

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ADRIELLY MACEDO STOLLE

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE PECTINA
PARA USO NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES-CEREJA (*Solanum
lycopersicum*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

ADRIELLY MACEDO STOLLE

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE PECTINA
PARA USO NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES-CEREJA (*Solanum
lycopersicum*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em
Alimentos, do Departamento de Alimentos,
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Helene
Giovanetti Canteri

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Safi Amaro
Monteiro

PONTA GROSSA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Departamento de Alimentos
Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE PECTINA PARA USO NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES-CEREJA (*Solanum lycopersicum*)

por

ADRIELLY MACEDO STOLLE

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 05 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª Dra. Safi Amaro Monteiro
Profª Coordenadora

Prof. Msc. José Mauro Giroto
Membro titular

Msc. Revenli Fernanda do Nascimento Ostrowski
Membro titular

- O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso -

Dedico este trabalho à minha mãe Ivete,
aos meus avós maternos Marlene e
Joaquim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por me dar força e saúde para concluir o curso.

Agradeço à minha mãe, Ivete, por toda sabedoria me passada até aqui, por me sustentar a cada passo dado e acreditar na minha capacidade de vencer cada obstáculo.

Agradeço aos meus irmãos, Paulo Ricardo e Elaine, que sempre me apoiaram, sempre se propuseram a me ajudar independentemente do assunto e pelos momentos alegres que sempre me proporcionam.

Agradeço aos meus avós, Marlene e Joaquim, que enquanto estavam presentes fisicamente me passaram conhecimentos únicos e que certamente levarei a minha vida toda.

Agradeço às amigas e amigos que conquistei durante o curso, pelos momentos de descontração, pelos momentos em que emprestaram o ombro para chorar, pelas festas, pelas companhias aos lanches no RU, pelos trabalhos em equipe.

Agradeço à Laís e à Lillian, pela amizade que construímos durante o curso, pelos dias e tardes das “gordices”, por todo companheirismo nesses três anos, pelas brigas para que eu me cuidasse mais.

Agradeço aos amigos que mesmo de longe estavam torcendo pelo meu sucesso durante todo o curso. Agradeço aos amigos do JUMA, pelo companheirismo e carinho que sempre tiveram comigo e terem os melhores “rolês”.

Agradeço ao meu Bro, por estar sempre comigo, pelos momentos de alegrias e desabafos, pelo cuidado, pelo melhor abraço “Pandurso”, por me passar tantas energias boas, por compartilhar as melhores músicas e cantá-las para mim.

Agradeço ao Givago Lins, um amigo e companheiro incrível, por todo apoio que tem me dado e me incentivado a crescer. Agradeço por todo cuidado, paciência e carinho. Agradeço por me transbordar de coisas boas e me proporcionar momentos incríveis.

Agradeço ao meu médico, Antero de Mello, um amigo que sempre me ajudou a superar meus medos e angústias, e vibrava comigo a cada conquista.

Agradeço à minha amiga, Cristiane Colodel, que teve grande influência no tema a ser desenvolvido no trabalho, por todos os conhecimentos que já me passou, pelas parcerias em feiras de ciências e principalmente pela amizade.

Agradeço à Prof.^a Dr.^a Maria Helene, por aceitar ser minha orientadora nesse projeto, por toda sabedoria, amizade, e por todo apoio mesmo de longe durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à Prof.^a Dr.^a Safi Amaro, pelo apoio e auxílio.

Agradeço aos professores pelo conhecimento que me passaram durante esses anos de curso.

Agradeço à Revenli, pela disponibilidade em me ajudar nas análises.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, por toda a experiência que compartilharam comigo e pelos momentos alegres.

Agradeço a todos que de algum modo contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

RESUMO

STOLLE, Adrielly Macedo. **Elaboração e caracterização de filmes de pectina para uso na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*)**. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

O volume de resíduos agroindustriais descartados tem aumentado consideravelmente, pois conforme cresce a população, cresce o consumo. Dentre esses resíduos, podem ser citadas as embalagens. Várias alternativas têm sido propostas para amenizar os impactos sobre o meio ambiente, dentre às quais algumas visam a reciclagem e a reutilização de materiais rapidamente degradáveis. Estudos recentes têm sido realizados na busca de alternativas comestíveis, elaborados com o uso de polímeros naturais, como amido, pectina, hidroxipropil metilcelulose, dentre outros. Por sua capacidade de formação de géis, a pectina é uma grande aposta para a elaboração desses filmes (tanto biofilmes verdes quanto comestíveis). O presente trabalho tem como objetivo utilizar a pectina na elaboração de biofilmes, verificar suas características e utilizar como revestimento em tomates-cereja para avaliar a capacidade de conservação, comparativamente aos filmes de policloreto de vinila (PVC). Os biofilmes produzidos foram avaliados quanto à cor, teor de umidade, solubilidade e propriedades mecânicas de tração e alongação. Os tomates foram avaliados quanto ao pH, teor de sólidos solúveis, atividade de água, perda de peso e rugosidade aparente da casca, durante quinze dias, com análises a cada cinco dias. Os filmes apresentaram-se com coloração satisfatória, teor de umidade próximo dos valores encontrados para biofilmes, totalmente solúveis em água e com baixos valores para as propriedades mecânicas. Não houve diferenças consideráveis entre os tratamentos sobre as características do tomate. Conclui-se que os biofilmes elaborados com pectina são alternativas convenientes para conservação de tomates, sendo tão eficientes quanto os filmes de PVC.

Palavras-chave: Pectina. Biofilmes. *Solanum lycopersicum*.

