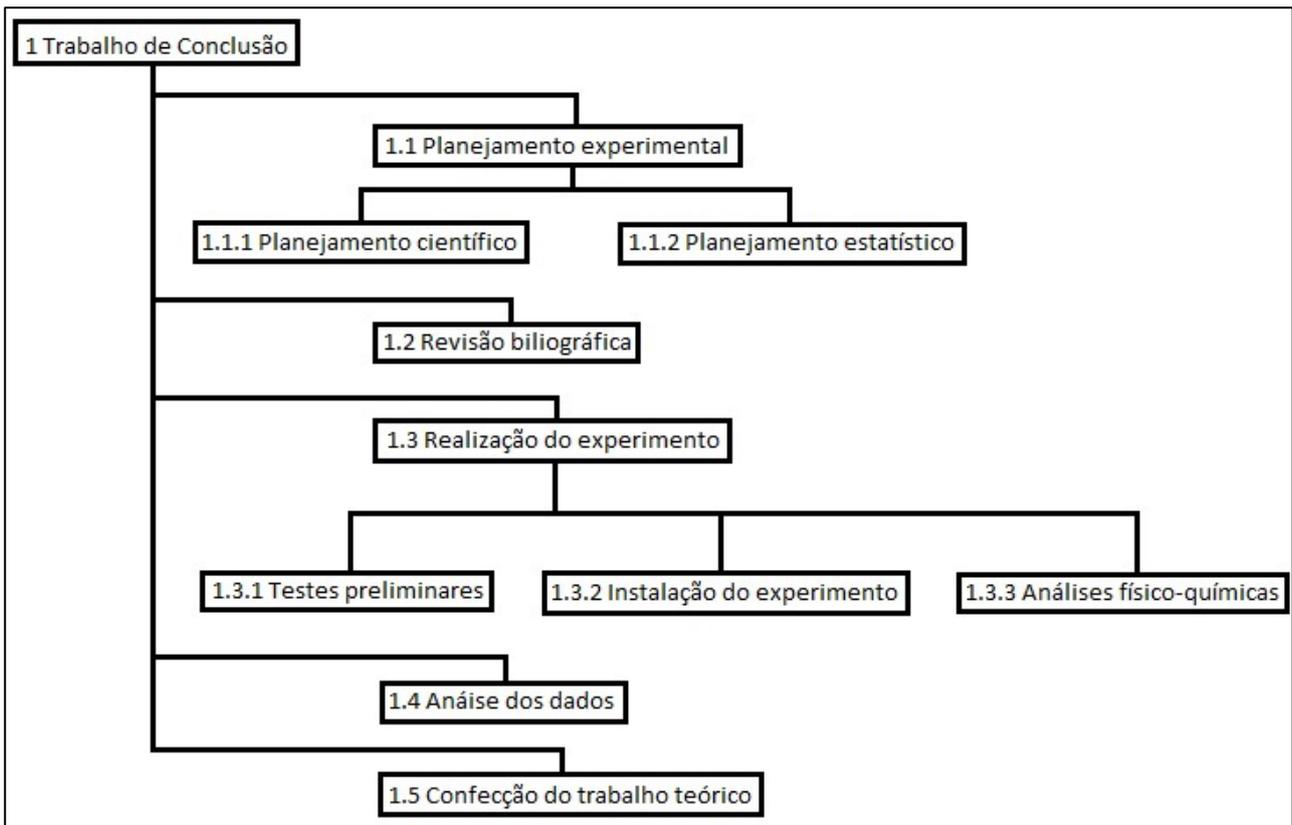


Figura 2: Estrutura analítica do planejamento do trabalho.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

Para execução deste trabalho foram utilizados morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) *in natura* da cultivar Albion, colhidos diretamente de um produtor de sistema de cultivo convencional situado em Monte Alegre do Sul (22°41'58,3" S 46°38'40,30" O), Estado de São Paulo. A colheita foi realizada no período da manhã, sendo que no momento as condições ambientais eram de 25,4 °C de temperatura, 72,9% UR e a radiação era de 214,95 UM.

Depois de colhidos, os morangos foram acondicionados em caixas plásticas do tipo K e transportados no interior de uma caixa de poliestireno até o Laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade de Campinas (LTPC/FEAGRI/UNICAMP).

É válido ressaltar que devido a alta temperatura no dia da colheita e a ausência de refrigeração ao longo do transporte, os morangos chegaram ao Laboratório com danos em sua qualidade (Figura 3).



