



Rodrigo Geovane Lenz

USO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS EM MORANGO FRESCO

Horizontalina - RS

2021

Rodrigo Geovane Lenz

USO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS EM MORANGO FRESCO

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Ana Paula Cecatto, Dra.

Horizontina - RS

2021

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Uso de Coberturas Comestíveis em Morango Fresco”

**Elaborado por:
Rodrigo Geovane Lenz**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos

Aprovado em: 24/11/2021
Pela Comissão Examinadora

Dra. Ana Paula Cecatto
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Ms. Cláudia Verdum Viégas
FAHOR – Faculdade Horizontina

Dra. Janice Zulma Francesquett
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2021**

Dedico esse trabalho primeiramente ao único Deus verdadeiro que se manifesta em três pessoas distintas mas de igual essência: Deus Pai, Jesus Cristo e o Espírito Santo. Pois, sem o Senhor, nada disso teria sido possível. Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas. Dedico também à minha família, aos meus irmãos na fé, meus amigos e familiares, e a todos que de alguma forma tiveram parte na minha caminhada.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pelas bênçãos, pelo sustento diário, por não ter me abandonado, pelo perdão dos pecados mediante Jesus Cristo, agradeço pela maravilhosa Graça do Senhor, por dirigir os meus passos, pelo seu amor, bondade, misericórdia, por quem Ele é, por tudo que tem feito, e por tudo que ainda vai fazer. Agradeço a minha família, por todo apoio e ajuda. Agradeço a minha orientadora Ana Paula Cecatto por toda paciência e auxílio, desde a compra de materiais para esse TFC, direcionamento do trabalho, auxílio nas análises laboratoriais, por todo o tempo dedicado a mim, pelas sugestões, correções e melhorias desse trabalho, meu muito obrigado. Agradeço a Amanda Reichert Arnhold, Mariana Scherer e a Dinara Andressa Rambo Scheid pelas análises microbiológicas. Agradeço a coordenadora do curso de Engenharia de Alimentos Cláudia Verdum Viégas, professores, amigos, familiares, e a todos que de alguma forma estiveram comigo nessa jornada.

“Pois, que adianta ao homem ganhar o mundo inteiro e perder a sua alma?”

(Marcos 8:36)

RESUMO

Uma das dificuldades encontradas na indústria de alimentos frescos, naturais, orgânicos e minimamente processados é a preservação das características sensoriais e da qualidade do produto, e esses aspectos estão relacionados com a vida de prateleira do produto. Esse trabalho visa visualizar se é possível o aumento da vida de prateleira de morangos utilizando coberturas comestíveis e observar se estes produtos mantêm as características de qualidade do produto durante o período de armazenamento. Desse modo, o objetivo do estudo foi o desenvolvimento de coberturas comestíveis para utilização em morangos, visando aumento da vida de prateleira. As análises foram feitas no laboratório de Química Geral da FAHOR, e tiveram como método de abordagem o quantitativo do tipo descritivo-exploratório. A pesquisa utilizada foi a bibliográfica e experimental, além de pesquisa estatística. Os morangos utilizados foram da cultivar *San Andreas*, originários de um produtor local. Para a coleta de dados, as técnicas usadas foram a observação direta. Foram desenvolvidas coberturas de gelatina, fécula de mandioca, gelatina + fécula de mandioca (50:50), e após, foram feitas as análises de laboratório, realizadas no decorrer do período pós-colheita que compreenderam os dias de armazenamento 0, 2, 4 e 8 em temperatura ambiente e refrigerada, e foram: o pH, a acidez total titulável (ATT), determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST), e depois foi encontrada a relação SST/ATT. Além disso, foi determinada a perda de massa fresca dos morangos, e, ainda, as amostras de morango foram enviadas para o laboratório de microbiologia para que fosse feita a contagem total de aeróbicos mesófilos. Ressalta-se que as coberturas comestíveis podem ser eficientes no aumento da vida útil de frutas e hortaliças, entretanto, não foi possível verificar se houve aumento no tempo de vida de prateleira dos morangos nesse trabalho, e assim, para se ter resultados mais efetivos e precisos, precisa-se buscar estudar outros métodos/maneiras objetivando aumentar a vida útil. Com a realização desse trabalho, alcançou-se os objetivos desejados, que eram realizar o desenvolvimento de coberturas comestíveis para utilização em morangos, visando aumentar a vida de prateleira.

Palavras-chave: Coberturas. Morango. Pós-Colheita.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Comportamento visual dos morangos em temperatura ambiente.....	31
Figura 2 : Comportamento visual dos morangos em temperatura refrigerada.....	34
Figura 3 : Filme comestível formado no morango.....	35
Figura 4 : Resultado do comportamento das características químicas de morango submetido a diferentes coberturas comestíveis e armazenado a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).....	40
Figura 5 : Resultado da Perda de Massa Fresca em % das amostras em temperatura ambiente e refrigerada.....	42
Figura 6 : Resultado do comportamento das características químicas de morango submetido a diferentes coberturas comestíveis e armazenado a temperatura refrigerada ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Resultados das análises microbiológicas das amostras dos 3 tratamentos e do branco, em temperatura ambiente e refrigerada em UFC/g.....	32
Tabela 2 : Média dos resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras dos diferentes tratamentos mantidos em temperatura ambiente e refrigerada ao longo do tempo.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 TEMA.....	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA.....	12
1.6 OBJETIVOS.....	14
1.6.1 Objetivo Geral.....	14
1.6.2 Objetivos Específicos.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 CUIDADOS NA PRÉ E NO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS.....	15
2.2 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS.....	17
2.2.1 Refrigeração.....	17
2.2.2 Atmosfera Modificada.....	18
2.2.3 Atmosfera Controlada.....	18
2.3 FILMES OU COBERTURAS EM FRUTAS E HORTALIÇAS.....	19
2.3.1 Uso da Gelatina.....	20
2.3.2 Uso de Fécula de Mandioca.....	21
2.4 MORANGO.....	23
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	27
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	29
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	31
4.1 AVALIAÇÃO VISUAL E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.....	31
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	36
CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades encontradas na indústria de alimentos frescos, naturais, orgânicos e minimamente processados é a preservação das características sensoriais e da qualidade do produto. Estes aspectos estão relacionados com a vida de prateleira do produto, também conhecido como prazo de validade. Os alimentos naturais, ou in natura, por não sofrerem a aplicação de conservantes, apresentam uma maior interferência de microrganismos, como bactérias e fungos, por exemplo. Portanto, faz-se necessário procurar formas de aumentar a vida útil e o tempo de armazenamento dos alimentos (principalmente frutas), mantendo sempre que possível, intactas as características sensoriais e a qualidade do produto.

A ocorrência de mudanças nos hábitos alimentares e também a falta de tempo no dia a dia das pessoas que vivem em cidades grandes, além da busca em consumir evitando desperdícios, tem-se aumentado os estudos sobre como os alimentos frescos podem ter uma durabilidade maior na prateleira ou na geladeira. Essas novidades, vem vindo na forma de embalagens compostas de biofilmes biodegradáveis e coberturas comestíveis, proporcionando proteção vegetal (KALILI, 2012).

O desenvolvimento de coberturas para alimentos, comestíveis ou não, previnem a contaminação do alimento por microrganismos externos, além de evitarem a perda de água para o ambiente reduzindo o murchamento e problemas de textura. Dessa forma, as coberturas proporcionam a preservação e manutenção da qualidade organoléptica e nutricional do produto.

O revestimento das frutas e hortaliças, por meio de filmes comestíveis, tem proporcionado interesse aos setores de embalagens das indústrias, principalmente pela crescente consciência ambiental dos consumidores que buscam mais itens renováveis e que não são agressivos biologicamente, proporciona-se assim, aberturas de possibilidades para criar tecnologias que supram essas exigências dos consumidores de produtos alimentícios (ASSIS; ALVES, 2002).

Em função das várias características e da praticidade na formação de géis e filmes, a quitosana tem sido discutida há décadas como algo vantajoso (FRÁGUAS *et al.*, 2015), sendo amplamente empregada como matéria-prima na confecção tanto de filmes como de coberturas para alimentos. Entretanto, existem diversas outras alternativas mais viáveis/acessíveis que substituem a quitosana na fabricação ou

formulação de coberturas ou filmes comestíveis, como a gelatina e a fécula de mandioca que serão estudadas nesse trabalho.

Assim, pressupondo por meio da hipótese de que as coberturas comestíveis podem ser desenvolvidas utilizando a gelatina, bem como podem ser desenvolvidas através da utilização de amidos, como a fécula de mandioca, buscar-se-á aumentar o tempo de vida de prateleira de morangos por meio da utilização de coberturas comestíveis à base destes materiais. Pois, estes materiais, além de serem biodegradáveis e atóxicos, possuem características de serem transparentes e insípidos e por isso não afetarão a cor, sabor e nem a aparência da fruta após a sua aplicação.

Dessa maneira, este trabalho apresenta como objetivo o desenvolvimento de coberturas comestíveis para utilização em morangos, visando aumento da vida de prateleira.

1.1 TEMA

Desenvolvimento de coberturas comestíveis.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se em desenvolver coberturas comestíveis usando gelatina e fécula de mandioca, para revestir morangos da cultivar *San Andreas*, e posteriormente realizar as análises químicas e microbiológicas, além de buscar dados/informações em bibliografias para discussão, comparação e complementação dos resultados e dados obtidos.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível aumentar a vida de prateleira de morangos utilizando coberturas comestíveis à base de gelatina e fécula de mandioca?

O uso de coberturas comestíveis à base de gelatina e fécula de mandioca mantém as características de qualidade do produto durante o período de armazenamento?

1.4 HIPÓTESES

Após o problema de pesquisa estar pronto, precisa-se verificar quais as variáveis, buscando soluções possíveis para resolver o problema. Essas possíveis soluções definidas são conhecidas como hipóteses (LOPES, 2006). As hipóteses proporcionam um direcionamento à pesquisa, limitam o campo de pesquisa, sugerem uma solução possível para o problema de pesquisa, servem como ponto inicial para suposições, propõe explicações temporárias, pode proporcionar o avanço ou o enriquecimento científico, além de estruturar e juntar os conhecimentos já obtidos (BARROS, 2017).

Dessa forma, tem-se como hipóteses do trabalho:

- a) Coberturas comestíveis podem ser desenvolvidas por meio de gelatina, e fécula de mandioca adicionada ou não de agentes plastificantes como o glicerol ou sorbitol;
- b) As coberturas comestíveis tem o potencial de conservar os alimentos por mais tempo;
- c) O desenvolvimento de coberturas comestíveis utiliza uma tecnologia simples e eficiente, agregando maior valor ao produto final.

1.5 JUSTIFICATIVA

Um dos grandes desafios da indústria de alimentos naturais, orgânicos e frescos, é com relação ao tempo de vida de prateleira das frutas e hortaliças. Atualmente, as perdas pós-colheita da produção à comercialização destes tipos de produtos variam de 25 a 80% (ASSIS *et al.*, 2008).

Os fatores que mais influenciam no pós-colheita de frutas e hortaliças dizem respeito a produção de etileno. Este hormônio em forma de gás, tem relação direta com o processo de maturação de produtos hortifruti, e quando acumulado no interior do alimento ou no ambiente ocasiona aumento da taxa de respiração, estimulando assim, vários processos metabólicos, e dessa maneira, causa diminuição na vida útil. Vários fatores afetam a taxa respiratória e a produção de etileno, como os fatores intrínsecos: o tipo e a parte do vegetal, o estágio de maturação para colheita, relação de área superficial e os fatores extrínsecos, dentre os quais ressalta-se a

temperatura, a concentração de gases (oxigênio, dióxido de carbono, etileno), além dos danos mecânicos (ROSA *et al.*, 2018).

Além disso, as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças tem relação direta com o manuseio, transporte e armazenamento inadequados do produto, iniciando na colheita, até chegar ao consumidor. A manutenção da qualidade das frutas e hortaliças varia com a tecnologia aplicada em toda a cadeia. Desse modo, precisa-se desenvolver sistemas beneficiamento de que vão garantir a manutenção da qualidade desses produtos que vem do campo. (BRAUNBECK, 2008). E como algumas das formas que podem ser utilizadas para fazer esse beneficiamento, pode-se utilizar ceras e coberturas comestíveis.

Neste sentido, dentre as tecnologias que podem ser empregadas encontra-se o uso de coberturas comestíveis. As coberturas podem ser utilizadas nos frutos e hortaliças, inteiros ou minimamente processados, para proporcionar melhorias ou substituir certas funções feitas pelas camadas da epiderme natural (ASSIS *et al.*, 2008).