ABSTRACT

STOLLE, Adrielly Macedo. **Elaboration and characterization films of pectin for use in the conservation of cherry-tomatoes (*Solanum lycopersicum*)**. 2018. 40 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Food Technology) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

The volume of discarded agro-industrial waste has increased considerably, as the population grows, consumption increases. Among these residues, the packages can be mentioned. Several alternatives have been proposed to mitigate the impacts on the environment, among which some are aimed at the recycling and reuse of rapidly degradable materials. Recent studies have been carried out in the search for edible alternatives, elaborated with the use of natural polymers such as starch, pectin, hydroxypropyl methylcellulose, among others. For its ability to form gels, pectin is a great bet for the elaboration of these films (both green and edible biofilms). The aim of the present work is to use pectin in the preparation of biofilms, to verify their characteristics and to use as coating on cherry tomatoes to evaluate the storage capacity, compared to polyvinyl chloride (PVC) films. The biofilms produced were evaluated for color, moisture content, solubility and mechanical properties of traction and elongation. The tomatoes were evaluated for pH, soluble solids content, water activity, weight loss and apparent roughness of the peel, during fifteen days, with analyzes every five days. The films were presented with satisfactory coloration, moisture content close to the values found for biofilms, totally soluble in water and with low values for the mechanical properties. There were no significant differences between treatments on tomato characteristics. It is concluded that biofilms made with pectin are convenient alternatives for preserving tomatoes, being as efficient as PVC films.

Keywords: Pectin. Biofilms. *Solanum lycopersicum*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise dos biofilmes elaborados com 2% de pectina 70% HM.....	23
Tabela 2: pH dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	26
Tabela 3: Teor de sólidos solúveis (°Brix) dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	27
Tabela 4: Aw dos tomates-cereja conservados pelos Filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	27
Tabela 5: Porcentagem de perda de massa dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de pectina comercial de 70% HM.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de elaboração dos biofilmes de pectina.....	17
Figura 2: Amostras de tomates-cereja adquiridos no supermercado.....	20
Figura 3: Tomates recobertos com biofilme elaborado com 2% de pectina 70% HM.....	20
Figura 4: Tomates recobertos com filme de PVC.....	21
Figura 5: Tomates recobertos com biofilme elaborado com 2% de pectina comercial 70% HM.....	23
Figura 6: Tomates após 5 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	29
Figura 7: Tomates após 10 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	30
Figura 8: Tomates após 15 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

Aw	Atividade de Água
DE	Grau de esterificação, do inglês, <i>Degree of esterification</i>
EPS	Poliestireno expandido
FP	Filme de Pectina
HM	Alto poder de metoxilação
LM	Baixo poder de metoxilação
PCT	Pectina
PVC	Policloreto de Vinila
TC	Tratamento Controle

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS	15
2.2 BIOFILMES	15
2.3 PECTINA	16
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO BIOFILME DE PECTINA.....	17
3.1.1 Análise de Cor	18
3.1.2 Análise de Umidade	18
3.1.3 Análise de Solubilidade.....	19
3.1.4 Análise de Resistência à Tração e Elongação na Ruptura	19
3.2 ESCOLHA DOS TOMATES	20
3.3 TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DOS TOMATES.....	20
3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH):	21
3.3.2 Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)	21
3.3.3 Atividade de Água (aW)	22
3.3.4 Perda de Massa	22
3.3.5 Rugosidade aparente da casca.	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1 AVALIAÇÃO DOS FILMES	23
4.2 AVALIAÇÃO DOS TOMATES.....	26
4.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)	26
4.2.2 Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)	27
4.2.3 Atividade de Água (Aw)	27
4.2.4 Perda de Massa	28
4.2.5 Rugosidade Aparente da casca	29
5 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, percebem-se muitas mudanças e inovações na vida da população. Novas tecnologias vieram para facilitar a vida das pessoas, com intuito de poupar tempo, já que as pessoas estão cada vez mais ocupadas com suas atividades diárias. Com isso, a quantidade de resíduos gerados também aumentou. Dentre eles, podem ser citadas as embalagens, e na sua maioria, para alimentos, seja primária, secundária ou terciária (LANDIM et al., 2016).

Pode-se perceber nos últimos anos uma maior atenção com o meio ambiente, visto que as pessoas estão mais conscientes em relação aos impactos que podem causar ao meio ambiente a curto e longo prazo, caso não se dê a devida atenção ao assunto. SILVA, 2011)

Uma das apostas da ciência está na elaboração de embalagens mais sustentáveis, com materiais rapidamente degradáveis e comestíveis. Grande parte desses materiais são elaborados com polímeros naturais, como os polissacarídeos (amido, pectina e hidroxipropil metilcelulose, além de potencialmente serem extraídos da polpa e casca de algumas frutas), as proteínas (glúten, gelatina e zeína) e os lipídeos (ceras, ácidos graxos e resinas) (SILVEIRA, 2016; Kester; Fennema, 1986).

Segundo Silva (2014) a pectina é um polissacarídeo bastante explorado no desenvolvimento desses filmes devido à sua característica de formação de géis. Ele cita que de acordo com a Food and Drug Administration (FDA) a pectina é considerada um polímero seguro para uso em alimentos.

Observando essas novas alternativas e o potencial da pectina para elaboração desses filmes, o presente trabalho teve por objetivo elaborar e avaliar algumas propriedades físicas de filmes comestíveis à base de pectina, bem como verificar sua eficácia na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*) durante 15 dias por meio de análises físico-químicas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e avaliar as propriedades físicas de filmes comestíveis à base de pectina, bem como verificar sua eficácia na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*)

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Produzir um biofilme a partir de pectina industrial;

Avaliar a cor, teor de umidade, solubilidade e propriedades mecânicas de tração e alongação do biofilme produzido;

Avaliar o potencial do biofilme produzido na conservação de tomates.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS

Algumas embalagens demoram a se degradar naturalmente ou não possuem essa capacidade. Algumas alternativas são propostas para minimizar esse problema, como o reuso das mesmas, a reciclagem, e também, o desenvolvimento de embalagens verdes e embalagens comestíveis (DE SOUZA et al., 2016).

