

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DO AMIDO
FOSFATADO DA *SWARTZIA BURCHELLI* PARA APLICAÇÃO
PÓS-COLHEITA EM TOMATE CEREJA**

Millene Aparecida Gomes

ANÁPOLIS – GO
ABRIL/2014

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DO AMIDO
FOSFATADO DA *SWARTZIA BURCHELLI* PARA APLICAÇÃO PÓS-
COLHEITA EM TOMATE CEREJA**

MILLENE APARECIDA GOMES

ORIENTADOR: PROF. DR. DIEGO PALMIRO RAMIREZ ASCHERI

COORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ JOSÉ DE CAMPOS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte das Exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis - GO
2014

Gomes, Millene Aparecida.

Caracterização de filmes comestíveis do amido fosfatado da *Swartzia burchelli* para aplicação pós-colheita em tomate cereja/
Millene Aparecida Gomes. - 2014.

54 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Diego Palmiro Ramirez Ascheri.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás,
2014.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicon*. 2. *Swartzia burchelli*. 3. pós-colheita. I. Título.

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DO AMIDO
FOSFATADO DA *SWARTZIA BURCHELLI* PARA APLICAÇÃO PÓS-
COLHEITA EM TOMATE CEREJA**

Por

Millene Aparecida Gomes

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRA EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

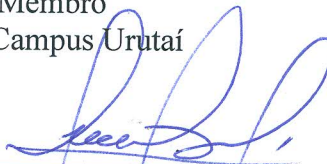
Aprovada em: 30/04/2014



Prof. Dr. Diego Palmiro Ramirez Ascheri
Orientador
UEG / UnUCET



Profa. Dra. Joice Vinhal Costa Orsine
Membro
IFG- Campus Urutaí



Prof. Dr. José Luís Ramírez Ascheri
Membro
Embrapa-RJ

DEDICATÓRIA

À Deus, por me guiar nas escolhas dos meus caminhos, iluminar os meus passos, ter me concedido mais uma conquista e por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado das quais jamais esquecerei.

Aos meus pais Divânia e Luiz pelo carinho, paciência, apoio e incentivo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas (UnUCET), em especial ao Programa de Mestrado em Engenharia Agrícola, pela oportunidade a mim concedida.

Ao professor Dr. Diego, pela orientação, dedicação, compreensão, ensinamentos, críticas, oportunidades oferecidas e pela confiança em meu trabalho.

Ao professor Dr. André, pela co-orientação, paciência, dedicação, ensinamentos, oportunidades oferecidas e confiança em meu trabalho.

Aos professores do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola pelos imensuráveis ensinamentos.

Ao senhor Idelvam, pela doação dos tomates utilizados neste experimento.

À minha avó Aparecida, ao Heitor e o Enis pelo carinho e incentivo.

Aos meus amigos Camila, Zeuxis, Maria Olivia, Sarah, Alline, Úrsula, Luiz Miguel, Mariana, Divina, Priscylla, Érika, Alba, que me acompanharam e me ajudaram nos experimentos realizados de forma direta ou indiretamente.

Aos técnicos Waldeir, Vandoir, João e ao professor Dr. Ivano pelo auxílio nas análises de caracterização dos filmes.

À Eliete pela disposição de ajudar sempre.

Aos meus professores da graduação Joice, Priscilla e Lucas, que acreditaram em mim e me incentivaram a vir fazer o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo suporte financeiro.

Muito Obrigada!!!

“Tudo posso naquele que me fortalece.”

Filipenses 4:13

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	Ix
LISTA DE ABREVIATURAS	X
RESUMO	Xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 <i>Swartzia burchelli</i>	3
2.2 Amido	4
2.3 Amido modificado	6
2.4 Filmes comestíveis	7
2.5 Propriedades dos filmes comestíveis	10
2.6 Coberturas comestíveis usadas na pós-colheita	11
2.7 Características físico-químicas para qualidade dos frutos	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Obtenção das matérias-primas	17
3.2 Extração do amido	17
3.3 Modificação do amido	18
3.4 Elaboração e caracterização dos filmes comestíveis	19
3.4.1 Espessura	19
3.4.2 Permeabilidade ao vapor de água (Pva)	19
3.4.3 Solubilidade em água	20
3.4.4 Testes mecânicos	20
3.5 Aplicação de coberturas comestíveis em tomate cereja	21
3.5.1 Perda de massa	21
3.5.2 Sólidos solúveis	22
3.5.3 Acidez titulável	22
3.5.4 Índice de maturação	22
3.5.5 Firmeza	22
3.6 Análise estatística	22

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICE	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Teor de fósforo dos ANBS e fosfatados da <i>S. burchelli</i> , em função da concentração de ácido tripolifosfato de sódio (ATPS) e tempos de agitação ¹	25
TABELA 2.	Análise de variância para teor de fósforo em função do ácido tripolifosfato de sódio (ATPS) e tempos de agitação, contidos nos amido nativo e fosfatados da <i>S. burchelli</i>	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Estrutura da amilose	5
FIGURA 2.	Estrutura da amilopectina	5
FIGURA 3.	Filmes comestíveis: A) amido nativo com 5% de glicerol; B) Amido nativo com 20% de glicerol; e C) Amido fosfatado 7% de ATPS/50min com 20% de glicerol; elaborados com amido nativo e fosfatados da semente da <i>S. burchelli</i>	26
FIGURA 4.	Valores de: A) permeabilidade ao vapor de água (Pva), B) solubilidade em água, C) força à ruptura e D) deformação dos filmes elaborados com amidos nativo (AN) e fosfatados (AF ₁ , AF ₂ e AF ₃) da <i>S. burchelli</i> , em função da concentração de glicerol e do tipo de amido empregados	27
FIGURA 5.	Tomate cereja revestido com cobertura comestível de 7%ATPS/50min com 20% de glicerol	31
FIGURA 6.	Valores de: A) perda de massa, B) relação de sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e C) firmeza dos tomates tipo cereja em função da cobertura de amido fosfatado de <i>S. burchelli</i> e glicerol e do tempo de armazenamento	32

LISTA DE ABREVIATURAS

- % – Porcentagem
- µm – Micrômetro
- AF – Amido fosfatado
- ANSB – Amido nativo de *Swartzia burcellii*
- ASTM – *American Society for Testing and Materials*
- AT – Acidez titulável
- ATPS – Ácido tripolifosfato de sódio
- BOD – Biochemical Demand of Oxygen
- C – Cobertura comestível
- cm – Centímetro
- cN – CentiNewton
- g – Grama
- h – Hora
- IM – Índice de maturação
- m – Metro
- M – Mol
- Mg (NO₃)₂ – Nitrato de magnésio
- min – Minuto
- mL – Mililitros
- mm – Milímetro
- N – Newton
- nm – Nanômetro
- °C – Graus Celsius
- P – Fósforo
- pH – Potencial hidrogeniônico
- PM – Perda de massa
- Pva – Permeabilidade ao vapor de água
- s – Segundo
- S – Sul
- SF – Solução filmogênica

SS – Sólidos solúveis

t – Tempo

ta – Tempo de avaliação

TA – Tipo de amido

Tva – Taxa de vapor de água

UEG – Universidade Estadual de Goiás

UnUCET – Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas

UV – Ultravioleta

Var. – Variedade

vs – Versus

W – Oeste

α – Alfa

β – Beta

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DO AMIDO FOSFATADO DA *SWARTZIA BURCHELLI* PARA APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA EM TOMATE CEREJA

RESUMO

Amidos convencionais de milho e mandioca estão sendo cada vez mais procurados no mercado devido à sua alta demanda para fins comestíveis, na produção de biocombustíveis, plásticos biodegradáveis de coberturas do solo de cultivo, filmes e coberturas comestíveis para frutas e sementes. Por isso, torna-se necessária a busca de amidos não convencionais, como por exemplo, da *S. burchelli*, para suprir parte da demanda do mercado. O presente estudo teve por objetivo modificar por fosfatação o amido da *S. burchelli* com o intuito de elaborar e caracterizar filmes comestíveis visando sua aplicação em tecnologia pós-colheita em tomate cereja. O amido foi extraído de sementes dos frutos da *S. burchelli* e fosfatado com diferentes concentrações de ácido tripolifosfato de sódio (ATPS) em diferentes tempos de reação (t), conduzido ao acaso, em planejamento Fatorial duplo 2², com tratamento adicional, com quatro repetições. Dos amidos tratados foram determinados o teor de fósforo. Os filmes comestíveis foram elaborados base de amido nativo e fosfatados empregando a técnica de espalhamento, em esquema fatorial duplo: Tipo de amido [TA: amido nativo (ANSB) e amidos fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃), previamente selecionados], e plastificante (GLI: 5, 10, 15 e 20% de glicerol). Os filmes elaborados foram caracterizados quanto à sua espessura, permeabilidade ao vapor de água (Pva), solubilidade em água, e testes mecânicos (força e deformação). Os filmes selecionados quanto Pva, foram aplicados como coberturas comestíveis em tomate cereja. Em delineamento inteiramente casualizado aplicou-se esquema fatorial 4x8, sendo três tratamentos com diferentes Pva das coberturas comestíveis e outro sem cobertura (controle) e oito tempos de avaliação. As coberturas comestíveis foram preparadas utilizando a mesma técnica de espalhamento com modificações. Após as coberturas fixadas e secas, os frutos foram armazenados por 21 dias a 10±2 °C e 80±5% de umidade relativa. A perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e firmeza foram medidas a cada três dias no armazenamento. Os resultados obtidos da fosfatação foram submetidos à análise de variância ao nível de 6% de probabilidade. Os amidos fosfatados apresentaram teor de fósforo dentro do estabelecido pela legislação, podendo ser utilizados em alimentos. Os filmes comestíveis apresentaram boa aparência sem fixuras ou quebradiços. A concentração de glicerol e o tipo de amido influenciaram nas características dos filmes aumentando a Pva e a deformação e reduziu a solubilidade em água e a força na ruptura dos filmes comestíveis elaborados. A aplicação das coberturas comestíveis nos tomates cereja proporcionou a estabilidade do índice de maturação e retardou a perda da firmeza dos frutos durante o armazenamento. Portanto, observou-se que com a maior concentração de glicerol (20%) os filmes foram mais permeáveis ao vapor de água e menos solúveis em água. As coberturas comestíveis de *S. burchelli* deixaram mais brilhantes e atrativos os frutos de tomate cereja. E para a manutenção pós-colheita destes frutos, as coberturas com maior Pva foram mais eficazes propiciando melhores condições no armazenamento.

Palavras-chaves: *Solanum lycopersicon*, *Swartzia burchelli*, pós-colheita, frutas tropicais, Cerrado, tecnologia de amido.

CHARACTERIZATION OF FILMS EDIBLE OF STARCH PHOSPHATE *Swartzia Burchelli* FOR APPLICATION IN POST-HARVEST CHERRY TOMATO

ABSTRACT

Conventional corn and cassava starches are being increasingly demanded in the market due to its high demand for edible purposes, the production of biofuels, biodegradable plastics in soil covers cultivation, films and edible coatings for fruits and seeds. Therefore, it is necessary to search for unconventional starches, such as the *S. burchelli*, to meet part of the demand in the market. The present study aimed to modify the starch phosphate by *S. burchelli* in order to prepare and characterize edible films for their application in post-harvest technology in cherry tomato. Starch was extracted from seeds of the fruits of *S. burchelli* and phosphatic acid with different concentrations of sodium tripolyphosphate (ATPS) at different reaction times (t), conducted randomized in double factorial design 2^2 with additional treatment with four repetitions. Of treated starches were determined phosphorus content. Edible films were made based on native starch and phosphate using the scattering technique, a double factorial: type starch [TA: native starch (ANSB) and phosphate starches (AF1, AF2 and AF3), previously selected] and plasticizer (GLI: 5, 10, 15, and 20% glycerol). The prepared films were characterized for their thickness, permeability to water vapor (Pva), water solubility, and mechanical testing (strength and deformation). Selected as Pva, movies edible coatings were applied to cherry tomato. Completely randomized factorial design was applied 4×8 , being three treatments with different Pva of edible coatings and other uncoated (control), and eight times of assessment. The edible coatings were prepared using the same spreading technique with modifications. After the fixed and dried toppings, fruits were stored for 21 days at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ and $80 \pm 5\%$ relative humidity. The mass loss, soluble solids, titratable acidity, maturation index and firmness were measured every three days in storage. The results of phosphate were subjected to analysis of variance at the level of 6% probability. Phosphate starches showed phosphorus content within the set by law and may be used in foods. Edible films showed good appearance without fixuras or brittle. The glycerol concentration and type of starch influence the characteristics of the Pva films and increasing deformation and reduced water solubility and strength at break of the processed edible films. The application of the edible tomatoes coverage provided the stability of the maturation index and delayed loss of the firmness of the fruit during storage. Therefore, it was noted that with higher concentrations of glycerol (20%) films were more permeable to water vapor and less soluble in water. The edible coatings *S. burchelli* left most brilliant and attractive fruits of cherry tomato. And for the maintenance of these postharvest fruit toppings with higher Pva were more effective in providing better storage conditions.

Keywords: *Solanum lycopersicon*, *Swartzia burchelli*, Postharvest, tropical fruits, Cerrado, starch technology.

1 INTRODUÇÃO

O amido se encontra de forma abundante na natureza. É um carboidrato facilmente extraível de raízes, tubérculos e sementes, renovável e biodegradável, considerado um biopolímero de baixo custo, importante na agroindústria (MOJOVIĆ et al., 2006; LATNER et al., 2006; PRIELER e FISCHER, 2009). Amidos convencionais de milho e mandioca estão sendo cada vez mais procurados no mercado devido à sua alta demanda para fins comestíveis, na produção de biocombustíveis, plásticos biodegradáveis de coberturas do solo de cultivo (KASIRAJAN e NGOUAJIO, 2012), filmes e coberturas comestíveis para frutas e sementes (BOURTOOM, 2008; DHANAPAL et al., 2012). Por isso, torna-se necessário a busca de amidos não convencionais, como por exemplo, da *S. burchelli*, para suprir parte da demanda do mercado.

Há também uma crescente busca em amidos com características específicas para conferir ao produto final propriedades reológicas que garantam sua melhor qualidade. Para isso é fundamental o estudo de amidos nativos e suas modificações para alterar as propriedades naturais de acordo com as exigências do mercado consumidor.

Geralmente, a grande desvantagem do amido nativo é seu uso restrito na indústria devido a algumas propriedades indesejáveis. Podem apresentar compostos orgânicos (lipídios, proteínas, pigmentos, e outros) e minerais recorrentes do processo de extração que ao interagir com o teor de amilose e amilopectina do amido podem influenciar suas propriedades tecnológicas (CHAN et al., 2010).

A fosfatação pode diminuir a opacidade, a retrogradação, aumentar a capacidade de ligação em água fria e a claridade das pastas, o poder de inchamento, solubilidade e viscosidade das pastas do amido.

Após as modificações, as novas propriedades apresentadas pelos amidos fosfatados poderão ou não ter vantagens na elaboração de filmes comestíveis. Henrique et al. (2008), mostraram que, além da modificação facilitar a gelatinização do amido de mandioca, não necessitando de aquecimento para o processo de obtenção de filmes comestíveis (reduzindo o consumo de energia e o tempo de elaboração), os filmes comestíveis elaborados com esses amidos podem apresentar boas características, principalmente em relação à permeabilidade ao vapor de água.

Geralmente, os filmes elaborados com amidos nativos ou modificados são quebradiços; desta forma, tem-se a necessidade da inserção de plastificantes. As soluções filmogênicas (amido e água que originam os filmes) com plastificantes, como o glicerol, promovem aumento no comportamento elástico dos filmes, melhorando as propriedades mecânicas dos mesmos (BERGO et al., 2010; KHWALDIA et al., 2010; VICENTINO et al., 2011).

A manutenção da qualidade de produtos de origem vegetal é um requisito forte por serem altamente perecíveis devido a sua exposição a injúria mecânica, ressecamento superficial e distúrbios fisiológicos durante o armazenamento (VU et al., 2011). Nesse aspecto, o uso de coberturas comestíveis elaboradas a partir de polímeros naturais e biodegradáveis torna-se alternativa eficiente para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos (RINALDI et al., 2011).

O amido modificado ou não vem sendo usado como coberturas comestíveis em frutas e hortaliças. Essas coberturas, quando aplicadas em frutos, realçam o brilho, tornando o fruto mais atraente, e não interferem em suas propriedades sensoriais. Esta última propriedade depende da composição química e funcional do amido utilizado (VILA, 2004).

O tomate (*Solanum lycopersicon* Mill) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. No Brasil em 2011, a produção chegou a 4.416.650 toneladas, colocando-o como o oitavo maior produtor mundial (FAO, 2013). Dentre estes, o tomate tipo cereja (*Solanum lycopersicon* L var. Cerasiforme) vem se destacando pelo preço atrativo ao produtor (ROCHA, 2008). Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível, uma vez que o fruto apresenta elevado conteúdo de água, estando sujeito às variações de temperatura e umidade relativa do ambiente onde se encontra. A perda de água ocasiona perda de massa e de aparência do fruto (CHIUMARELLI e FERREIRA, 2006).

Algumas tecnologias têm sido usadas para prolongar a vida útil de alguns produtos hortícolas, dentre estas a refrigeração é o procedimento mais utilizado, podendo muitas vezes ser insuficiente para desacelerar o amadurecimento e prevenir a alteração da qualidade (GAVA, 2008), visto que as coberturas comestíveis mostram-se eficazes na preservação dos frutos e na manutenção da qualidade. A junção destas duas técnicas podem auxiliar no aumento da vida útil dos frutos perecíveis.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho elaborar e caracterizar filmes comestíveis a base de amidos nativo e fosfatado da semente *Swartzia burchelli* visando sua aplicação em tecnologia pós-colheita em tomate cereja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Swartzia burchelli*

A *Swartzia burchelli* é uma espécie vegetal frutífera pertencente à família Fabaceae. Encontra-se com frequência no cerrado de Goiás, Distrito Federal e Rondônia. É conhecido popularmente como "Banha de galinha" o que significa gordura de frango e refere-se à aparência do arilo (MANSANO et al., 2002). De acordo com Mansano (1997), classifica-se como *Swartzieae* entre as fabaceae no grupo basal da subfamília Papilionoideae.