Certos produtos podem receber uma aplicação de cera, que proporciona uma reposição na camada de cera natural, que ocasionalmente pode ter sido parcialmente retirada na etapa de lavagem. Ao invés das ceras, pode-se fazer uso de filmes e coberturas comestíveis, que vão retardar a respiração, e proporcionam uma proteção necessária contra a ação dos microrganismos, além de melhorar a aparência dos alimentos, principalmente no aumento do brilho da epiderme (ROSA *et al.*, 2018).

Existem diversas alternativas para se fazer filmes ou coberturas (revestimentos) comestíveis, dentre as quais ressalta-se por exemplo, biofilmes produzidos com mandioca (fécula), banana (farinha da banana) e quinoa (amido), que protegem e garantem uma longa vida a vários alimentos. Filme de banana foi desenvolvido para uso em sacolas, laranjas e carambolas cortadas foram protegidas com biofilme, aplicaram gel de mandioca em morangos, e dentre outros (KALILI, 2012). Além disso, biofilmes e coberturas comestíveis podem ser feitos utilizando gelatina, e amidos nativos, como de arroz, batata, sorgo e trigo (FAKHOURI *et al.*, 2007)

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo do estudo foi o desenvolvimento de coberturas comestíveis para utilização em morangos, visando aumento da vida de prateleira.

1.6.2 Objetivos Específicos

Nessa seção tem-se alguns objetivos específicos, proporcionando um desdobramento do objetivo geral. Dessa maneira, destaca-se como objetivos específicos os seguintes tópicos:

- Desenvolver coberturas comestíveis à base de gelatina e de fécula de mandioca;
- Monitorar a qualidade química dos frutos de morango durante os dias de armazenamento;
- Monitorar a qualidade visual dos morangos durante os dias de armazenamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CUIDADOS NA PRÉ E NO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Nos cuidados na pré-colheita de hortaliças e frutas, são imprescindíveis as boas práticas agrícolas, para que se tenha uma matéria-prima de qualidade, como na questão de contaminações por insumos químicos e também microbiológicas (uso errado de esterco não curtido na adubação, água contaminada na irrigação e higiene inadequada de manipuladores). Já nos cuidados pós-colheita, a contaminação biológica pode ser alcançada na etapa da colheita, quando tem-se diretamente contato com o produto por parte do trabalhador. Além do mais, ressalta-se que o ambiente físico do produto é de difícil controle, podendo ser contaminado pelo solo, água, ar, mãos, recipientes, dentre outros. Manter a mercadoria íntegra é muito importante, pois as porções internas dos produtos possuem vários nutrientes favoráveis para desenvolver patógenos. Desse modo, é essencial as condições de higiene na colheita, e remoção dos alimentos deteriorados ou danificados (CARVALHO, 2010).

Da mesma maneira que nos vegetais, os microrganismos que estão nos frutos provêm do solo, água, ar, insetos ou outros animais. Nos vegetais, a deterioração ocorre essencialmente por bactérias, já nas frutas, ocorre mais pela ação de fungos, com exceção de frutas que tem baixa acidez (melancia, pêra, melão) (ASSIS, 2019).

Os fungos que causam mais perdas são do gênero *Alternaria*, *Diplodia*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Phomopsis*, *Rhizopus*, *Botrytis* e *Sclerotinia*, e as bactérias *Pseudomonas* e *Erwinia*. Em maçãs por exemplo, o *Penicillium expansum* Thom causa mofo azul e podridões. Essa degradação microbiana pode vir de alguma infecção causada quando a hortaliça ou o fruto estava ainda na planta, após ser separado dela ou nas outras operações. Além disso, lesões mecânicas como abrasão, picadas de insetos ou até cortes, podem ocasionar a infecção pós-colheita (CARVALHO, 2010).

Frutas e vegetais possuem de 75 a 95% de água. Existem vários fatores que influenciam na deterioração dos alimentos, e dentre esses fatores destaca-se a atividade de água (água livre, que tem a ver com os itens não-aquosos dos alimentos), levando em consideração as reações químicas e bioquímicas que acontecem nos alimentos. A água é essencial para vida, sem ela paralisa-se o

metabolismo dos microrganismos, mas os mesmos podem permanecer em estado latente, quando desidratado, e não vai se multiplicar até que se restabeleça a atividade de água ideal para o crescimento e multiplicação. Ressalta-se também com respeito aos valores de atividade de água, que os microrganismos podem ser paralisados totalmente se a atividade de água for inferior à 0,6 (valor que varia dependendo do microrganismo), e, se a atividade de água for menor que 0,85, o alimento fica protegido contra as bactérias patogênicas, entretanto tem algumas espécies de microrganismos que pode ter muita resistência à essa atividade de água baixa, podendo assim, deteriorar lentamente os alimentos (MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011).

No processo de produção de frutas e hortaliças vários itens podem ocasionar perdas na qualidade e perdas quantitativas, como: desconhecer as técnicas de plantio, seleção de sementes e cultivares; espaço inadequado entre as plantas; erros ao preparar o solo; adubação, irrigação e podas inadequadas; falha ou ausência de controle de pragas ou outros interferentes; falta de pessoal habilitado na colheita e no galpão de embalagem; desconhecer o ponto ideal para colheita; más condições climáticas durante a colheita; tecnologias e equipamentos inadequadas tanto na colheita quanto no armazenamento; embalagens e transporte inadequados. Como recomendações para redução de perdas pós-colheita tem-se: realizar a colheita de manhã cedo, por causa da temperatura; evitar danos mecânicos; evitar o empilhamento excessivo de frutas e hortaliças nas embalagens; higienizar os recipientes e utensílios; lavar corretamente as mãos com água e sabão antes da colheita; o ponto de colheita deve ser adequado; precisa haver remoção do calor de campo dos produtos, fazendo um pré-resfriamento; e a refrigeração depois da colheita precisa ser rápida (FREIRE JÚNIOR; SOARES, 2014).

As perdas pós-colheita podem ser ocasionadas por causa dos danos mecânicos, como transporte, manuseio e armazenamento inadequado, além do produto ficar muito tempo exposto no varejo. As operações pós-colheita ajudam de maneira decisiva para a vida útil das hortaliças, porque depois da colheita pode ocorrer mudanças metabólicas nas estruturas, prejudicando a aparência, sabor e aroma. Fatores pré-colheita e práticas culturais como o solo utilizado, o porta-enxerto, cobertura do solo, irrigação e adubação tem relação com o suprimento de água e nutrientes para a planta, podendo afetar a qualidade da mesma. A temperatura também influencia, na absorção e no metabolismo de nutrientes

minerais pelas plantas, pois a taxa de transpiração aumenta com a elevação da temperatura. Fatores climáticos (temperatura e luz) influenciam visualmente, sensorial e nutricionalmente as hortaliças (ROSA *et al.*, 2018).

Para hortaliças-fruto como o morango, pepino, tomate, pimentão, abobrinha e feijão-vagem, os fatores principais que ocasionam perdas tem a ver com as operações de pré-colheita (época de plantio, adubação e tratamento fitossanitário (aplicações de produtos químicos sobre os grãos) inadequados), colheita fora de época, danos mecânicos, manuseio, embalagem e transporte incorretos, falta de infraestrutura para armazenar sob refrigeração, dentre outros (ROSA *et al.*, 2018).

Especificamente em relação a qualidade dos morangos, está relacionada a fatores pré e pós-colheita. Dessa forma, para obter um produto com uma qualidade aceitável precisa-se atentar para as práticas culturais, adubação, tratamentos fitossanitários, qualidade da muda, condições climáticas e disponibilidade de água (FLORES CANTILLANO; SILVA, 2010).

2.2 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Nesse tópico será abordado sobre a refrigeração, atmosfera modificada e atmosfera controlada, que auxiliam para conservação da pós-colheita de frutas e hortaliças.

2.2.1 Refrigeração

A utilização da refrigeração como forma de controle no armazenamento de produtos proporciona efetividade e praticidade para aumentar o tempo de vida útil de frutos e hortaliças frescos. Esse método diminui a taxa respiratória, a perda de água e faz com o que o amadurecimento seja retardado. Ainda, vale ressaltar que temperaturas baixas podem diminuir a ocorrência de surgir microrganismos patogênicos. Dessa maneira, a refrigeração é essencial para minorar perdas e elevar o tempo de vida útil dos frutos (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Entretanto, em alguns frutos armazenados sob temperaturas baixas por longos períodos, ocasiona-se o escurecimento interno ou superficial, que pode ser enzimático ou parasitário. Quando o fruto é exposto a temperaturas menores que a temperatura mínima de segurança (TMS) pode-se causar injúrias pelo frio, reduzindo

a qualidade, causando escurecimento, depressões na superfície, falha no amadurecimento e problemas na cor normal da polpa (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

2.2.2 Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada (AM) baseia-se em embalar os produtos de origem vegetal em filmes plásticos com permeabilidade seletiva (controle da entrada e saída de substâncias da célula) a O_2 , CO_2 e vapor d'água. Isso aumenta consideravelmente a vida de prateleira do alimento, diminuindo o escurecimento enzimático, crescimento de microrganismos e o amolecimento, além de retardar a mudança de cor, e a diminuição dos sabores e odores que não agradam o consumidor (FERREIRA, 2003).

A atmosfera modificada que é formada, pode ser alcançada por meio do uso de filmes plásticos, como o polietileno de baixa densidade (PEBD) e cloreto de polivinila (PVC), ou fazendo uso de revestimentos à base de polissacarídeos, lipídeos, proteínas ou cera-de-carnaúba (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Armazenar em atmosfera modificada, fazendo uso de filmes poliméricos, com espessura e permeabilidade controlada, vem sendo apresentada como uma técnica promissora, com custos baixos e de fácil utilização, que aumenta a vida pós-colheita de frutas e hortaliças. Entretanto, é imprescindível a manutenção da cadeia do frio, para evitar perdas sérias na qualidade, pois o frio representa 70% de uma boa conservação (FLORES CANTILLANO; SILVA, 2010).

2.2.3 Atmosfera Controlada

A atmosfera controlada baseia-se em um controle estrito da concentração de gases que rodeiam o produto/alimento. Isso faz com que retarda-se o amadurecimento e as alterações bioquímicas e fisiológicas do alimento, diminui a sensibilidade do vegetal em relação a atuação do etileno nos níveis de oxigênio menores que 8%, e/ou níveis de gás carbônico de 1%, além de fazer com que sejam menores certas desordens fisiológicas (FERREIRA, 2003).

2.3 FILMES OU COBERTURAS EM FRUTAS E HORTALIÇAS

Os filmes comestíveis podem ser descritos como sendo uma camada delgada (pouca espessura/fina) de material comestível, a qual é produzida ou posta sobre o alimento ou até colocada entre alimentos ou componentes alimentícios. Sua formação, bem como as características, dependem dos componentes da formulação, como solventes, agentes plastificantes, agente que ajusta o pH, polímeros com alto peso molecular (proteínas), além de outros. Existem também outros fatores importantes para formação/obtenção correta dos filmes comestíveis, como o controle de temperatura, uso de suporte plano para evaporar o solvente, temperatura que desnatura as proteínas, quantidade e tipo do plastificante que será usado (ANTUNES, 2003).

Vale ressaltar, que existem os agentes plastificantes, que são utilizados para elevar a flexibilidade do filme, tornando-os menos quebradiços, aumentando sua resistência ao rompimento. Esses agentes plastificantes agem diminuindo as ligações de hidrogênio internas, aumentando a flexibilidade, enquanto a permeabilidade ao vapor d'água também aumenta. Quando o filme está sendo aplicado sobre o alimento operam duas forças, que são: entre as moléculas do polímero que forma o filme (coesão), e entre o filme e a substância na qual se está fazendo a aplicação (adesão) (ANTUNES, 2003).

As coberturas e filmes têm como objetivo impossibilitar ou dificultar a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas nos alimentos, devido à sua barreira semipermeável. Quando as frutas forem adequadamente revestidas, obtêm uma reduzida perda de água e diminui a possibilidade de se ter microrganismos patogênicos, tornando maior o tempo de conservação e proporcionando melhorias na aparência por causa do brilho na superfície. É importante destacar que se o revestimento for muito grosso ou tiver baixa permeabilidade a oxigênio e dióxido de carbono, pode ocorrer uma respiração anaeróbia (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Contudo, é preciso ter muito cuidado com relação aos termos "filmes" e "coberturas", pois a cobertura é uma camada fina de material que é colocada e formada diretamente no produto/alimento, já o filme é pré-fabricado separadamente e só depois é colocado no produto. Ressalta-se ainda, que o uso de filmes e coberturas comestíveis nos alimentos vem desde os séculos XII e XIII na China,

para diminuir a desidratação e proporcionar melhorias na aparência do produto (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Dada *et al.* (2019) desenvolveram filmes comestíveis à base de pectina incorporada com extrato da folha de oliveira, e com sorbitol como agente plastificante. Sem a adição do extrato aquoso da folha de oliveira, os filmes ficaram transparentes, homogêneos, com bom manuseio e sem rachaduras. Com a adição do extrato da folha de oliveira, os filmes obtiveram coloração esverdeada, e ficaram menos maleáveis.