O uso de embalagens verdes e embalagens comestíveis elaborados com substâncias naturais têm sido utilizadas como a ideia de manter ou até mesmo melhorar a qualidade e o tempo de prateleira dos alimentos, buscando substituir uma parte do uso das embalagens formadas com derivados de petróleo, já que elas possuem a capacidade de se decomporem mais rapidamente ou não gerar nenhum resíduo (BIERHALZ; KIECKBUSCH, 2010).

Conforme sua composição, essas embalagens podem agir como antioxidantes e antimicrobianos, controlar a migração de água e lipídeos e a permeabilidade de gases (KESTER; FENNEMA, 1986)

2.2 BIOFILMES

O uso de revestimentos para aumentar a conservação de alimentos já era utilizado há alguns anos, porém, os estudos com o tema se expandiram consideravelmente nas últimas décadas. (FONSECA, 2009)

Os biofilmes são filmes finos, obtidos através de polímeros naturais, vegetais ou animais, utilizados como barreira, protegendo o produto de agentes externos que possam alterar sua qualidade (HENRIQUE; PRATI; PARISI, 2016). Esses biofilmes podem ser elaborados com diversos polímeros naturais, dentre os quais os polissacarídeos, os lipídeos e as proteínas. Dentre os materiais mais utilizados estão o amido, a quitosana, a celulose e a pectina. Além desses materiais, ainda pode-se adicionar outros constituintes, conforme a necessidade para melhorar suas propriedades (SOARES et al., 2009; ASSIS; BRITTO, 2014).

Normalmente os biofilmes tem um custo mais elevado, e por sua espessura fina e flexível, tem fracas propriedades mecânicas. Nesse contexto surgem as misturas poliméricas biodegradáveis, que além de reduzir o custo podem melhorar as propriedades mecânicas, sendo geralmente misturas de hidrocoloides (proteínas ou

polissacarídeos) e substâncias hidrofóbicas (lipídeos), que quando combinados interagem física e quimicamente e resultam em filmes com propriedades superiores (CANDÉO et al., 2016; BATISTA; GROSSO, 2004).

Há dois métodos de aplicação desses biofilmes. Um dos métodos é feito por recobrimento, onde a película é formada diretamente sobre o produto, por meio de aspersão ou imersão e outro método é feito por meio de um filme pré-formado, ambos utilizados para conter o alimento ou separá-lo (UGALDE, 2014).

2.3 PECTINA

A pectina é um polissacarídeo formado por longas cadeias de açúcares, principalmente por ácido galacturônico, sendo bastante solúvel em água, e também conhecida por sua capacidade de formar géis, utilizadas amplamente como espessantes, emulsificantes e conservantes (STOLLE; COLODEL, 2014; CANTERI et al, 2005).

Dependendo da fonte da qual a pectina é extraída, sua capacidade de formação de géis pode variar, devido às diferenças de tamanho da cadeia de ácidos poligalacturônicos e o grau de esterificação (DE) dos seus grupos carboxílicos. O DE é definido pela porcentagem de ácidos galcturônicos metil esterificados presentes na molécula de pectina (STOLLE; COLODEL, 2014; BATISTA; GROSSO, 2004).

Entre as principais fontes comerciais da pectina estão o bagaço de frutas cítricas (representando 25% da matéria seca) e o bagaço seco da maçã, sendo que a pectina (representando 15-18% da matéria seca). A extração pode ser realizada sob condições ácidas ou básicas (BIERHALZ, 2010).

De acordo com Kester e Fennema (1986), o revestimento elaborado com gel de pectina desacelera a perda de água de alimentos, por sua função como agente sacrificante.

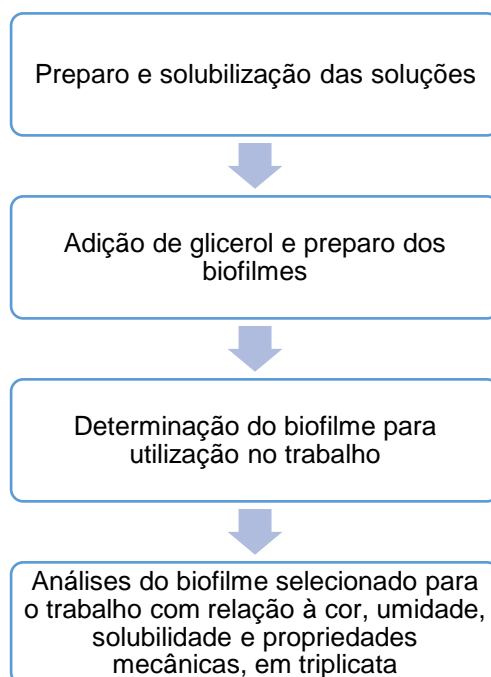
3 METODOLOGIA

3.1 ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO BIOFILME DE PECTINA

A elaboração e caracterização dos biofilmes foram realizadas nos laboratórios de Bioquímica e de Lácteos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa.

Para elaboração das soluções filmogênicas foram utilizadas pectina comercial de baixo poder de metoxilação (LM) 36% DE- (Pectin Classic CU-L 070/16, Herbstreith & Fox KG, lote: 0 16 11 082) e pectina comercial de alto poder de metoxilação (HM) 70% DE (Pectin Classic CU-L 071/16, Herbstreith & Fox KG, lote: 0 16 11 083). A figura 1, apresenta um fluxograma descrevendo a descrição para elaboração dos biofilmes.

Figura 1: Fluxograma de elaboração dos biofilmes de pectina.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Primeiramente, foram preparadas em béqueres soluções com 1%, 2% e 3% de pectina 36% LM em 30 mL de água destilada e soluções com 1%, 2% e 3% de pectina 70% HM em 30 mL de água destilada. Em seguida, foram submetidas a solubilização em estufa durante 48h à 55°C.