Segundo Mansano et al. (2002), a árvore da *Swartzia burchelli* varia de 8 a 18 m de altura, com diâmetro de 20-25 cm. Seus frutos apresentam dimensões de 65 x 45 x 40 mm, cor amarela que com o passar dos dias se torna marrom. Cada fruto possui em média seis sementes, de cor creme ou marrom pálido. A semente é envolta por uma cobertura carnuda, denominada de arilo, de cor laranja ou amarelo, com aroma bem peculiar, que lembra o maracujá.

Essa espécie, embora não muito comum, é constituinte do Brasil Central. São encontradas em vegetações de porte médio a alto, com dossel fechado e sub-bosque denso, em termos de composição de espécies, estão presentes em florestas mesófilas, ou seja, uma transição entre as florestas sempre-verdes do litoral e o cerrado. As árvores perdem parte de suas folhas (20 a 50%) no período mais seco e frio do ano, sendo chamadas de floresta semidecídua. A floração ocorre em março e a frutificação de setembro a novembro (MANSANO et al., 2002). Não se tem informações quanto à produção deste fruto.

O gênero *Swartzia* compreende aproximadamente 125 a 150 espécies, das quais poucas foram estudadas quimicamente. Sua distribuição abrange principalmente a América do Sul e África. Das folhas, caules e raízes do gênero *Swartzia* têm sido estudadas as presenças de isoflavonóides, saponinas, triterpênicos e diterpenos aromáticos, com caráter atividade antimicrobiana, antifúngica, moluscicida e citotóxica, o que mostra a importância da investigação adicional sobre aspectos fitoquímicos e/ou farmacológicos destas espécies (BOREL et al., 1987; SANCHEZ et al., 1999; MAGALHÃES et al., 2004; SCHULTES, 1979; MARQUI et al., 2008).

Estudos sobre a caracterização do amido presente nas sementes desse gênero *Swartzia*, em particular a *Swartzia burchelli* é escasso. Assim a extração do amido da semente desse fruto para obtenção de filmes biodegradáveis e a utilização destes, abrem caminho para pesquisas inéditas e complementares, em torno do fruto, buscando uma aplicação

economicamente viável e ambientalmente correta dos recursos desse bioma, como já tem sido feito com outros frutos do cerrado (FAKHOURI et al., 2007).

A utilização de filmes biodegradáveis é uma proposta promissora no mercado mundial, pelas diversas vantagens que apresenta. Podendo esse agir como adjunto, auxiliando a manter a qualidade, estendendo a vida útil de produtos perecíveis e possibilitando a economia com materiais de embalagem final (FAKHOURI et al., 2007).

2.2 Amido

O amido é o carboidrato de reserva mais abundante em plantas, constituindo-se também em uma importante fonte energética para a alimentação humana (SANDHU et al., 2004; VANDEPUTTE et al., 2003). É uma das macromoléculas mais abundantes da natureza, encontra-se praticamente em todas as plantas superiores, ocorrendo em forma de grânulos depositados nos cloroplastos e amiloplastos, cuja forma, tamanho e composição (umidade, proteínas, lipídeos e minerais) são dependentes de sua origem botânica (MÜLLER et al., 2008).

De todos os polissacarídeos, o amido é o único presente nos tecidos vegetais em pequenas unidades individuais, denominadas de grânulos (BENINCA, 2008). Esses grânulos diferem entre si na forma, tamanho e outras características físicas, de acordo com a fonte botânica (FRANCO et al., 2002). O formato varia do bastante esférico ao poliédrico. Segundo Tester et al. (2006), geralmente, o tamanho do grânulo fica na faixa de 1 a 100 μm .

O amido é composto por uma mistura de duas macromoléculas denominadas amilose e amilopectina. A funcionalidade do amido está diretamente relacionada à proporção dessas duas macromoléculas e também à organização física das mesmas dentro da estrutura granular (FENIMAN, 2004).

A amilose (Figura 1), é uma macromolécula essencialmente linear, formada por unidades de D-glicose ligadas em α -1,4, com menos de 0,1% de ramificação (ligações α -1,6), tendo massa molecular média de $1,5 \times 10^5$ a 10^6 g mol^{-1} e seu comprimento de 4 a 100 unidades de glicose (BELLO-PÉREZ et al., 2006; POLESI, 2011). A sua proporção na molécula do amido varia de acordo com a fonte botânica, maturidade fisiológica e condições de solo e clima (CEREDA et al., 2002).

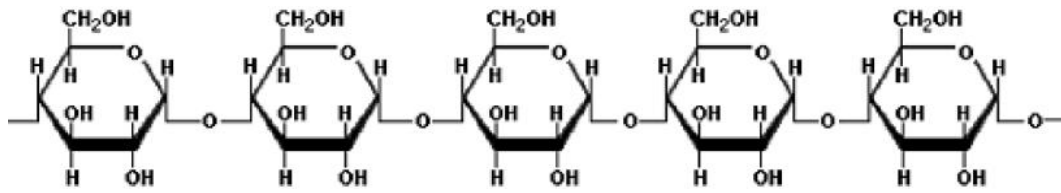


FIGURA 1. Estrutura da amilose.

FONTE: Zamora (2013).

Já a amilopectina é uma macromolécula menos hidrossolúvel que a amilose, constituída por unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4 e α -1,6 (Figura 2), sendo essa última responsável pela ramificação da molécula. A amilopectina é considerada uma das maiores moléculas encontradas na natureza (LEHNINGER et al., 2002), tendo massa molecular média de $0,5 \times 10^8$ a 10^9 g mol⁻¹ e comprimento variável das ramificações, sendo comum a presença de 20 a 30 unidades de glicose (BELLO-PÉREZ et al., 2006; POLESI, 2011).

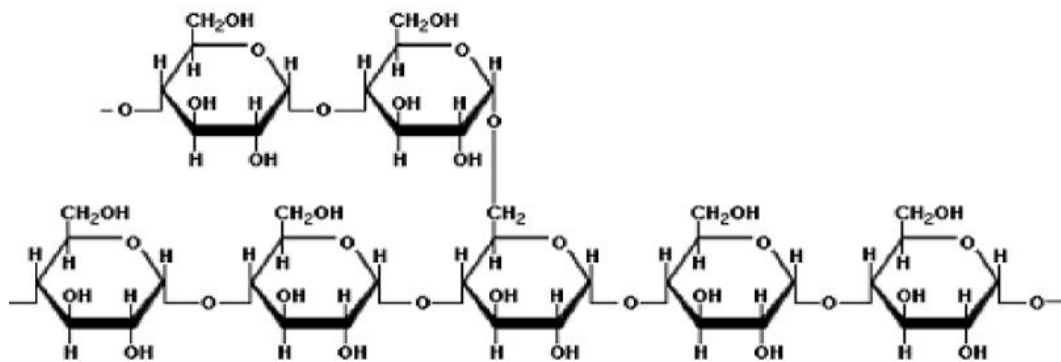


FIGURA 2. Estrutura da amilopectina.

FONTE: Zamora (2013).

Segundo Peroni (2003), além da amilose e da amilopectina existem outros constituintes minoritários que podem interferir no processo de extração do amido alterando seu rendimento final. Esses constituintes podem ainda interferir nas propriedades físico-químicas do amido, mesmo presentes em pequenas quantidades. Entre esses compostos de constituição citam-se os lipídeos, proteínas, cinzas e fósforo (CEREDA et al., 2001). A quantidade desses constituintes depende da origem botânica e do método de extração e purificação. Quanto menor o teor destas substâncias, melhor a qualidade do amido (PERONI, 2003).

O amido é muito usado pela indústria de alimentos para fornecer textura, servir como espessante, proteger os alimentos durante o processamento, entre outras funções (ZHOU et al., 2002). Deste modo, o amido desempenha importante papel no controle das características

de um grande número de alimentos processados e sua aplicação é função de suas propriedades físico-químicas que estão relacionadas à sua fonte botânica (KARIM et al., 2007).

Na forma nativa o seu uso para alimentos processados é mais restrito devido a algumas propriedades indesejáveis, tais como: insolubilidade em água fria, instabilidade frente a ciclos de congelamento e descongelamento, e tendência à retrogradação (SITOHY et al., 2000). Porém, estas podem ser melhoradas através de modificações físicas (extrusão) ou químicas (fosfatação) do amido (ALVES et al., 1999; SCHIRMER et al., 1986).

A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos e assim aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais (LEONEL et al., 1998; WURZBURG, 1986).

2.3 Amido Modificado

Os países tropicais, como o Brasil, possuem grande quantidade de espécies amiláceas pouco estudadas e cujas características poderiam atender a determinados usos alimentares (ALMEIDA, 2012), como por exemplo, a *S. burchelli*, que possui amido em suas sementes, o qual pode ser utilizado para suprir parte da demanda do mercado (BARBOSA, 2011).

Os amidos modificados da *S. burchelli* podem ter um campo de estudo interessante, pois, normalmente esses tipos de amidos são utilizados em produtos com maior valor agregado. O amido fosfatado é obtido pela combinação de processos físicos e químicos, com a finalidade de obter um amido com maior resistência a retrogradação, ou seja, liberação de água após o descongelamento em produtos que possuem amido em sua composição, e também maior viscosidade em relação ao amido nativo (MARTINS, 2009).

Essas modificações no amido nativo são frequentemente realizadas para alterar suas propriedades naturais a fim de que eles possam ser utilizados em aplicações alimentícias ou industriais. Amidos quimicamente modificados têm suas propriedades físico-químicas alteradas quando comparadas com amidos naturais, apresentando modificações na estrutura química de algumas das unidades glucopiranosídicas do polímero. Essas modificações usualmente envolvem oxidação, esterificação, eterificação, cloração, piroconversão e a introdução de ligações cruzadas (BATISTA et al., 2010).

Um dos tipos de modificação química mais utilizada com amidos naturais é a fosfatação com o tripolifosfato de sódio (ATPS), por ser um sal relativamente barato, pela facilidade de execução do processo e pela produção de pastas com boa claridade (ZHOU et al., 2002).

Na fosfatação há repulsão entre as cadeias de amido adjacentes causadas pela introdução de grupos fosfato carregados negativamente, reduzindo as associações entre cadeias e facilitando a hidratação do amido. A presença de fósforo nas moléculas é um importante fator na variação das propriedades funcionais dos amidos, incluindo a gelatinização e retrogradação (KARIM et al., 2007). O *Codex Alimentarius* preconiza níveis de fósforo não superiores a 0,5% para amido de batata e de trigo e 0,4% para aqueles amidos provenientes de outras fontes (FAO, 2013).

Estudos indicam que os amidos modificados conferem maciez e suculência aos produtos, devido à maior retenção de água proporcionada pelo amido (KHALIL, 2000; AIME et al., 2001).

2.4 Filmes Comestíveis

Coberturas e filmes comestíveis podem ser definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento, preparada a partir de materiais biológicos que agem como barreira a elementos externos (fatores como umidade, óleo e gases) e, conseqüentemente, protegem o alimento, aumentando a sua vida útil (HENRIQUE et al., 2008).

Os filmes e/ou coberturas comestíveis podem ser obtidas de diferentes tipos de materiais, sendo mais utilizados os polissacarídeos, as proteínas e os lipídios. Onde cada categoria de componentes das coberturas apresenta vantagens e limitações (AZEREDO, 2003).

O amido, por provir de fontes renováveis, ter baixo custo, grande diversidade, abundância (GÁSPÁR et al., 2005), ser susceptível a degradação por microrganismos, comestibilidade e fácil manipulação, vem se tornando o biopolímero mais utilizado para formação de filmes comestíveis, sendo encontrado em partes de vegetais como raízes, tubérculos e sementes de frutos, incluindo as inúmeras plantas do cerrado, as quais são pouco exploradas nesse sentido (LAROTONDA et al., 2004).

Para a utilização do amido, a sua forma granular deve ser destruída, e isso geralmente é obtido pelo aquecimento do amido em excesso de água. Com esse processamento, a estrutura molecular do amido é convertida em um material termoplástico (ZULO e IANNACE, 2009).

A diferença básica entre filmes e cobertura comestível é a forma como eles são apresentados (CARVALHO et al., 1997). O filme é uma fina camada pré-moldada elaborada em placa, e empregada como um invólucro no alimento. Já, a cobertura é uma fina camada de

material comestível formada como revestimento sobre o produto, de modo que é aplicado de forma líquida pelo método de imersão ou aspersão (FLAGUERA et al., 2011).

As coberturas comestíveis vêm sendo utilizadas também, com o objetivo de tornar frutas e hortaliças mais atrativas, pois, as coberturas de amido apresentam boas características, uma vez que apresentam-se brilhantes e transparentes melhorando a aparência dos frutos, não apresentam risco de toxicidade e podem ser removidas com água (CEREDA et al., 1995).

A obtenção dos filmes, assim como a de coberturas biodegradáveis, está baseada na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e no acréscimo de aditivos (plastificantes), obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica. As soluções filmogênicas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície de produtos, formando as coberturas comestíveis ou, após o preparo, podem passar por uma operação de secagem para a formação dos filmes biodegradáveis ou coberturas tipo *casting*. Os filmes se formam assim que a solução é aplicada em um suporte e o solvente é evaporado, através de secagem. Nessa etapa ocorre aumento da concentração do biopolímero na solução, devido à evaporação do solvente, com formação de uma rede tridimensional (GONTARD et al., 1992).

Entretanto, esta técnica de *casting* é a mais empregada e discutida na pesquisa de filmes biodegradáveis (MONTERREY e SOBRAL, 1998; SOBRAL, 2000; MARTELLI, 2005; OLIVATO et al., 2006; RIGO, 2006; SILVA et al., 2007; DAVANÇO et al., 2007; FAKHOURI et al., 2007; SHIMAZU et al., 2007; DIAS, 2008; MOURA, 2008; HENRIQUE et al., 2008; JAVANMARD, 2009; ANDREUCETTI et al., 2009; PRATES, 2010), resultando em um material com alta transparência. Porém exige um controle rigoroso da forma do suporte e do nível da estufa, para evitar diferenças na espessura provocadas por desníveis durante a secagem e, também, da temperatura, devendo os filmes serem secados a baixas temperaturas para que não quebrem durante a etapa de secagem (MOURA, 2008; MALI et al., 2010).

Para a elaboração de filmes biodegradáveis a base de amido, normalmente exige-se o uso de plastificantes, os quais devem ser compatíveis com o biopolímero. Os mais estudados, em combinação com os filmes de amido, são os polióis, como o glicerol e o sorbitol, que reduzem as interações intermoleculares entre as cadeias adjacentes do amido, resultando no aumento da mobilidade dessas cadeias e, conseqüentemente em materiais flexíveis. Podem-se perceber em termos macroscópicos, alterações das propriedades físicas ou funcionais dos filmes biodegradáveis (GONTARD et al., 1993; SHIMAZU et al., 2007).

A adição de um agente plastificante é necessária para superar a fragilidade dos filmes biodegradáveis, que ficam quebradiços devido às extensivas forças intermoleculares. Os plastificantes reduzem essas forças, suavizam a rigidez da estrutura do filme e aumentam a mobilidade entre as cadeias biopoliméricas, melhorando as propriedades mecânicas do filme (VEIGAS et al., 2005).

Os plastificantes devem ser miscíveis com o polímero para evitar a separação no decorrer da secagem causando uma redução na flexibilidade dos filmes (DAVANÇO, 2006).

É importante, no preparo das soluções filmogênicas, a homogeneização do plastificante para assegurar maior interação com o amido por meio de pontes de hidrogênio, evitando a separação de fases (ZHANG e HAN, 2006).

A permeabilidade mínima de filmes de amido ocorre quando cerca de 10% de plastificante são adicionados, o que está relacionado à forte interação entre o plastificante e o biopolímero, provavelmente devido a ligações de hidrogênio. Em geral, sistemas plastificante-água-amido apresentam maior sensibilidade à umidade ambiente quando o plastificante está presente em altas concentrações (>27%), permitindo a formação de ligações de hidrogênio entre o plastificante e a água, sendo, portanto, recomendável a utilização de baixas concentrações (LOURDIN et al., 1997).

De acordo com Zhang e Han (2006), o glicerol é considerado um plastificante dos mais efetivos em termos de propriedades termomecânicas. Lafargue et al. (2007) citam que os plastificantes são capazes de reduzir o número de pontes hidrogênio entre as cadeias dos polímeros, interferindo também no espaço molecular. Porém, Mali e Grossman (2003), em seus estudos, constataram que a barreira dos filmes de amido ao vapor d'água, é reduzida com o plastificante.

O glicerol é reconhecido como seguro para o consumo humano desde 1959, podendo ser utilizado em diversos produtos alimentícios para os mais diversos propósitos. Vários estudos mostraram que uma grande quantidade de glicerol (sintético ou natural) pode ser administrada sem aparecimento de qualquer efeito adverso à saúde. É um precursor para a síntese de triacilgliceróis e de fosfolipídios, no fígado e no tecido adiposo. Quando o corpo usa a gordura acumulada como fonte de energia, glicerol e ácidos graxos são liberados na corrente sanguínea. O glicerol pode ser convertido em glucose pelo fígado, providenciando energia para o metabolismo celular (SANTOS, 2009).

Os sinônimos do glicerol são glicerina, trihidroxipropano, glicil álcool, gliceril e 1,2,3-trihidroxipropano. Em sua forma pura apresenta-se como um líquido viscoso, incolor, inodoro

e higroscópico, com sabor doce, solúvel em água e álcool, insolúvel em éter e em clorofórmio (RIVALDI et al., 2008).

As vantagens das coberturas comestíveis compreendem o fato de que podem ser consumidas junto com o alimento, ser produzidas a partir de componentes biodegradáveis e de atuarem como suporte de nutrientes e/ou aditivos que melhoram as características nutricionais e sensoriais do alimento (SANTOS, 2009). Dessa forma, atuam como um adjunto para promover maior qualidade, aumentando a vida útil e reduzindo custos com materiais de embalagem (FAKHOURI et al., 2007).

2.5 Propriedades dos filmes comestíveis

O uso de filmes biodegradáveis como embalagens para alimentos e também quando utilizados como recobrimento em vegetais visando aumentar a vida pós-colheita, vai depender, além de parâmetros como custo e disponibilidade, de suas propriedades funcionais: permeabilidade ao vapor de água, solubilidade e propriedades mecânicas (força e deformação). Essas propriedades dependem do biopolímero usado (conformação, peso molecular, distribuição de cargas, polaridade), das condições de fabricação (concentração de amido na solução filmogênica, tratamento térmico da solução, tipo e teor de aditivos, como os plastificantes) e das condições ambientais (temperatura e umidade relativa), importantes pela natureza higroscópica dos biopolímeros e do plastificante usado (SOBRAL, 2000).