Fakhouri *et al.* (2007) desenvolveram filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos (arroz, batata, sorgo e trigo), gelatina e com agente plastificante sorbitol, para conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. Depois que foi feito o preparo das soluções, os autores misturaram a solução de gelatina com os amidos separadamente, formando 4 soluções de filmes gelatina/trigo, gelatina/sorgo, gelatina/batata e gelatina/arroz. Para o tratamento controle, as frutas foram imersas em água destilada por 1 minuto. As coberturas gelatina misturada com amido de sorgo e gelatina misturada com amido de arroz tiveram uma maior eficiência para estender a vida útil das uvas Crimson sob refrigeração em 22 dias, com extensão de 10 dias a mais que o tratamento controle. Na avaliação sensorial, as uvas com cobertura tiveram uma aceitação maior ou igual ao controle quando a aparência, brilho, cor e intenção de compra foram considerados

Felício (2020) em seu trabalho que teve como objetivo verificar o efeito de várias coberturas comestíveis como a fécula de mandioca, quitosana, proteína do soro e ácido láctico, para preservação da vida útil de mangaba a 25°C em um período de oito dias, verificou que no efeito das coberturas das mangabas as coberturas de 1% de quitosana e 1,5% de ácido láctico apresentaram o menor decréscimo (variação) nas análises de pH, acidez e sólidos solúveis, mostrando retardamento do amadurecimento, e assim, obtendo um aumento na vida útil, se comparado com o padrão (controle) nos 8 dias armazenados em temperatura ambiente (25°C).

2.3.1 Uso da Gelatina

A gelatina e a gema de ovo representam as proteínas para uso como agente espessante. A gelatina é feita utilizando o colágeno, que é uma proteína

obtida/extraída de ossos de animais e tendões que apresenta solubilidade em água quente e em temperaturas baixas ocorre a solidificação, entretanto quando ocorre mudança extrema de temperatura prejudica parte da habilidade espessante do agente gelatinoso, e ainda o açúcar (em excesso) pode inibir a gelatinização. Ela se gelatiniza e engrossa devido às propriedades das suas proteínas de formarem cadeias longas. Na confeitaria é utilizada como agente espessante, serve para combinar ou aglutinar ingredientes, formar texturas, formar e estabilizar espuma e emulsões (VIANNA *et al.*, 2020).

2.3.2 Uso de Fécula de Mandioca

Os amidos são polissacarídeos formados por amilose e amilopectinas, que ocasionam o espessamento por molécula, e tem capacidade de formar géis. Dentre os tipos de amidos, tem-se: farinhas, féculas de trigo, milho, arroz, mandioca, batata, inhame, aveia e ervilha (VIANNA *et al.*, 2020).

A fécula é o produto amiláceo que é obtido por meio da extração de raízes, tubérculos e também rizomas. A fécula de mandioca ou chamada de polvilho doce é extraída da raiz da mandioca. Na culinária, seu uso apresenta neutralidade de aroma, sabor e cor, podendo utilizar-se em pratos doces e salgados. Ressalta-se também que no Brasil tem-se aproximadamente 80 unidades de produção de fécula de mandioca, em que a maioria está nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. O polvilho, levando em conta a acidez, pode ser doce ou azedo (RINALDI, 2011).

A fécula é um pó branco, não apresenta sabor ou cheiro, sua comercialização pode ser tanto no varejo quanto para uso doméstico, pode ser usada para fazer perfumes, colas, papéis e adesivos, como insumo nas indústrias, proporcionando consistência para molhos, sopas, sorvete e pudins, e além disso, nos frigoríficos pode utilizar-se como agente de viscosidade para fazer embutidos (COÊLHO, 2018).

Para obtenção da fécula ou polvilho doce, baseia-se na lavagem da massa após submeter as raízes ao processo de moagem, depois é feita a decantação da água de lavagem para que a fécula de mandioca seja separada de fibras, impurezas ou material proteico. Depois de decantar, submete-se à fécula para secagem. No processo industrial (pequenas e médias indústrias) para obtenção do polvilho doce tem-se as seguintes etapas: colheita, transporte, descascamento e lavagem das

raízes, ralação, separação da fécula da massa ralada, purificação, secagem e embalagem (RINALDI, 2011).

Já o polvilho azedo, é caracterizado como sendo um amido modificado por meio da oxidação. A técnica para extrair a fécula de mandioca para obtenção do polvilho azedo é a mesma utilizada na extração do polvilho doce ou fécula. No processo tradicional no início tem a extração da fécula a partir da raiz, e depois é feita a fermentação do alimento ainda úmido. As etapas de obtenção do polvilho azedo são as seguintes: colheita, transporte, descascamento e lavagem das raízes, ralação e extração da fécula, purificação, fermentação, secagem e esfarelamento, embalagem (RINALDI, 2011).

Oliveira (2014) desenvolveu filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais para aplicar em mamão (os frutos foram imersos) objetivando a sua conservação, e concluiu que os filmes de fécula de mandioca diminuem a permeabilidade ao vapor de água se aumentar a concentração de glicerol e da cera de abelha, entretanto a opacidade ficou com valor alto.

Araujo *et al.* (2021) relata que a solução (tratamento) usando amido de mandioca a 3% retardou em quatro dias a perda de qualidade de bananas ao longo do período de armazenamento. Considerando a perda de massa, a cobertura comestível à base de amido de mandioca foi eficaz em proporcionar aumento da vida de prateleira da banana prata em 4 dias, se comparado aos outros tratamentos.

Colombo *et al.* (2020) em seu trabalho sobre o desenvolvimento de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados relatou que a cobertura de fécula de mandioca contendo sorbato de potássio foi eficiente em reduzir a perda de peso dos morangos, explicado pela dificuldade da água migrar para o ambiente. O sorbato de potássio contribuiu como um antimicrobiano, formando uma cobertura mais homogênea, com menos poros e rachaduras. Não houve rejeição sensorial referente as diferentes coberturas aplicadas aos morangos. Desse modo, a cobertura de fécula de mandioca, sem ou com o agente antimicrobiano sorbato de potássio, é viável sensorialmente, para uso em produtos/soluções que busca-se aumento da vida útil, sem alterar as características do produto fresco.

2.4 MORANGO

Os morangos são frutos muito perecíveis, delicados e com uma vida pós-colheita curta. Além do mais, existem fatores que afetam o cultivo do morango, como o clima (chuvas, ventos), nutricionais (muito nitrogênio, pouco cálcio) e a qualidade da muda, que podem influenciar na qualidade da fruta na pós-colheita (comercialização). Ressalta-se também que os morangos são armazenados, normalmente a 0°C e 90-95% de umidade relativa. Nessas condições o armazenamento pode durar de 3 a 6 dias dependendo da variedade (FLORES CANTILLANO, 2010).

O sabor dos morangos é um dos principais aspectos de qualidade que o consumidor exige, sendo condicionado, em parte, pelo balanço açúcar/acidez da fruta, pois os ácidos (principais do morango são o cítrico e málico) podem afetar diretamente o sabor, pois podem causar perda no sabor. Entretanto, os ácidos regulam o pH celular e podem auxiliar no aparecimento dos pigmentos da fruta. O sabor tem relação em parte, com o balanço entre os sólidos solúveis e a acidez titulável, quando a fruta está madura (FLORES CANTILLANO; SILVA, 2010).

Outro ponto importante é sobre a colheita do morango, que é uma das etapas mais delicadas e importantes. Se os morangos forem colhidos com maturação avançada, poderão chegar ao mercado consumidor com podridões. Se os mesmos forem colhidos com falta de maturação, apresentarão uma alta acidez, adstringência e ausência de aroma (gosto). Chegando nos dois casos ao mercado consumidor, com baixo valor comercial. Ainda, ressalta-se que a colheita depende das condições climáticas, solo, tratos culturais, e outros fatores. Se for colhido imaturo, ficará imaturo, não acontecerá melhorias na qualidade comestível (FLORES-CANTILLANO; SILVA, 2010).

Os sólidos solúveis são usados como medida da doçura das frutas. O principal fator determinante do sabor da fruta tem relação com a realização da colheita no ponto certo de maturação. Pois os frutos imaturos, quando colhidos antes do tempo, não conseguem acumular todos os componentes que dão o seu sabor e o aroma, além de serem mais suscetíveis à perda de água e desordens fisiológicas. O conteúdo de sólidos solúveis e de acidez da mesma variedade tem influência da região de produção, da amplitude de variação entre o dia e a noite, da

insolação, do manejo de nutrientes e irrigação, além de outros fatores (CEAGESP, 2016).

Costa (2009) em seu trabalho sobre a fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados conservados a $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sob 90-95% UR, após a remoção do cálice dos morangos Dover ressalta que ao retirar o cálice (formado pelas brácteas do morango), nenhum efeito significativo foi verificado para as características estudadas de massa fresca, SST, ATT, pH e razão SST/ATT, quando comparados com e sem cálice, ao longo dos dias analisados. Entretanto a faixa de pH ficou entre 3,17 no 1° dia e 3,94 no 13° dia de armazenamento.

Friedrich (2017) em seu trabalho sobre biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de tetradenia riparia na conservação de morango, obteve os dados apresentados nas tabelas abaixo, utilizando morangos da variedade Camarosa. No decorrer dos 10 dias de armazenamento com temperatura e umidade controladas, a testemunha ficou com valores de SST (em °Brix) menores que as amostras com filme de amido, gelatina e sorbitol do dia 0 até o dia 6. Para a testemunha, o SST no dia 0 ficou 6,5 e no dia 6 ficou 9,17. Já para o filme de amido, gelatina e sorbitol, ficou 7,27 no dia 0 e 9,87 no dia 6. E do dia 8 ao dia 10, as amostras com filme de amido, gelatina e sorbitol tiveram os maiores valores de SST. A testemunha ficou com °Brix de 9,67 no 8° dia e 10,83 no 10° dia, e o filme de amido, gelatina e sorbitol ficou com °Brix de 9,2 no 8° dia e 10,2 no 10° dia de armazenamento.

O morango tem como valor mínimo de sólidos solúveis em °Brix, original e revisado pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura de 07 (CEAGESP, 2016). Dessa maneira, os valores das amostras com filme de amido, gelatina e sorbitol se mantiveram dentro do teor mínimo de sólidos solúveis da legislação, se comparado com a testemunha que em alguns dias o teor era menor que 7 (FRIEDRICH, 2017).

Com relação a acidez total titulável, o tratamento de filme de amido, gelatina e sorbitol, apresentou um ligeiro acréscimo no 2° para o 4° dia de armazenamento de 0,19% para 0,31%. Depois deste período ocorreu um decréscimo para 0,27% no 8° dia, isso pode ser por causa do processo respiratório. E o grupo testemunha, apresentou o maior valor ao 8° dia do tratamento ficando com 0,32% e no dia 0 ficou com 0,25% (FRIEDRICH, 2017).

Constatou-se um aumento bastante significativo da relação SST/ATT para a testemunha até o 6° dia, com valor de 43,14 no 6° dia, 26,13 no dia 0 e 34,57 no 10°

dia. Já para o tratamento de filme de amido, gelatina e sorbitol no dia 0 a relação SST/ATT ficou 42,6, no dia 6 ficou 36,97 e no dia 10 o valor foi 36,61 (FRIEDRICH, 2017).

Cardoso *et al.* (2012) em seu trabalho sobre qualidade pós-colheita de morangos cv.Diamante tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio, perceberam que não houve diferença significativa entre os morangos em temperatura ambiente e refrigerados. Os frutos refrigerados foram avaliados até 10 dias de armazenagem, já à temperatura ambiente até 6 dias, tempo em que ainda preservaram suas características de qualidade para o consumo. Houve perda de massa (%) crescente ao longo do armazenamento, independente dos tratamentos, temperatura e umidade relativa do ar. Mas, os menores valores de perdas de massa foram nos frutos tratados com hipoclorito de sódio associado ao cloreto de cálcio, independente da temperatura ambiente ou refrigerada. As perdas (%) maiores foram a partir do 3º dia de armazenamento sem refrigeração, e a partir do 6º dia com refrigeração. Não foram observadas alterações significantes no pH dos morangos em função dos tratamentos, da refrigeração e dos dias de armazenagem. Os valores de pH dos morangos ficaram em 3,72. Durante o armazenamento (tanto ambiente quanto refrigerado), houve um aumento nos teores de SST (%), e declínio de acidez total.