Figura 3: Morangos na condição inicial

4.2 Atmosfera modificada

Para obtenção da atmosfera modificada, os frutos foram colocados em baldes plásticos de polipropileno com capacidade para 12L. Em cada balde foram colocados aproximadamente 1350 g de morangos, e os recipientes foram tampados e vedados hermeticamente com o auxílio de Parafilm M®. As tampas de tais recipientes possuíam duas conexões que possibilitavam a injeção da atmosfera modificada e a saída dos gases das embalagens. As diferentes composições de atmosfera foram obtidas a partir de cilindro com 100% de dióxido de carbono, o qual foi injetado nos recipientes com os morangos por um tempo estabelecido. Inicialmente, desejava-se concentrações próximas a 20%, 40% e 80%, pois em experimentos preliminares anteriores, tais concentrações apresentaram melhores resultados. Após a injeção, aguardou-se dois minutos para estabilização da atmosfera no interior dos baldes e mediu-se a concentração dos gases com o auxílio do medidor de gases Pac Check 325 (MOCON), sendo estas iguais a 21,9% CO₂ (T2), 40,3% CO₂ (T3), 83,4% CO₂ (T4). Os frutos permaneceram em exposição à tais atmosferas por duas horas. Passado este tempo, os baldes foram abertos e os morangos foram acomodados em embalagens perfuradas de politereftalato de etileno (PET), com capacidade para 150 g de produto, e armazenados a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. É válido ressaltar que os morangos do tratamento controle (T1) não foram expostos à modificação da atmosfera, e seguiram diretamente para a etapa de armazenagem.

4.3 Análises de parâmetros físico-químicos

A avaliação dos parâmetros físico-químicos de qualidade dos morangos foi realizada por meio de análises não destrutivas (perda de massa, atividade respiratória e coloração) e destrutivas (pH, acidez titulável e sólidos solúveis). Assim, na data da colheita/implantação do experimento foi feita uma caracterização (dia 0), bem como aos três (dia 3) e seis (dia 6) dias de armazenagem, em três repetições compostas por seis frutos cada.

4.3.1 Perda de Massa

A perda de massa dos morangos foi avaliada pesando-se uma mesma embalagem contendo cerca de 150 g de frutos e calculando-se a diferença entre a massa inicial e final do produto, sendo o resultado final expresso em porcentagem (%). Foram realizadas três repetições.

4.3.2 Respiração

Foram acondicionados aproximadamente 100 g de morangos em frascos de vidro de 595 mL, vedados hermeticamente, contendo um septo de silicone na tampa. Os frascos foram mantidos fechados por 30 minutos e, após este período, com o equipamento (Pac Check 325, MOCON) verificou-se a concentração de gás carbônico do espaço livre (head space). Os resultados foram expressos de acordo com a equação 1.

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

Parâmetros:

CO₂ = volume de CO₂ 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.CO₂ para mg. CO₂ nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP).

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

4.3.3 Coloração do fruto

A coloração dos frutos foi medida com o auxílio do espectrofotômetro digital Konica Minolta CR400 de acordo com a escala CIELAB, ou seja, definiu-se os valores L* (luminosidade), a* e b*. Os resultados foram expressos em de croma (c*) e ângulo Hue (°H), por meio de cálculos utilizando as equações 2 e 3.

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

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

4.3.4 pH

A medição do pH foi obtida por meio de potenciometria, imergindo eletrodo do pHmetro digital na amostra triturada e homogeneizada.

4.3.5 Acidez titulável

Amostras de, aproximadamente, 10 g de morangos triturados foram diluídas em 90 mL de água destilada e essas foram tituladas com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1M até o ponto de viragem de pH equivalente a 8,1, de acordo com AOAC (2016). O resultado foi expresso em g de ácido cítrico anidro, o qual é o predominante no produto (equação 4).

$$AT = \frac{V_{NaOH} \times N \times 64 \times 1000}{m_{amostra} \times 1000} \quad (\text{Equação 4})$$

Parâmetros:

AT = g de ácido cítrico anidro 100 g⁻¹;

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

N = normalidade da solução de NaOH;

64 = equivalente a grama de ácido cítrico.

M_{amostra} = massa de amostra expressa em (g).

4.3.6 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis dos morangos foi obtido por meio da deposição de, aproximadamente, uma gota da amostra triturada em refratômetro analógico. O resultado foi expresso em °Brix.

4.3.7 Bolores e leveduras

Uma amostra de 25 g de morango, composta pelo conteúdo de três repetições (embalagens) por tratamento, foi homogeneizada em 225 mL de água peptonada (H₂O_p), respeitando a proporção de 1:9. A partir desta primeira diluição, demais foram realizadas de maneira seriada com a transferência de 1 mL para 9 mL de H₂O_p, das quais foram inoculadas 0,1 mL em superfície em meio de cultura DRBC (Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol), com incubação a 25 °C e contagem das unidades formadoras de colônia (UFC g⁻¹) após cinco dias (SILVA et al., 2017).