Após a solubilização, sob a forma de uma dispersão coloidal, adicionou-se 1 mL de glicerol como agente plastificante, a fim de facilitar a remoção dos biofilmes das placas. Os biofilmes foram preparados pelo método de *casting* (termo em inglês para “moldagem”), onde as soluções filmogênicas preparadas foram aplicadas em placas de vidro de 100mmx100mm e submetidas a secagem em estufa por 48h à 55°C.

Após a secagem, verificou-se visualmente e manualmente o biofilme que mais se adequava ao uso no trabalho, sendo determinado o biofilme elaborado com 2% de pectina comercial 70% HM.

O biofilme determinado para uso no trabalho foi analisado em relação à cor, à umidade, à solubilidade, às propriedades de tração e alongação, em triplicata.

3.1.1 Análise de Cor

A análise de cor dos biofilmes foi realizada em triplicata com o Colorímetro UltraScan PRO da HunterLab, pelo sistema CIE L*a*b*. Os filmes foram cortados no tamanho de 9cm² colocados sobre uma superfície branca (papel sulfite da marca Rino) de acordo com o método proposto por Silva et al. (2007) e em seguida foram efetuadas as leituras.

Nesse sistema CIE L*a*b*, pode ser definido o grau de luminosidade e cor das amostras. O parâmetro L* indica o grau de luminosidade da amostra, no qual de 0 a 50 a amostra é mais escura, e de 51 a 100 a amostra é mais clara. O parâmetro a* indica o quanto de vermelho ou verde é a amostra, sendo que números positivos indicam a coloração vermelha e números negativos indicam a coloração verde. O parâmetro b* indica o quanto de amarelo ou azul é a amostra, onde valores positivos indicam a coloração amarela e valores negativos indicam a coloração azul. (HUNTERLAB, 2012)

3.1.2 Análise de Umidade

Foi realizada utilizando-se amostras do biofilme elaborado cortadas no tamanho de 4 cm², pesadas e colocadas na estufa à 105 °C durante 24 horas, segundo método de Stander Methods (1967), citado por Silva, Tessaro e Spada (2011). Depois de decorrido as 24 horas, o biofilme foi retirado e pesado. O percentual de umidade foi calculado de acordo com a equação 1.

$$h = \frac{(mi - mf)}{mi} * 100 \% \quad (1)$$

Onde h é o teor de umidade em percentagem, mi a massa inicial e mf a massa final.

3.1.3 Análise de Solubilidade

Quanto à análise de solubilidade, utilizou-se o método de Altmann; ATZ; ROSA (2018), que consiste em imergir 0,1 g do biofilme elaborado em 50 mL de água destilada e manter sob aquecimento e agitação durante 2 a 5 h. Após esse período, filtra-se a solução em papel filtro (previamente pesado) e leva-se à estufa durante 24 h à 105 °C. Esfria-se em dessecador e determina-se a quantidade de matéria seca (MS) através da equação 2, onde Pi é peso inicial e Pf é peso final.

$$\%MS = \left(\frac{Pi - Pf}{Pi} \right) x 100 \quad (2)$$

3.1.4 Análise de Resistência à Tração e Elongação na Ruptura

Quanto à propriedade de tração, utilizou-se o texturômetro CT3 Brookfield com probe TA-RCA.

As análises seguiram o método padrão ASTM D 882 (ASTM 2010), com algumas modificações. A distância inicial das garras foi fixada em 80 mm, e velocidade de 0,6 mm/s. Foram utilizadas amostras de 100 mm de comprimento por 16 mm de largura. O ensaio foi realizado em triplicata.

A resistência à tração foi calculada de acordo com o método ASTM, utilizando a equação 3.

$$RT = \frac{F}{A_0} \quad (3)$$

Onde RT é a resistência a tração, F a força máxima no momento da ruptura (N), A_0 a área da sessão transversal (largura X espessura) do filme (mm²).

A porcentagem de alongação foi calculada de acordo com o método ASTM, utilizando a equação 4.

$$E = \frac{d}{d_0} \cdot 100 \quad (4)$$

Onde E é o percentual de alongação, *d* é a distância percorrida na ruptura (mm), *d*₀ é a distância inicial das garras (mm).

3.2 ESCOLHA DOS TOMATES

Foram adquiridos 1kg de tomates-cereja de um supermercado da região de Ponta Grossa-PR, selecionados através de aspectos visuais, mesmo lote, mesmo prazo de validade, conforme figura 2.

Figura 2 – Amostras de tomates-cereja adquiridos no supermercado.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.3 TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DOS TOMATES

Os tomates foram acondicionados em seis grupos com três unidades do fruto em embalagens de poliestireno expandido (EPS). Três grupos foram recobertos com filme elaborado com 2% de pectina 70% HM (figura 3) e três grupos recobertos com filme de PVC (figura 4).

Figura 3: Tomates recobertos com biofilme elaborado com 2% de pectina 70% HM.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Figura 4: Tomates recobertos com filme de PVC.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Os tomates foram avaliados durante quinze dias a temperatura de refrigeração (10°C) sendo anotados os resultados no início, no quinto, no décimo e no décimo quinto dia, com análises em triplicata.

3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH):

A análise do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada no pHmetro Digital da marca Tecnal, modelo TEC-2mp, utilizando-se o método do Instituto Adolfo Lutz (2008), onde pesou-se 10g de cada amostra de tomate (previamente cortado e triturado) e dilui-se em 100mL de água destilada, e agitou-se até a solução tornar-se uniforme. Em seguida, foram realizadas as leituras. Os resultados foram expressos como a média da triplicata e desvio padrão.

3.3.2 Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)

A análise do teor de sólidos solúveis foi realizada no Refratômetro ATC. Para a análise, utilizou-se o método de Bolzan (2008), onde primeiramente foi feita a calibragem do aparelho com água, colocando uma gota dela sobre o prisma, de

maneira que a escala marcasse zero. Para a leitura dos tomates, pegou-se o uma gota do suco do tomate (preparada de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz, 2008) e colocou-se sobre o prisma do refratômetro. Os resultados são expressos em °Brix.