Garcia (2009) percebeu em seu trabalho que para morangos cobertos com coberturas de 3% de fécula de mandioca, a vida útil dos morangos foram de 12 dias. Enquanto que para os morangos sem cobertura e com coberturas com película contendo 3% de fécula de mandioca + 0,05% de sorbato de potássio foi de 9 dias. A autora ainda concluiu que dentre as coberturas que ela estudou, a contendo 3% de fécula de mandioca é a que apresenta maior potencial de uso, porque permite um aumento na vida útil dos morangos. Ela ainda ressalta que as etapas de lavagem e sanitização, além do armazenamento sob refrigeração auxiliaram para aumentar a vida útil dos morangos minimamente processados.

Nos projetos de pesquisa da Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), de acordo com a professora Miriam Dupas Hubinger cujos trabalhos são com coberturas à base de farinha de fécula de mandioca na forma de gel, a solução feita de fécula de mandioca proporciona uma barreira com baixa permeabilidade do oxigênio do ar, mas não protege o produto do vapor de água, que está na atmosfera. O que foi utilizado como recurso para

proteger o alimento foi a produção de coberturas emulsionadas ou em camada dupla, que mistura a farinha de mandioca com lipídeos (cera de carnaúba ou de abelha por exemplo), e os resultados foram animadores. O morango, com cobertura de fécula de mandioca, sem os agentes antimicrobianos, duraram 12 dias, enquanto os sem coberturas duraram cinco. O abacaxi sem casca, tem uma vida útil de 4 dias, mas a sobrevida ficou em torno de 12 dias, como nos testes feitos com morango. A manga cortada, com cobertura de mandioca, alcançou os 15 dias de resistência, quando o normal é escurecer em dois dias apenas (KALILI, 2012).

Alves *et al.* (2010) em seu trabalho sobre perda de massa em morangos revestidos, observaram que os tratamentos feitos de amido de mandioca e amido modificado tiveram menor evidência de deterioração. O revestimento com filme de amido de milho teve melhores resultados, sendo o mais eficiente na diminuição da perda de massa da fruta.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

As análises nas quais esse estudo está baseado foi realizada no laboratório de Química Geral da Faculdade Horizontina (FAHOR) localizada no município de Horizontina na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no mês de outubro de 2021.

O método de abordagem usado neste trabalho foi o quantitativo do tipo descritivo-exploratório. Os procedimentos utilizados para realização da pesquisa foram a pesquisa bibliográfica, onde fez-se uso de vários tipos de obras escritas que foram consultadas sobre os assuntos abordados, assim obtendo um conhecimento maior sobre os mesmos; o experimental por meio da realização de comparação de coberturas comestíveis em morangos, e o laboratorial para trabalhar com as variáveis pesquisadas. Além disso, foi utilizada a pesquisa estatística onde após os dados serem coletados, os mesmos foram submetidos à análise estatísticas obtendo as médias e coeficientes de regressão.

Para a coleta de dados, as técnicas usadas foram a observação direta, que visou observar o comportamento dos morangos durante o pós-colheita e a coleta das informações numéricas obtidas dos procedimentos laboratoriais.

Para que esse trabalho pudesse ser realizado, foram utilizados morangos da cultivar *San Andreas*, originários de um produtor local. De acordo com o produtor, o cultivo do morangueiro é feito em sistema semi-hidropônico, com o uso de *slabs* (sacolas de polietileno) preenchidos com substrato comercial. Os frutos foram coletados nas primeiras horas da manhã e depois foram armazenados sob refrigeração até serem levados ao laboratório de Química Geral da faculdade. O ponto de maturação utilizado foi o padrão comercial, que está entre 75% e 100% da superfície de cor vermelha.

Quando os morangos chegaram no laboratório, os mesmos foram divididos em parcelas. Cada parcela foi composta por uma bandeja de isopor (poliestireno) com $100\text{g} \pm 5\text{g}$ de frutos, escolhidos de forma aleatória. Os tratamentos foram constituídos por três coberturas comestíveis (100% gelatina, 100% fécula de mandioca e uma proporção 50:50 gelatina + fécula) somando ainda a testemunha (sem cobertura) e duas temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente de $\pm 25^\circ\text{C}$ e temperatura refrigerada de $\pm 5^\circ\text{C}$). Os tratamentos foram dispostos em

delineamento experimental completamente casualizado (DCC) cujo uso se dá quando as unidades experimentais são homogêneas, no arranjo fatorial 4 x 2, com quatro repetições, e análises laboratoriais em triplicata.

Para elaboração das coberturas comestíveis de fécula de mandioca e gelatina, utilizou-se as metodologias descritas por Fakhouri *et al.* (2007) e Rodrigues *et al.* (2018) com adaptações. Dessa forma, para a cobertura de fécula de mandioca foi feita uma solução de 3g da fécula para 100 mL de água destilada. Para a cobertura de gelatina, dissolveu-se cerca de 10g de gelatina para 100 mL de água destilada. Ambas coberturas foram submetidas à aquecimento, com agitação constante, até a temperatura alcançar os 70°C por cerca de 10 minutos. Com as duas coberturas prontas, foram misturadas as duas, na proporção de 50:50 para o terceiro tratamento. E após a elaboração das coberturas, as soluções ficaram resfriando sob a bancada até a temperatura alcançar aproximadamente 25°C.

Ao atingir uma temperatura por volta dos 25°C, os frutos foram submersos nas respectivas soluções de maneira que a cobertura ficasse aderida no fruto. Em seguida, os frutos foram retirados e voltaram, cada tratamento, para sua bandeja de isopor devidamente identificada, e acondicionados nas respectivas temperaturas de armazenamento mencionadas anteriormente.

As análises de laboratório que foram realizadas nos dias de armazenamento 0, 2, 4 e 8 em temperatura ambiente e refrigerada foram: o pH, acidez total titulável (ATT). Além do mais, foi calculada a perda de massa, fez-se a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST) utilizando um refratômetro, após pode-se encontrar a relação SST/ATT, e ainda foi avaliada a contagem total de aeróbicos mesófilos.

Os dias de avaliação correspondem como: D0 (05/10) é o dia inicial, D2 (07/10) é o dia 2, D4 (09/10) é o dia 4 e D8 (13/10) o dia 8 das análises.

O valor de pH foi medido após o procedimento de trituração dos frutos e posterior leitura em potenciômetro PHOX P1000 calibrado.

A acidez total titulável (ATT) foi feita por meio de uma titulometria de neutralização até pH 8,1 com hidróxido de sódio 0,1N, e seus valores expressos em percentagem de ácido cítrico, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, IAL (2008) com adaptações, disponível na seção 312/IV Frutas e produtos de frutas - Determinação da acidez titulável em ácido orgânico na página 581 e também em "Titulação com biftalato de potássio" na página 930.

A determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST) foi realizada utilizando um refratômetro manual da marca Akrom e seus valores são expressos em °Brix. E utilizando os dados obtidos de sólidos totais e da acidez total titulável foi possível encontrar a relação SST/ATT conforme relatado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) na seção 316/IV Frutas e produtos de frutas - Relação Brix/acidez total para sucos na página 586.

Também foi calculada a perda de massa, e para sua determinação, utilizou-se da metodologia de Cecatto (2014) com modificações, onde inicialmente os frutos foram pesados no tempo zero (na colheita) e as demais pesagens foram feitas durante o período pós-colheita que compreendeu 2, 4 e 8 dias de armazenamento a temperatura ambiente e refrigerada. Os resultados foram apresentados em porcentagem massa/massa (%) sobre a massa inicial de acordo com a equação (1):

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \left(\frac{MF_c - MF_{PC}}{MF_c} \right) \times 100$$

onde

MF_c = massa fresca na colheita (g)

MF_{PC} = massa fresca na pós-colheita (g)

Ainda, as amostras de morango foram enviadas para o laboratório de microbiologia para que fossem feitas as análises microbiológicas dos morangos por contagem total de aeróbicos mesófilos em placas em 3 etapas: 1° etapa (05/10), 2° etapa (07/10), 3° etapa (13/10), conforme a metodologia de SILVA *et al.* (2007) que é utilizada pelo laboratório de microbiologia da FAHOR, apresentada na forma de um procedimento operacional padrão (POP) elaborada pela acadêmica Dinara Andressa Rambo Scheid (2021).

Por se tratarem de dados quantitativos estes foram analisados através da análise de regressão, além de tabelas e gráficos de barras. Os gráficos foram gerados por meio do WPS *Spreadsheets* (11.2.0.10323) que faz parte do pacote WPS *Office* 2021.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Diversos materiais e equipamentos foram utilizados para realização dos testes e análises no laboratório, alguns deles estão apresentados a seguir:

- Balança analítica digital da Astral Científica Modelo: BL-1200AS-BI
- Balança com duas casas decimais da Bioscale Modelo: Eeq9003F:-B
- Refratômetro da Akrom REF32
- Geladeira
- pHmetro digital PHOX P1000
- Espátulas
- Bandejas de isopor
- Etiquetas
- Béqueres
- Erlenmeyers
- Buretas
- Provetas
- Pissetas
- Suporte para a bureta
- Chapas de aquecimento com agitador magnético
- Peixinhos para o agitador magnético
- Bastões de vidro
- Pipeta de Pasteur
- Papel higiênico
- Papel toalha
- Pinças
- Água destilada

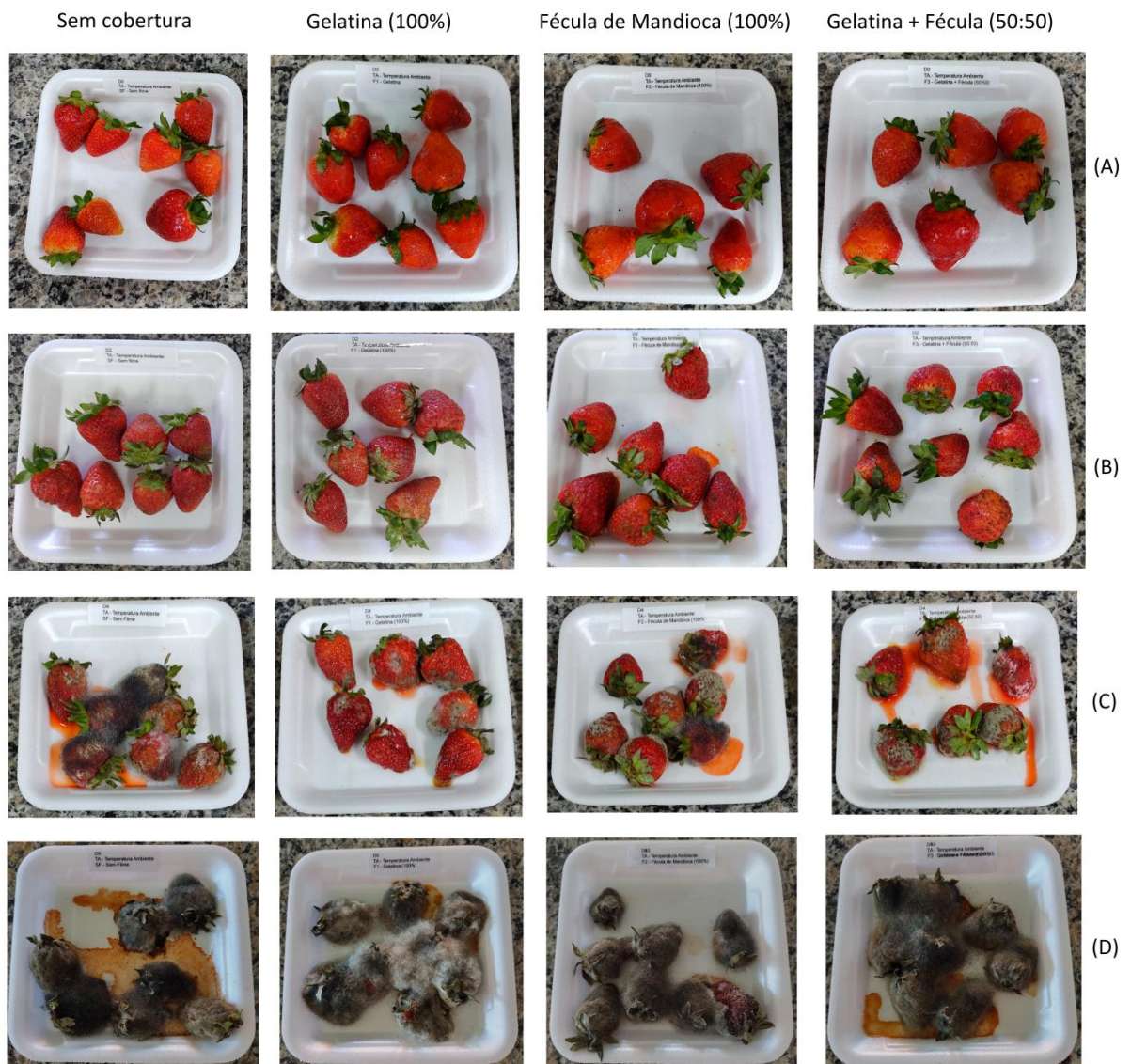
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo, serão apresentados os resultados e dados obtidos no presente estudo, e a discussão dos mesmos, visando compreender os fenômenos observados para se obter conclusões mais precisas.