4.4. Delineamento experimental

O trabalho foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 tratamentos (T1: controle, T2: 21,9% CO₂, T3: 40,3% CO₂ e T4: 83,4% CO₂) e 3 épocas de avaliação (0, 3 e 6 dias após de armazenamento). Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey, p<0,05), com o auxílio do software SISVAR da UFPA (2018) e os gráficos e tabelas elaborados no EXCEL (2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Perda de massa

Durante os três primeiros dias após o tratamento, a perda de massa atingiu valores na faixa de 13% a 15%, sendo no dia 3 o maior valor observado (Figura 4). No último dia de observação, os morangos que foram expostos a 40,3% CO₂ (T3) apresentaram 8% de perda de massa, a menor dentre os tratamentos avaliados.

Cunha Júnior et al. (2012) relataram que morango 'Oso Grande' exposto a concentração de 80% de CO₂, não apresentou diferença estatística para a perda de massa, a qual foi menor que 2%, valor muito inferior que o obtido neste trabalho. Sabe-se que perdas de massa superiores a 6% fazem com que o produto não seja atrativo comercialmente (CUNHA JÚNIOR et. al apud GARCIA et al, 1998).

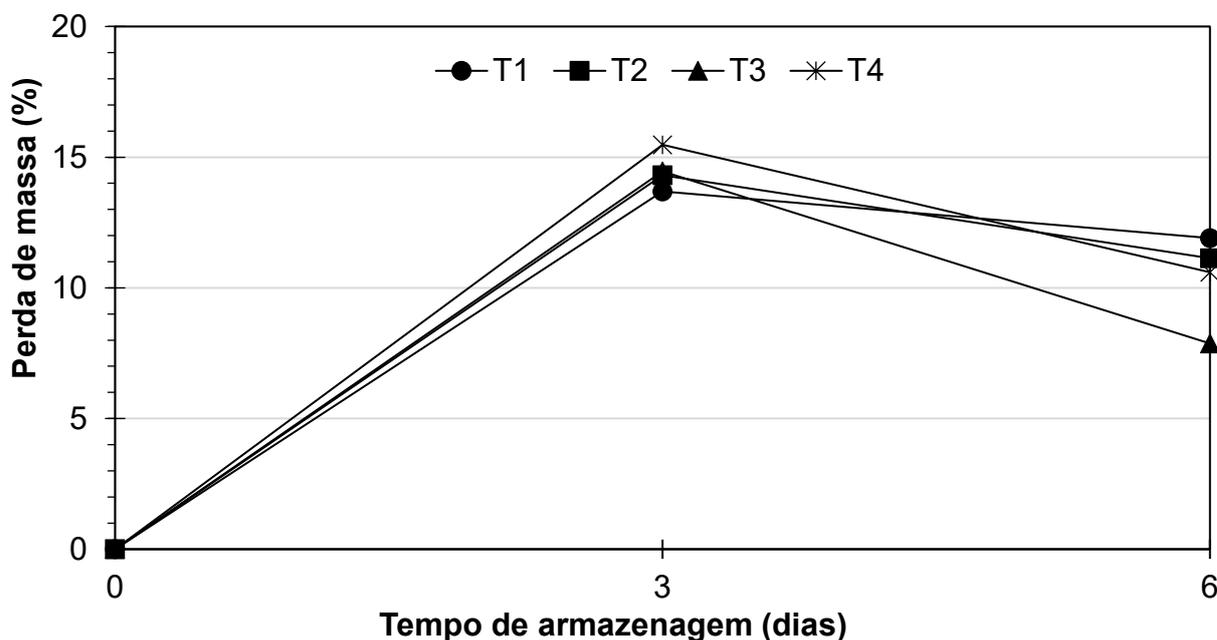


Figura 4: Perda de massa de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. Cada ponto representa a média de três repetições compostas por seis morangos.

5.2. Respiração

A taxa respiratória dos morangos não expostos a modificação de atmosfera com CO₂ (controle) foi superior aos demais em todos os dias avaliados, iguais a 86 e 107 mg.CO₂/kg.h aos 3 e 6 dias após a colheita (Figura 5), respectivamente. Aos 3 dias de experimento, os frutos tratados com 21,9% (T2), 83,4% (T4) e 40,3% (T3) de CO₂ apresentaram, consecutivamente 30, 47 e 64 mg.CO₂/kg.h de taxa respiratória. Já no último dia de observação, período máximo de vida útil do produto, a menor taxa de respiração foi verificada nos frutos do T3, com 85 mg.CO₂/kg.h.