3.3.3 Atividade de Água (aW)

A análise de Atividade de Água foi realizada no equipamento Aqualab 4TE. Cortou-se os tomates em cubos que foram posteriormente colocados em cubetas. Em seguida, a cubeta foi inserida no equipamento para a leitura da aW, realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em média e desvio padrão.

3.3.4 Perda de Massa

A análise de perda de massa dos tomates foi realizada comparando-se o peso inicial das amostras e o peso em cada um dos três dias de análise posteriores ao dia inicial, com auxílio de uma balança analítica de precisão 0,001g. A perda de massa foi calculada pela equação 4.

$$\% PP = ((PI - PF) / PI) \times 100 \quad (4)$$

Onde %PP é a porcentagem de perda de peso, PI é o peso inicial e PF é o peso final.

3.3.5 Rugosidade aparente da casca.

A análise de rugosidade foi realizada visualmente e através do registro de fotos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DOS FILMES

Os resultados obtidos nas análises do biofilme elaborado com 2% de pectina 70% HM encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Análise dos biofilmes elaborados com 2% de pectina 70% HM

Amostra	Cor			Umidade	RT (MPa)	% Elongação
	L*	a*	b*			
Média	79,95±0,4	2,16±0,1	-7,45±0,5	23%±3.5	23,15±6,1	9%±1.4

Fonte: Autoria Própria (2018); RT resistência a tração.

Com relação a análise de cor, a coordenada L* representa o quão clara é a amostra, onde de 51 a 100, a amostra tem maior luminosidade, sendo que quanto mais próximo de 100 mais branca é a amostra. De acordo com a média os resultados (79,95) das amostras, o biofilme é caracterizado por possuir um maior grau de luminosidade, portanto, como o fundo utilizado na análise foi um de sulfite papel branco, esse resultado indica o quão transparente é o filme produzido. Uma das características mais desejáveis para se conservar um alimento, por permitir observá-lo melhor. Conforme as coordenadas a* e b*, o filme apresentou-se mais vermelho e azul, porém, como mostra a Figura 5, a olho nu fica quase imperceptível essa coloração.

Figura 5 – Amostra de biofilme elaborado com 2% de Pectina 70% HM.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Com relação a umidade, os valores obtidos estão próximos aos valores observados geralmente nos trabalhos com biofilmes, entre 15 e 30% de umidade (BIERHALZ; 2009, BIERHALZ, KIECHBUSCH, 2010). Para biofilmes elaborados com pectina são esperados valores superiores de umidade, por sua natureza hidrofílica (KESTER; FENNEMA, 1986). Mahecha (2009), encontrou valores de 9,4 e 13,5% de umidade nos biofilmes elaborados com amido de biri (*Canna indica* L.) e em biofilmes elaborados com farinha otimizados, encontrou valores de 18,3 e 18,5%. O autor explica que essa diferença se deu por conta do tipo de estrutura polimérica formada pelos componentes do biofilme de farinha. No trabalho realizado por Bierhalz (2010), os biofilmes elaborados com pectina de baixo teor de metoxilação e alginato reticulados com cálcio apresentaram teor de umidade entre 15,20 e 23,15%. Em outro trabalho, Bierhalz e Kiechbusch (2009), concluíram que a adição de glicerol pode afetar a umidade dos biofilmes, pois ao aumentarem a concentração de glicerol de 5 para 7%, os biofilmes aumentaram em quase 7% o teor de umidade.

O filme elaborado solubilizou-se completamente na água enquanto realizava-se a agitação. No trabalho realizado por Batista e Grosso (2004), os biofilmes formados por soluções com proporção de 1:9 e 1:1 de pectina/gelatina, apresentaram-se íntegros após o tempo de imersão em água, mas o biofilme de pectina com adição de ácidos graxos demonstrou ser totalmente solúvel em água. Conforme citam em seu trabalho, os polissacarídeos são altamente hidrofílicos, característica altamente desejável em algumas aplicações, como no uso em produtos semi-prontos preparados

sob cozimento, onde a embalagem irá se desintegrar totalmente ao entrar em contato com a água. Maia, Porte e Souza (2000) citam Kondo e Van Valkenburg (1979) em seu trabalho, no qual indicam que essa característica pode ser melhorada adicionando íons di ou trivalentes (por exemplo o alginato de cálcio), ajustando o pH, exposição à radiação ou utilizando tratamento térmico.

A resistência à tração representa a máxima tensão que o filme suporta até o momento da sua ruptura. O percentual de alongação na ruptura representa o quão maleável um filme é e nos permite definir a capacidade do filme em deformar até que ocorra a sua ruptura. Quando esses valores são baixos, representa um filme mais quebradiço (MACLEOD, FELL; COLLETT, 1997)

Os resultados médios obtidos para resistência à tração foi $23,15 \pm 6,1$ e para alongação foi $9\% \pm 1,4$. Quando comparados ao filme de PVC, esses resultados podem indicar uma limitação no uso dos biofilmes, já que a resistência de tração de um filme PVC pode variar de 20 a 30MPa e o percentual de alongação pode variar até 400% (SB Embalagens, 2018). E mesmo obtendo resultados próximos com relação à tração, o percentual de alongação do biofilme de pectina foi baixo, confirmando a limitação do uso do biofilme elaborado com 2% de pectina 70% HM, já que as duas propriedades estão correlacionadas. Segundo Bierhalz (2010), os biofilmes de pectina LM com alginato podem melhorar sua resistência à tração quando reticulados com solução de cloreto de cálcio, onde em alguns casos a resistência passou de 24,62 MPa para 101,82 MPa. Isso deve-se ao fato de que as cadeias de alginato conseguem acomodar melhor os íons de cálcio e formar cadeias com alta coesividade, do que se utilizada apenas a pectina, que não possui cadeias com tamanho adequado para acomodar esses íons.