4.1 AVALIAÇÃO VISUAL E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Em relação aos comportamentos dos morangos visualmente, tanto em temperatura ambiente, quanto refrigerada, observa-se nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: Comportamento visual dos morangos em temperatura ambiente



Nota: (A) Dia 0. (B) Com dois de armazenamento. (C) Com quatro dias de armazenamento (D) Com oito dias de armazenamento.

Fonte: Os Autores (2021)

Nota-se na Figura 1 que o processo de deterioração em temperatura ambiente se iniciou mais acentuadamente a partir do dia 4º de armazenamento (C). As amostras cobertas com gelatina sofreram menos com a deterioração se comparado com as outras amostras. Já no oitavo dia (D) observa-se que o processo de deterioração estava bem avançado. Oliveira e Santos (2015) relatam a importância do uso da refrigeração. Esse método diminui a taxa respiratória, a perda de água e faz com o que o amadurecimento seja retardado, podendo aumentar a vida de prateleira. Em temperaturas baixas podem diminuir a ocorrência de surgir microrganismos patogênicos. Assim sendo, a refrigeração é essencial para minorar perdas e elevar o tempo de vida útil dos frutos, demonstrando assim, a importância de se manter os produtos em temperatura refrigerada. Que no caso de morango, o armazenamento é feito normalmente a uma temperatura de 0°C e 90-95% de umidade relativa de acordo com Flores Cantillano (2010).

Em seguida, apresenta-se a Tabela 1 com o resultado das análises microbiológicas em temperatura ambiente e refrigerada com a contagem de aeróbios mesófilos das amostras sem coberturas (SFA), com gelatina (F1A), com fécula de mandioca (F2A) e gelatina + fécula de mandioca (F3A).

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas das amostras dos 3 tratamentos e do branco, em temperatura ambiente e refrigerada em UFC/g

Temp Amb	1º ETAPA	2º ETAPA	3º ETAPA	Temp Refrig	1º ETAPA	2º ETAPA	3º ETAPA
Cobertura	05/out	07/out	13/out	Cobertura	05/out	07/out	13/out
SFA	$1,4 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	-	SFA	-	0	1×10^2
F1A	-	$2,0 \times 10^6$	-	F1A	-	0	1×10^2
F2A	-	$1,4 \times 10^4$	-	F2A	-	0	0
F3A	-	$7,4 \times 10^5$	-	F3A	-	0	0

Fonte: Os Autores (2021)

Observa-se que na 1º etapa só foram realizadas as análises com as amostras sem coberturas (SFA), pois nesse dia é que recém foram feitas as aplicações das coberturas, assim, não foi necessário fazer as análises com as amostras com coberturas, e sim com as amostras sem coberturas, para verificar a quantidade de aeróbios mesófilos (crescem em torno de 30-35 °C) no dia inicial. A quantidade de aeróbios mesófilos foi crescendo ao longo dos dias de armazenamento.

Na 2º etapa nota-se em primeiro lugar, que o crescimento microbiano foi muito menor nas amostras sem coberturas (SFA) com $7,5 \times 10^3$ UFC/g, e em segundo, nas amostras com coberturas de fécula de mandioca (F2A) com $1,4 \times 10^4$

UFC/g. Entretanto, como os morangos estavam em temperatura ambiente, por consequência o crescimento microbiano foi muito maior, além de que não foi utilizado nenhum agente antimicrobiano como o sorbato de potássio, por exemplo, que poderia contribuir para diminuição do crescimento microbiano nas amostras.

Além disso, quando os morangos estiveram mofados (3^o etapa) depois de 8 dias de armazenamento, as análises microbiológicas não foram realizadas, pois devido ao mofo, supõe-se que a contagem de microrganismos seria muito grande ou incontáveis, e a proposta desse trabalho não é saber a quantidade de microrganismos quando o fruto estiver muito deteriorado, pois este já não está mais apto para o consumo humano.

Pode ainda ter acontecido de alguns dos morangos possuírem alguns danos mecânicos, afetando dessa maneira, a taxa respiratória e a produção de etileno, que em forma de gás tem relação direta com o processo de maturação e quando acumulado no interior do alimento ou no ambiente proporciona um aumento da taxa de respiração, causando diminuição na vida útil (ROSA *et al.*, 2018).

Além do mais, o uso de coberturas ou filmes comestíveis não excluem o uso de atmosfera modificada (AM) que nesse caso seriam os filmes plásticos para estender o tempo de vida de prateleira de frutas e hortaliças, além de manter a higiene do alimento, impedindo com que qualquer pessoa fique manipulando o alimento quando este estiver sendo comercializado, podendo contaminá-lo. De acordo com Ferreira (2003), embalar produtos de origem vegetal utilizando filmes plásticos com permeabilidade seletiva aumenta de forma considerável a vida de prateleira, diminuindo o escurecimento enzimático, crescimento de microrganismos e também o amolecimento, além de atrasar a mudança de cor.

Entretanto, o uso de métodos de controle do amadurecimento (controlar ou modificar a atmosfera, usar ceras na superfície) e controle de doenças, não possui resultados satisfatórios, se não for acompanhado da refrigeração, que é a maneira mais econômica para armazenamento prolongado de produtos vegetais frescos (ROSA *et al.*, 2018).

Nas análises microbiológicas das amostras em temperatura refrigerada, depois de dois dias de armazenamento, a contagem de aeróbios mesófilos nas amostras foi 0 para todas as amostras com e sem coberturas. Depois de 8 dias, foram feitas apenas duas diluições para cada tratamento e sem tratamento, na qual a contagem para as amostras sem coberturas e para a gelatina ficou 1×10^2 UFC/g.

Para fécula de mandioca e para gelatina + fécula o crescimento ficou em 0, mostrando que a refrigeração é essencial para retardar o crescimento microbiano e assim contribui para a preservação dos morangos.

Figura 2: Comportamento visual dos morangos em temperatura refrigerada



Nota: (A) Dia 0. (B) Com dois de armazenamento. (C) Com quatro dias de armazenamento (D) Com oito dias de armazenamento.

Fonte: Os Autores (2021)

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que a aparência dos morangos ficou mais atrativa ao longo do tempo de armazenamento refrigerado, se comparado com os testes anteriores, em que as amostras foram mantidas em temperatura

ambiente. A partir do oitavo dia, apareceram manchas nas amostras sem coberturas; para as amostras com gelatina, sua cobertura não contribuiu para atração visual dos morangos. Para as amostras com fécula de mandioca, apesar de terem perdido o brilho (como ocorrido com as outras amostras) ao longo do armazenamento, ela ainda ficou mais atrativa visualmente até o oitavo dia. Isso porque como será visto na Figura 5, as menores perdas de massa fresca, em refrigeração, foram nas amostras com coberturas de fécula de mandioca.

Nesse trabalho, o período de análises, principalmente as visuais, poderia ter sido maior para os frutos armazenados sob refrigeração, entretanto foi realizado somente em 8 dias de armazenamento, dessa maneira não foi possível determinar quantos dias ainda os morangos ficariam apropriados para o consumo humano.

Fica mais fácil visualizar e entender o comportamento dos microrganismos no morango na temperatura ambiente. Depois de dois dias, a contagem de aeróbios mesófilos para as amostras sem coberturas foi a menor se comparado com todos os outros tratamentos, seguida da fécula de mandioca. Entretanto, não foi usado qualquer agente antimicrobiano nas coberturas, e estas, poderiam contribuir na diminuição do crescimento de microrganismos. Entretanto, quando usado de refrigeração, essa contagem é muito baixa ou quase nula, tornando optativo seu uso.

Abaixo na Figura 3 tem-se a formação de um filme comestível em um morango, entretanto não foi anotado qual dos tratamentos que formou essa película.

Figura 3: Filme comestível formado no morango



Fonte: Os Autores (2021)

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Os morangos são muito perecíveis, delicados e com uma vida pós-colheita curta, e que os morangos são armazenados, normalmente a 0°C e 90-95% de umidade relativa, e nessas condições o armazenamento pode durar de 3 a 6 dias dependendo da variedade de acordo com Flores Cantillano (2010).

Apresenta-se na Tabela 2 as médias dos resultados de pH, ATT, SST e da razão SST/ATT armazenados em temperatura ambiente e refrigerada.

Tabela 2: Média dos resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras dos diferentes tratamentos mantidos em temperatura ambiente e refrigerada ao longo do tempo

Temperatura Ambiente						Temperatura Refrigerada			
Dias		pH	ATT (% de ácido cítrico)	SST (°Brix)	SST/ATT	pH	ATT (% de ácido cítrico)	SST (°Brix)	SST/ATT
0	SF	3,26	0,93	5,37	5,77	3,33	0,65	5,07	7,95
2	SF	3,16	0,95	5,37	5,68	3,23	0,80	5,00	6,32
4	SF	3,28	0,86	5,00	5,83	3,35	0,98	6,20	6,48
8	SF	3,84	0,55	3,07	5,61	3,31	1,05	7,67	7,30
0	F1	3,45	0,43	5,10	11,97	3,32	0,62	5,07	8,39
2	F1	3,31	0,59	4,80	8,21	3,24	0,65	4,67	7,24
4	F1	3,38	1,12	5,53	4,96	3,33	0,94	5,83	6,29
8	F1	3,91	0,20	3,67	17,33	3,35	1,03	7,00	6,80
0	F2	3,37	0,46	5,07	10,94	3,32	0,63	5,03	7,96
2	F2	3,20	0,77	5,93	7,77	3,25	0,99	6,00	6,14
4	F2	3,15	1,07	5,10	4,79	3,28	1,01	5,80	5,73
8	F2	4,13	0,40	0,83	2,09	3,34	0,99	6,67	6,81
0	F3	3,37	0,72	5,20	7,25	3,32	0,61	5,13	8,65
2	F3	3,26	0,88	5,00	5,74	3,25	1,06	5,83	5,63
4	F3	3,27	1,38	5,87	4,24	3,28	0,84	6,00	7,18
8	F3	4,52	0,42	2,33	5,52	3,36	1,14	7,00	6,15

Fonte: Os Autores (2021)

Observação: Levando em consideração SF: sem cobertura; F1: amostras com cobertura de gelatina; F2: amostras com coberturas de fécula de mandioca; F3: amostras com coberturas de gelatina + fécula de mandioca (50:50).

Na temperatura ambiente, em todos os tratamentos ocorreu um aumento do pH quando compara-se: dia inicial, e 8° dia de armazenamento, chegando perto ou passando de 4,00. Para as amostras sem coberturas, no dia inicial (dia 0) o pH ficou com média de 3,26 e no 8° dia 3,84. Para as amostras com coberturas de gelatina, o pH no dia inicial foi de 3,45 enquanto no 8° dia cresceu para 3,91. Os morangos com coberturas de fécula de mandioca tiveram uma média de pH no dia inicial de 3,37

mas ocorreu um aumento para 4,13 no 8° dia. Nas amostras com coberturas de gelatina + fécula de mandioca, o pH no dia inicial esteve com média de 3,37, entretanto no 8° dia também houve um aumento significativo para 4,52. Em todos os casos, desde o dia inicial até o 4° dia, o pH não apresentou mudanças com variações grandes, mas, como já mencionado, o aumento é visualizado quando observa-se os valores do dia inicial, e do 8° dia.

De acordo com o trabalho de Costa (2009) com morangos armazenados em temperatura refrigerada, com e sem cálice, durante a conservação, o pH variou de 3,17 a 3,94 durante 13 dias de armazenamento. Com relação ao pH nesse trabalho, considerando todos os tratamentos, a menor média foi de 3,16 e a maior média ficou em 4,52, ressaltando ainda, que é em temperatura ambiente.

Com relação à temperatura refrigerada, observa-se que no decorrer dos dias de armazenamento, o pH tanto das amostras sem coberturas, quanto das com coberturas não obtiveram diferenças significativas, dessa maneira observa-se que a refrigeração foi eficiente para conservação do pH das amostras.

Olhando para os valores da ATT das amostras em temperatura ambiente verifica-se que houve aumento em todos os tratamentos um crescimento, e depois uma queda (principalmente no 8° dia de armazenamento). Nas amostras sem coberturas, a ATT não variou quase nada até 2° dia, mas a partir do 4° dia houve uma queda, e nos outros tratamentos houve um crescimento do dia 0 até o 4° dia (onde o crescimento foi maior), e uma queda considerável no 8° dia.