O morango possui taxa respiratória de cerca de 15 mg.CO₂/kg.h para a temperatura de 4°C e o aumento desta taxa pode ser provocado pelo aumento da temperatura (SILVA apud FLORES-CANTILLANO, 1999), o que ocorreu neste caso, em que a temperatura no transporte foi crescente até a chegada ao local do experimento. Ainda que a temperatura da câmara fria tenha se mantido constante, o estresse causado ao produto durante o transporte pode ocasionar o aumento da produção de etileno, levando ao acréscimo da atividade respiratória (SILVA apud KADER, 1991). No entanto, mesmo com esse estresse os tratamentos utilizados foram eficazes na redução da taxa respiratória dos morangos nos primeiros 3 dias de armazenamento.

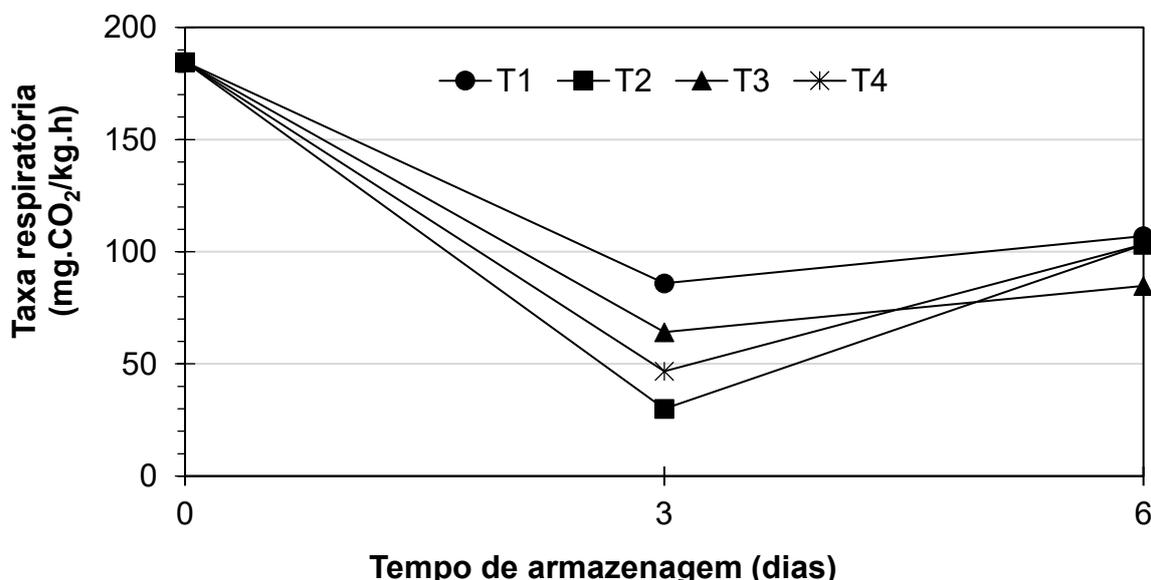


Figura 5: Taxa respiratória de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR. Cada ponto representa a média de três repetições compostas por seis morangos.

5.3 Cor

A cor é um fator extremamente importante na comercialização de morangos, pelo fato de ser um parâmetro importante na decisão de compra do consumidor. O ângulo Hue corresponde a tonalidade do i avaliado, neste caso, não foi possível observar diferenças estatísticas ($p>0,05$) em seus valores dentre os tratamentos avaliados e nem ao longo do período de armazenamento (Tabela 1).

Para este parâmetro o maior valor encontrado ao final do experimento deu-se para os morangos não expostos a modificação de atmosfera com CO₂ (controle) com valor de 37,95°, o menor angulo Hue deu-se para frutos tratados com 40,3% (T3).

Cunha Júnior et. al. (2012) relataram que morangos 'Oso Grande' obtiveram valores de ângulo Hue ao sexto dia de 30,40° para frutos submetidos a 20%CO₂, 30,34° para frutos submetidos a 40% CO₂ e 22,98° para frutos submetidos a 80%CO₂, valores superiores aos encontrados neste trabalho, sendo que a maior diferença ocorreu para a concentração de 80% com acréscimo de 13,92°.

Tabela 1: Tonalidade (ângulo Hue) de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a 4,64 ± 2,23 °C e 68,48 ± 2,13% UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem								
	0 dias			3 dias			6 dias		
T1	35,26	± 4,87	Aa	34,25	± 3,50	Aa	37,95	± 6,17	Aa
T2	35,26	± 4,87	Aa	37,53	± 4,61	Aa	34,78	± 4,93	Aa
T3	35,26	± 4,87	Aab	39,02	± 2,93	Aa	32,89	± 1,96	Ab
T4	35,26	± 4,87	Aa	37,55	± 3,88	Aa	36,90	± 3,69	Aa

* Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p<0,05$). ** Médias seguidas por desvios padrão. *** Médias compostas por três repetições, sendo cada uma constituída por 6 frutos.