Batista, Tanada-Palmu e Grosso (2005), em seu trabalho com ácidos graxos em filmes a base de pectina, obtiveram valores de 1,8 a 6,0% de alongação, dependendo do ácido graxo utilizado na análise. Para o ensaio com filme de pectina adicionado de cloreto de cálcio, a resistência à tração apresentou valores altos (91,22 MPa) como no trabalho citado anteriormente, mas o percentual de alongação ainda se caracterizava baixo (2,93%).

O cloreto de cálcio apresenta-se como uma das soluções viáveis para a melhoria da resistência à tração. Com relação a melhoria da porcentagem de alongação, a adição de agentes plastificantes pode ser uma solução.

Com relação aos biofilmes, para melhorar suas características, é necessária a adição de outros componentes, como substâncias hidrofóbicas, agentes plastificantes, agentes microbianos e/ou agentes antioxidantes.

4.2 AVALIAÇÃO DOS TOMATES

4.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

As médias dos resultados obtidos nas análises do pH em cada intervalo de tempo encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: pH dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

Tratamento	Início	5 dias	10 dias	15 dias
TC	4.58±0,1	4.64±0.1	6.42±0.1	5.54±0.5
FP	4.58±0,1	4.65±0.0	6.04±0.1	4.68±0.0

Fonte: **Autoria Própria (2018)**; TC: Tratamento controle (PVC); FP: Filme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

Geralmente o tomate apresenta-se como um fruto mais ácido, com valores de pH entre 4 e 5 (YARA, 2018).

Entre a primeira e a segunda análise não houve diferença considerável. No décimo dia, ambos os tratamentos tiveram seu pH aumentado, próximos da neutralidade. No décimo quinto dia de análise, houve uma diferença, onde os tomates acondicionados com o biofilme de pectina tornaram-se mais ácidos, que em comparação ao tratamento controle. Essa diferença pode estar relacionada com a propriedade de barreira ao oxigênio do biofilme que pode ser superior à do filme de PVC. Portanto, no TC pode ter ocorrido a degradação da vitamina C, afetada pela ação do oxigênio presente no ar que oxida o nutriente, alterando o valor do pH (BANKER, 1966; TOMÁS, 2014).

4.2.2 Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)

As médias dos resultados obtidos nas análises de sólidos solúveis em cada intervalo de tempo encontram-se na tabela 3.

Tabela 3: Teor de sólidos solúveis (°Brix) dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

Tratamento	Início	5 dias	10 dias	15 dias
TC	5.6±0,24	5.7±0,04	5.5±0,22	5.8±0,39
FP	5.6±0,24	5.5±0,01	5.3±0,16	5.7±0,04

Fonte: Autoria Própria (2018); TC: Tratamento controle (PVC); FP: Filme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

Não houve diferenças consideráveis entre os tratamentos em nenhum dia das análises. O valor de teor de sólidos solúveis no tomate-cereja geralmente é de 6 a 10 °Brix, em geral, sendo aqueles com maior valor de °Brix mais doces. Valores entre 3,5 a 5,5 °Brix são uma faixa aceitável para frutos frescos (YARA, 2018).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a tendência dos frutos é aumentar o teor de sólidos solúveis conforme aumenta a maturação dos mesmos, pois com a perda de massa, concentra-se mais a quantidade de açúcares do fruto.

4.2.3 Atividade de Água (Aw)

As médias dos resultados obtidos nas análises de Aw em cada intervalo de tempo encontram-se na tabela 4.

Tabela 4: Aw dos tomates-cereja conservados pelos Filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

Tratamento	Início	5 dias	10 dias	15 dias
TC	0.9872±0.0	0.9882±0,0	0.9890±0,0	0.9883±0,0
FP	0.9872±0,0	0.9879±0,0	0.9890±0,0	0.9876±0,0

Fonte: Autoria Própria (2018); TC: Tratamento controle (PVC); FP: Filme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.

A importância da atividade de água (Aw) está relacionada com a conservação dos alimentos. Quanto maior o valor da Aw, maior o risco de ocorrer uma contaminação microbiológica no alimento, uma vez que as soluções diluídas nos alimentos servem de substrato para o crescimento de microrganismos. Por isso a

importância em manter os alimentos em locais adequados para conservação, ficando longe de possíveis contaminações (MELO, 2002)

Nos valores obtidos não houve diferenças consideráveis entre os tratamentos. O resultado obtido durante todas as análises está de acordo com o valor de Aw para frutos frescos, que tem alta atividade de água, acima de 0,98. Ou seja, ambos os tratamentos são capazes de conservar o tomate e sua Aw. (PORTAL EDUCAÇÃO, 2018)

Rita et al. (2011) também encontraram valores próximos, utilizando biofilmes com óleos essenciais para conservação de tomates tipo rasteiro, com médias entre 0,9810 e 0,9894 para cada tratamento. Candéo et al. (2016) no seu trabalho utilizando biofilmes combinados de amido, glicerol e poliacetato de vinila na conservação de tomates tipo rasteiro, encontraram valores entre 0,960 e 0,984, que também foram próximos aos deste trabalho.

4.2.4 Perda de Massa

Os resultados dos percentuais de perda de massa encontram-se na tabela 5.

Tabela 5: Porcentagem de perda de massa dos tomates-cereja conservados pelos filmes de PVC e biofilme elaborado com 2% de pectina comercial de 70% HM.

Tratamento	5 dias	10 dias	15 dias
TC	3%	5%	13%
FP	3%	5%	10%

Fonte: **Autoria Própria (2018); TC: Tratamento controle (PVC); FP: Filme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.**

A perda de massa para os dois tratamentos não apresentou diferenças consideráveis até o décimo dia, como se indica na Tabela 8. Já ao décimo quinto dia, os tomates acondicionados com biofilme de pectina apresentaram o menor percentual de perda de massa (10%) e os acondicionados em filme de PVC apresentaram 13% de perda de massa, demonstrando que o biofilme foi capaz de preservar melhor os frutos em relação a perda de massa.