A ATT (% de ácido cítrico) em temperatura ambiente das amostras sem coberturas no dia inicial foi de 0,93 e no 8° dia 0,55. Nos morangos com coberturas de gelatina, no dia inicial a média ficou em 0,43 e no 8° dia a média esteve em 0,20. Nas amostras de morangos com coberturas de fécula de mandioca, a média de ATT no dia inicial era de 0,46, ocorreu um crescimento, e no 8° dia ficou com resultado de 0,40. E por último, nas amostras com gelatina + fécula, a ATT no dia inicial esteve em 0,72, e o resultado no 8° dia ficou 0,42. A ATT no dia inicial ficou maior valor nas amostras “sem cobertura”, e no segundo e oitavo dia também, somente no quarto dia o valor para “sem cobertura” ficou menor que todas as outras amostras.

Observando o comportamento da ATT em % de ácido cítrico em temperatura refrigerada das amostras de morangos sem coberturas, ocorreu um crescimento ao longo dos dias de armazenamento, onde, no dia inicial seu valor foi de 0,65, e no 8° dia cresceu para 1,05. Já para as amostras com coberturas de gelatina o valor inicial

da ATT foi de 0,62, e no 8° dia ficou com 1,03, dessa maneira as médias das amostras com coberturas de gelatina foram bem parecidas com as amostras sem coberturas. Nas amostras com fécula de mandioca, a ATT praticamente se estabilizou desde o segundo dia, não variando quase nada nos outros, cujos valores ficaram: 0,99 no 2° dia, 1,01 no 4° dia e 0,99 no 8° dia de armazenamento. Para as amostras com coberturas de gelatina + fécula de mandioca, ocorreu um crescimento no dia inicial até o 2° dia de 0,45% a mais, depois houve uma queda no 4° dia ficando com uma média de 0,84, e um crescimento muito grande no 8° dia obtendo um resultado de 1,14.

Friedrich (2017) usando refrigeração, mencionou que a tendência esperada era diminuir a ATT no decorrer do armazenamento, entretanto, ele verificou aumento nos teores da ATT ao longo do período de armazenamento. Para o autor, a diminuição da ATT com o período de armazenamento para o tratamento com filme de amido com média inibição do extrato (FAMI), ocorreu a partir do 8° dia. Entretanto, nesse trabalho observa-se que a diminuição da ATT somente ocorreu nas amostras que estavam em temperatura ambiente, pois nas amostras em temperatura refrigerada obtiveram aumento, como já visto acima.

Acerca do SST medido em °Brix, em temperatura ambiente nas amostras sem coberturas, nota-se uma estabilização no dia inicial e no 2° dia de armazenamento de 5,37, e a partir do 4° dia observa-se um decréscimo, ficando com uma média no 8° dia de 3,07. Nos morangos com coberturas de gelatina, a diferença do dia inicial para o 2° dia é de 0,3 e no 4° dia o valor subiu tendo uma média de 5,53, cujo resultado é 0,43 maior que o do dia inicial, e no 8° dia o resultado ficou com uma média de 3,67. Para as amostras com coberturas de fécula de mandioca, houve um crescimento comparando o dia inicial com o 2° dia de 0,86 a mais, e no 8° dia a média decaiu significativamente para um resultado de 0,83. E nos morangos com coberturas de gelatina + fécula de mandioca, a diferença do dia inicial para o 2° dia foi de 0,2, e no 4° dia o teor de SST subiu para 5,87, e no 8° dia houve uma queda considerável cujo resultado da média ficou em 2,33.

Com relação ao teor de SST em °Brix das amostras em temperatura refrigerada, nas amostras sem coberturas tem-se um crescimento ao longo dos dias de armazenamento, cujo valor no dia inicial foi de 5,07 e no 8° dia ficou em 7,67. Já para os morangos cobertos com gelatina, ocorreu uma diminuição no dia inicial até o 2° dia de 0,4 a menos, entretanto a partir do 4° dia teve-se um aumento significativo,

ficando com uma média de 7,00 no 8° dia. Nas amostras com coberturas de fécula de mandioca, houve um crescimento do primeiro dia até o 2° dia, uma queda no 4° dia e um aumento no 8° dia. Seu valor no dia inicial foi de 5,03 e no dia 8° ficou com média de 6,67. Por último, nos morangos com coberturas de gelatina + fécula de mandioca houve um aumento crescente no teor de SST no decorrer do armazenamento, cujo valor inicial ficou em 5,13 e no último dia o resultado foi de 7,00.

Garcia (2009) em seu trabalho relatou que a redução dos sólidos solúveis totais (SST) que constituem compostos importantes (principalmente os açúcares e ácidos orgânicos) que proporcionam o sabor, ao longo do armazenamento, é uma característica dos frutos não-climatéricos, como exemplo, o morango. Isso se dá, pela explicação que após a colheita, os morangos tem pouca ou nenhuma reserva energética (amido), dessa maneira precisa-se fazer uso dos açúcares que estão na fruta como fonte de energia para o processo de respiração, conseqüentemente diminui o teor de SST.

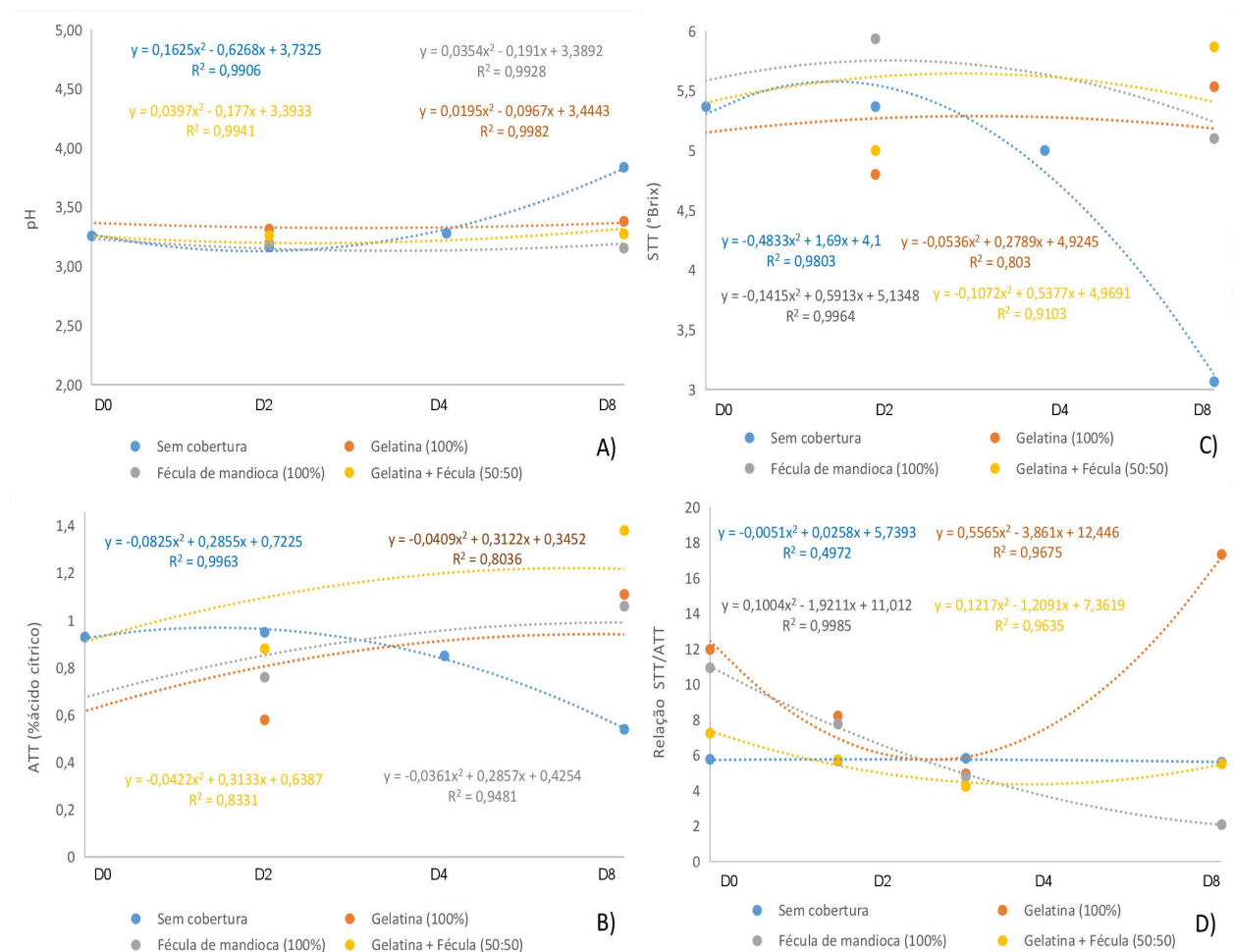
Na relação SST/ATT em temperatura ambiente das amostras sem coberturas, observa-se que não há variações significativas. Já nas amostras com coberturas de gelatina, é onde as variações foram mais significativas, onde no dia inicial o valor esteve em 11,97, depois teve uma queda até o 4° dia, e no 8° dia seu valor subiu para 17,33. Nos morangos com coberturas de fécula de mandioca, o valor no dia inicial ficou em 10,94, depois houve uma queda até o 8° dia, cuja média foi de 2,09. E por fim, nas amostras com coberturas de gelatina + fécula de mandioca, teve uma queda do dia inicial até o 4° dia, e um aumento no 8° dia. A média no dia inicial foi de 7,25 e no 8° dia 5,52.

Na relação SST/ATT em temperatura refrigerada das amostras sem coberturas, percebe-se uma diminuição no 2° dia, entretanto o resultado volta a subir a partir do 4° dia. O valor no dia inicial ficou 7,95 e a média no 8° dia foi de 7,30. Nos morangos com coberturas de gelatina, houve uma queda até o 4° dia, e no 8° dia o valor cresceu novamente. No dia inicial a média da relação SST/ATT ficou em 8,39, e no 8° dia seu valor ficou em 6,80. Nas amostras de morangos cobertas com fécula de mandioca, as médias decaíram até o 4° dia, e no 8° dia aumentou novamente. No dia inicial seu valor ficou em 7,96, e no 8° dia a média foi de 6,81. Por último, nas amostras com coberturas de gelatina + fécula de mandioca, houve uma queda do dia inicial para o 2° dia de 3,02, depois no 4° dia a média ficou em 7,18, e no 8° dia o

resultado foi de 6,15. Em todos os casos percebe-se uma diminuição nessa relação quando compara-se o dia inicial com o 8° dia.

Na Figura 4, tem-se apresentado os gráficos de regressão em temperatura ambiente, com a devida equação, com o R^2 (coeficiente de determinação) e com a linha de tendência, e logo em seguida tem-se a discussão dos mesmos:

Figura 4: Resultado do comportamento das características químicas de morango submetido a diferentes coberturas comestíveis e armazenado a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$)



Fonte: Os Autores (2021)

Analisando o Gráfico (A) da Figura 4 sobre o pH, percebe-se uma correlação muito forte entre as variáveis x e y, pois os valores de R^2 estão próximos de 1. Olhando para o gráfico e para as linhas de tendências percebe-se em todas as amostras de morangos com coberturas em temperatura ambiente uma tendência de o pH permanecer inalterado ou com leves/insignificantes alterações ao longo dos dias, e enquanto as amostras de morangos sem coberturas em temperatura ambiente a tendência é do pH subir.

Com a linha de tendência, ficou um pouco mais complicado de visualizar que houve um crescimento no pH a partir do oitavo dia, chegando a 4 ou próximo do mesmo, pois como esses morangos estavam à temperatura ambiente, os processos de deterioração foram acelerados.

De acordo com o trabalho de Friedrich (2017) a tendência esperada era a diminuição da ATT com o período de armazenamento em temperatura refrigerada. Para o autor, no tratamento com filme de amido com média inibição do extrato (FAMI), a diminuição da ATT ocorreu a partir do 8º dia. Olhando para o Gráfico B, a tendência de queda ao longo do período de armazenamento é para as amostras sem coberturas, enquanto que para as outras amostras com coberturas a tendência é de crescimento e estabilização ao longo do tempo. Entretanto, vale lembrar que aqui a temperatura é ambiente e de Friedrich (2017) era refrigerada.

De acordo com Friedrich (2017) quando ocorreu decréscimo da acidez titulável após os dias de armazenamento, ocasionou aumento do teor de SST. Assim, houve um aumento do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório dos frutos ao longo do armazenamento. E nesse trabalho, observa-se que a tendência nas amostras sem coberturas a ATT e o SST é de diminuir muito (Gráfico C).

De acordo com Friedrich (2017), o valor maior da relação SST/ATT, indica que o fruto está em um rápido processo de maturação, que é comprovado pela alta perda de massa.