Em relação ao índice de cromaticidade, também não foi possível observar diferença estatística ($p>0,05$) entre os tratamentos avaliados e período de conservação (Tabela 2). O maior índice de cromaticidade encontrado ao final do experimento foi de 42,34 para frutos tratados com 83,4% (T4) e o menor de 36,92 para frutos tratados com 40,3% (T3).

Cunha Júnior et. al (2012) obtiveram em seu trabalho com morangos 'Oso Grande' valores de 31,10 para frutos submetidos a 20%CO₂, 32,47 para frutos submetidos

a 40%CO₂ e 25,02 para frutos submetidos a 80%CO₂, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 2: Cromaticidade (intensidade da cor) de morangos ‘Albion’ não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a 4,64 ± 2,23 °C e 68,48 ± 2,13% UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem								
	0 dias			3 dias			6 dias		
T1	39,70	± 3,21	Aa	39,24	± 5,17	Aa	41,57	± 4,78	ABa
T2	39,70	± 3,21	Aa	39,84	± 3,11	Aa	38,09	± 4,85	BCa
T3	39,70	± 3,21	Aab	43,12	± 4,12	Aa	36,92	± 2,27	Cb
T4	39,70	± 3,21	Aa	39,70	± 3,69	Aa	42,34	± 4,10	Aa

* Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05). ** Médias seguidas por desvios padrão. *** Médias compostas por três repetições, sendo cada uma constituída por 6 frutos.

A Figura 6 mostra aspectos dos frutos de morangos submetidos aos tratamentos nos dias 0, 3 e 6. É possível observar que houve escurecimento da superfície do morango no sexto dia.

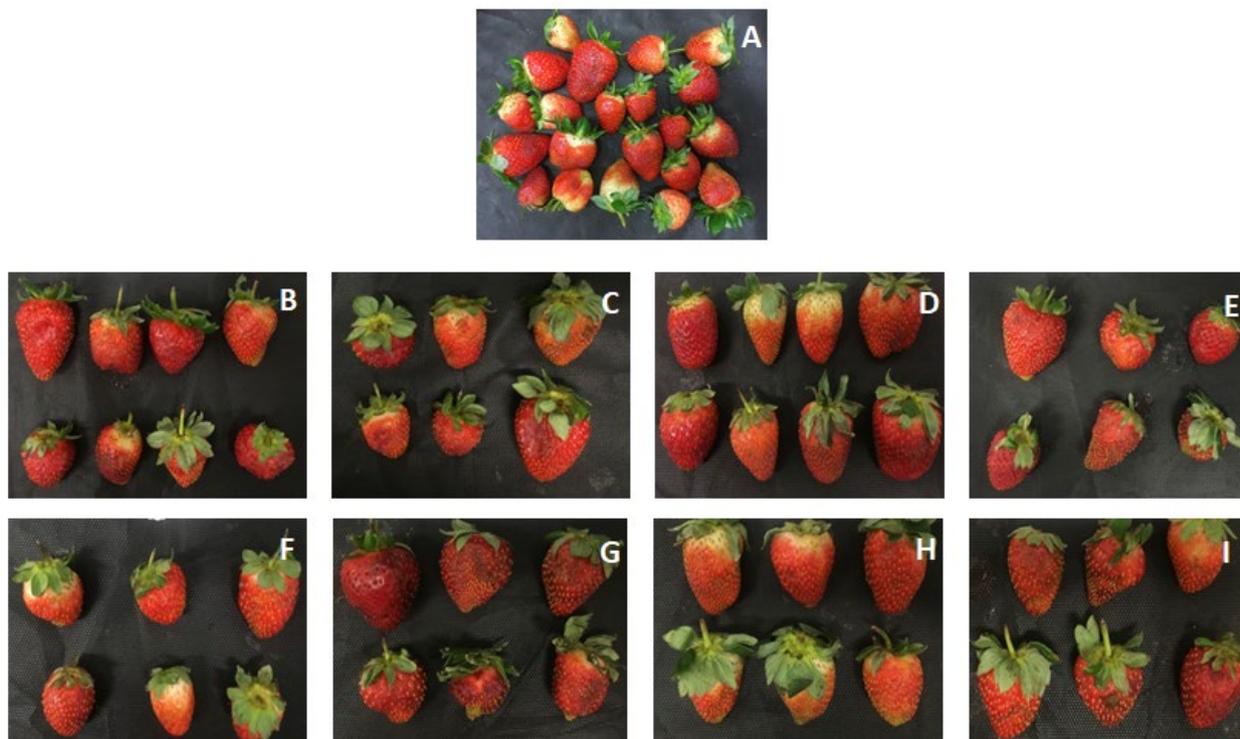


Figura 6: Morangos utilizados para análise de cor: condição inicial (a), T1 dia 3 (b), T1 dia 6 (c), T2 dia 3 (d), T2 dia 6 (e), T3 dia 3 (f), T3 dia 6 (g), T4 dia 3 (h), T4 dia 6 (i).