Uma das mais importantes propriedades de um filme comestível é a sua permeabilidade ao vapor de água, que é definida pelo "*Annual Book of Standards*" (ASTM E96-80) como a taxa de transmissão de vapor de água por unidade de área de um material delgado, de espessura conhecida, induzida por uma diferença de pressão entre duas superfícies específicas, sob condições de temperatura e umidade relativa especificadas (ASTM, 1989). Para a maioria dos filmes comestíveis, essa propriedade depende da diferença de pressão imposta nos dois lados do material e sua variação pode ocorrer em função da espessura do filme (GONTARD, 1991).

Mali et al. (2010), relatam que plastificantes, que são polióis em sua maioria, acabam rompendo pontes de hidrogênio das cadeias poliméricas e tendem a aumentar a permeabilidade ao vapor de água dos filmes.

De acordo com Sobral (2000), a permeabilidade não chega a ser uma propriedade restritiva, ou seja, um material muito permeável, como é o caso dos filmes de amido, poderá ser indicado para embalagem de vegetais frescos, enquanto que um filme pouco permeável poderá ser indicado para produtos desidratados.

De acordo com Perez-Gago e Krochta (2001), a solubilidade em água é uma propriedade importante dos filmes e coberturas biodegradáveis no que se refere ao seu emprego. Monterrey-Quintero e Sobral (2000), citam que filmes com alta solubilidade podem ser interessantes para embalagens de alimentos desidratados que devam sofrer uma hidratação prévia ao consumo. Por outro lado, muitas aplicações demandam embalagens resistentes à água, como no caso de alimentos com alta atividade de água, ou mesmo para se evitar a transpiração de produtos frescos.

Esta propriedade física interfere na propriedade de barreira ao vapor de água dos filmes comestíveis. A obtenção de filmes com boas propriedades de barreiras ao vapor de água, isto é, com baixa permeabilidade dentro de uma grande faixa de umidade relativa, implica na utilização do material insolúvel ou de pouca solubilidade em água (CARVALHO, 1997).

A solubilidade é uma propriedade dos filmes biodegradáveis influenciada pelo tipo e pela concentração de plastificante utilizado na sua elaboração (MULLER et al., 2008). É uma propriedade importante dos filmes comestíveis, pois em produtos semi-prontos, destinados ao preparo por cocção, tornam-se úteis o uso de filmes comestíveis que se desintegram ao entrar em contato com a água. Por outro lado, muitas aplicações dos filmes em alimentos têm por objetivo reduzir a transferência de água do meio externo para o produto, ou vice-versa, aumentando assim sua integridade (BATISTA et al., 2005).

Os filmes comestíveis para embalagem devem apresentar adequada resistência à ruptura e à abrasão permitindo uma boa proteção do alimento sem perder qualidade por manuseio. Devem ser flexíveis o suficiente para se adaptar às eventuais deformações dos alimentos, sem danos mecânicos (CHEN, 1995).

2.6 Coberturas comestíveis usadas na pós-colheita

As frutas e hortaliças *in natura* são altamente perecíveis e vários são os problemas relacionados à sua conservação, desde o momento em que são colhidas, quando se dá início a uma série de processos que influenciam na qualidade do produto e nas suas conseqüentes perdas, até que a mesma chegue ao consumidor. Algumas técnicas são utilizadas visando aumentar a vida útil das frutas e hortaliças, dentre elas pode-se citar o aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura e o uso de embalagens. Outra técnica amplamente utilizada é o uso de atmosfera modificada, que contribui para o decréscimo das perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, refletindo no aumento do período de comercialização (LEMOS et al., 2008).

A definição de qualidade não é uma tarefa fácil, visto que não é um atributo único e bem definido, mas sim o somatório de várias características e propriedades que são inerentes a cada produto. Assim, os atributos da qualidade são expressos pela integridade do produto, frescor, “*flavor*” e textura, combinadas a outras propriedades físicas, químicas ou estéticas, além do valor nutritivo e multifuncional decorrente da presença de compostos químicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

No Brasil as perdas de frutas e hortaliças são significativas e ocorrem geralmente devido às condições inadequadas de armazenamento, baixa qualidade inicial dos produtos e manuseio inadequado (CARVALHO FILHO et al., 2006). Estas perdas chegam a cerca de 25 e 40%, dependendo do tipo de fruta ou hortaliça, refletindo a falta de conhecimentos e aplicação de técnicas adequadas no que diz respeito às etapas de seleção, embalagem, armazenamento, transporte e das condições biológicas e químicas envolvidas nestes processos. São necessárias aplicações de tecnologias pós-colheita eficientes que reduzam as perdas, aumentando a disponibilidade de alimentos e minimizando o impacto de tais perdas na economia (RINALDI et al., 2011).

A redução dessas perdas em nível de produção, associada a uma estocagem reguladora e correta comercialização poderiam propiciar grandes benefícios, tanto ao produtor como ao consumidor (MARCHETO et al., 2008).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as perdas pós-colheita de vegetais podem ser classificadas como quantitativas e qualitativas. As perdas qualitativas incluem decréscimo na qualidade sensorial dos vegetais, tornando o produto fora dos padrões aceitáveis do consumidor. As perdas de caráter quantitativo correspondem à redução na massa dos frutos por perda de água ou matéria seca e tem maior possibilidade de ser evitada que a primeira.

A respiração dos frutos é determinante para sua deterioração (KLUGE et al., 2002), portanto, tratamentos que reduzam a taxa respiratória são importantes no aumento da vida útil desses produtos. As embalagens para frutas e hortaliças na pós-colheita têm uma importante característica, pois, auxiliam na redução da taxa respiratória desses produtos hortícolas que continuam tendo atividade metabólica após a colheita. Quando usada como proteção mecânica, a embalagem deve reduzir a atividade metabólica e retardar a senescência dos vegetais (AZEREDO, 2003), promovendo a manutenção da qualidade e aumentando a vida útil.

A adição de coberturas comestíveis aos frutos, em combinação com outros métodos, protegem as frutas contra alterações indesejáveis durante a estocagem, além de melhorar sua integridade estrutural (AZEREDO, 2003).

A cobertura comestível é formado a partir de suspensão de um agente espessante, que após aplicação no produto forma uma película ao seu redor, agindo como barreira para trocas gasosas e perda de vapor de água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento do fruto (LEMOS et al., 2007).

Como embalagem de frutas e hortaliças, as coberturas comestíveis constituem boa alternativa, pois favorecem o controle dos processos respiratórios, oxidativos e de desidratação e controlam propriedades como textura, consistência, volume, umidade e vida útil (GONTARD e GUILBERT, 1996).

Cerqueira et al. (2005), citam que, as coberturas comestíveis podem melhorar o *marketing* alimentício, com relação à qualidade nutricional, segurança, e aumento no tempo de conservação, pois têm muitas funções como retardar as perdas de umidade, retardar as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, provendo alguma proteção física contra injúrias, reter componentes voláteis ou mesmo conter aditivos alimentícios.

Para a aplicação das coberturas comestíveis é preciso conhecimento do material utilizado e do seu modo de degradação, assim como da fisiologia e do metabolismo do produto vegetal. A cobertura precisa diminuir a respiração e a produção de etileno pelo fruto e pode carregar aditivos químicos que auxiliem na manutenção da qualidade e na redução da deterioração por microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O revestimento pode ser realizado em frutas inteiras (CHIEN et al., 2007a; HAN et al., 2004; QIUPING e WENSHUI, 2007; JIANG e LI, 2001), descascadas (DONG et al., 2004) ou minimamente processadas (CHIEN et al., 2007b; CHIEN et al., 2007c). Estes trabalhos mostraram que o revestimento de frutas inteiras é capaz de preservar a fruta por períodos de até seis meses e, para frutas minimamente processadas, este período é da ordem de dias.

Para muitas aplicações em alimentos, a característica funcional mais importante do filme ou revestimento comestível é a resistência à umidade, seguida das propriedades de barreira ao oxigênio em alimentos, visando estender a vida útil e reduzir o custo da embalagem. A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente pelas alterações na textura. Uma pequena perda de água pode ser tolerada, mas àquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. O transporte de gases como o oxigênio e o dióxido de carbono, tal como a transmissão de umidade, pode influenciar a estabilidade do armazenamento de alimentos, já que o oxigênio é meio de sua deterioração pela oxidação de lipídios, vitaminas, pigmentos e componentes de “*flavor*” (RIGO, 2006).

De acordo com Prates (2010), alguns autores (DONG et al., 2004; FAKHOURI et al., 2007; CHIEN et al., 2007a), vêm trabalhando com coberturas a base de amido de diversas fontes e em diferentes temperaturas de armazenamento, com intuito de avaliar a conservação de inúmeros produtos, obtendo resultados variáveis.

Fakhouri et al. (2007), analisaram a conservação e aceitação de uvas ‘Crimson’, revestidas com coberturas comestíveis, compostas à base de amidos nativos e gelatina. Os resultados das uvas cobertas com a mistura gelatina e amido de arroz apresentaram-se eficientes para aumentar a vida útil, permanecendo por 22 dias, sob refrigeração. Em manga, testes com outros revestimentos comestíveis mostram que a aplicação retarda o amadurecimento dos frutos (PEREIRA et al., 2004).

A produção de tomate para o consumo *in natura* no Brasil sofreu grandes transformações tecnológicas ao longo dos últimos 25 anos, incluindo o melhoramento genético, com desenvolvimento de novas cultivares (SOUZA, 2006). Para Alvarenga (2004), as cultivares de tomate de mesa estão divididas em cinco grupos, Santa Cruz, Salada ou Caqui, Saladinha, Saladete ou Italiano e Cereja.

O tomate do grupo cereja, conhecido pelo mercado consumidor brasileiro desde a década de 90, é caracterizado, principalmente, por suas propriedades sensoriais, pelo excelente sabor e pela atrativa coloração vermelha e uniforme (ROCHA et al., 2009). Apresenta em sua composição baixo teor de massa seca, baixo valor calórico, alto conteúdo de vitamina C e cálcio, sendo boa fonte de ácido fólico. Além destes, o tomate contém outros componentes como vitamina E, vitamina K e flavonóides (BALDWIN et al., 1998). A composição de cada componente pode alterar devido a alguns fatores como, origem genética, grau de amadurecimento, data de colheita, condições do solo e climáticas (ALVARENGA et al., 2004). Ainda são encontrados os ácidos cítrico e málico, entre esses o ácido cítrico é o que tem maior quantidade, aproximadamente 80% (RAFFO et al., 2002).

O tomate tem assumido posto de alimento funcional, considerando-se as evidências epidemiológicas que o apontam como sendo responsável pela redução do risco de certos tipos de câncer. O fruto contém substâncias antioxidantes como ácido ascórbico, licopeno, β -caroteno e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo, especialmente contras as doenças crônicas não transmissíveis. Devido a essas características, o tomate tem se popularizado e seus produtos vêm sendo utilizados em larga escala na dieta alimentar, contribuindo para uma dieta saudável e equilibrada, sendo consumido *in natura* ou processado (GUILHERME, 2007).

Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível, pois apresenta elevado conteúdo de água, estando sujeito às variações de temperatura e umidade relativa do ambiente onde se encontra. A perda de água ocasiona perda de massa e danifica a aparência do fruto (CHIUMARELLI e FERREIRA, 2006). O tomate é um fruto altamente perecível e gera perdas de até 21% após a colheita (RINALDI et al., 2011).

Durante o período de amadurecimento ocorrem uma série de transformações físico-químicas, caracterizadas por alterações fisiológicas e bioquímicas no fruto, como: mudança de cor, melhoria da aparência, redução da firmeza de polpa, perda de peso, aumento dos teores de sólidos solúveis e diminuição do teor de acidez titulável. Tais indicadores servem como parâmetro de qualidade do fruto (FERREIRA et al., 2004).

A perda de massa se define como uma quantidade percentual de perda de umidade durante o processo de armazenamento do fruto tornando uma variável de caráter importante por estar associada à qualidade final do fruto. Os principais fatores inerentes à perda de massa dos frutos são a transpiração e respiração (LEMOS, 2006). A transpiração é caracterizada pela perda de umidade, que leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alteração no sabor e aparência (HOJO, 2005). Essa umidade dos frutos pode ser definida como a quantidade de água presente no vegetal na sua totalidade, nas formas livre e ligada (FERREIRA, 2004).

A quantidade de água perdida pelos produtos armazenados não somente representa perda de massa, mas de qualidade, principalmente pelas alterações de textura. Alguma perda de umidade pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. Essas alterações indesejáveis podem ser retardadas, reduzindo-se a taxa de transpiração, o que pode ser feito por maior da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, menor uso de movimento de ar e uso de embalagens protetoras (LEMOS, 2006).

2.7 Características físico-químicas para qualidade dos frutos

A acidez é de grande importância para o sabor e aroma dos frutos e é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos dissolvidos nas células, tanto na forma livre como combinada. A acidez de um fruto deve-se à presença de ácidos orgânicos, alguns desses ácidos são voláteis por isso que se espera uma redução no valor no período de pós-colheita. O consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório é o principal responsável pela diminuição de acidez e o aumento de pH (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Geralmente, a acidez é calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado em percentagem de acidez titulável e nunca da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A acidez pode ser utilizada, em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de amadurecimento do fruto. Em muitas frutas, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do “*flavor*” (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os sólidos solúveis são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade de frutos (KLUGE et al., 2002). Os sólidos solúveis representam indiretamente o teor dos açúcares dos frutos.

Geralmente, os sólidos solúveis são maiores no decorrer do processo de amadurecimento dos frutos pela degradação de polissacarídeos. Esse aumento varia com a taxa de respiração do fruto, já que os polissacarídeos são substratos utilizados no processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Sabendo-se do teor de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT), pode-se estabelecer, para os frutos, a relação SS/AT, dado por índice de maturação. Sendo que, um aumento no valor de correlação indica sabor suave, enquanto que valores menores indicam sabor ácido (BOLZAN, 2008).

Essa relação tende a aumentar durante o amadurecimento, devido ao aumento dos teores de açúcar e a diminuição dos ácidos. Sendo assim, todos os fatores, sejam eles ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão interferindo na relação SS/AT e, conseqüentemente no sabor do fruto (HOJO, 2005).

A análise da textura de alimentos se baseia num conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e das características superficiais de um produto, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e, em certos casos, por receptores visuais e auditivos. É caracterizada por diferentes aspectos, como por exemplo, a firmeza, a fibrosidade, a resistência, a elasticidade e outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e realizado nos laboratórios de Engenharia Agrícola e de Química da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás (UnUCET/UEG, Anápolis-GO).

3.1 Obtenção das matérias-primas

A colheita dos frutos *S. burchelli* foi realizada em outubro de 2012, de plantas sadias do Cerrado goiano do município de Porangatu (GO), localizado em latitude 13°26'27''S, longitude 49°08'55''W e altitude de 396 m. Os frutos colhidos foram acondicionados em caixas de papelão ondulado e transportados ao laboratório de Química para a seleção e extração do amido das sementes.

O critério da seleção dos frutos foi a cor amarelada da casca, inteiros e sadios. Os frutos, selecionados foram lavados em água corrente, cortados ao meio com faca de aço inoxidável, separando as sementes da polpa. No final foram processados 500 frutos obtendo-se 3600 g de sementes.

Os tomates cereja utilizados no experimento foram adquiridos na chácara formiga em Anápolis-GO, com latitude 16°17'10''S, longitude 48°52'59''W e altitude de 960 m, no dia 03/12/2013. Realizou-se a seleção dos frutos quanto à maturação, tendo como critério a cor, dando preferência aos frutos que apresentavam 100% vermelhos, ausência de fissuras e tamanho médio.

Os frutos foram lavados em água corrente e em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio à 1%, por 15 min, e em seguida foram secos sob condição ambiente.

3.2 Extração do amido

A moagem das sementes foi realizada em um moinho de facas (Tecnal, TE-625, Piracicaba, Brasil), provido de malha de 1 mm, com uso abundante de água, para evitar o aquecimento. A fase leitosa, que contém o amido, foi separada da massa fibrosa usando panos alvejados. O amido foi separado da fase leitosa por peneiragens e sucessivas decantações, usando peneiras de aço (Bertel, Caieiras, Brasil) com malhas finas de 250 a 75 µm, posteriormente, o amido decantado foi filtrado a vácuo e desidratado em estufa com circulação de ar (Marconi, MA 033, Piracicaba, Brasil), a 45°C, até massa constante, por fim,

o amido nativo da *S. burcheli* (ANSB) foi reduzido, manualmente, em partículas finas e armazenado em vidro com tampa hermética, obtendo 480 g de ANSB.

As determinações dos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibra bruta do ANSB foram realizadas segundo o método descrito pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005).

3.3 Modificação do amido

O ANSB foi quimicamente modificado empregando-se o reagente Ácido Tripolifosfato de Sódio (ATPS). A modificação foi conduzida ao acaso, em planejamento Fatorial duplo 2², com tratamento adicional (ANSB), com quatro repetições. Os fatores foram: ATPS em concentrações de 3 e 7% e tempo de reação (t) de 30 e 50 min.

A modificação química do ANSB foi realizada por esterificação segundo o método descrito por Paschall (1964), com modificações. As misturas contendo uma proporção de solução de ATPS/ANSB de 3:5 (m/v) foram agitadas usando o agitador mecânico Fisaton (713D, São Paulo), após o tempo pré-estabelecido no planejamento fatorial, realizou-se filtragem a vácuo, e seguidamente o amido foi seco em estufa (Marconi, MA033, Piracicaba, Brasil) a 45°C por 48 h, reduzido a partículas finas e novamente seco a 65°C até massa constante. Adicionou-se 99 mL de etanol a 50 % (v/v) no material fosfatado, sendo esta operação repetida mais duas vezes. O produto resultante foi seco a 45°C por 48 h.

A remoção do excesso de sais residual de fósforo foi realizada por diálise, adicionando-se suspensões aquosas de amido fosfatado a 10% (m/v), sendo colocadas em papel celofane e imersas em água destilada durante sete dias, sob refrigeração (aproximadamente a 6°C), sendo a água destilada trocada diariamente. Após a diálise, o amido fosfatado (AF) foi seco a 45°C, reduzido a partículas finas em uma peneira de 150 µm, e armazenado em frasco de polietileno hermeticamente fechado.