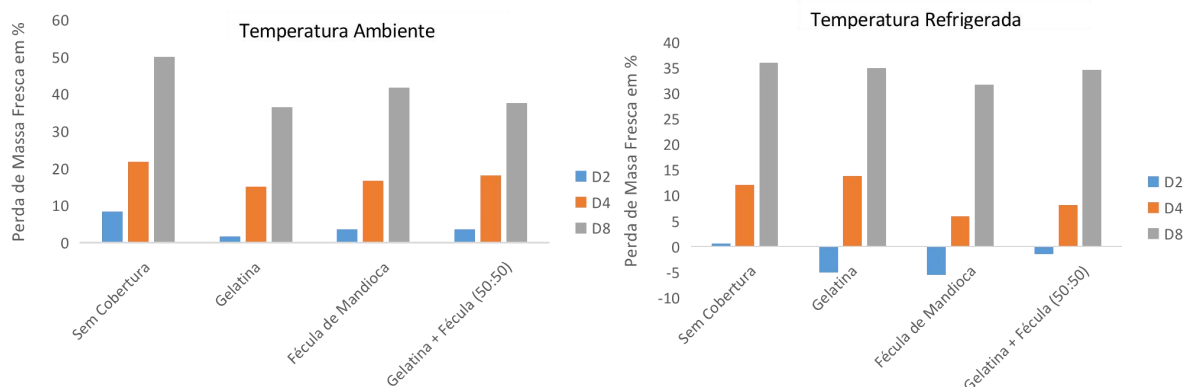
Como já visto anteriormente, diversos itens podem influenciar na qualidade dos morangos, como, na relação do sabor do morango com a razão açúcar/acidez os ácidos podem ocasionar perda no sabor. Além disso, a colheita do morango também tem muita influência na qualidade dos morangos, e a mesma depende de muitos fatores. Na ausência de maturação, terão uma alta acidez, e apresentará ausência de gosto (FLORES CANTILLANO; SILVA, 2010). Outro fator de extrema importância na conservação dos morangos, como já visto anteriormente, é a conservação a frio (ROSA *et al.*, 2018). Desse modo, torna-se complicado ter conclusões mais precisas em relação a razão SST/ATT, pois além das análises laboratoriais, os fatores podem abranger a produção/colheita dos morangos.

Observando o Gráfico D, observa-se uma tendência de um grande crescimento da relação SST/ATT nas amostras com coberturas de gelatina, também nota-se um pequeno crescimento na tendência das amostras com coberturas de

gelatina + fécula, uma estabilização nas amostras sem coberturas, e uma diminuição da razão SST/ATT nas amostras com fécula de mandioca.

Com relação à perda de massa fresca (%) ao longo do período de armazenamento das amostras em temperatura ambiente, os dados estão apresentados a seguir na Figura 5:

Figura 5: Resultado da Perda de Massa Fresca em % das amostras em temperatura ambiente e refrigerada



Fonte: Os Autores (2021)

Diante da Figura 5, nas amostras em temperatura ambiente há uma perda de massa fresca muito maior nas amostras sem coberturas de 50,05% no 8° dia, depois, tem-se uma perda bem parecida entre dois tratamentos no 2° dia, que são: nas amostras com fécula de mandioca (3,65%), e gelatina + fécula (3,58%). Com relação às amostras com gelatina, as mesmas obtiveram a menor taxa de perdas de massa fresca, de 1,71% no 2° dia, 15,12% no 4° dia e 36,49% no 8° dia.

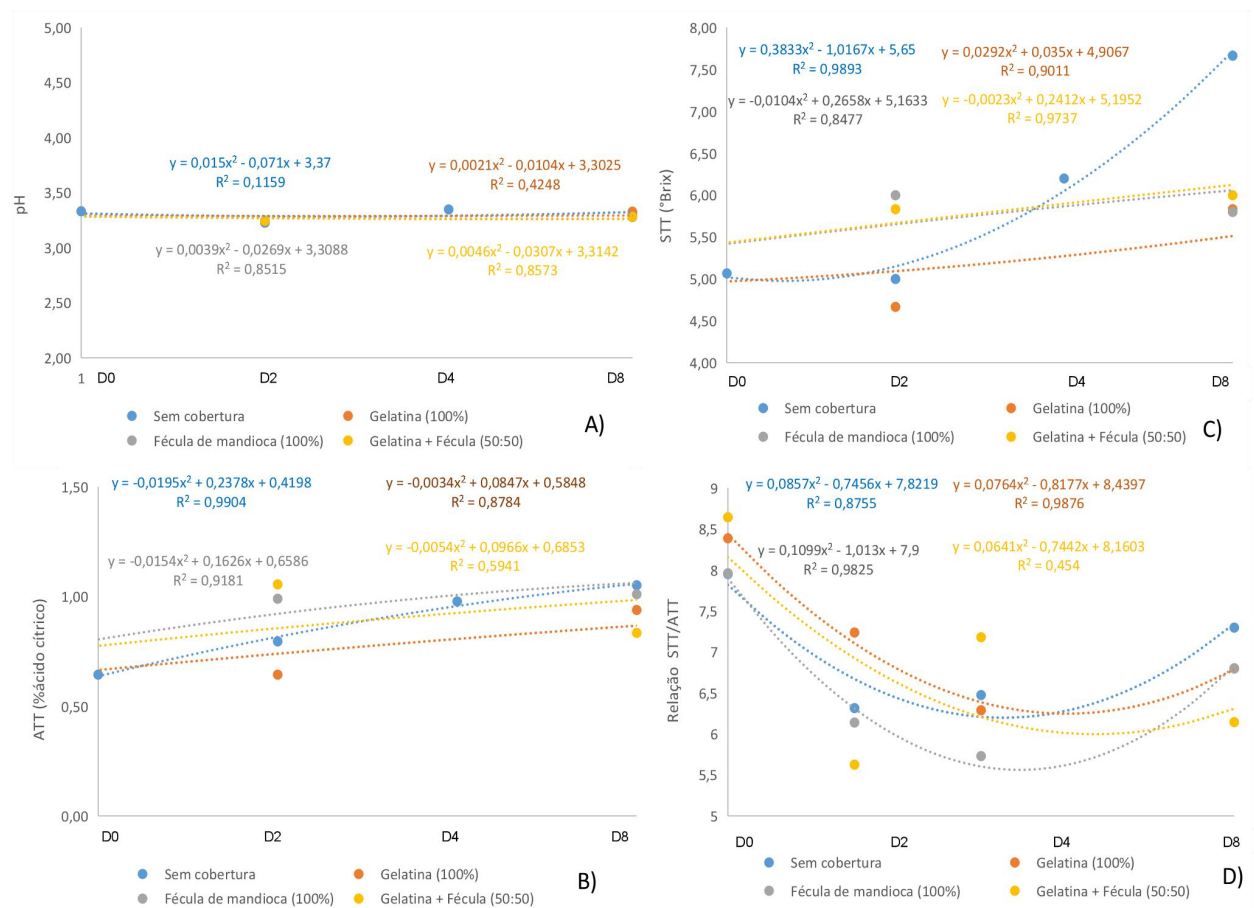
Nas amostras em temperatura refrigerada se tem um teor de perda de massa fresca maior nas amostras sem coberturas no 8° dia de 35,94%. As menores perdas em refrigeração, são nas amostras com coberturas de fécula de mandioca, no 4° dia de 5,92%, e dia no 8° dia de 31,70%. E se comparado com a temperatura ambiente, nota-se que a refrigeração é eficiente para diminuir as perdas de massa fresca.

Anami (2019) em seu trabalho sobre o impacto do retardo do resfriamento e atmosfera modificada ativa sobre a qualidade de morangos da cultivar *San Andreas*, chegou nas conclusões seguintes, que os morangos *San Andreas* submetidos ao retardo de resfriamento tiveram maiores valores de incidência e severidade de podridão. Já os frutos que foram de imediato refrigerados pós-colheita tiveram menor perda de massa fresca, e obtiveram maiores firmezas de casca e de polpa. O tempo de retardo de resfriamento dessa cultivar que pode ser aceito, sem afetar

significativamente a qualidade e a quantidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante, é de até 6 horas após a colheita. O uso de atmosfera modificada ativa com altas concentrações de gás carbônico, junto com o armazenamento a frio, pode ser uma alternativa boa para que haja aumento de vida útil de morangos *San Andreas*, sem mudanças organolépticas.

A seguir, apresenta-se a Figura 6 com os Gráficos referentes aos resultados das análises das amostras com refrigeração, e depois a discussão dos mesmos:

Figura 6: Resultado do comportamento das características químicas de morango submetido a diferentes coberturas comestíveis e armazenado a temperatura refrigerada ($\pm 5^\circ\text{C}$)



Fonte: Os Autores (2021)

No Gráfico A da Figura 6, pode-se observar que a tendência do pH das amostras em temperatura refrigerada, é de se manterem constantes ao longo do período de armazenamento, e isso é observado também nos valores de pH apresentados na Tabela 2. Entretanto, levando em consideração Rumsey (2014), verificando os valores de R², o modelo contendo x não explica muito sobre a diferença nos valores y, dessa maneira o R² é baixo para gelatina e sem cobertura.

Com relação a ATT no Gráfico B, nota-se uma tendência de um leve crescimento ou até uma possível estabilização nos valores das amostras com fécula de mandioca. Observa-se também que a tendência de se terem os maiores valores de ATT, estão entre as amostras com fécula de mandioca e sem cobertura.

De acordo com Garcia (2009) quando os morangos tem pouca ou nenhuma reserva energética (amido), eles precisam fazer uso dos açúcares presentes na fruta como fonte de energia para o processo de respiração, assim diminui o teor de SST, e que a diminuição de SST ao longo do armazenamento, é uma característica dos frutos não-climatéricos. Observando o Gráfico C nota-se a menor tendência de crescimento para as amostras com coberturas de gelatina, e a maior tendência para as amostras sem coberturas. De acordo com Deloire *et al.* (2021) devido a perda de água, os açúcares existentes se concentram e aumentam ainda mais o teor de sólidos solúveis totais (SST), e isso é uma explicação possível para o aumento de SST das amostras sem coberturas.

Observando o Gráfico D, nota-se uma tendência de crescimento da relação SST/ATT em todas as amostras, entretanto, maior nas amostras sem cobertura. Além disso, observa-se um R^2 baixo para as amostras com coberturas de Gelatina + Fécula de mandioca.

Assim, as coberturas comestíveis, como foi visto em vários trabalhos pesquisados, podem ser eficientes no aumento da vida útil de frutas e hortaliças. São alternativas viáveis, baratas, com produtos que se encontram facilmente nos comércios. Existem muitas alternativas para fazer coberturas, que podem ser testadas, verificar sua eficácia e se desejável, fazer a aplicação, destacando para a fécula de mandioca e seus comportamentos. O uso da refrigeração é imprescindível, e a colheita pode influenciar na qualidade dos morangos. E além disso, as coberturas ou filmes comestíveis não descartam o uso de atmosfera modificada (filmes plásticos) para retardar a mudança de cor, evitar contaminação, além de servir para estender o tempo de vida útil das frutas e hortaliças.

Nota-se também que a menor perda de massa fresca dentre as amostras em temperatura refrigerada, foi nas amostras com coberturas de fécula de mandioca. O comportamento das características químicas do morango submetido a diferentes coberturas comestíveis e armazenado a temperatura refrigerada foram satisfatórios, com destaque para a fécula de mandioca, que a ATT praticamente se estabilizou desde o segundo dia, não variando quase nada nos outros.

CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho, alcançou-se os objetivos desejados, que eram realizar o desenvolvimento de coberturas comestíveis para utilização em morangos, visando aumentar a vida de prateleira. Assim, pode-se visualizar o comportamento de diferentes tratamentos e a amostra controle (sem cobertura), e somado com resultados e informações de outros trabalhos encontrados em bibliografias, contribuiu para obtenção e discussão dos dados e resultados.

As coberturas comestíveis podem ser eficientes no aumento da vida útil de frutas e hortaliças, entretanto é imprescindível a refrigeração, além de atentar para as etapas de lavagem e sanitização que são essenciais para manutenção de um produto de qualidade. A colheita do morango pode também influenciar na qualidade, por exemplo, os produtores precisam atentar para a maturação dos frutos, que na sua ausência, os morangos terão uma alta acidez, e apresentará ausência de gosto. É essencial cuidar para que os frutos não tenham danos mecânicos, afetando assim, a taxa respiratória e a produção de etileno. Além do mais, o uso de coberturas ou filmes comestíveis não excluem o uso de atmosfera modificada.