5.4. pH

O pH dos morangos permaneceu na faixa de 3,3 a 3,5 ao longo dos seis dias de análise, não sendo observada diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). No terceiro dia após a instalação do experimento, o pH sofreu uma ligeira redução, partindo de valores de 3,51 para 3,31 a 3,36 e seguido por um ligeiro aumento no sexto dia, com valores voltando a 3,48 e 3,49 em que tanto a redução quanto o aumento ocorreram de forma uniforme para todos os tratamentos, não caracterizando efeito da atmosfera sobre o tratamento controle (Tabela 3).

Siqueira et al. (2002) obteve em seu trabalho com morangos 'Oso grande' armazenados em atmosfera modificada com concentrações 2% O₂ + 10% CO₂ e 5% O₂ + 5%CO₂ por 10 dias, um valor médio de pH de 3,75, superior aos observados com o 'Albion' neste trabalho.

Silva (2004) obteve, no sexto dia de armazenamento pH médio de 3,55 para os morangos 'Oso Grande' tratados a 1%CO₂ e 5%CO₂ e 3,58 para o tratamento de 1%CO₂, o tratamento testemunha retornou valor médio de 3,56 enquanto que o deste trabalho ficou em 3,49 para a cultivar Albion. Tais diferenças podem ser relacionadas com a cultivar, pois cultivares distintas apresentam diferentes valores de pH.

Tabela 3: pH de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13\%$ UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem											
	0 dias			3 dias			6 dias					
T1	3,51	±	0,06	Aa	3,36	±	0,02	Ab	3,49	±	0,06	Aa
T2	3,51	±	0,06	Aa	3,32	±	0,05	Ab	3,48	±	0,01	Aa
T3	3,51	±	0,06	Aa	3,31	±	0,06	Ab	3,49	±	0,02	Aa
T4	3,51	±	0,06	Aa	3,35	±	0,10	Ab	3,48	±	0,02	Aa

* Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** Médias seguidas por desvios padrão. *** Médias compostas por três repetições, sendo cada uma constituída por 6 frutos.

5.5. Acidez Titulável

Foi possível observar que ao longo dos 6 dias de armazenagem, não foi obtida diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). Verifica-se ainda que as variações dos valores estão de acordo com as observadas para o pH, uma vez que para o dia 0, quando

o pH foi superior, a acidez titulável foi menor que para o último dia onde o pH foi ligeiramente inferior (Tabela 4). O maior valor de acidez titulável em todo o período de experimento deu-se no terceiro dia com 0,99 g de ácido cítrico anidro/100 g para frutos tratados com 21,9% (T2) e, no último dia de observação, período máximo de vida útil que o produto em situação proporcionou, a menor acidez titulável foi de 0,94 g de ácido cítrico anidro/100 g para frutos tratados com 83,4% (T4).

Cunha Júnior et. al (2012) em estudo com morangos da cultivar Oso Grande, relataram que o menor teor de acidez titulável aconteceu para a concentração de 80% CO₂, neste trabalho também foi encontrado o menor teor no ultimo dia de análise para a concentração 83,4% CO₂ (T4).

Siqueira et al. (2002) encontraram em seu trabalho com morangos da cultivar Oso grande armazenados em atmosfera modificada por 10 dias, valor médio de acidez titulável de 1,09%, os dados são superiores do que os encontrados neste trabalho.

Tabela 4: Acidez titulável (g de ácido cítrico anidro/100 g) de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a $4,64 \pm 2,23$ °C e $68,48 \pm 2,13$ % UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem											
	0 dias				3 dias				6 dias			
T1	0,91	±	0,02	Aa	0,91	±	0,02	Aa	0,98	±	0,10	Aa
T2	0,91	±	0,02	Aa	0,99	±	0,09	Aa	0,97	±	0,03	Aa
T3	0,91	±	0,02	Aa	0,97	±	0,03	Aa	0,97	±	0,04	Aa
T4	0,91	±	0,02	Aa	0,93	±	0,14	Aa	0,94	±	0,05	Aa

* Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** Médias seguidas por desvios padrão. *** Médias compostas por três repetições, sendo cada uma constituída por 6 frutos.

5.6. Sólidos Solúveis

Os frutos tratados com 21,9% (T2), 40,3% (T3) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis durante todo o período de armazenamento. Os tratamentos não representaram diferenças estatísticas nos dias 0 e 3 pelo teste de Turkey ($p < 0,05$), porém, no sexto dia houve diferença entre os tratamentos T3 e T4 com valores de 8,20°Brix para frutos tratados com 40,3% (T3) e 7,27°Brix para frutos tratados com 83,4% (T4), sendo a diferença entre os valores médios de cerca de um grau Brix.

