

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

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DE
FÉCULA DE MANGARITO (*Xanthosoma mafaffa* Schott), E SUA APLICAÇÃO NA
COBERTURA EM FRUTOS DE JABUTICABA**

Lionora Francisca de Oliveira

ANÁPOLIS – GO
FEVEREIRO DE 2011

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES
COMESTÍVEIS DE FÉCULA DE MANGARITO (*Xanthosoma
mafffa* Schott), E SUA APLICAÇÃO NA COBERTURA EM
FRUTOS DE JABUTICABA**

LIONORA FRANCISCA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. DIEGO PALMIRO RAMIREZ ASCHERI

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
Goiás
2011

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES
COMESTÍVEIS DE FÉCULA DE MANGARITO (*Xanthosoma mafaffa*
Schott), E SUA APLICAÇÃO NA COBERTURA EM FRUTOS DE
JABUTICABA**

Por

Lionora Francisca de Oliveira

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

Aprovada em: ___/___/___

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

Prof^a. Dr^a. Maria Assima Bittar Gonçalves
EA/UFG

Prof^a. Dr^a. Roberta Passini
UEG/UnUCET

DEDICATÓRIA

Primeiramente a DEUS, por conduzir meus passos, pelo amor, sabedoria, oportunidades e bênçãos que tenho recebido em minha vida.

Aos meus amados pais, Olinda e Jason, pelo amor infinito, pelo apoio que recebi em todos os momentos e que, com a graça de Deus, sempre estiveram ao meu lado me ajudando.

Ao meu esposo Ailton, pelo amor, atenção e paciência, pelo incentivo em alcançar os meus objetivos.

Ao meu irmão Luciano, incentivando-me a percorrer este caminho e por compartilhar dúvidas, estendendo sua mão amiga em momentos difíceis.

Obrigada a todos que sempre me incentivaram. Sabemos que não foi fácil.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof Diego Palmiro Ramirez Ascheri, pela atenção sem limites, pela orientação valiosa, pelos ensinamentos, pelo carinho pelo qual sempre me atendeu e pela amizade.

À Universidade Estadual de Goiás e ao Programa de Mestrado em Engenharia Agrícola, aos professores do programa, pela oportunidade concedida, e à Embrapa Agroindústria de Alimentos, no apoio nas análises realizadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), pelo suporte financeiro.

Aos funcionários dos Laboratórios de Secagem e Armazenagem de Produtos Vegetais e de Química, Daiana e Sr.Valdeir, pela disposição e pelo ensinamento em utilizar todos os equipamentos.

Aos colegas do curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Antônio Florentino, Janaina, Ludmila, Mariana, Renata, pela ajuda no projeto e pela boa disposição.

À Eliete, por toda a ajuda na secretária.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização e término deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Mangarito	03
2.2 Coberturas biodegradáveis a base de fécula	05
2.3 Propriedades das coberturas biodegradáveis	06
2.4 Utilizações das coberturas filmogênicas na pós-colheita.....	09
2.5 Análises físico-químicas durante o armazenamento	10
2.5.1 Perda de massa	10
2.5.2 Acidez titulável e pH.....	11
2.5.3 Teor de sólidos solúveis (SST).....	12
2.5.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).....	12
2.6 Características de qualidade dos frutos de jabuticaba	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Instalação e condução do experimento	15
3.2 Matéria-prima	15
3.3 Análises estatísticas dos resultados.....	17
3.4 Conservações pós-colheita para frutos de jabuticaba	19
3.4.1 Análises físicas e químicas dos frutos de jabuticaba.....	20
3.4.1.1 Determinação da perda de massa	20
3.4.1.2 Determinação da acidez titulável	20
3.4.1.3 Determinação do Teor de sólidos solúveis	21
3.4.1.4 Determinação do pH.....	21
3.5 Delineamentos experimentais para conservação pós-colheita.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1 Propriedades dos filmes biodegradáveis.....	22
4.1.1 Permeabilidade ao vapor de água.....	23
4.1.2 Solubilidade.....	24

4.2 Análises físico-químicas para conservação pós-colheita.....	25
4.2.1 Perda de Massa.....	26
4.2.2 Relação SST/ATT	29
4.2.3 pH	32
5 CONCLUSÕES	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
TABELA 1 - Níveis dos fatores codificados e reais para o planejamento experimental do preparo e elaboração dos biofilmes	16
TABELA 2 - Médias seguidas dos desvios padrão dos resultados de permeabilidade e solubilidade das coberturas biodegradáveis de fécula de mangarito em função da concentração de glicerol.	22
TABELA 3 - Análise de variância para permeabilidade.....	23
TABELA 4 - Análise de variância para solubilidade.....	24
TABELA 5 - Análise de variância para o efeito das coberturas de amido de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento de perda de massa dos frutos de jabuticaba.....	26
TABELA 6 - Análise de variância para o efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento na relação SST/ATT dos frutos de jabuticaba.....	30
TABELA 7 - Análise de variância para o efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento do pH dos frutos de jabuticaba.....	32