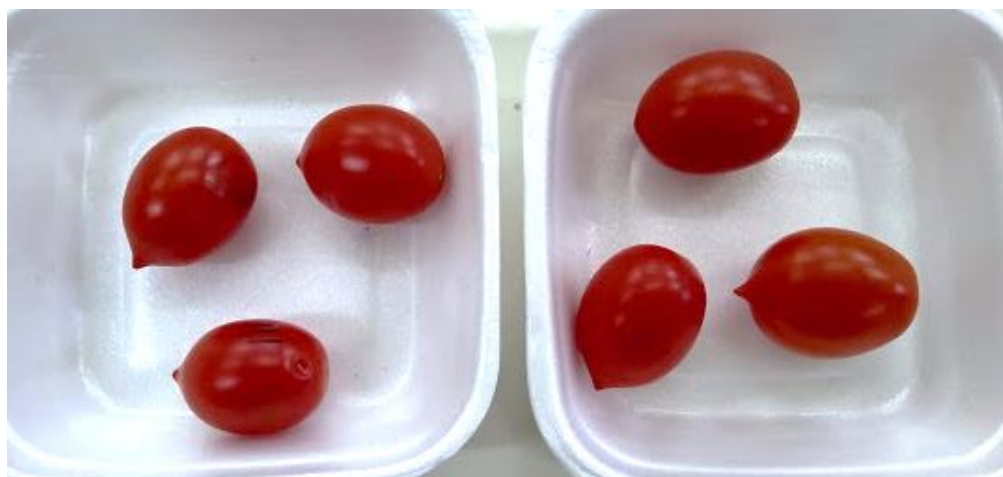
Almeida et al. (2011) em seu trabalho, obteve um resultado contrário ao conservar cenouras em filme PVC e biofilmes com fécula de mandioca e fécula de inhame, onde as cenouras conservadas com o filme PVC tiveram menor perda de massa em relação aos demais tratamentos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a perda de massa está relacionada com as atividades metabólicas de degradação que ocorrem nos frutos no período de senescência. Nesse período há uma perda gradativa da integridade das membranas, com perda de sua função no controle regulador de eventos bioquímicos e fisiológicos das células. Com isso, as membranas tornam-se mais rígidas, por perderem sua fluidez, o que pode alterar a atividade de enzimas associadas a elas e com os receptores nas membranas. Decorrente dessas mudanças na estrutura da membrana, a perda de massa não está apenas relacionada com a perda de água, mas uma parte da energia gerada na respiração também é perdida, na forma de calor (calor vital), e o restante retido nas células na forma química (ATP) para ser utilizada nos processos vitais.

4.2.5 Rugosidade Aparente da casca

Entre o primeiro dia e a primeira análise, não houve mudanças na aparência da casca e nem na textura dos tomates (figura 6). Na segunda análise, ambos os tratamentos com os tomates ainda não aparentavam sinais de rugosidade na sua superfície, porém, os tomates começaram a ficar menos rígidos (figura 7). Ao final das análises, os tomates acondicionados com o filme PVC apresentaram mais sinais de rugosidade e a polpa menos firme, enquanto que, os tomates acondicionados com o biofilme de pectina apresentaram menos sinais de rugosidade e a polpa mais firme conforme podemos observar na figura 8. Isso pode se explicar devido à característica do biofilme de possuir uma melhor propriedade de barreira ao oxigênio, que conseqüentemente faz com que diminua a taxa de respiração dos frutos e retarde seu processo de senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MAIA, PORTE, SOUZA, 2000; BANKER, 1966).

Figura 6: Tomates após 5 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Figura 7: Tomates após 10 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Figura 8: Tomates após 15 dias de conservação. À esquerda os tomates acondicionados com filme de PVC e à direita acondicionados com biofilme elaborado com 2% de Pectina comercial de 70% HM.



Fonte: Autoria Própria (2018).

5 CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível avaliar as características de um biofilme elaborado com pectina comercial com adição de glicerol e posteriormente o uso na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*).

O biofilme elaborado apresentou baixos valores de resistência mecânica, sendo totalmente solúvel em água, com boa transparência.

Com base nos resultados encontrados, pode-se dizer que os biofilmes com pectina HM 70% na concentração de 2% com glicerol apresentaram-se tão eficazes quanto o filme de PVC para conservação de tomates.

Portanto, o biofilme de pectina pode ser uma alternativa para reduzir o uso dos biofilmes de PVC, dependendo do produto a ser utilizado na conservação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. I. B.; et al. Análise da eficiência de biofilmes e filme de PVC sobre o aumento da vida útil pós-colheita de cenoura. **Agropecuária Técnica**. Areia, PB. v. 32, n. 1, 2011.

ALTMANN, I.; ATZ, N. R.; ROSA, S. M. L. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula. **Química nova escola**. São Paulo. v. 40, n. 1, p. 53-58, 2018.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

ASTM D882. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. 2010. Disponível em < https://petro-pack.com/wp-content/uploads/ASTM-D882_2010_513100089384.pdf> acesso em 16 de novembro de 2018.

BANKER, G. S. Film Coating Theory and Practice. **Journal Pharmacology Science**. v. 55, p. 81. 1966.

BATISTA, J. A. *Desenvolvimento, Caracterização e Aplicações de Biofilmes a Base de Pectina, Gelatina e Ácidos Graxos em Bananas e Sementes de Brócolos*. 2004. 140f. Dissertação Mestrado em Alimentos e Nutrição - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2004.

BATISTA, J. A.; TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Efeito da Adição de Ácidos Graxos em Filmes à Base de Pectina. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**. Campinas, SP. 25(4): 781-788, 2005.