A cobertura que se destacou nesse trabalho foi a fécula de mandioca, pois ela obteve perdas de massa fresca menores, em refrigeração. Além disso, o comportamento dessa cobertura com relação a ATT foi melhor que as demais, em refrigeração, pois a partir do 2º dia observa-se uma estabilização. E visualmente sua aparência parece ter sido mais atrativa, apesar de também apresentar um escurecimento ao longo do período de armazenamento, mais precisamente no 8º dia. Entretanto, não foi possível verificar se houve aumento no tempo de vida de prateleira dos morangos nesse trabalho. Dessa maneira, para se ter resultados mais efetivos e precisos, precisa-se buscar estudar outros métodos/maneiras para que junto com as coberturas comestíveis possam aumentar o tempo de vida de prateleira.

Para futuros trabalhos e melhorias, sugere-se testar fazer os chamados filmes comestíveis ao invés de coberturas comestíveis para visualizar seu comportamento; verificar qual o melhor método de aplicação das coberturas comestíveis, se é por aspersão ou por imersão dos frutos na solução; fazer os testes com coberturas comestíveis, somado de atmosfera modificada, que seriam os filmes plásticos; e testar outras alternativas para se fazer filmes ou coberturas (revestimentos) comestíveis, que podem ter resultados ainda mais satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ALVES, A I ; SARAIVA, S. H. ; FERREIRA, M.F. ; SILVA, L. C. ; FERREIRA, A. ; TEIXEIRA, L J Q ; PENÃ, W E L . PERDA DE MASSA EM MORANGOS REVESTIDOS. In: **XIV INIC - Encontro Latinoamericano de Iniciação Científica**, 2010, São José dos Campos. Anais do XIV INIC - Encontro Latinoamericano de Iniciação Científica. São José dos Campos: UNIVAP, 2010. Disponível em: <www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/RE_0721_0561_01.pdf>. Acesso em 22/10/2021.

ANAMI, Jéssica Mayumi. **Impacto do retardo do resfriamento e da atmosfera modificada ativa sobre a manutenção da qualidade de morangos 'San Andreas'**. 2019. 104 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. SC, 2019. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1318/DISSERTA__O_MAYUMI_15671007906202_1318.pdf>. Acesso em 12/11/2021.

ANTUNES, Aloisio Jose. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri, SP: Manole, 2003. [Google Books]

ARAUJO, Giovana Z; DALVI, Eliza B; CARDOSO, Cezar V. S; PAIVA, Genilson de; FERREIRA, Luiz, F. D. Efeito de Coberturas Comestíveis à Base de Amido e Ácido Oxálico no Armazenamento de Banana. **Revista Brasileira de Agrotecnologia** - ISSN 2317-3114 - (BRASIL) v. 11, n.2, p.569-573, abr-jun, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351952140_Efeito_de_coberturas_comestiveis_a_base_de_amido_e_acido_oxalico_no_armazenamento_de_banana#:~:text=As%20coberturas%20ou%20filmes%20comestiveis%20têm%20sido%20alvo,fruto%20C%20impedindo%20a%20respiração%20e%20transpiração%20do%20mesmo.>. Acesso em 26/11/2021.

ASSIS, Luana de. **Alimentos seguros: ferramentas para gestão e controle da produção e distribuição**. 2 ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2019 [Google Books]

ASSIS, O. B. G.; RIBEIRO, M. de M. M. ; ATARASSI, M. E. ; LIMA, G. P.P. ; FERREIRA, M. D. **Aplicação de Ceras em Frutas e Hortaliças**. In: Marcos. D. Ferreira. (Org.). Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças. 1 ed. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária - ISBN 9788586463174, 2008, v. , p. 77-85. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA-2009-09/11483/1/LI_2008.pdf>. Acesso em 15/09/2021.

ASSIS, Odilio BG; ALVES, Henrique C. Metodologia mínima para a produção de filmes comestíveis de quitosana e avaliação preliminar de seu uso como revestimento protetor em maçãs cortadas. **Embrapa Instrumentação-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/28446/1/CT492002.pdf>>. Acesso em 23/10/2020.

BARROS, José D'Assunção. **As hipóteses nas ciências humanas: Aspectos metodológicos**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes Ltda, 2017. [Google Books]

BRAUNBECK, Oscar Antonio. **Unidades móveis de colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. In: Marcos. D. Ferreira. (Org.). Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças. 1 ed. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária - ISBN 9788586463174, 2008, v. , p. 25-45. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA-2009-09/11483/1/LI_2008.pdf>. Acesso em 15/09/2021.

CARDOSO, L. M.; DEUS, V. A.; SILVA, E. B.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Qualidade de morangos tratados. **Alim. Nutr.** , v. 23, n.4, p. 583-588, out./dez. 2012. Disponível: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/download/583/1611>>. Acesso em 30/10/2021.

CARVALHO, Irinede Teixeira de. **Microbiologia dos Alimentos**. Recife: EDUFRPE, 2010. Disponível em: <pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Microbiologia_dos_Alimentos.pdf>. Acesso em 13/08/2021.

CEAGESP, Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. A medida da doçura das frutas. **Cartilha Técnica 08**. São Paulo. 2016. Disponível em: <ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/MedidadoSaborBrix02022017.pdf>. Acesso em 26/11/2021.

CECATTO, Ana Paula. **Inoculação Micorrízica: Consequências no Metabolismo e Interferência na Produção e Qualidade de Frutos de Morangueiro no Cultivo sem solo no Brasil e na Espanha**. 2014. Dissertação (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo - RS, 2014. Disponível em: <https://www.academia.edu/17533902/INOCULAÇÃO_MICORRÍZICA_CONSEQUÊNCIAS_NO_METABOLISMO_E_INTERFERÊNCIA_NA_PRODUÇÃO_E_QUALIDADE_DE_FRUTOS_DE_MORANGUEIRO_NO_CULTIVO_SEM_SOLO_NO_BRASIL_E_NA_ESPANHÁ>. Acesso em 01/09/2021.

COÊLHO, Jackson Dantas. Produção de mandioca: raiz, farinha e fécula. **Caderno Setorial ETENE**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.44, set. 2018. (Série Caderno Setorial ETENE, n.44, set. 2018). Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4049480/44_Mandioca.pdf/08b8f0c3-b88b-4d40-d5ec-4e2620bdcdde>. Acesso em 24/08/2021.

COLOMBO, J.; PASINI, E.; VEIT, E. R.; FRANCESCHINI, P.; CARLI, E. M. de; PALEZI, S. C. DESENVOLVIMENTO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS EM MORANGOS MINIMAMENTE PROCESSADOS. **7º Simpósio de Segurança alimentar. sbCTA-RS**. 2020 [Online] Disponível em: <https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_197.pdf>. Acesso em 07/11/2021.

COSTA, Franciscléudo Bezerra da. **Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados**. 2009. 126f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/972/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em 30/10/2021.

DADA, A. P.; CESTARIO, A. C. O. ; VITAL, A. C. ; COELHO, R. ; PINTRO, P. T. M. ; ROSA, C. I. L. F. Desenvolvimento de filmes comestíveis a base de pectina incorporados com extrato da folha de oliveira. In: **XI EPCC ? Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar**, 2019, Maringá. Anais Eletrônico do XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, 2019. Disponível em: <rdu.unicesumar.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3355/ANA%20PAULA%20DADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 19/08/2021.

DELOIRE, Alain; ROGIERS, Suzy; ŠUKLJE, Katja; ANTALICK, Guillaume; ZEYU, Xiao; PELLEGRINO, Anne. Dessecação dos bagos de uva, perda de água e morte celular: um desafio crescente para os viticultores no contexto das alterações climáticas. **IVES Technical Reviews**, 2021. Disponível em: <<https://ives-technicalreviews.eu/article/view/4615/14480>>. Acesso em 02/11/2021.

FAKHOURI, Farayde Matta; FONTES, Luciana Cristina Brigatto; GONÇALVES, Priscila Vieira de; MILANEZ, Cibele Rufato; STELL, Caroline Joy; COLLARES-QUEIROZ, Fernanda Paula. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 369-375, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/yBBLqDqXVWhZsBcHL6nFFhn/?format=pdf>>. Acesso em 23/08/2021.

FELICIO, Naiara Tays Francisco. **Aplicação de coberturas biodegradáveis em Mangabas (Hancornia Speciosa Gomes) e efeito sobre a vida útil**. 2020. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Morrinhos, Goiás, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1138/3/tcc_Naiara%20Tays%20Francisco%20Felicio.pdf>. Acesso em 30/08/2021.

FERREIRA, Susana D. **Vegetais Minimamente Processados: Centralização Do Pré-Preparo Por Uma Empresa De Refeições Industriais**. 68p. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Brasília, 2003. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/242/1/2003_SusanaDiasFerreira.pdf>. Acesso em 19/08/2021.

FLORES CANTILLANO, R.F. **Cuidados na conservação do morango**. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/morango/index.htm>. Acesso em: 30/10/2021

FLORES CANTILLANO, R. F.; DA SILVA, Médelin Marques. Manuseio pós-colheita de morangos. **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E)**, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44009/1/documento-318.pdf>>. Acesso em 01/11/2021.

FRÁGUAS, Rodrigo Martins; SIMÃO, Anderson Assaid; FARIA, Paula Veira; QUEIROZ, Estela de Resende; JUNIOR, Ênio Nazaré de Oliveira; ABREU, Celeste

Maria Patto de. Preparo e caracterização de filmes comestíveis de quitosana. **Polímeros**, v. 25, n. SPE, p. 48-53, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282015000700008&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em 23/10/2020.

FREIRE JÚNIOR, M.; SOARES, A. G. Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando a redução de suas perdas. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003270/1/CT205finalizado.pdf>>. Acesso em 23/10/2021.

FRIEDRICH, Jussara Carla Conti. **Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de Tetradenia riparia na conservação de morango**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, 2017. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3096/2/Jussara_C_C_Friedrich_2017.pdf>. Acesso em 30/10/2021.

GARCIA, Lorena Costa. **Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009. Disponível em: <repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255140/1/Garcia_LorenaCosta_M.pdf>. Acesso em 01/11/2021.

IAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>>. Acesso em: 02/09/2021.

KALILI, Sergio. **Proteção Vegetal**: Biofilmes produzidos com mandioca, banana e quinoa protegem e garantem longa vida a vários alimentos, 2012. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/07/Pesquisa_197-22.pdf>. Acesso em 08/11/2021.

LOPES, Jorge. **O Fazer Do Trabalho Científico Em Ciências Sociais Aplicadas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006. [Google Books]

MELO FILHO, Artur Bibiano de; VASCONCELOS, Margarida Angélica da Silva. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011. Disponível em: <pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Quimica_de_Alimentos.pdf>. Acesso em 10/08/2021.

OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves de; SANTOS, Dyego da Costa. **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015. Disponível em: <<https://portal.ifrn.edu.br/campus/paudosferros/arquivos/livro-tecnologia-e-processamento-de-frutos-e-hortalicas>>. Acesso em 10/08/2021.

OLIVEIRA, Thiago Azevedo de. **Desenvolvimento de Filmes à Base de Fécula de Mandioca e Aditivos Naturais e sua Aplicação na Conservação de Mamão**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2014. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-2014-THIAGO-AZEVEDO-DE-OLIVEIRA.pdf>>. Acesso em 26/08/2021.

RINALDI, M. M.. **Aspectos da industrialização e obtenção de produtos derivados de mandioca**. In: Josefino de Freitas Fialho; Eduardo Alano Vieira. (Org.). Mandioca no Cerrado - Orientações Técnicas. 01 ed. Brasília - DF: Athalaia Gráfica e Editora, 2011, v. 01, p. 149-171. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/Mandioca/manual_mandioca_no_cerrado.pdf>. Acesso em 24/08/2021.

RODRIGUES, J. C.; OLIVEIRA, G. S. ; OLIVEIRA FILHO, J. G. ; DALLAGO, B. S. L. ; SOUSA, H. A. de. F. ; SILVA, P. L. da R. E. ; SANTOS, V. M. dos. Biofilme à base de fécula de mandioca na conservação de ovos de mesa. In: Zootecnia Brasil 2018, Goiânia. **28º Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 2018. Disponível em: <www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-1773.pdf>. Acesso em 23/08/2021.

ROSA, C.I.L.F.; MORIBE, A.M.; YAMAMOTO, L.Y.; SPERANDIO, D. **Pós-colheita e comercialização**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, p. 489-526. ISBN: 978-65-86383-01-0. Disponível em: <books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-17.pdf>. Acesso em 15/09/2021.

RUMSEY, Deborah. **Estatística II Para Leigos**. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2014. [Google Books].

SILVA, Neusely da... [et al.]. **Manual de métodos de análise microbiológicas de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 552p.

VIANNA, Felipe Soave Viegas; PENTEADO, Gabriel Bratfich; LOPES, Júlia Delellis; CESSAROTTI, Vinicius Camoezi. **Manual prático de cozinha Senac**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2020. [Google Books]