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1 - O mangarito (<i>Xanthosoma mafaffa</i> Schott.) a) planta, b) rizoma com brotações, c) rizomas filhos	03
FIGURA 2 - Superfície de resposta para a solubilidade em água de filmes biodegradáveis de amido de mangarito em função da adição de glicerol e quantidade de solução filmogênicas	25
FIGURA 3 - Superfície de resposta em função da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jabuticabas para efeito massa. ...	28
FIGURA 4 - Superfície de resposta para o efeito da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jabuticabas para efeito SST/ATT.	31
FIGURA 5 - Superfície de resposta para o efeito da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jabuticabas para efeito do pH.	33

OLIVEIRA, L.F. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de fécula de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e sua aplicação na cobertura em frutos de jaboticaba.** 2011. (54) p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis.

RESUMO

No presente trabalho estudou-se a extração da fécula dos rizomas filhos do mangarito e sua utilização em coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de frutos de jaboticaba. A qualidade da cobertura foi testada, inicialmente, por meio da permeabilidade (Pva) e solubilidade dos filmes biodegradáveis e também através de seus parâmetros físico-químicos das frutas, determinados em função do tempo de conservação. As soluções filmogênicas foram preparadas a partir da fécula de mangarito (CF) e plastificante glicerol (CG) nas concentrações que variaram na CF de 1,44; 2,5 e 3,56 g, e CG 12,93; 20 e 27,70%. Os filmes biodegradáveis (FBs) elaborados foram caracterizados quanto à permeabilidade ao vapor de água (Pva) e solubilidade em água. As coberturas comestíveis foram elaboradas a partir de soluções filmogênicas com 2,5% de CF e diferentes concentrações de CG (10,0; 20,0 e 30,0%). O delineamento experimental utilizado foi o central composto, tipo estrela, com cinco repetições no ponto central e quatro axiais, para verificar o efeito da porcentagem de glicerol (GLI) na solução filmogênica (SF) e da fécula da SF sobre a solubilidade e permeabilidade dos filmes biodegradáveis e seleção dos melhores biofilmes para posterior uso na pós-colheita pela metodologia de superfície de resposta. Para a conservação pós-colheita o delineamento foi inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial 4 x 5, com cinco repetições, em que o primeiro fator correspondeu aos tratamentos: 0 (controle), 10,0; 20,0 e 30,0% de glicerol e o segundo ao tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias). O aumento da concentração de glicerol nas coberturas colaborou para um aumento da permeação de vapor de água e da solubilidade dos filmes. As SF mostrou-se muito hidrofílicas, já que a fécula, mesmo sendo hidrofílica, foi adicionada em concentração relativamente baixa. As coberturas não foram eficientes no controle das transformações físico-químicas das frutas de jaboticabas no controle da perda de massa, pH e da relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável, não sendo verificada diferença significativa entre os frutos revestidos com as diferentes coberturas e os sem embalagem.

PALAVRAS-CHAVE: fécula de mangarito, permeabilidade e solubilidade, propriedades físico-químicas.

OLIVEIRA, L.F. **Development characterization of eating films of "mangarito" starch (*Xanthosoma mafaffa Schott*) and its application in the cover of "jabuticaba" fruit.** 2011. (54) p. (Master's in Agricultural Engineering) – Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis.

ABSTRACT

In the present report it was studied the extraction of the starch of the comels from the “mangarito” with the objective of using it as eating covers in the postharvest conservation of the “jabuticaba” fruit. The quality of the covering was tested, at first, through the permeability (Pva) and solubility of the biodegradable films and also through the physicochemical parameters of the fruits, determined by the time of conservation. The filmogenic solutions were prepared from the “mangarito” starch (CF) and plasticizer glycerol (CG) in concentrations that varied in the CF from 1,44; 2,5 and 3,56g, and CG 12,93; 20 and 27,70%. The biodegradable films (FBs) prepared were characterized by the permeability to water steam (Pva) and solubility in water. The eating covers were prepared from the filmogenic solutions with 2,5% of (CF) and different concentrations of (CG) (10,0;20,0 and 30,0%). The experimental lineation used was the central composed, of the star kind, with five repetitions in the central spot and four axials, to verify the effect of the percentage of glycerol (GLI) in the filmogenic film and the selection of the best biofilms for further use in the postharvest through the methodology of response surface. For the postharvest conservation, the lineation was entirely randomized disposed in a 4x5 factorial scheme, with five repetitions, in which the first factor corresponded to the treatments: 0 (control), 10,0; 20,0 e 30,0% of glycerol, and the second to the time of storage (0, 1, 2, 3 and 4 days). The increase of glycerol concentration in the covers collaborated to the increment of the water steam permeation and solubility of the films. The SF proved to be little hydrophilic, once the starch, even being hydrophilic, was added in a relatively low concentration. The covers were not efficient in the control of the physicochemical changes of the “jabuticaba” fruit in the control of the loss of mass, pH and the relation between the total soluble solid and the total titratable acidity, not being observed a significant difference between the revested fruit with the different covers and those with no packing.