Os valores sofreram redução no terceiro dia de análise, o que é esperado pois o fruto utiliza os açúcares como substrato para respiração, e com a perda de massa o fruto perde água, concentrando os açúcares, o que explica o aumento no sexto dia, como mostra a Tabela 5.

Tal comportamento encontrado na avaliação de sólidos solúveis está de acordo com os resultados encontrados por Vieites et al. (2006) em morangos da variedade Oso Grande sob atmosfera modificada com diferentes concentrações de CO₂. Como relatado, também não foram notadas variação significativa nos teores de sólidos solúveis.

Cunha Júnior et al. (2012) concluíram que a aplicação da atmosfera modificada não foi capaz de influenciar o teor de sólidos solúveis e, ainda, a média dos sólidos ficou em 7,2 ° Brix, também compatível com os resultados deste trabalho.

Silva (2004) obteve, no sexto dia de armazenamento, valores de 7,4°Brix para os morangos 'Oso Grande' tratados a 3%CO₂ e 5%CO₂ e 7,5°Brix para o tratamento de 1%CO₂, tais valores estão dentro da faixa encontrada para este trabalho, ainda que com maiores concentrações de CO₂, o que sugere que a concentração de CO₂ não é capaz de influenciar o teor de sólidos solúveis.

Tabela 5: Teor de sólidos solúveis (°Brix) de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a 4,64 ± 2,23 °C e 68,48 ± 2,13% UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem											
	0 dias			3 dias			6 dias					
T1	7,80	±	0,40	Aa	7,20	±	0,10	Aa	7,33	±	0,83	ABa
T2	7,80	±	0,40	Aa	7,93	±	0,15	Aa	8,00	±	0,40	ABa
T3	7,80	±	0,40	Aab	7,27	±	0,31	Ab	8,20	±	0,35	Aa
T4	7,80	±	0,40	Aa	7,07	±	0,42	Aa	7,27	±	0,12	Ba

* Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05). ** Médias seguidas por desvios padrão. *** Médias compostas por três repetições, sendo cada uma constituída por 6 frutos.

5.7. Análise Microbiológica

A presença de bolores e leveduras foi avaliada durante todos os dias de armazenamento (0, 3 e 6) e estava inicialmente no nível de 10⁵ Unidade Formadora de Colônia por grama de produto (UFC g⁻¹) (Tabela 6) e foi observado o aumento da contaminação durante todo o período de armazenamento, chegando no final ao nível de 10⁶ UFC g⁻¹ para alguns tratamentos. Também foi observado que a contagem em morangos

tratados a 21,9% CO₂ (T2) foi inferior aos demais em todos os dias avaliados, iguais a 0,90 x 10⁵ e 0,21 x 10⁵ UFC/g aos 3 e 6 dias após a colheita, respectivamente, enquanto que os morangos não expostos a modificação de atmosfera com CO₂ (controle) obtiveram contagem de bolores e leveduras superior aos demais em todos os dias avaliados, iguais a 15,8 x 10⁵ e 19,6 x 10⁵ UFC/g, aos 3 e 6 dias após a colheita, respectivamente.

Aos 3 dias de experimento, os frutos tratados com 83,4% (T4) e 40,3% (T3) de CO₂ apresentaram, consecutivamente, 11,10 x 10⁵ e 1,20 x 10⁵ UFC/g. Já no último dia de observação, período máximo de vida útil que o produto em situação proporcionou, a maior contagem de bolores e leveduras foi verificada nos frutos que não foram expostos à modificação da atmosfera (controle), com 19,60 x 10⁵ UFC/g.

Os resultados obtidos indicam que concentrações de gás carbônico entre 20 e 40% podem ser eficientes na redução da carga microbiológica em morangos, quando comparados com frutos que não foram submetidos a este tratamento. Por outro lado, elevadas concentrações, como próximas a 80%, utilizada no tratamento T4, causam estresse ao produto, fazendo com que o mesmo fique susceptível ao desenvolvimento de microorganismos.

Tabela 6: Contagem de bolores e leveduras) de morangos 'Albion' não tratados (T1) e submetidos à atmosfera modificada de 21,9% (T2), 40,3% (T3), 83,4% (T4), ao longo de 6 dias de armazenagem a 4,64 ± 2,23 °C e 68,48 ± 2,13% UR.

Tratamento	Tempo de armazenagem pós-colheita		
	0 dias	3 dias	6 dias
T1	1,15 x 10 ⁵	15,80 x 10 ⁵	19,60 x 10 ⁵
T2	1,15 x 10 ⁵	0,90 x 10 ⁵	0,21 x 10 ⁵
T3	1,15 x 10 ⁵	1,20 x 10 ⁵	2,30 x 10 ⁵
T4	1,15 x 10 ⁵	11,10 x 10 ⁵	12,60 x 10 ⁵

* Resultados expressos em UFC g⁻¹.