BIERHALZ, A. C. K.; KIECKBUSCK, T. G. Caracterização de Biofilmes de Pectina Reticulados com Íons Cálcio: efeito da concentração de plastificante. **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros**. Foz do Iguaçu, PR. 2009.

BIERHALZ, A. C. K. *Confecção e Caracterização de Biofilmes Ativos à Base de Pectina BTM e de Pectina BTM/Alginato Reticulados com Cálcio*. 2010. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2010.

BOLZAN, R. P. *Biofilmes Comestíveis para Conservação Pós-Colheita do Tomate 'Dominador'*. 2008. Dissertação de Mestrado em Ciências - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2008.

CANDÉO, M. et al. Qualidade Pós-Colheita de Tomates Tipo Rasteiro com Aplicação de Soluções de Amido, Glicerol e Poliacetato de Vinila por Aspersão. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**. v.8, n.1, 2016

FERNANDES, L. S. *Qualidade pós-colheita de tomates submetidos à esforços de compressão e vibrações mecânicas*. 2016. 87f. Tese para obtenção de Título de Doctor Scientiae - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola. Viçosa, MG. 2016.

FONSECA, S. F. *Utilização de Embalagens Comestíveis na Indústria de Alimentos*. 2009. 34f. Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2009.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; PARISI, M. C. M. Diferentes alternativas para embalagens. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 13, n. 1, 2016.

HUNTERLAB. Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b*. AN 1005.00, 2012. Disponível em <<https://www.hunterlab.com/duplicate-of-an-1005-hunterlab-vs-cie-lab.pdf?r=false>> Acesso em 13 de novembro de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, SP. p. 104, 2008.

KESTER, J.J., FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**. v. 10, n. 12, p. 47-59, 1986.

LANDIM, A. P. M. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Revista Polímeros: Ciência e tecnologia**, v.26, n. especial, p. 82-92, 2016.

MACLEOD, G. S.; FELL, J. T.; COLLETT, J. H. Studies on the physical properties of mixed pectin/ethylcellulose films intended for colonic drug delivery. **International Journal of Pharmaceutics**. Amsterdam, v.157, p.53-60, 1997.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F de. Filmes Comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, PR. v. 18, n. 1. 2000

MAHECHA, M. M. A. *Elaboração e Caracterização de Biofilmes de Farinha de Biri (Canna indica L.)*. 2009. 182f. Dissertação para Título de Mestre em Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2009.

MELO, E. C. Atividade de Água (Aw) e Reações de Deterioração. Faculdade de Tecnologia de Palmas. 2002. Disponível em <ftp://ftp.ufv.br/dea/Disciplinas/Evandro/Eng671/Atividade%20de%20agua/atividade_d_e_agua_e_reacoes.PDF> Acesso em 16 de novembro de 2018.

PATZER, V. L. *Produção e caracterização de biofilmes de amido nativo e modificado*. 2013. 43f. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química. 2013.

PORTAL EDUCAÇÃO. Água nos Alimentos. 2018 Disponível em <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/agua-nos-alimentos/27034>> Acesso em 05 de dezembro de 2018.

REBELLO, F. F. P. REVISÃO: Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos. **Revista Agrogeoambiental**, p. 156-164. 2009.

RITA, F. et al. Atividade Antimicrobiana de Biofilme com Óleos Essenciais para Conservação Pós-Colheita de Tomate cv Rasteiro. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. ISSN: 1981-3686/ v. 05, suplemento: p. 466-474, 2011.

SANTI, L.; BERGER, M.; SILVA, W. O. B. da. Pectinases e Pectina: Aplicação comercial e potencial biotecnológico. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 130-139, 2014.

SB Embalagens. Filme Stretch - Filme Pré Estirado, 2015. Disponível em <<http://sbembalagens.com.br/produtos-e-servicos/filme-stretch/>> Acesso em 05 de dezembro de 2018.

SILVA, E. M. *Produção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Pinhão*. 2011. 43f. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química, 2011.

SILVA, G. D. da; et al. Produção e Caracterização de Filmes Comestíveis à Base de Alginato e Pectina. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis, SC. 2014.

SILVA, W. A. da et al. Determinação da Cor, Imagem Superficial Topográfica e Ângulo de Contato de Biofilmes de Diferentes Fontes de Amido. **Ciência e Agrotecnologica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 154-163. 2007.

SILVEIRA, E. da. Embalagens Verdes. **Revista Pesquisa FAPESP**, ed. 242. p. 72-75. 2016.

SOARES, N. F. F.; et al. Novos Desenvolvimentos e Aplicações em Embalagens de Alimentos. **Revista Ceres**, p. 370-378. 2009.

SOUZA, C. E. S. de; SILVA WALTRICK, J. da; WOHL, M. A. Produção de filme biodegradável utilizando amido de pinhão. **Instituto Federal de Santa Catarina**. 2016. Disponível em <
<http://docente.ifsc.edu.br/michael.nunes/MaterialDidatico/Analises%20Quimicas/TCC%20II/TCC%202016%201/Jennyfer-%20Camila.pdf>> Acesso em 16 de novembro de 2018.

STOLLE, A. M.; COLODEL, C. Extração da Pectina da Maçã para Preparação de Geleias com Teor Reduzido de Açúcar. **III Feira de Ciências dos Campos Gerais**. Ponta Grossa, PR. 2014.

TOMÁS, L. F. *Determinação e Comparação dos Parâmetros de Qualidade de Tomates Frescos e Tomates Secos*. Monografia para Título de Licenciada em Engenharia Alimentar. 2014. 79f. Universidade Católica de Moçambique. 2014.

UGALDE, M. L. *Biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais*. 2014. 168 f. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos – Universidade Regional Integrada, Departamento de Ciências Agrárias. Erechim, RS. 2014.

YARA. Manejo do Sabor do Tomate. 2018. Disponível em <
<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/tomate/manejo-do-sabor-do-tomate/>> Acesso em 16 de novembro de 2018.