KEY WORDS: “mangarito” starch, permeability and solubility, physicochemical properties.

1 INTRODUÇÃO

O mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) é uma planta herbácea sem caule aéreo, da família Araceae, originário da região centro-americana, que engloba as Américas Central e do Sul, podendo ser encontrado no México, Venezuela, Colômbia, Panamá, Costa Rica, Porto Rico, Peru e Brasil (COSTA *et al.*, 2008; LEITE *et al.*, 2007; MONTEIRO e PERESSIN, 1997). No Brasil, populações Guarani vêm através dos séculos mantendo, ou até mesmo, gerando a biodiversidade de seus cultivares tradicionais, entre eles o mangarito (UTERNOEHL e NUNES JR, 2006).

É conhecido também como tannia, tiquisque, malangay, no Brasil como mangará, taioba portuguesa e mangareto e pela população Guarani é denominado tayaó (COSTA *et al.*, 2008; LEITE *et al.*, 2007; MONTEIRO e PERESSIN, 1997; UTERNOEHL e NUNES JR, 2006).

Essa espécie apresenta rizoma subterrâneo principal (mãe ou primário) com brotações laterais (filhos ou secundários), e várias folhas grandes brotam do rizoma principal. No entanto, poderiam ser estudados, principalmente os rizomas filhos, já que, por possuírem dimensões pequenas, são pouco atrativos para a utilização culinária e baixo valor comercial, não possuindo apelo alimentar, assim como a fécula que pode ser aplicada em filmes biodegradáveis e/ou coberturas comestíveis.

A obtenção dos biofilmes e/ou coberturas comestíveis, está baseada na dispersão ou solubilização de polímeros naturais como, por exemplo, a fécula em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e no acréscimo de aditivos (plastificantes) obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica (GONTARD *et al.*, 1992a). A sua utilização dependerá das propriedades físicas que envolvem a capacidade de conservar alimentos durante a vida-de-prateleira. Estas propriedades podem ser aqueles que determinam, no caso dos filmes, a permeabilidade em vapor de água e a solubilidade em água. No caso de coberturas comestíveis a sua capacidade de conservação é medida indiretamente por meio das propriedades inerentes do produto a conservar. Em frutas, por exemplo, se medem a perda de massa, pH, acidez titulável (ATT), sólidos solúveis (SS) e relação SST/ATT, e entre outras qualidades do produto final.

Portanto, a qualidade pós-colheita de frutos está intimamente ligada no acondicionamento da preservação na integridade física dos produtos e na diminuição das atividades de respiração e transpiração, que conservam as características intrínsecas dos frutos (FERREIRA *et al.*, 2004). Assim, as possíveis funções da aplicação das coberturas são

diminuir a migração de umidade e de gases entre o fruto e o ambiente, manter a estrutura original dos produtos e reter os compostos aromáticos característicos de cada fruto. O controle da solubilidade em água, propriedades de barreira, oxigênio e dióxido de carbono influencia diretamente a estabilidade do fruto durante a sua estocagem.

O presente trabalho teve por objetivo de utilizar a fécula dos rizomas filhos do mangarito na elaboração de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de frutos de jabuticaba. A qualidade da cobertura foi testada, inicialmente, por meio da solubilidade e permeabilidade dos filmes biodegradáveis e também através dos parâmetros físico-químicos das frutas, determinados em função do tempo de conservação.

Os objetivos específicos foram:

- elaborar soluções filmogênicas a base de fécula de mangarito, água e glicerol por meio do processo *casting*;
- selecionar as soluções filmogênicas segundo as suas propriedades de barreira permeabilidade ao vapor de água (Pva) e solubilidade em água para aplicação em cobertura pós-colheita em frutos de jabuticaba;
- avaliar as características físico-químicas dos frutos de jabuticabas durante sua vida útil como a perda de massa, pH, acidez titulável (ATT), sólidos solúveis (SST) e relação SST/ATT dos frutos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mangarito

Dados técnicos, informações e referências a respeito do mangarito (Figura 1) são escassas, principalmente as relativas ao manejo e as exigências nutricionais da cultura (COSTA *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2005; MONTEIRO e PERESSIN, 1997). Entretanto, por apresentar características de adaptação ambiental e por obter característica de plantio em regiões de baixadas esta espécie já é produzida no bioma cerrado, em alguns municípios dos Estados de Goiás e do norte de Minas Gerais.