O teor de fósforo (%P) do ANSB e fosfatados foi determinado de acordo com a técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) por espectrofotometria, usando um espectrofotômetro UV/visível (SP- 2000UV) a 420 nm. Dissolveu-se as cinzas das amostras em ácido clorídrico, em seguida transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água. Pipetou-se uma alíquota em um balão volumétrico de 100 mL, adicionou-se 25 mL do reagente vanado-molibdato de amônio e completou-se o volume com água deionizada. Homogeneizou-se e esperou-se 10 min para a leitura no espectrofotômetro a 420 nm.

3.4 Elaboração e caracterização dos filmes comestíveis

Os filmes comestíveis foram elaborados, além do ANSB, com os AFs selecionados quanto a seu mínimo, médio e máximo teor de fósforo descrito na análise estatística. Foi empregada para esse fim a técnica de espalhamento descrita por Vicentini (2003). Um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo com quatro níveis foi adotado para estudar o efeito que causam os fatores: Tipo de amido [TA: amido nativo (ANSB) e amidos fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃), previamente selecionados], e quatro concentrações de plastificantes (GLI: 5, 10, 15 e 20% de glicerol), com três repetições.

Para a elaboração dos filmes comestíveis foram dissolvidos 2 g de amido em 100 mL de água destilada, seguido da adição do glicerol na concentração de cada tratamento, baseado na massa do amido e aquecimento até sua gelatinização. Após a obtenção das soluções filmogênicas (SF), 20 mL foram vertidos em uma placa de Petri de polietileno com 9 cm de diâmetro, a qual foi levada para a secagem a 30±2°C em estufa com circulação de ar (Nova Ética, 400/3ND), até massa constante.

Os filmes elaborados foram caracterizados quanto à sua espessura, permeabilidade ao vapor de água (Pva), solubilidade em água, e testes mecânicos (força e deformação).

3.4.1 Espessura

As espessuras dos filmes foram determinadas, em triplicata, com auxílio de um micrômetro manual externo (Digimess, São Paulo) com precisão 0,001 mm, em dez pontos distintos, sendo um deles o central do filme.

3.4.2 Permeabilidade ao vapor de água (Pva)

A Pva foi determinada gravimetricamente a 25°C, de acordo com o método E96-80 descrito na ASTM (*American Society for Testing and Materials*, 1989) com modificações. Os filmes foram cortados em formato circular e aplicados em células de permeação de plástico adaptadas, contendo sílica seca. As células foram acondicionadas em dessecadores contendo água destilada e o conjunto foi armazenado a 25°C em uma incubadora tipo Biochemical Demand of Oxygen BOD (Lucadema). A massa da célula com o filme foi monitorado em intervalos de 24 h por nove dias por meio de uma balança analítica (Gehaka, BG400), com precisão de 0,001 g. A taxa de permeabilidade ao vapor de água (Tva) foi calculada usando-se a Equação (1):

$$Tva = \frac{g}{t \cdot A} \quad (1)$$

onde: g é o ganho de massa em gramas, t^* o tempo total em horas e A é a área de permeação em m^2 . O termo g/t^* foi calculado por regressão linear entre os pontos de ganho de massa e tempo, no regime constante.

Posteriormente, a permeabilidade ao vapor de água foi calculada usando-se a Equação (2):

$$P_{va} = T_{va} \frac{x}{\Delta P} \quad (2)$$

onde: x é a espessura média dos filmes em mm e ΔP é a diferença de pressão de vapor do ambiente contendo sílica gel (0 kPa, a 25 °C) e o água pura (3,17 kPa, a 25 °C).

3.4.3 Solubilidade em água

A solubilidade em água foi determinada segundo a metodologia proposta por Gontard et al. (1992). Os filmes de umidade conhecida foram recortados com 2 cm de diâmetro e pesados. Individualmente, as amostras foram colocadas em Erlenmeyer de 120 mL contendo 50 mL de água destilada e agitados lentamente por 24 h, a 25°C em um agitador do tipo banho Dubnoff (NT.232, Piracicaba, Brasil). Após este período as amostras foram removidas e secas a 105°C por 24 h, em uma estufa com circulação de ar para determinar a massa do material que foi solubilizado. A solubilidade foi calculada usando-se a Equação (3):

$$\%MS = 100 \left(\frac{PI - PF}{PI} \right) \quad (3)$$

onde: %MS é a porcentagem do material seco solubilizado, PI é a massa inicial do material seco e PF é a massa final do material seco não solubilizado.

3.4.4 Testes mecânicos

Para a análise dos testes mecânicos, os filmes foram armazenados em dessecadores sob umidade relativa controlada a 52,9%, empregando solução saturada de nitrato de magnésio [$Mg(NO_3)_2$], por seis dias, de forma a alcançar o equilíbrio do teor de umidade dos filmes, e então realizou-se as análises.

Os testes mecânicos foram realizados utilizando um texturômetro (Brookfield, CT3 50k), segundo método padrão D828 – 95a da *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 1995). Os filmes foram cortados em corpos de prova com 15 mm de largura e 40 mm de comprimento, fixados no aparelho com garras removíveis. A distância inicial entre as garras foi de 20 mm e a velocidade de tração 0,9 mm/s. A leitura de força e deformação dos

filmes foram dadas em centiNewton (cN) e %, respectivamente. As amostras foram analisadas em quatro repetições.

3.5 Aplicação de coberturas comestíveis em tomate cereja

Tendo em consideração que a Pva é um parâmetro importante na medida da qualidade dos filmes comestíveis, uma vez que este é empregado em produtos desidratados quando apresenta baixa permeabilidade e com média ou alta Pva para produtos frescos como frutas e hortaliças (SOBRAL, 2000), então optou-se como parâmetro de seleção dos filmes utilizados a Pva para a elaboração de coberturas comestíveis e sua aplicação em tomates cerejas (*Solanum lycopersicon*). A escolha dos filmes foi os que tiveram baixa, média e alta permeabilidade ao vapor de água.

Em delineamento inteiramente casualizado aplicou-se esquema fatorial 4 x 8, sendo três tratamentos aplicados coberturas comestíveis e outra sem cobertura (controle), denominados C: C₁, C₂ e C₃, e oito tempos de avaliação (ta: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias), com três repetições. Cada parcela experimental conteve cinco tomates.

Os níveis de cobertura C₁, C₂ e C₃ estavam constituídos por: amido nativo com 5% de glicerol; amido fosfatado a 7% de ATPS/30 min com 10% de glicerol, e amido fosfatado a 7% de ATPS/50 min com 20% de glicerol.

As coberturas comestíveis foram preparadas utilizando a mesma técnica aplicada nas soluções filmogênicas anteriores. Antes de sua aplicação, deixou-se resfriar as coberturas até 40 °C, seguidamente os tomates foram imersos por 5 min, suspensos e acomodados em uma superfície plana de mármore higienizada, até a cobertura secar. Esse processo foi repetido por duas vezes. Após as coberturas fixadas e secas, os frutos foram armazenados por 21 dias em câmara incubadora tipo B.O.D. (Lucadema) a temperatura de 10±2 °C e 80±5% de umidade relativa. As propriedades físico-químicas dos frutos foram medidas a cada três dias.

Para as avaliações pós-colheita, foram determinados: a perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM) e firmeza. A perda de massa fez parte das análises não-destrutivas, enquanto que as demais constituíram as análises destrutivas.

3.5.1 Perda de massa

Foi obtida pela diferença entre a massa inicial e a pesagem subsequente, das análises, sendo expressa em porcentagem (%) em relação ao valor inicial. Utilizou-se balança analítica (marca: Tepron; modelo: Mark 500) com precisão de 0,001 g, para as pesagens (Equação 4).

$$\text{Perda de massa} = 100 \left(\frac{m_0 - m}{m_0} \right) \quad (4)$$

onde: m_0 é a massa inicial da amostra (g) e m é a massa a cada intervalo de tempo (g).

3.5.2 Sólidos solúveis

Obteve-se por meio do refratômetro ABBE digital de bancada (marca: Quimis; modelo: Q76780), conforme recomendações do IAL (2008). Para realizar a leitura, duas gotas do suco de tomate tipo cereja foram colocadas no prisma do refratômetro. Os resultados foram expressos em graus Brix ($^{\circ}$ Brix).

3.5.3 Acidez titulável

Determinou-se com o emprego de cinco gramas da amostra diluída em água destilada, completando um volume total de 100 mL, por meio de titulometria, com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1M, tendo como indicador a solução alcoólica de fenolftaleína à 1%, utilizou-se como ponto de viragem o pH 8,2, o qual foi determinado pelo potenciômetro, sendo os resultados expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, segundo IAL (2008).

3.5.4 Índice de maturação

Determinou-se pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT), segundo IAL (2008).

3.5.5 Firmeza

Utilizou-se o texturômetro Brookfield - texture analyser CT3 50K, com a profundidade de penetração de 5 mm e velocidade de $6,9 \text{ mm s}^{-1}$. Os resultados foram expressos em centiNewtons (cN).

3.6 Análise Estatística

As médias e desvio padrão dos resultados obtidos no presente estudo foram descritos em forma de tabelas (Apêndice 3 a 6) e figuras.

Os resultados obtidos da esterificação do ANSB foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de probabilidade, para verificar os efeitos que causa concentração de ATPS e tempo de agitação no teor de fósforo contido no amido após a

esterificação. Aplicou-se o teste de Dunnett a nível de 5% para verificar diferenças entre os tratamentos devido ao esquema fatorial e o adicional, e teste de Tukey para os tratamentos fatoriais, a 6% de probabilidade, para análise das médias. Este último teste foi escolhido para a seleção dos amidos fosfatados para a elaboração dos filmes.

Os efeitos do TA e GLI nas propriedades dos filmes foram estudados aplicando ANOVA nos resultados de espessura, Pva, solubilidade em água e testes mecânicos. Quando significativa a interação TA x GLI, aplicou-se ANOVA fixando GLI para verificar diferenças significativas entre os TA em cada nível de GLI, e fixando TA para verificar diferenças significativas entre os GLI em cada nível de TA. Para TA significativo aplicou-se teste de Tukey e para GLI realizou-se análise de regressão linear. Todos os testes estatísticos foram realizados a nível de 5% de probabilidade.

Os efeitos da cobertura e do tempo de armazenamento, nas propriedades pós-colheita dos tomates cereja, foram estudados aplicando ANOVA nos resultados de perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e firmeza. Quando significativa a interação C x ta, aplicou-se ANOVA fixando ta para verificar diferenças significativas entre os C em cada nível de ta, e fixando C para verificar diferenças significativas entre os ta em cada nível de C. Para C significativo aplicou-se teste de Tukey e para ta realizou-se análise de regressão linear. Todos os testes estatísticos foram realizados ao nível de 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistica* versão 8.0 (STATSOFT, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O amido nativo da *S. burchelli* extraído nas condições do presente estudo apresentou baixos teores de cinzas (0,02%), proteína (0,24%), lipídio (0,04%), fibra bruta (0,03%), considerável teor de fósforo (0,128%) e umidade de (5,52%), conforme estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2005) para amidos comerciais, caracterizando-se, portanto, como amido de boa qualidade para sua modificação por fosfatação.

Pereira e Ascheri (2011), estudando o amido nativo da fruta-de-lobo, encontrou teores de 0,22% para cinzas, 0,36% de proteína, 0,08% de lipídeo, 0,03% para fibra bruta, estando estes acima do encontrado no presente estudo, com exceção da fibra bruta, que se apresenta semelhante ao encontrado neste. Ainda nesse estudo os autores não encontraram teores de fósforo no amido nativo.

Na caracterização de amido extraído de rizomas de lírio-do-brejo, Ascheri et al. (2010), encontraram teores de cinzas, lipídio, fibra e proteínas, 0,50%, 0,01%, 0,24%, 0,03%, respectivamente, estando os teores de cinzas e fibras superiores e lipídios e proteínas inferiores ao presente estudo.

A técnica de esterificação com os fatores ATPS e tempos de agitação empregada produziu amidos fosfatados com diferentes teores de fósforo (Tabela 1). De acordo com a ANOVA da Tabela 2, os fatores empregados interagiram significativamente entre si e os resultados diferiram do controle segundo o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Os teores de fósforo aumentaram em função da combinação dos níveis de ATPS vs t, porém, estatisticamente, os amidos tratados com 3% de ATPS a 30 e 50 min de agitação não diferiram, apresentando teor médio de 0,17%. Os maiores teores de fósforo foram observados nos amidos tratados com 7% de ATPS a 30 e 50 min de agitação, apresentando valores de 0,247 e 0,300%, respectivamente. Todos esses amidos tiveram teores de fósforo dentro do permitido pela legislação para uso alimentar, menor de 0,4% segundo a *Food and Drug Administration* (2007).

Tabela 1. Teor de fósforo do ANSB e dos amidos fosfatados em função da concentração de ácido tripolifosfato de sódio (ATPS) e tempos de agitação¹.

Tratamento	ATPS (%)	Tempo (min)	P (%)
Nativo (controle)	-	-	0,129±0,001
T ₁	3	30	0,160±0,002*c
T ₂	3	50	0,181±0,004*c
T ₃	7	30	0,247±0,005*b
T ₄	7	50	0,300±0,028*a

* Medidas que diferem do controle (p=0,05) no teste de médias de Dunnett.

Medidas com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (p≤0,06) pelo teste de Tukey.

- Não aplicado

¹ Médias de 4 repetições ± desvio padrão.

Tabela 2. Análise de variância para teor de fósforo em função do ácido tripolifosfato de sódio (ATPS) e tempos de agitação, contidos nos amido nativo e fosfatados da *S. burchelli*.

Fonte da variação	SQ	Gl	QM	F	valor-P	F crítico
ATPS	0,04213	1	0,04213	199,48	< 0,01	4,747
Tempo	0,00545	1	0,00545	25,82	< 0,01	4,747
A X T	0,00098	1	0,00098	4,64	0,052	4,747
Fatorial X Tratamento	0,02782	1	0,02782	164,25	< 0,01	4,747
Tratamento	0,07638	4	0,01909	112,74	< 0,01	3,056
Erro	0,00254	15	0,00017			
Total	0,07893	19				

SQ- Soma dos quadrados; Gl- graus de liberdade; QM- quadrado médio; F- calculado.

Limberger (2008), realizou fosfatação em amido de quirera de arroz utilizando 7,54% de ATPS, com tempo de 30 minutos, após a diálise para a retirada do excesso de sal, encontrou teor de fósforo semelhante ao do presente estudo, sendo de 0,31050 %.

Após realizar a fosfatação do amido nativo da fruto-de-lobo com ATPS em diferentes tempos Pereira e Ascheri (2011), obtiveram 0,02% com 5% ATPS/20 min, 0,09% com 11% ATPS/30 min, e 0,40% com 7% ATPS/40 min, teores de fósforo. Os resultados das duas primeiras combinações apresentaram teores de fósforo inferiores, e a última superior a este trabalho.

Os filmes comestíveis foram elaborados com os amidos previamente selecionados pela significância obtida pelo teste de Tukey da Tabela 1, sendo escolhidos os tratamentos controle, T₁, T₃ e T₄ para esse fim. Os filmes apresentaram aproximadamente 0,065 mm de espessura, mostraram-se contínuos com bom aspecto, homogêneos, flexíveis e não apresentaram fraturas após a secagem, como apresentado na Figura 3A a 3C. Shimazu et al. (2007), elaboraram filmes de amido de mandioca com adição de glicerol variando de 0, 5, 10,

15, 30 e 40 de glicerol e obtiveram teve espessura dos filmes variando de 0,07 a 0,10 mm, sendo superiores ao encontrado neste trabalho. Já, Barbosa (2011) com amido de *S. burchelli* cita que os filmes elaborados apresentaram aproximadamente 0,060 mm de espessura, apresentando-se inferior ao presente estudo.



FIGURA 3. Filmes comestíveis: A) amido nativo com 5% de glicerol; B) Amido nativo com 20% de glicerol; e C) Amido fosfatado 7% de ATPS/50min com 20% de glicerol; elaborados com amido nativo e fosfatados da semente da *S. burchelli*.

As respostas de permeabilidade ao vapor de água, índice de solubilidade em água e dos testes de força à ruptura e deformação dos filmes estão expressas em forma de gráficos nas Figuras 4 a 7, respectivamente.