6. ANÁLISE DE CUSTOS

Para análise dos custos foram colocados os custos principais com matéria prima, mão de obra, material de trabalho e ensaio (Tabela 7).

Tabela 7: Planilha de cálculo estimado de custos para execução do trabalho.

Material	Quantia	Tipo	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Análise de cor	4	análise	50,00	200,00
Análise taxa Respiratória	4	análise	50,00	200,00
Avental	1	unidade	49,90	49,90
Balança UDC 30000/18	1	unidade	624,79	624,79
Balança analítica de precisão	1	unidade	4085,00	4085,00
Béquer plástico	6	unidade	4,26	25,56
Cilindro de gás CO ₂ - 6kG	1	unidade	330,00	330,00
Embalagens PET para morango	20	unidade	1,72	34,37
Geladeira	1	unidade	949,50	949,50
Luva de Látex	1	caixa	13,99	13,99
Matéria prima (morangos)	6	kg	70,00	70,00
Medidor de ph de bancada	1	unidade	1051,00	1051,00
Notebook com Windows	1	unidade	2792,05	2792,05
Baldes plásticos herméticos	6	unidade	14,50	87,00
Potes de vidro herméticos	20	unidade	8,90	178,00
			Total (R\$)	10491,16

O projeto apresenta um custo de R\$10.491,16 (dez mil, quatrocentos e noventa e um reais e dezesseis centavos), o que não é considerado um custo elevado levando-se em conta que o estudo é de importância para o setor e pode gerar respostas e contribuir para o desenvolvimento do uso de uma técnica alternativa de conservação para o produto em questão. Considerando que uma caixa de morangos com 1 kg de frutas é vendida a R\$ 15,00, o custo do projeto é equivalente a aproximadamente 713 caixas de morangos.

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso da atmosfera modificada com alta concentração de gás carbônico na conservação de morangos 'Albion' não altera as características físico-químicas do produto, tais como cor, acidez, pH e teor de sólidos solúveis.

Concentrações entre 20% e 40% de gás carbônico parecem ser promissoras para o armazenamento do produto, pois morangos expostos a estas condições por curto período apresentaram menores valores de perda de massa, atividade respiratória e contaminação microbiológica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, VC; GUIMARÃES, AG; AZEVEDO, AM; PINTO, NAVD; FERREIRA, MAM. 2016. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. **Horticultura Brasileira** 34: 405-411. Disponível em: <DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362016003016>> Acesso em 25/08/2018.

ANTUNES, M.C. **Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro**. 40p., Universidade Federal do Paraná; Curitiba, 2013.

BRACKMANN, A. et al. Armazenamento de Morangos cv. Oso Grande (*Fragaria ananassa* L.) sob elevadas pressões parciais de CO₂. **Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA**, v.7, n.1, p.10-14, jan-abr, 2001.

BRACKMANN, a. Uso da atmosfera controlada é recente no Brasil. **Visão Agrícola**, n.7, p. 50-52, jan-jun 2007

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1049-1055, ago. 2002

CASONATTO, M; RIBAK, A.P.; TEDESCO, A.L.; Avaliação de características físico-químicas de pseudofrutos das cultivares de morangueiro orgânico: Albion e Camarosa. **Unoesc & Ciência** – ACBS, Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 131-136, jul./dez. 2016

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**; 2 ed; 785p.; UFLA; Lavras, 2005

CIPRIANO, A.L. et al. **Utilização de atmosfera modificada passiva e ativa na conservação pós-colheita do cajú (*Anacardium occidentale* L.)**. 62^a Reunião Anual da SBPC; Natal, 2010.

CUNHA JUNIOR, L.C. et al. Armazenamento refrigerado de morango submetido a altas concentrações de CO₂. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.688-694, 2012

FAGHERAZZI, A.F. et al. **Novos genótipos de morangos italianos com potencial de cultivo no Brasil**. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura; Bento Gonçalves, 2012.

MANTILLA, S.P.S. et al. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, out./dez. 2010

MORAES, I.V.M. et al. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.274-281, abr. 2008.

MORETTI, C.L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**; Embrapa Hortaliças; Brasília, Distrito Federal; 2007; Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/MPMFH_Cap04_Seguranca_dos_alimentos_000ga5h63zu02wx5ok0821iy5p7rt7as.pdf> Acesso em: 25/08/2018.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

OTTO, R.F. et al. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**. V.27, p. 217-221.

PBMH & PIMo - **PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO**. Normas de Classificação de Morango. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

RONCATO, S.C. et al. Conservação de morango tratado com choque térmico. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 209-214, 2016.

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.

SIQUEIRA, H.H.de. Armazenamento de morango sob atmosfera modificada e refrigeração. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1712 -1715, 2009