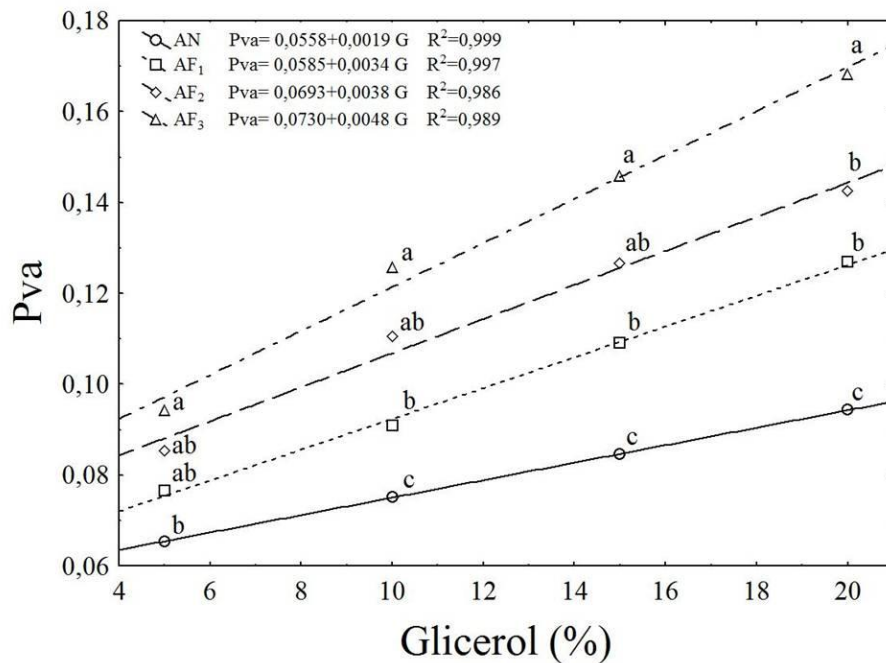


FIGURA 4. Valores de permeabilidade ao vapor de água (Pva) dos filmes elaborados com amido nativo (AN) e fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃) da *S. burchelli*, em função da concentração de glicerol e do tipo de amido empregados. Médias com letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

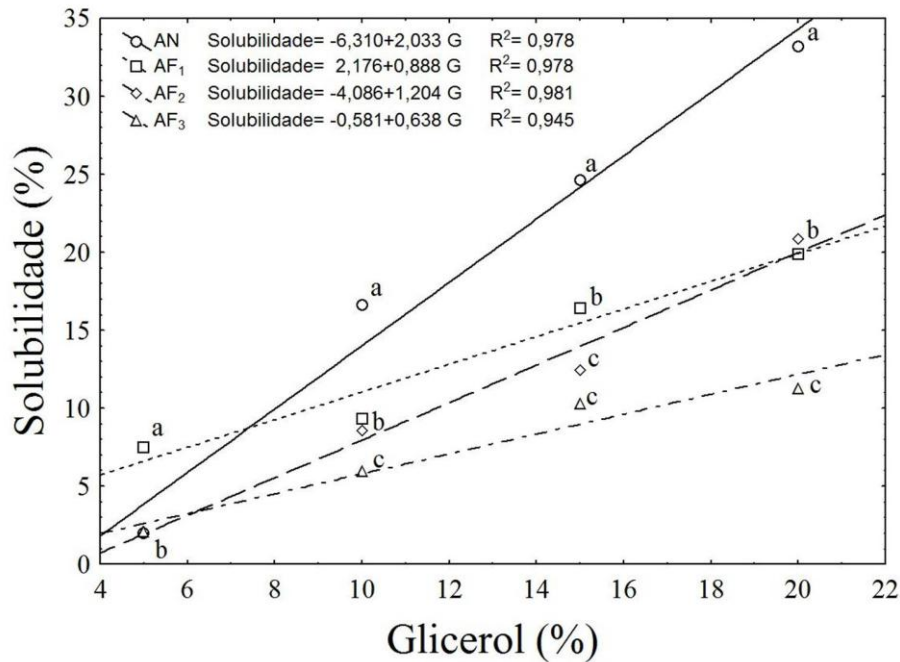


FIGURA 5. Valores de solubilidade em água dos filmes elaborados com amido nativo (AN) e fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃) da *S. burchelli*, em função da concentração de glicerol e do tipo de amido empregados. Médias com letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

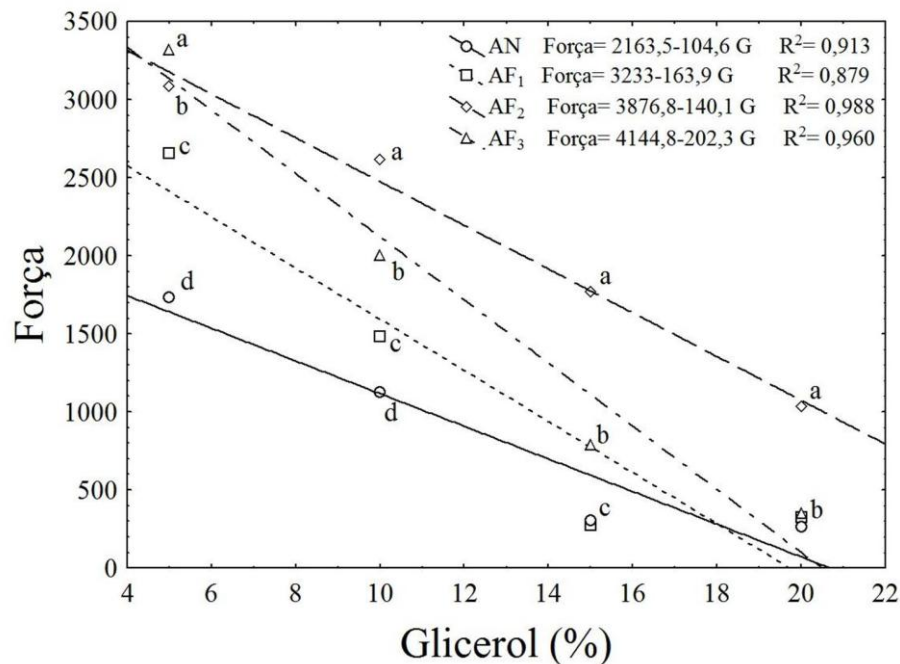


FIGURA 6. Valores de força à ruptura dos filmes elaborados com amido nativo (AN) e fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃) da *S. burchelli*, em função da concentração de glicerol e do tipo de amido empregados. Médias com letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

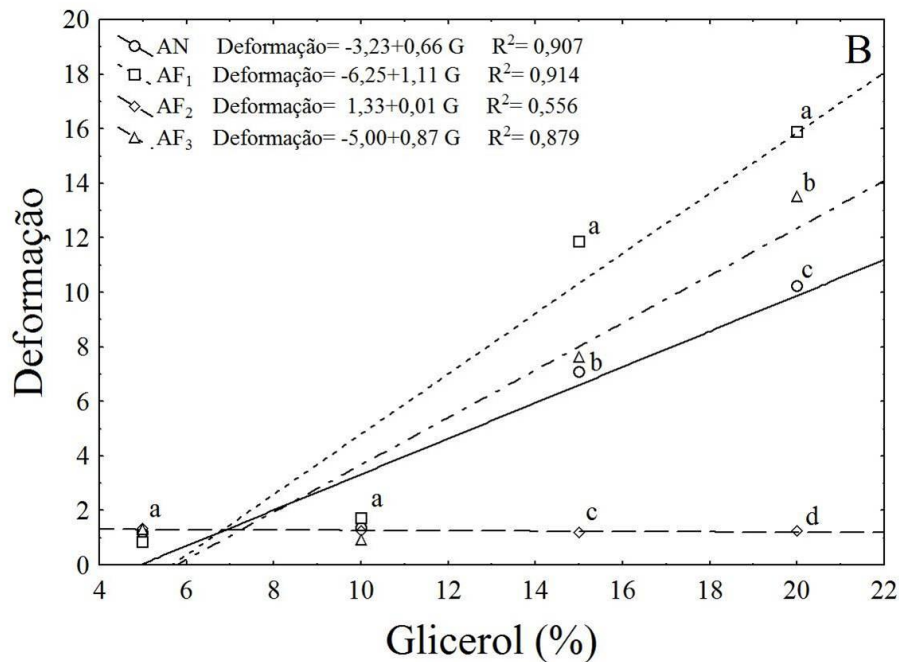


FIGURA 7. Valores de deformação dos filmes elaborados com amido nativo (AN) e fosfatados (AF₁, AF₂ e AF₃) da *S. burchelli*, em função da concentração de glicerol e do tipo de amido empregados. Médias com letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Aplicando ANOVA (Tabela 5) nas respostas Pva, índice de solubilidade em água, força à ruptura e deformação dos filmes obtidos, verificaram-se diferenças significativas na interação entre os fatores amido vs glicerol, isto é, o efeito que causa o glicerol nas respostas das propriedades físicas do filme se vê afetado pelo efeito do tipo de amido empregado e vice-versa.

O efeito do plastificante na permeabilidade dos filmes foi observado em vários trabalhos (MALI et al., 2005; RIGO, 2006; SOBRAL et al., 2001). De acordo com Matta Junior et al. (2011), esse fenômeno frente ao glicerol pode estar relacionado à afinidade que o plastificante apresenta pela água. Acredita-se que este tenha ocorrido no presente estudo, pois, a permeabilidade ao vapor de água aumenta com o incremento da concentração do glicerol, correlacionando positivamente com $R^2 = 0,999$, indicando que mais do 99% da variação se deve ao efeito do plastificante, conferindo aos filmes maior flexibilidade, o que leva ao aumento da mobilidade das macromoléculas, facilitando assim a difusão das moléculas de água através do filmes comestíveis (SARANTÓPOULOS et al., 2002; MARTELLI et al., 2006).

O tipo de amido influenciou a formação dos filmes gerando valores de permeabilidade ao vapor de água variável, confirmado pelo teste de Tukey descrito na Figura 4, nessa pode-se

observar que quanto maior foi a modificação do amido nativo pela fosfatação, maior foi sua permeabilidade. O amido AF₃ formou filmes com maior permeabilidade (0,168±0,006 g mm h⁻¹ m⁻² kPa⁻¹) seguido, em forma decrescente, por AF₂ (0,143±0,003 g mm h⁻¹ m⁻² kPa⁻¹), AF₁ (0,127±0,008 g mm h⁻¹ m⁻² kPa⁻¹) e, finalmente, por ANBS (0,094±0,009 g mm h⁻¹ m⁻² kPa⁻¹). Estes amidos formaram filmes com menor permeabilidade em todos os níveis de plastificante empregado. Embora essa propriedade física não correlacionasse com o teor de fósforo ($r < 0,40$, $p > 0,37$), os maiores valores de Pva apresentados pelos filmes dos amidos fosfatados em relação ao ANSB é explicado pelo fato que os grupos fosfato, negativamente carregados, introduzidos nas cadeias de amido promovem uma redução nas forças intermoleculares de ligação, devido à repulsão entre si (SITOHY et al. 2000, LIU et al. 1999, LAWAL 2004, BATISTA et al. 2010), formando espaços intersticiais que permitem a passagem do vapor de água.

De acordo com Perez-Gago e Krochta (2001), além da permeabilidade ao vapor de água, outra propriedade importante dos filmes comestíveis é a solubilidade em água, pois em algumas aplicações a insolubilidade em água é necessária para manter a integridade do produto. As respostas de solubilidade dos filmes estudados (Figura 5) foram geradas pela interação dos fatores concentração de glicerol e tipo de amido empregado, a interação foi significativa ao nível de 0,01% de probabilidade segundo a ANOVA. Isto é, a solubilidade dos filmes gerados depende do efeito causado pelo plastificante e do amido adicionado na solução filmogênica e vice-versa.

Ao contrário do comportamento da permeabilidade ao vapor de água, os filmes comestíveis elaborados a base de amido modificado foram menos solúveis que os elaborados com amido nativo. Na concentração de 20% de glicerol se observou significativas diferenças pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O maior (33,17%) e menor (11,25%) valor de solubilidade foram detectados nos filmes de AN e AF₃, respectivamente. Valores intermediários de solubilidade foram obtidos pelos filmes de AF₁ (19,89%) e AF₂ (20,84%) que, nessa mesma concentração de 20% de glicerol não diferiram entre si pelo teste de Tukey.

Faria et al. (2012), na elaboração de filmes comestíveis com amido de mandioca, glicerol e polpa de acerola, realizou análises físico-química para a caracterização dos mesmos, obtendo os seguintes resultados: permeabilidade ao vapor de água dos filmes variou de 0,208 a 0,273 g mm h⁻¹ m⁻² kPa⁻¹, o aumento da concentração de polpa até 60% provoca o aumento da Pva. Esse aumento também foi explicado, pois o aumento da concentração de polpa provoca um aumento na espessura dos filmes, o que influencia a Pva dos mesmos. A solubilidade em água dos filmes variou de 16,8 a 52,9%, indicando que quanto mais elevado o

teor de polpa menor a solubilidade em água. Os resultados encontrados para Pva foram superiores ao do presente estudo, sendo a maior Pva obtida neste foi de $0,168 \pm 0,006 \text{ g mm h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ kPa}^{-1}$. Da mesma forma pode ser observada para a solubilidade em água, sendo a menor e a maior solubilidade superior ao presente trabalho.

Oliveira (2010), encontrou altos valores de Pva para filmes comestíveis produzidas com fécula de mangarito, os resultados variaram de $3,10 \pm 0,025 \times 10^{-5} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$ para os filmes originados de soluções filmogênicas com 1,44g de fécula de mangarito e 27,70% de glicerol e $3,39 \pm 0,25 \times 10^{-5} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$ para a formulação com 2,5g de fécula de mangarito e 1,44% de glicerol.

Prates (2010), em seu trabalho com amido do fruto-do-lobo, encontrou permeabilidade de $28,10 \times 10^{-5} (\text{g} \cdot \text{mm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kPa}^{-1})$, utilizando sorbitol como plastificante. Valor próximo ao encontrado por (BARBOSA, 2011), da maior permeabilidade encontrada para o amido da semente do fruto *S.burchelli* ($26,17 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{mm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kPa}^{-1}$).

Filmes elaborados com amido de arroz e glicerol por Laohakunjit e Noomhorm (2004) e de amido de inhame por Mali et al., (2004), evidenciaram que quanto maior a concentração de glicerol maior é a solubilidade dos filmes, corroborando com este.

Prates (2010), analisou filmes de amido de fruta do lobo e sorbitol (0,1 a 0,3%) e encontrou valores de solubilidade em água entre 26 e 29%, com forte influência do plastificante, devido à sua característica hidrofílica, uma vez observado que seu aumento causou aumento da solubilidade.

Santos (2009), encontrou solubilidade entre 28,65 e 42,67% em filmes biodegradáveis elaborados com amido de fruta-de-lobo e glicerol e observou que maiores concentrações do plastificante causaram incremento na solubilidade dos filmes comestíveis. Resultado semelhante foi observado no presente trabalho, porém, os valores encontrados para solubilidade foram menores, variando de 11,25 a 33,17%.

As solubilidades em água, dos filmes comestíveis, variaram de 23,69% a 11,25%, tendo maior solubilidade em água os filmes com menores concentrações de amido e glicerol. Segundo Barbosa (2011), independente da concentração de glicerol, quanto maior a concentração de amido utilizada menor era a solubilidade dos filmes.

De acordo com Matta Junior et al. (2011), a adição de plastificante, em particular o glicerol, tem uma grande influência sobre a solubilidade de filmes de amido, devido ao seu caráter hidrofílico, onde os filmes tendem a apresentar altos valores de solubilidade.

A força à ruptura serve para medir a força necessária para se romper o filme. Esta propriedade dos filmes estudados depende da interação dos fatores concentração de glicerol e

tipo de amido, de acordo com a ANOVA ao nível de 5% de probabilidade. Pela Figura 6 observa-se que houve diminuição da força à ruptura em todos os casos com o aumento da concentração de glicerol na transição de 5 para 20% de glicerol. A redução da força na ruptura com o aumento da concentração de plastificante é um fenômeno bastante relatado na literatura segundo Thomazine et al., (2005); o plastificante diminui a força entre as ligações químicas existentes entre a amilose e a amilopectina.

O tipo de amido modificado fez com que a força à ruptura fosse maior quanto maior fosse a fosfatação (Figura 6), que variou de 263,67 a 3319,33 cN. Vicentini (2003) observou uma redução na força à ruptura com aumento de glicerol de 10 para 25% de 7,25 para 4,28 N, utilizando concentração de filmes a 2g de amido/100 g de água, sendo que estes valores foram significativos ($p < 0,05$) para o aumento de glicerol. Mali (2002), utilizando amido de cará com 3,3 g de plastificante/100 g de amido, com aumento de glicerol de 1,3 para 2%, provocou uma redução na força à ruptura de 8,02 para 6,03 N.

Reis (2011) obteve em seu experimento valores de 1,29 a 11,03 N para força na ruptura dos filmes elaborados com fécula de inhame e glicerol, ressalta que os resultados foram influenciados pela interação entre temperatura de secagem dos filmes e a concentração de glicerol. Em maiores teores de glicerol e menores temperaturas o autor notou que a força de ruptura diminuiu. Este comportamento pôde ser explicado pelo fato de maiores níveis de glicerol e menores temperaturas tornarem os filmes mais elásticos, diminuindo assim sua a força à ruptura e aumentando sua deformação.

A deformação na ruptura mede a porcentagem de extensão sofrida pelo filme antes da sua ruptura. Realizado a ANOVA observou-se a variação da resposta deformação na ruptura dos filmes comestíveis foi devido à interação dos efeitos da concentração de glicerol e do tipo de amido modificado ($p < 0,05$). Ambas variáveis independentes não exerceram efeito no filme AF₂, porém exerceu efeito positivo para os filmes elaborados com AN, AF₁ e AF₃, isto é, enquanto aumenta-se a concentração de glicerol e a quantidade de fosfato no amido modificado, é aumentada a deformação na ruptura dos filmes 10,23, 15,87 e 13,53 com 20% de glicerol respectivamente, sendo que o plastificante glicerol exerceu maior efeito na variação da deformação na ruptura (Figura 7).

O aumento na concentração de glicerol para a elaboração dos filmes melhorou a extensibilidade dos mesmos e conseqüentemente reduziu a força mecânica, o que também foi relatado por Vicentini (2003), que notou que a deformação nos filmes de fécula de mandioca aumentava linearmente de 3,28 para 7,34% com o incremento da concentração de glicerol.

A maior e menor deformação na ruptura foi observada em filmes comestíveis elaborados com AF₁ sendo de 15,87 e 0,83% respectivamente. De maneira geral, os filmes mais resistentes são menos flexíveis, ou seja, apresentam menor deformação na ruptura (SOUZA et al., 1997; OCUNO et al., 1998). Mali (2002) também observou aumento na deformação ao aumentar o incremento de glicerol, sendo que o aumento de 1,3 para 2% de glicerol aumentou a deformação de 1,47 para 2,82% em filmes com 3,3 g/100g de água para amido de cará.

A deformação nos filmes de fécula de inhame e glicerol, no trabalho realizado por Reis (2011), variou de 2,38 a 53,21% e foi influenciada pela interação entre a quantidade de glicerol presente nas soluções filmogênicas e a temperatura de secagem. Menores valores de glicerol combinados com maiores temperaturas produziram menor deformação no filme.

O plastificante reduz as interações intermoleculares entre cadeias adjacentes do biopolímero utilizado para a fabricação do filme, resultando no aumento da mobilidade dessas cadeias e, conseqüentemente, em materiais flexíveis; como consequência percebe-se, em termos macroscópicos, alterações de todas as propriedades físicas ou funcionais dos filmes (SOBRAL et al., 2002; GONTARD et al., 1993). Filmes de amido com plastificantes são resistentes e elásticos e, à medida que se aumenta o teor de plastificante, estes materiais se tornam mais flexíveis e deformáveis (MALI et al., 2005).

Tapia-Blácido et al. (2005), encontraram para força à ruptura valores de 0,73 a 1,60 N e de deformação, 17,71 a 36,04%, em filmes de farinha de amaranto (4%) e glicerol (30 a 40%), variando também a umidade relativa de armazenamento do produto (40 a 70%). Valores menores de força à ruptura podem ter sido encontrados pelo autor acima devido a alta umidade relativa de armazenamento dos filmes comparada aos do presente trabalho (que foram armazenados a 52% de umidade).

O critério de seleção das coberturas comestíveis para aplicação nos tomates cereja foi em decorrência da permeabilidade ao vapor de água dos filmes elaborados, sendo aplicados aqueles que apresentaram baixa (amido nativo com 5% de glicerol), média (amido fosfatado com 7% de ATPS/30 min com 10% de glicerol) e alta permeabilidade (amido fosfatado com 7% de ATPS/50 min com 20% de glicerol) e um controle (sem cobertura).

As coberturas testadas apresentaram boa aderência aos frutos, não apresentando descamação. No início da experimentação, o uso da cobertura de amido proporcionou brilho aos frutos, tornando-o mais atraente para comercialização (Figura 8).



FIGURA 8. Tomate cereja revestido com cobertura comestível de 7% ATPS/50min com 20% de glicerol.

No decorrer dos 21 dias de experimento não foi evidenciado murchamento dos frutos, em todos os tratamentos aplicados, permanecendo em bom estado de conservação e aptos para o consumo.

A fim de verificar o efeito das coberturas comestíveis aplicadas e do tempo de armazenamento na perda de massa (Figura 9), relação SS/AT (Figura 10) e firmeza (Figura 11) dos tomates cereja, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância a 1% de probabilidade.

De acordo com os resultados da ANOVA, verificou-se a interação dos fatores tempo x cobertura ($p < 0,01$). Estes fatores são dependentes entre si, isto é, para cada resposta de perda de massa, SS/AT e firmeza, os resultados são obtidos pela combinação dos seus níveis fatoriais. Na Tabela 6, em anexo, fixando fator tempo, para perda de massa se observa diferenças significativas entre os amidos após o sexto dia de armazenamento, enquanto que para SS/AT e firmeza as diferenças significativas foram detectadas no decorrer do tempo de armazenamento. Fixando o fator amido, o efeito do fator tempo nas respostas perda de massa e firmeza foi observado em todos os níveis, enquanto que para a resposta SS/AT não houve diferenças significativas nos amidos fosfatados AF₂ e AF₃.

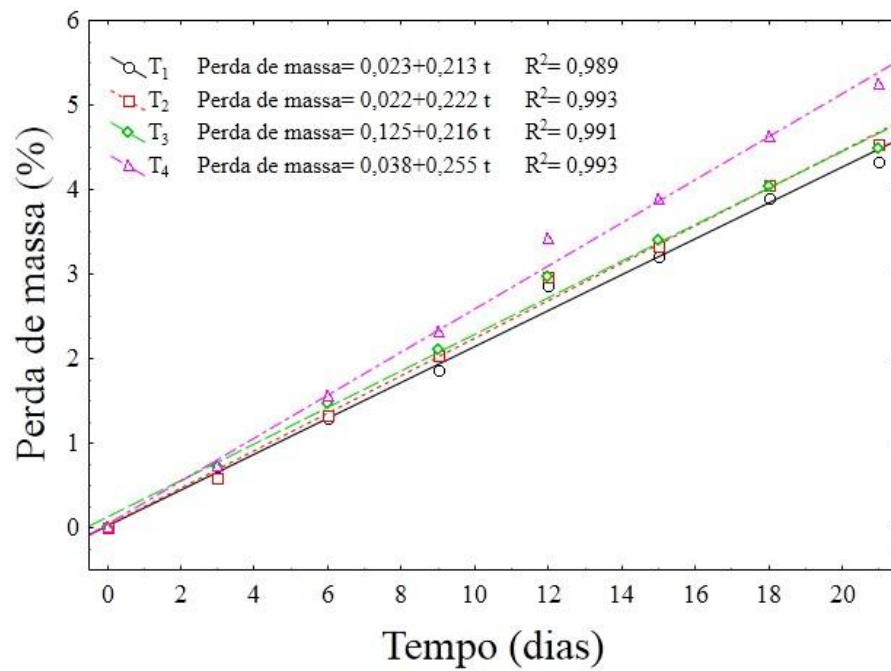


FIGURA 9. Valores de perda de massa dos tomates cereja em função da cobertura de amido fosfatado de *S. burchelli* e glicerol e do tempo de armazenamento.

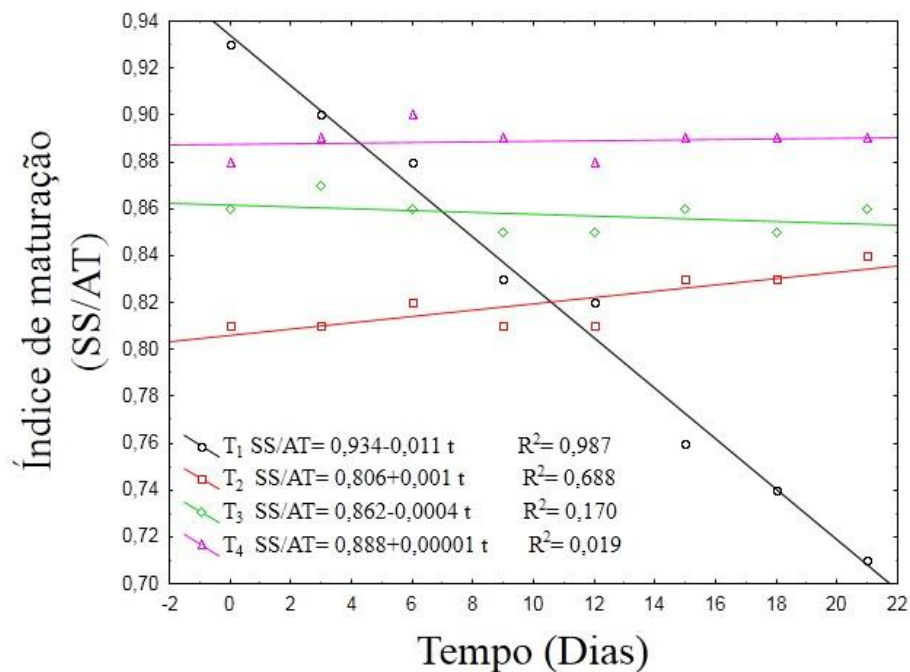


FIGURA 10. Valores de índice de maturação (SS/AT) dos tomates cereja em função da cobertura de amido fosfatado de *S. burchelli* e glicerol e do tempo de armazenamento.

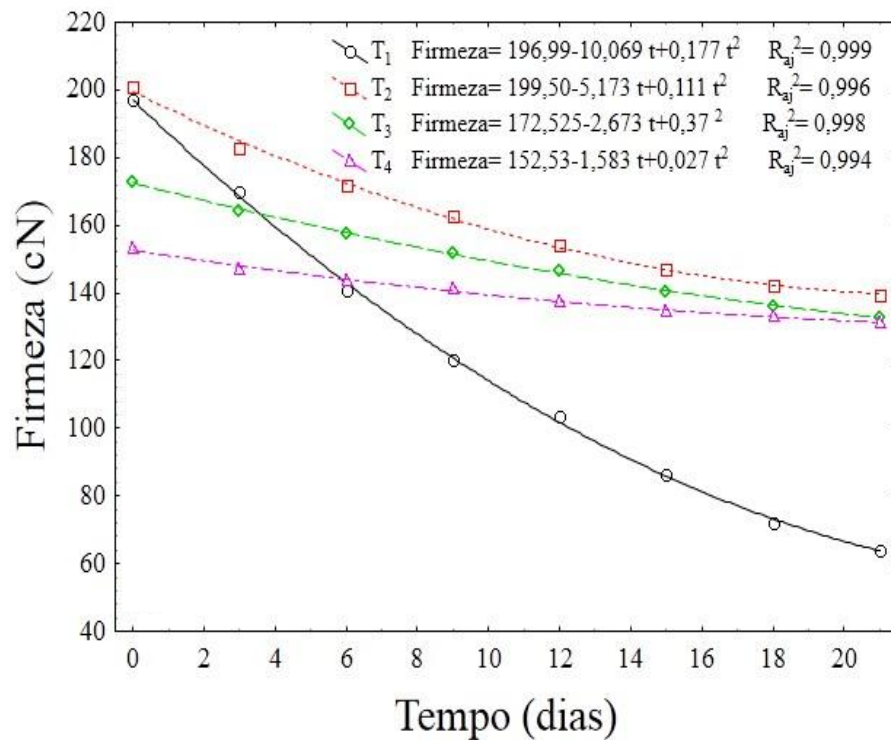


FIGURA 11. Valores de firmeza dos tomates cereja em função da cobertura de amido fosfatado de *S. burchelli* e glicerol e do tempo de armazenamento.

Na Figura 9 observam-se perdas de massa no decorrer do tempo de armazenamento. Essa diferença na perda de massa pode ser resultante do estágio de maturação dos frutos no momento da colheita. A maior perda de massa foi observada na cobertura elaborada com maior Pva (Figura 4). Os demais tratamentos não se diferiram do controle. Portanto, as coberturas comestíveis utilizadas, não foram eficientes para a redução da perda de massa dos frutos.

Segundo Mali et al. (2004), o glicerol é um plastificante hidrofílico bastante empregado na elaboração de filmes comestíveis. Esta hidroflicidade explica o fato do tratamento com maior porcentagem de glicerol obter maior perda de massa quando comparado aos demais tratamentos.

Estudo realizado por Costa et al. (2012), observaram que a perda de massa de tomates foi maior em filmes com revestimento de quitosana e argila, armazenados por 12 dias a 13°C com 80% de umidade relativa, sendo 1,54 e 2,56% para os sem revestimento e com revestimento, respectivamente. Estando estes inferiores ao encontrado no presente trabalho.

Gallo et al. (2000), em estudo do uso de coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol em morangos, verificaram que o uso dos mesmos não foi efetivo para a redução da perda de massa dos frutos. Os autores relatam que esse fato provavelmente foi devido à baixa

barreira ao vapor de água conferida por filmes comestíveis feitos à base de amido. Dessa forma, provavelmente não houve formação de barreira efetiva no controle da redução da transpiração dos frutos e da perda de massa causada por ela. O mesmo foi observado neste experimento.

Oliveira e Cereda (2003), verificaram por meio de estudos que frutos de morango revestidos com cobertura de fécula de mandioca não apresentaram diferença estatística do controle na característica perda de massa fresca. Lemos et al. (2007), em estudo sobre a perda de massa de pimentões ‘Magali R’ acondicionados à temperatura ambiente e sob refrigeração, verificaram que o uso de recobrimentos a base de 2% de fécula de mandioca não foi efetivo na redução dessa característica.

Em estudos de Scanavaca Júnior et al. (2007), recobrimentos comestíveis com 0, 1, 2 e 3% de fécula de mandioca foram eficazes na redução da perda de massa de manga ‘Surpresa’ armazenada à temperatura ambiente.

Neste estudo o tratamento com cobertura de maior Pva apresentou perdas de massa superior aos demais tratamentos, porém estas perdas foram pequenas, sendo a menor 4,3 e a maior 5,2%, sendo representadas pelo tratamento controle (sem cobertura) e AF₃, respectivamente. Segundo Park et al. (2005), esse resultado é esperado quando se utilizam materiais a base de polissacarídeos, pois são hidrofílicos, podendo não agir como barreira à perda de umidade e, conseqüentemente, levam a perda de massa do produto, sendo necessária a adição de compostos lipídicos.

Embora o tomate seja uma espécie que praticamente não armazena amido, pequenos incrementos no teor de SS foram observados em função do tempo de armazenamento, sendo observada variação significativa ($p < 0,01$) na relação SS/AT em função desse fator (Figura 10). O aumento do teor de sólidos solúveis no decorrer do armazenamento é dado pela degradação de polissacarídeos durante o processo respiratório dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Os teores de SS variaram de 5,63 a 6,72 °Brix neste estudo (Tabela 4), sendo superiores aos encontrados por Prates (2010), que estudando morangos com coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol, encontrou menores teores de SS (4,91 °Brix) no dia da colheita e maiores (5,30 °Brix) ao final do período de armazenamento. Já Barbosa (2011), estudando coberturas comestíveis de amido de *S. burchelli* com glicerol e sem cobertura, encontrou teores superiores de SS para morangos que variaram de 7,60 a 12,93 °Brix. No entanto, Sousa et al. (2011), analisando tomates cereja encontraram de 5,31 a 6,25 °Brix, sendo estes semelhantes ao encontrado neste estudo.

Foi verificado aumento nos teores de AT ao longo do período de armazenamento, contrariando a tendência esperada (Tabela 4). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento dos frutos, espera-se que os valores de SS aumentem devido à hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples e que os valores de AT diminuam, devido ao consumo de ácido, água e energia para a manutenção do fruto. Dessa forma, a relação SS/AT deve aumentar com o tempo de armazenamento. Porém, Olivas e Barbosa-Cánovas (2005) afirmam que o conteúdo de água dos frutos deve ser sempre considerado na avaliação dos valores de SS e AT. A perda de água causa um aparente aumento nesses valores, podendo levar a uma interpretação incorreta dos parâmetros.

Brackmann (1991), afirma que níveis mais elevados de acidez titulável podem ser resultantes da redução da taxa respiratória, pois os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia, no ciclo de Krebs.

Prates (2010) verificou o aumento da acidez titulável durante o armazenamento, em morangos com cobertura comestível de amido de fruta-de-lobo com plastificante sorbitol, corroborando com os resultados desse estudo que variaram de 6,75 a 8,17 g de ácido cítrico 100g^{-1} de tomate cereja (Tabela 4).

Dessa forma, a perda do conteúdo de água pode ter sido responsável por um aumento na concentração de ácidos orgânicos, causando o aumento da acidez titulável. Resultados semelhantes foram encontrados por Souto et al. (2004), na conservação de abacaxi 'Pérola' armazenado sob refrigeração.

Hernandez-Muñoz et al. (2006), trabalhando com morangos cobertos com solução filmogênica a base de quitosana e cálcio, armazenados em temperatura ambiente e a 25°C , observaram uma redução significativa da acidez titulável em todos os tratamentos ao final do armazenamento, onde o tratamento sem cobertura apresentou o maior teor de acidez titulável.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), com o amadurecimento as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. Durante o armazenamento dos tomates cereja foi observado esse aumento da acidez titulável.

Os resultados encontrados para a relação SS/AT foram de 0,81%, no início do experimento, e de 0,89% no final do período de armazenamento. Sousa et al. (2011), analisando índice de maturação em tomate cereja encontrou 3,88%, sendo este superior ao encontrado neste trabalho. Esse baixo índice de maturação pode estar relacionada à maturação incompleta dos frutos.

Em estudo realizado por León-Sánchez et al. (2009), com tomate armazenado a 10 e 20°C por um período de armazenamento de 20 dias, os autores mostraram que os frutos armazenados a 10°C não apresentaram mudanças na firmeza, exibindo desaceleração da atividade enzimática. O mesmo pode ser observado neste experimento (Figura 11), onde os frutos cobertos pelas soluções filmogênicas apresentaram ligeiras quedas de firmeza durante o armazenamento, já os frutos controle, sem cobertura, tiveram elevada redução na firmeza. Como as coberturas comestíveis formam uma barreira protetora em torno do fruto, estas provavelmente podem ter dificultado a entrada de O₂ e com isso reduzido o metabolismo e a atividade das enzimas, que promovem o amolecimento dos frutos e conseqüentemente a redução da firmeza.

Vieites et al. (1997) avaliaram filmes comestíveis de fécula de mandioca em tomates e observaram a tendência dos frutos revestidos apresentarem menor atividade metabólica através da manutenção da acidez, fato provavelmente ocorrido no presente trabalho.

Segundo Rojas-Graü et al. (2009), o processo metabólico consiste na quebra oxidativa de complexas moléculas de substratos, normalmente presente na parede celular, como amido, açúcar e ácidos orgânicos, em moléculas simples, no qual é liberado energia, dióxido de carbono e água. Estes são empregados para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao perfeito funcionamento e manutenção do vegetal, com o decorrer desses processos os frutos vão perdendo a firmeza.

Segundo Oliveira e Cereda (2003), com o avanço da maturação durante o armazenamento e a chegada da senescência, espera-se um decréscimo nos valores de firmeza dos frutos, pois apesar de ser um parâmetro físico, está estreitamente relacionado com a solubilização das substâncias pécnicas com o amadurecimento.

Pereira et al. (2006), avaliaram o amadurecimento de frutos de mamão Formosa em temperatura ambiente, revestidos com película comestível à base de fécula de mandioca, que foi aplicada por meio de imersão dos frutos inteiros em suspensões de 1%, 2% e 3%. Os resultados mostraram que os revestimentos com 1% e 3% prolongaram a vida útil pós-colheita por quatro dias sem afetarem a qualidade dos mesmos. Os tratamentos retardaram o amadurecimento dos frutos, firmeza da polpa, sólidos solúveis e acidez titulável, sendo significativamente mais lentas que os frutos não tratados. As mesmas alterações foram observadas neste trabalho.

Da mesma forma, Nunes et al. (2004) avaliaram a aplicação da fécula de mandioca a 3% em pêssegos e verificaram maiores valores de firmeza em relação ao controle.

5 CONCLUSÕES

A variação do teor de fósforo nos amidos de *S. burchelli* modificados induz o aumento da permeabilidade ao vapor de água e reduz a solubilidade nos filmes comestíveis. A variação na concentração de glicerol influencia nas propriedades dos filmes elaborados, uma vez que estes apresentaram maior permeabilidade ao vapor de água, solubilidade, deformação e menor força a ruptura quanto maior o teor de plastificante, melhorando as características dos filmes, possibilitando seu melhor aproveitamento pós-colheita.

As coberturas comestíveis de *S. burchelli* deixaram mais brilhantes e atrativos os frutos de tomate cereja. As coberturas com maior Pva (amido fosfatado por 50 minutos com 7% de ATPS e 20% de glicerol) mantêm o índice de maturação e firmeza durante o período experimental e propicia melhores condições de armazenamento pós-colheita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIME, D.B.; ARNTFIELD, S.D.; MALCOLMSON, L.J.; RYLAND, D. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, v.34, 237-246, 2001.
- ALMEIDA, E.C. Amido modificado de taro (*Colocasia esculenta* L. Schott): propriedades funcionais. 2012. 145f. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. **Lavras**: Editora UFLA, 2004.
- ALVES, R.M.L.; GROSSMANN, M.V.E.; SILVA, R.S.S.F.; **Food Chemistry**. 67, 123, 1999.
- ALVES, A.I.; SARAIVA, S.H.; LUCIA, S.M.D.; TEIXEIRA, L.J.Q.; JUNQUEIRA M.S. Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p. 1519-1526, 2011.
- ANDREUCCETTI, C.; CARVALHO, R.A.; GROSSO, C.R.F. Effect of hydrophobic plasticizers on functional properties of gelatin-based films. **Food Research International**, v.42, s/n, p.1113–1121, 2009.
- AOAC - **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis of AOAC. 18 ed. Washington, 2005.
- ASCHERI, D.P.R.; MOURA, W.S.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.2, p.159-166, abr./jun. 2010.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 828-95a) In: **Annual Book of ASTM Standards**. Philadelphia: ASTM, 1995.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS Standard test methods for water vapor transmission of materials (E96-80) In: **Annual Book of ASTM Standards**. Philadelphia: ASTM, p.730–739, 1989.
- AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados-potencial da aplicação. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.21, n.2, p.267-278, jul./dez. 2003.
- BALDWIN, E.A.; SCOTT, J.W.; EINSTEIN, M.A.; MALUNDO, T.M.M.; CARR, B.T.; SHEWFELT R.L.; TANDON, K.S. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. **Journal American Society Horticultural Science**, v.12, p.906-915. 1998.
- BARBOSA, L.S. Caracterização dos frutos e sementes da *Swartzia burchelli*, extração e caracterização do amido e sua aplicação na cobertura de morangos. 2011. 117p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO, 2011.

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 de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.781-788, out./dez., 2005.

BATISTA, W.P.; SILVA, C.E.M.; LIBERATO, M.C. Propriedades químicas e de pasta dos amidos de trigo e milho fosforilados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.30, n.1, 88-93, 2010.

BELLO-PÉREZ, L.A.; MONTEALVO, M.G.M.; ACEVEDO, E.G. Almidón: definición, estructura y propiedades. In: LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carbohidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. Editora da USP, São Paulo, p.646, 2006.

BENINCA, C. Emprego de técnicas termoanalíticas na análise de amidos nativos e quimicamente modificados de diferentes fontes botânicas. 2008.74f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

BERGO, P.; SOBRAL, P.J.A.; PRISON, J.M. Effect of glycerol on physical properties of cassava starch films. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.34, p.401-410, 2010.

BOREL, C.; HOSTETTMAN, K. Molluscicidal saponins from *Swartzia madagascariensis* Desvaux. **Helvetica Chimica ACTA**, v.70, n.3, p.570-576, mai. 1987.

BOLZAN, R.P. Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate 'Dominador'. 2008. 167p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2008.

BOURTOOM, T. Edible films and coatings: characteristics and properties. **International Food Research Journal**, v.15, n.3, p.237-248, 2008.

BRASIL. **Resolução RDC n. 263** de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, p.368-369, 23 set. 2005.

BRACKMANN, A. Influência da pressão parcial de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.12, n.3, p.235-242, 1991.

CARVALHO FILHO, C.D.; HONÓRIO, S.L.; GIL, J.M.; Qualidade pós-colheita de cerejas cv. Ambrunés utilizando coberturas comestíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 180-184, ago. 2006.

CARVALHO, R.M. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina. 1997. 128f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

CEREDA, M.P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, v. 1) 2002.

CEREDA, M.P. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargil, 224p, 2001.

CEREDA, M.P.; BERTOLLINI, A.C.; SILVA, A.P.; OLIVEIRA, M.A.; EVANGELISTA, R.M. Filmes de almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESSO DE POLIMEROS BIODEGRA-DABLES AVANCES Y PERSPECTIVAS, Buenos Aires, 1995. **Anais**. Buenos Aires, 1995. p.42.

CERQUEIRA, T.S.; ALLEONI A.C.C.; SASAKI, F.F.; JACOMINO, A.P. Avaliação de diferentes recobrimentos em goiaba “Kumagai” armazenadas em temperatura ambiente. In: Congresso Brasileiro, Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, 12, 2005, Recife, **Anais...** Recife, 2005.

CHAN, H.T.; BHAT, R.; KARIM, A.A. Effects of sodium dodecyl sulphate and sonication treatment on physicochemical properties of starch. **Food Chemistry**, v.120, n.3, p.703-709, 2010.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v.78, n.11, p.2563-2583,1995.

CHIEN, P.J.; SHEU, F.; LIN, H.R. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. **Food Chemistry**, v.100, p.1160-1164, 2007a.

CHIEN, P.J.; SHEU, F.; YANG, F.H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.225-229, 2007b.

CHIEN, P.J.; SHEU, F.; LIN, H.R. Quality assessment of low molecular weight chitosan coating on sliced red pitayas. **Journal of Food Engineering**, v.79, p.736-740, 2007c.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, FAEPE, 1990. 320p.

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

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates ‘Débora’ com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**. v.24, n.3, p.381-385, jul./set. 2006.

COSTA, T.L.E.; OLIVEIRA, T.A.; SANTOS, F.K.G.; AROUCHA, E.M.M.; LEITE, R.H.L. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método *dipping*. **Revista Verde**. Mossoró - (RN), v.7, n.5, p.12-19, dezembro de 2012.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas/SP, v.27, n.2, p. 408-416, 2007.

DAVAÇO, T. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou ácido capróico e surfactantes. Campinas, 2006.130f. **Dissertação** (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas (SP), 2006.

DHANAPAL, A.; SASIKALA P.; RAJAMANI, L.; KAVITHA V.; YAZHINI. G.; BANU, M.S. Edible films from Polysaccharides. **Food Science and Quality Management**, v.3, p.9-17, 2012.

DIAS, A.B. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz. 116p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2008.

DONG, H.; CHENG, L.; TAN, J.; ZHENG, K.; JIANG, Y. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.355-358, 2004.

FAKHOURI, F.M.; COLLARES, F.P. Edible coatings based on starch and gelatin for refrigerated grapes. In: **PROCEEDINGS OF THE INTRADFOOD - CONFERENCE EFFoST**. Valencia: Editora Elsevier (Londres), v.2, p.1447- 1450, 2005.

FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.V.M.; MILANEZ, C.R.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROZ, F.P. 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**, Campinas, v.27, n.2, p.369-375, abr./jun. 2007.

FARIAS, M.G.; FAKHOURI, F.M.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malphigia emarginata* D.C.). **Química Nova**, São Paulo, v.35, n.3, 546-552, 2012.

FAO. **Agriculture** - Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>> Acesso em: 20 de novembro de 2013.

FENIMAN, C.M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. 2004. 83p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2004.

FERREIRA, M.D.; FRANCO, A.T.O.; NOGUEIRA, M.F.M.; ALMEIDA, R.V.C.; TAVARES, M. Avaliação da etapa da colheita em tomates de mesa cv. Débora. **Brazilian journal of Food Technology**, s.I., v. 7, n. 2, p. 173-178, 2004.

FERREIRA, S.M.R. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. 2004. 231f. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 2004.

FLAGUERA, V.; QUINTERO, J.P.; JIMÉNEZ, A.; UMÑOZ, J.A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Food Science & Technology**, v. 22, p. 292-303. 2011.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. **Food starch modified: code of federal regulation.** Washington, v.3, 2007.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Structural and functional characteristics of selected soft wheat starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.79, p.243-248, 2002.

GALLO, J.A.Q.; DEBEAFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. **Journal of Membrane Science**, s.I., v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.

GÁSPAR, M.; BENKÓ, Z., DOGOSSY, G., RÉCZEY, K.; CZIGÁNY, T. Reduzing water absorption in compostable starch-based plastics. **Polymer Degradation and Stability**, v.90, p. 563-569, 2005.

GAVA, A.J. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** São Paulo: Nobel, 2008.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. **Food Technology**, v.44, n.10, p.63-9, 1990.

GONTARD, N. Films et enrobages comestibles- étude et amélioration des propriétés filmogènes du gluten. 1991. 174f. **Tese** (Doctorat Biochimie, Biologie Cellulaire et Moléculaire/Sciences des Aliments) - Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 1991.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Edible wheat gluten films- influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. **Journal of Food Science**, v.57, n.1, p.190-195, 1992.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: Technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos** (SBCTA), Campinas, v. 30, n. 1, p. 3-15, 1996.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **Journal of Food Science**, v.58, n.1, p.206-211, 1993.

GUILHERME, D.O. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cereja cultivados em diferentes espaçamentos em sistema orgânico. 2007. 63 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2007.

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S.W.; TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v.33, p.67-78, 2004.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.231-240, jan./mar. 2008.

HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M.J., GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.247–253, 2006.

HOJO, E.T.D. Qualidade de mangas “Palmer” tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. Lavras, MG: UFLA, 2005. 127 P. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2005.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. Cap.15, p.579-586. 2008.

JAVANMARD, M. Biodegradable Whey Protein Edible Films as a New Biomaterials for Food and Drug Packaging. **Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences**, Iran, v.5, n.3, p.129-134, 2009.

JIANG, Y.; LI, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**, v.73, p.139 143, 2001.

KARIM, A.A.; TOOM, L.C.; LEE, V.P.L.; ONG, W.Y.; FAZILAH, A.; NODA, T. Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch. **Journal of Food Science**, v.72, n.2, p.C132-C138, 2007.

KASIRAJAN, S.; NGOUAIJO, M. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v.32, n.2, p.501-529, 2012.

KHALIL, A.H. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. **Food Chemistry**, v.68, 61-68, 2000.

KHWALDIA, K.; ARAB-TEHRANY, E.; DESOBRY, S. Biopolymer Coatings on Paper Packaging Materials. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.9, n.1. p.82-91, 2010.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LAFARGUE, D.; LOURDIN, D.; DOUBLIER, J.L. **Carbohydrate Polymers**, v.70, p.101-111, 2007.

LAOHAKUNJIT, N.; NOOMHORM, A. Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier properties of Rice Starch film. **Starch/Stärke**, s.I., v.56, p.348-356, 2004.

LAROTONDA, F.D.S.; MATSUI, K.N.; SOLDI, V.; LAURINDO, J.B. Biodegradable Films Made from Raw and Acetylated Cassava Starch. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, s.I., v. 47, n. 3, p. 477-484, Jul., 2004.

LATNER, K.; O'KRAY, C.; JIANG, J. **China, peoples republic of bio-fuels an alternative future for agriculture 2006**. USDA Foreign Agricultural Service. Global Agriculture Information Network (GAIN), Report Number: CH6049, 2006. 14p.

LAWAL, O.S. Succinyl and acetyl starch derivatives of a hybrid maize: Physicochemical characteristics and retrogradation properties monitored by differential scanning calorimetry. **Carbohydrate Research**, v.339, p.2673–2682, 2004.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Editora SARVIER, 2002.

LEMOS, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; JOSÉ, A.R.S.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S.; BARRETO, A.P.P.; BOMFIM, M.P. Conservação do pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada. **Magistra**, Cruz das Almas, v.20, n.1, p.06 15, 2008.

LEMOS, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; JOSÉ, A.R.S.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali r' em duas condições de armazenamento. **Revista Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.693-699, 2007.

LEMOS, O.L. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão 'Magali R'. Vitória da Conquista, BA: UESB, 2006. 115 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LEÓN-SÁNCHEZ, F.D.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; RIVERA-CABRERA, F.; PONCE-VALADEZ, M.; ÁVILA-ALEJANDRE, X.; FERNÁNDEZ, F.J.; ESCALONA-NUENDÍA, H.B.; PÉREZ-FLORES, L.J. Effect of refrigerated storage on aroma and alcohol dehydrogenase activity in tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 54, p.93-100, 2009.

LEONEL, M.; JACKY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce - um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p.343-345, 1998.

LIMBERGER, V.M.; SILVA, L.P.; EMANUELLI, T.; COMARELA, C.G.; PATIAS, L.D. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, v. 31, n.1, 84-88, 2008.

LIU, H.; RAMSDEN, L.; CORKE, H. Physical properties and enzymatic digestibility of phosphorylated ae, wx, and normal maize starch prepared at different pH levers. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 6, 938-943, 1999.

LOURDIN, D.; COIGNARD, L.; BIZOT, H.; COLONNA, P. Influence of equilibrium relative humidity and plasticizer concentration on the water content and glass transition of starch materials. **Polymer: The Chemistry, Physics And Technology Of High Polymer**, London, v. 38, n. 21, p. 5401-5406, Oct., 1997.

MALI, S; GROSSMAN, M.V.E. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton v.24, p.7055-7011, 2003.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; GARCÍA, M.A.; MARTINO, M.M.; ZARITZKY, N.E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v.56, n.2, p.129-135, 2004.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; GARCÍA, M.A.; MARTINO, M.M.; ZARITZKY, N.E. Microstructural characterization of yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v.50, n.2, p.379-386, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.137-156, 2010.

MALI, S.; SAKANAKA, L.S.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M.V.E. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. **Carbohydrate Polymers**, v.60, p.283-289, 2005.

MAGALHÃES, A.F.; TOZZI, A.M.G.A. SNATOS, C.C.; SERRANO, D.G.; ZANOTTI, MAGALHÃES, E.M.; MAGALHÃES, E.G.; MAGALHÃES, L. A. Saponins from *Swartzia langsdorffii*- Biological Activities. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v.98, n.5, p.713-718, 2004.

MANSANO, V.F. Estudos taxonômicos da tribo Swartzieae (DC.) Benth. (*Leguminosae Papilionoideae*) no Sudeste do Brasil. 1997. 140f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia vegetal) – Universidade estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MANSANO, V.F.; LEWIS, G.P.; TOZZI, A.M.G.A. *Swartzia burchelli* (Leguminosae-Papilionoideae) from Goiás, Brazil; a new name for a taxon proposed by Bentham. **Kew Bull**, v.57, n.3, p.635-638, 2002.

MARCHETTO, A.M.P.; ATAIDE, H.H.; MASSON, M.L.F.; PELIZER, L.H.; PEREIRA, C.H.C.; SENDÃO, M.C. Avaliação das partes desperdiçadas de alimentos no setor de hortifruti visando seu reaproveitamento. **Revista Simbio-Logias**, v.1, n.2, nov./2008.

MARQUI, S.R.; LEMOS, R.B.; SANTOS, L.A.; GAMBOA, I.C. ; CAVALHEIRO, A.J.; BOLZANI, V.S.; SILVA, D.H.S. Saponinas Antifúngicas de *Swartzia langsdorffii*. **Revista Química Nova**, v.31, n.4, p.828-831, 2008.

MARTELLI, S.M. Obtenção e caracterização de filmes de queratina de penas de frango. 2005. 95p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2005.

MARTELLI, S.M.; MOORE, G.; PAES, S.S.; GANDOLFO, C.; LAURINDO, J.B. Influence of plasticizers on the water sorption isotherms and water vapor permeability of chicken feather keratin films. **LWT- Food Science and Technology**, v.39, p.292-301, 2006.

MATTA JUNIOR, M.D.; SARMENTO, S.B.S.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ZOCCHI, S.S. Propriedades de barreira e solubilidade de filmes de amido de ervilha associado com goma xantana e glicerol. **Revista Polímeros**, v.21, n.1, p.67-72, 2011.

MOJOVIĆ, L.; NIKOLIĆ, S.; RAKIN, M.; VUKASINOVIĆ, M. Production of bioethanol from corn meal hydrolyzates, **Fuel**, v.85, n.12-13, p.1720-1755, 2006.

MOURA, W.S. Extração e caracterização do amido do *Hedychium coronarium* e elaboração de filmes biodegradáveis. 2008. 96 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Moleculares) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008.

MONTERREY, E.S.; SOBRAL, P.J.A. Caracterização de propriedades mecânicas e óticas de biofilmes a base de proteínas miofibrilares de tilápia do nilo usando uma metodologia de superfície-resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas/SP, v.19, n.2, 1998.

MONTERREY-QUINTERO, E.S.; SOBRAL, P.J.A. Preparo e caracterização de proteínas miofibrilares de tilápia-do-nilo para elaboração de biofilmes. **Pesquisas Agropecuárias do Brasil**, v.35, n.1, p.179-189, 2000.

MÜLLER; C.M.O., YAMASHITA, F; LAURINDO, J.B. Evaluation of the effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of cassava starch films through a solubility approach. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v.72, n.1, p.82-87, 2008.

NODA, T.; KOTTEARACHCHI, N.S.; TSUDA, S.; MORI, M.; TAKIGAWA, S.; MATSUURA-ENDO, C; KIN, S.J.; HASHIMOTO, N.; YAMAUCHI, H. Starch phosphorus content in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars and its effect on other starch properties. **Carbohydrate Polymers**, v.68, n.4, p.793-796, 2007.

NUNES, E.E.; VILAS BOAS, B.M.; CARVALHO, G.L.; SIQUEIRA, H.H.; LIMA, L.C.O. Vida útil de pêssegos Aurora armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.438-440, 2004.

OCUNO, D.; SOBRAL, P.J.A.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Preparo de proteínas miofibrilares de carne e elaboração de biofilmes com dois tipos de ácidos: propriedades mecânicas. **Braz. Journal of Food Technology**, v. 1(1-2), p. 44-52. 1998.

OLIVAS, G.I.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Edible coatings for fresh-cut fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.45, n.7, p.657-670, 2005.

OLIVATO, J.B.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado. **Semina**, Londrina, v.27, n.1, p.81-88, 2006.

OLIVEIRA, L.F. Desenvolvimento, caracterização de filmes comestíveis de fécula de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e sua aplicação da cobertura em frutos de jaboticabas. 2010. 70 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, 2010.

OLIVEIRA, M.A. de; CEREDA, M.P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.28-33, 2003.

PARK, S.I.; STAN, S.D.; DAESCHEL, M.A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria × ananassa*) to control mold growth during cold storage. **Journal of Food Science**, v.70, n.4, p.202–207, 2005.

PASCHALL, E.F. Phosphation with organic phosphate salts. In: WHIISTLER, R. E. L. (ed). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, v.4. 1964. p.294-296.

PEREIRA, L.D.; ASCHERI, D.P.R. Efeitos do tempo de reação e da concentração de tripolifosfato de sódio sobre a fosfatação do amido da fruta-de-lobo. **Revista Processos Químicos**, v.3, n.1, p.45-50, 2010.

PEREIRA, L.D.; ASCHERI, D.P.R. Efeitos do tempo de reação em função da concentração de tripolifosfato de sódio sobre as propriedades físicas e químicas do amido da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*). **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.2, n.2, p.82-97, 2011.

PEREIRA, M.E.C.; SILVA, A.S.; SANTOS, V.J.; SOUZA, E.G.; LEDO, C.A.S.; LIMA, M.A.C.; AMORIM, T.B.F. Aplicação de revestimento comestível para conservação póscolheita da manga 'Tommy Atkins' em temperatura ambiente. In: Congresso Brasileiro de fruticultura: **Anais**. Florianópolis: 2004.

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

PEREZ-GAGO, M.B.; KROCHTA, J.M. Denaturation time and temperature effects on solubility, tensile properties, and oxygen permeability of whey protein edible films. **Journal of Food Science**, v.66, n.5, p.705-710, 2001.

PERONI, F.H.G. Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas. 2003. 118f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2003.

POLESI, L.F. Amido resistente: aplicações e métodos de produção. **Boletim CEPPA**, v.29, n.2, p.211-222, 2011.

PRATES, M.F.O. Elaboração e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e aplicação da cobertura em frutos de morango. 2010. 97p. **Dissertação** (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO, 2010.

PRATES, M.F.O.; ASCHERI, D.P.R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.29, n.1, p.21 - 32, 2011.

PRIELER, S.; FISCHER, G. Agricultural by-products associated with biofuel production chains. Report D5.1, Laxenburg: **Elobio**, 2009. 14p.
<http://www.elobio.eu/fileadmin/elobio/user/docs/DeliverableE5.1.pdf>.

QIUPING, Z.; WENSHUI, X. Effect of 1 methylcyclopropene and/or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit. **LWT**, v.40, p.404-411, 2007.

RAFFO, A.; LEONARDI, C.; FOGLIANO, V.; AMBROSINO, P.; SALUCCI, M.; GENNARO, L.; BUGIANESI, R.; GIUFFRIDA, F.; QUAGLOIA, G. Nutritional Value of

Cherry Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Cv. Naomi F1) Harvested at Different Ripening Stages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p.6550-6556, 2002.

REIS, R.C. Curvas de secagem, propriedades tecnológicas e aplicação pós-colheita de filmes biodegradáveis de fécula de inhame (*Dioscorea* spp.) e glicerol. 2011. 109f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2011.

RIGO, L.N. Desenvolvimento e caracterização de filmes Comestíveis. 2006. 160f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2006.

RIVALDI, J.D.; SARROUH, B.F.; FIORILO, R.; SILVA, S.S. Glicerol de biodiesel. **Biociência**, v.37, n.10, 2007/2008.

RINALDI, M.M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B.N.; SALES, R.N.; AMARAL, R.D.A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim CEPPA**. Curitiba. v.29, n.2, p.305 - 316, 2011.

ROCHA, M.C. Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agronômicas, físico-químicas e sensoriais. **Tese** (Doutorado). UFRRJ.Rio de Janeiro, 2008.

ROCHA, M.C.; GONÇALVES, L.A.; CORRÊ, A.F.M.; RODRIGUES, R.; SILVA, S.L.; ABOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3. 2009.

ROJAS-GRAÜ, A.; OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 875-889. 2009.

SANCHEZ, C.S.; ROCHA, A.F.I.; PINHEIRO, M.L.B.; ANDRADE, C.H.S., MONTE, F.J.Q. Brachyrachisina- Isoflavona inédita de *Swaetzia* (Leguminosae). **ACTA Amazônica**, v.29, n.3, p.419-422, 1999.

SANDHU, K.S.; SINGH, N.; KAUR, N.; J. **Food Engineering**, 2004, 64, 119.

SANTOS, A.P. Extração e caracterização do amido do fruto-dolobo (*Solanum lycocarpum* st. *hil*) e elaboração de filmes biodegradáveis. 2009. 112f. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências Moleculares) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V.O.; GARCIA, E.E.C. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas : CETEA/ ITAL, 2002. 276 p.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga 'Surpresa'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, 2007.

SCHIRMER, M.A.; TOLEDO, M.C.F.; REYS, F.G.R.; **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, Campinas. 1986, 20, 55.

SCHULTES, E.R. De plantis toxicariis e mundo novo tropicale commentationes. XX Medicinal and toxic uses of Swartzia in the northwest Amazon. **Journal of Ethnopharmacolog**, v.1, n.1, p.79-87, 1979.

SHIMAZU, A.A.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p.79-88, 2007.

SILVA, W.A.; PEREIRA, J.; CARVALHO, W.P.de.; FERRUA, F.Q. Determinação da cor, imagem superficial topográfica e ângulo de contato de biofilmes de diferentes fontes de amido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras/MG, v.31, n.1, 2007.

SITOHY, M.Z.; EL-SAADANY, S.S.; LABIB, S.M.; RAMADAN, M.F.; **Starch/ Staerke** 2000, 52, 101.

SOBRAL, P.J.A. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1251-1259, 2000.

SOBRAL, P.J.A.; MENEGALLI, F.C.; HUBINGER, M.D.; ROQUES, M.A. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. **Food Hydrocolloids**, v.15, n.4-6, p.423-432, 2001.

SOBRAL, P.J.A.; MONTERREY QUINTERO, E.S.; HABITANTE, A.M.Q.B. Glasstransition of Nile tilapia myofibrillar protein films plasticized by glycerin and water. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.67, n.2, p.499-504, 2002.

SOUSA, A.A.; GRIGIO, M.L.; NASCIMENTO, C.R.; SILVA, A.C.D.; REGO, E.R.; REGO, M.M. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.2, p.113-118, maio-agosto, 2011.

SOUTO, R.F.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S. de; DONADON, J.; MENEGUCCI, J.L.P. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' colhido no estágio de maturação "pintado" associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.24-28, abr., 2004.

SOUZA, J.L. **Manual de horticultura orgânica**. 2 edição. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 842p.

SOUZA, S.M.A.; SOBRAL, P.J.A.; MENEGALLI, F.C. Desenvolvimento de filmes comestíveis à base de proteínas miofibrilares extraídas de carne bovina. In: SOBRAL, P. J. A.; CHUZEL, G. (Eds.). **Anais do Workshop sobre Biopolímero**. Pirassununga, SP, p.102-106. 1997.

STATSOFT. **Statistica (data analysis software system). Version 8.0**. Tulsa: StatSoft, 2007. CD-ROM.

TAPIA-BLÁCIDO, D.; SOBRAL, P.J.; MENEGALLI, F.C. Effects of drying temperature and relative humidity on the mechanical properties of amaranth flour films plasticized with glycerol. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.22, n.2, p.249-256, 2005.

TESTER, R.F.; QI, X.; KARKALAS, J. Hydrolysis of native starches with amylases. **Animal Feed Science and Technology**, v.130, n.1-2, p.39-54, set, 2006.

THOMAZINE, M.; CARVALHO, R.A.; SOBRAL, P.J.A. Physical properties of gelatin films plasticized by blends of glycerol and sorbitol. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, p.172-176, 2005.

VANDEPUTTE, G.E.; VERMEYLEN, R.; GEEROMS, J.; DELCOUR, J.A.; J. **Cereal Science**, 2003, 38, 43.

VEIGA, S.P.; OLIVEIRA, L.M.; CEREDA, M.P.; ALVES, A.J.; SCAMPARINI, A.R.P. Mechanical properties, hydrophilicity and water activity of starch-gum films: effect of additives and deacetylated xanthan gum. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v.19, p.341-349, 2005.

VICENTINI, N.M. Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita. 2003. 198f. **Tese** (Doutorado em Agronomia (Horticultura)) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

VICENTINO, S.L.; FLORIANO, P.A.; DRAGUNSKI, D.C.; CAETANO, J. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v.34, n.8, p.1309-1314, 2011.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, A.R.; SILVA, A.P. Efeito da utilização de cera e películas de amido e fécula em condições de refrigeração na conservação do tomate. **Cultura Agrônômica**, Ilha solteira, v.6, n.1, p.93-110, 1997.

VILA, M.T.R. Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004, 66f. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

VU, K.D.; HOLLINGSWORTH, R.G.; LEROUX, E.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. **Food Research International**, v. 44, p. 198-203. 2011.

WURZBURG, O.B. Cross-linked starches. In: WÜRZBURG, O.B. (Ed.), *Modified Starches: Properties and Uses*. **CRC Press**, Inc., Boca Raton, p.41-53, 1986.

ZAMORA, A. **Carbohydrates - Chemical Structure**. Disponível em: <<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>> Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

ZHANG, Y.; HAN, J.H. Plasticization of pea starch films with monosaccharides and polyols. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 6, p. 253-261, 2006.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.35, p.849-868, 2002.

ZULO, R.; IANNACE, S. The effects of different starch sources and plasticizers on film blowing of thermoplastic starch: Correlation among process, elongational properties and macromolecular structure. **Carbohydrate Polymers**, s.l., v. 77, p. 376-383, 2009.

APÊNDICE

TABELA 3. Resultados experimentais de espessura, permeabilidade ao vapor de água (Pva), solubilidade em água, força na ruptura e deformação dos filmes comestíveis elaborados a base de amido extraído das sementes da *S. burchelli*, água e glicerol.

Glicerol (%)	Nativo	AF ₁	AF ₂	AF ₃
Espessura				
5	0,050±0,005	0,060±0,002	0,050±0,001	0,060±0,001
10	0,060±0,007	0,060±0,002	0,050±0,001	0,060±0,001
15	0,060±0,008	0,060±0,002	0,060±0,001	0,060±0,001
20	0,070±0,002	0,060±0,001	0,060±0,001	0,070±0,002
Permeabilidade ao vapor de água				
5	0,065±0,006	0,077±0,003	0,085±0,007	0,094±0,010
10	0,075±0,007	0,091±0,007	0,110±0,008	0,126±0,010
15	0,085±0,007	0,109±0,007	0,127±0,005	0,146±0,013
20	0,094±0,009	0,127±0,008	0,143±0,003	0,168±0,006
Solubilidade em água				
5	1,97±1,05	7,45±1,20	2,06±1,37	2,06±0,90
10	16,60±1,29	9,32±1,20	8,54±1,42	5,97±0,80
15	24,64±1,47	16,39±1,45	12,41±1,43	10,28±1,39
20	33,17±1,64	19,89±1,47	20,84±1,10	11,25±1,21
Força na ruptura				
5	2654,33±44,09	1732,67±33,50	3086,00±51,11	3319,33±71,59
10	1484,00±624,01	1125,33±324,33	2613,33±239,88	2002,67±796,45
15	272,33±663,53	302,67±342,69	1770,00±249,42	791,33±718,92
20	326,67±57,16	263,67±29,50	1031,67±63,06	351,67±62,50
Deformação				
5	1,23±0,05	0,83±0,05	1,33±0,05	1,30±0,17
10	1,37±0,15	1,70±0,60	1,23±0,10	0,93±0,17
15	7,07±0,15	11,87±0,58	1,20±0,05	7,63±0,15
20	10,23±0,11	15,87±0,20	1,23±0,05	13,53±0,05

* Médias seguidas ± desvio padrão.

TABELA 4. Resultados experimentais de perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e firmeza dos tomates cereja com coberturas comestíveis elaboradas do amido extraído das sementes da *S. burchelli*.

Tratamento	Tempo (dias)							
	1	3	6	9	12	15	18	21
Perda de massa (%)								
T ₁	0a	0,59±0,09	1,29±0,11	1,85±0,15	2,85±0,13	3,20±0,09	3,89±0,09	4,33±0,11
T ₂	0a	0,59±0,05	1,33±0,07	2,03±0,07	2,96±0,05	3,32±0,07	4,05±0,07	4,53±0,10
T ₃	0a	0,72±0,105	1,47±0,06	2,11±0,07	2,95±0,07	3,39±0,16	4,04±0,13	4,47±0,09
T ₄	0a	0,72±0,028	1,54±0,09	2,30±0,16	3,41±0,07	3,87±0,09	4,61±0,10	5,23±0,04
Sólidos solúveis (°Brix)								
T ₁	6,56±0,05	6,54±0,08	6,72±0,01	6,55±0,13	6,51±0,08	6,17±0,01	5,98±0,02	5,77±0,09
T ₂	5,63±0,09	5,78±0,06	5,93±0,01	5,93±0,10	6,03±0,01	6,16±0,07	6,18±0,05	6,28±0,09
T ₃	5,85±0,05	5,98±0,06	6,03±0,05	5,99±0,07	6,01±0,05	6,10±0,03	6,04±0,06	6,10±0,08
T ₄	5,96±0,04	6,03±0,04	6,14±0,05	6,11±0,05	6,08±0,05	6,13±0,05	6,17±0,06	6,16±0,07

Continua...

Acidez titulável (%)								
T ₁	7,06±0,06	7,25±0,09	7,64±0,08	7,86±0,10	7,98±0,08	8,09±0,09	8,09±0,06	8,17±0,06
T ₂	6,92±0,06	7,12±0,05	7,27±0,04	7,36±0,05	7,42±0,07	7,45±0,04	7,46±0,07	7,50±0,06
T ₃	6,84±0,01	6,90±0,02	6,98±0,02	7,02±0,01	7,03±0,02	7,07±0,02	7,09±0,01	7,08±0,02
T ₄	6,75±0,01	6,78±0,01	6,84±0,01	6,88±0,02	6,91±0,01	6,93±0,01	6,94±0,01	6,95±0,01
Índice de Maturação (SS/AT)								
T ₁	0,93±0,03	0,90±0,09	0,88±0,01	0,83±0,07	0,82±0,09	0,76±0,03	0,74±0,02	0,71±0,01
T ₂	0,81±0,01	0,81±0,01	0,82±0,05	0,81±0,01	0,81±0,08	0,83±0,04	0,83±0,01	0,84±0,05
T ₃	0,86±0,01	0,87±0,02	0,86±0,06	0,85±0,01	0,85±0,01	0,86±0,02	0,85±0,03	0,86±0,01
T ₄	0,88±0,04	0,89±0,08	0,90±0,09	0,89±0,06	0,88±0,06	0,89±0,01	0,89±0,01	0,89±0,04
Firmeza (cN)								
T ₁	196,86±4,78	169,96±3,17	140,72±3,38	120,02±2,66	103,53±3,56	86,52±3,41	72,17±4,23	63,91±3,14
T ₂	201,07±3,18	182,82±2,51	171,64±2,51	162,80±2,35	154,03±2,01	147,12±1,63	142,31±1,44	139,36±1,54
T ₃	172,95±1,86	164,32±1,84	157,28±1,84	151,63±1,80	146,71±1,92	140,43±1,44	136,06±1,60	132,82±1,08
T ₄	153,03±0,70	147,19±0,65	143,72±0,83	141,31±0,67	137,52±0,62	134,64±0,89	132,97±0,89	131,31±0,51

T₁- Controle (sem cobertura); T₂- Amido nativo com 5% de glicerol; T₃- Amido fosfatado a 7% de ATPS/30 min com 10% de glicerol; T₄- Amido fosfatado a 7% de ATPS/50 min com 20% de glicerol.

* Médias seguidas ± desvio padrão.

TABELA 5. Análise de variância da permeabilidade ao vapor em água (Pva), solubilidade em água, força à ruptura e deformação dos filmes comestíveis elaborados a base de amido extraído das sementes da *S. burchelli*, água e glicerol.

FV	gl	Pva		Solubilidade em água		Força à ruptura		Deformação	
		SQ	F	SQ	F	SQ	F	SQ	F
Gli	3	1,8 10 ⁻²	104,6*	1548,9	1088,7*	3,5 10 ⁷	1082,9*	896,6	49,9*
TA: 5%	3	1,4 10 ⁻³	7,9*	154,6	108,7*	3,7 10 ⁶	115,7*	0,4	0,0 ⁿ
TA: 10%	3	4,4 10 ⁻³	25,4*	114,8	80,7*	4,4 10 ⁶	137,8*	1,0	0,1 ⁿ
TA: 15%	3	6,1 10 ⁻³	35,2*	189,6	133,2*	4,8 10 ⁶	149,1*	310,7	17,3*
TA: 20%	3	8,6 10 ⁻³	49,4*	204,9	144,0*	1,2 10 ⁶	36,7*	314,5	17,5*
TA	3	1,9 10 ⁻²	107,8*	631,4	443,8*	1,1 10 ⁷	332,0*	305,2	17,0*
Gli: NA	3	1,4 10 ⁻³	8,0*	390,8	274,7*	1,2 10 ⁷	369,3*	582,9	32,4*
Gli: AF ₁	3	4,3 10 ⁻³	24,9*	536,4	377,0*	4,5 10 ⁶	140,5*	306,6	17,1*
Gli: AF ₂	3	5,3 10 ⁻³	30,8*	392,0	275,6*	6,6 10 ⁶	206,8*	1,7	0,1 ⁿ
Gli: AF ₃	3	8,9 10 ⁻³	51,0*	262,2	184,3*	1,5 10 ⁷	473,6*	326,9	18,2*
Gli x A	9	1,8 10 ⁻³	3,4*	32,5	7,6*	3,4 10 ⁶	35,7*	321,5	6,0*
	3								
Erro	2	1,9 10 ⁻³	-	15,2	-	3,4 10 ⁵	-	191,7	-

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ⁿ não significativo;

FV- fator de variação; gl- graus de liberdade; SQ- soma dos quadrados; F- calculado;

Gli- concentração de glicerol;

TA- tipo de amido.

TABELA 6. Resumo da análise de variância para o efeito das coberturas comestíveis de amido de *S. burchelli* e glicerol e do tempo de armazenamento na perda de massa, relação SS/AT e firmeza dos tomates tipo cereja.

FV	gl	Perda de massa (%)		SS/AT		Firmeza	
		SQ	F	SQ	F	SQ	F
Tempo (t)	7	33,45	3812,26	4,13E-03	60,2	5691,5	1028,3
C: 1 dias	3	0,00	0,00 ^{ns}	7,20E-03	105,0	3002,2	542,4
C: 3 dias	3	0,02	1,88 ^{ns}	4,71E-03	68,7	1310,2	236,7
C: 6 dias	3	0,04	4,77	3,75E-03	54,6	1204,3	217,6
C: 9 dias	3	0,10	11,77	3,64E-03	53,0	1990,0	359,5
C: 12 dias	3	0,19	21,61	3,07E-03	44,8	2990,3	540,3
C: 15 dias	3	0,26	29,98	8,51E-03	124,1	4464,3	806,6
C: 18 dias	3	0,30	34,66	1,22E-02	178,2	6415,9	1159,2
C: 21 dias	3	0,49	55,83	1,92E-02	280,3	7547,8	1363,7
Cobertura (C)	3	0,95	108,67	2,57E-02	374,4	16145,7	2917,1
Tempo: C ₁	7	7,36	839,25	1,93E-02	281,7	13380,0	2417,4
Tempo: C ₂	7	8,05	917,46	3,41E-04	5,0	2771,1	500,7
Tempo: C ₃	7	7,64	870,31	9,25E-05	1,3	1179,5	213,1
Tempo: C ₄	7	10,59	1207,46	8,10E-05	1,2	340,8	61,6
t x C	21	0,06	7,41	5,23E-03	76,3	854,9	154,5
Erro	64	0,01	-	6,86E-05	-	5,5	-

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ⁿ não significativo.

FV- fator de variação; gl- graus de liberdade; SQ- soma dos quadrados; F- calculado.