FIGURA 1 - O mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott.) a) planta, b) rizoma com brotações, c) rizomas filhos. FONTE: MONTEIRO e PERESSIN (1997)

O mangarito é tradicionalmente cultivado por pequenos agricultores, apreciadores, de forma rudimentar, extrativista sem aplicação de fertilizantes, nos estados de São Paulo e norte de Minas Gerais (COSTA *et al.*, 2008; MONTEIRO e PERESSIN, 1997).

No estado de Goiás, já é comercializado nas Centrais de Abastecimento (CEASA) além de ser encontrados em comércios locais, e segundo dados do ano de 2006 em um volume de 501,500 t, sendo 50% destas provenientes do próprio estado e as outras 50% do estado de São Paulo, por um preço médio de R\$1,40 por quilograma (CEASA, 2006a; CEASA, 2006b).

A produtividade e o rendimento deste rizoma além de estar associado à região do plantio e suas respectivas características têm interferências, também, da oferta de água e de nutrientes, espaçamento, época do plantio, espécie e tamanho rizoma (COSTA *et al.*, 2008; CEREDA, 2002a).

Esta espécie necessita de clima quente com uma média de 25-30°C sem nenhum perigo de geadas, porém possui características de adaptação ambiental, possuindo um bom desenvolvimento com chuvas abundantes, mas consegue suportar alguns períodos de seca

(ISOBE *et al.*, 2008; CEREDA, 2002a). As regiões de baixadas são mais adequadas para este tipo de rizoma, solos leves arenosos com um bom teor de matéria orgânica, além de bem drenados, como as margens dos rios, mas com boa irrigação e adubação pode se desenvolver em terrenos mais áridos, porém sugere-se que o mangarito seja uma espécie rústica em termos nutricionais, ou seja, possui pouca exigência em nutrientes, não sendo comum o emprego de adubação (COSTA *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2005).

No mangarito predomina o amido como principal componente, sendo considerado eminentemente calórico, sendo uma das espécies mais energéticas (107,2 Kcal/100g) e valor nutricional comparável ao da batata (COSTA *et al.*, 2008; ZÁRATE *et al.*, 2005; CEREDA, 2002b). O rizoma do mangarito possui em sua composição centesimal 24 g de glicídios, 3 g de protídios, 0,3 g de lipídios, 2 µg de retinol, 130 µg de tiamina, 20 µg de riboflavina, 6,4 mg de niacina, 7 mg de ácido ascórbico, 114 mg de cálcio, 398 mg de fósforo, 3,02 mg de sódio (CEREDA, 2001). O que representa em base seca 5,4% de proteínas, 0,6% de lipídeos, 88,5% de glicídios, 10,7% de fibras e 3,4% de cinzas (CEREDA, 2002a).

As características culinárias peculiares dos rizomas do mangarito fazem com que seja muito apreciados e consumidos pela população rural que a produz (MONTEIRO e PERESSIN, 1997). Em geral, são consumidos cozidos, ensopados com carnes e ao molho; quando cozido o mangarito tem 26 a 30% de carboidratos e 1,7 a 2,5% de proteínas. Seu uso secundário está no consumo das folhas jovens, que podem ser consumidas fervidas e são comparadas ao espinafre. No município de Porto Rico pelo processo de desidratação, é consumido também na forma de farinha, obtida a partir pedaços desidratados dos rizomas moídos, devendo essa farinha ser muito nutritiva e menos fibrosa do que a mandioca (COSTA *et al.*, 2008; CEREDA, 2002a).

Esta espécie é comercializada, sazonalmente, nos locais próximos às áreas de produção (MONTEIRO e PERESSIN, 1997). Sendo pouco conhecida e consumida pela população urbana, o mangarito é considerado uma hortaliça não convencional (ISOBE *et al.*, 2008).

Para utilização da fécula deste material, para embalagens em alimentos vão depender de parâmetros como custo e disponibilidade de suas propriedades funcionais: propriedades de cor e opacidade, propriedades de barreira (permeabilidades ao vapor de água, ao O₂ e ao CO₂) e solubilidade em água. Essas propriedades dependem do polímero usado, das condições de fabricação (tipo e teor de aditivos, como os plastificantes) e das condições ambientais (temperatura e umidade relativa), importantes por causa da natureza higroscópica dos biopolímeros e do plastificante usados (MAHMOUD e SAVELLO, 1992; CUQ *et al.*, 1996).

2.2 Coberturas biodegradáveis á base de fécula

Entre os diversos materiais utilizados na produção de filmes comestíveis e/ou biodegradáveis, torna-se mais atrativo aquele com menor custo e com boas propriedades funcionais (FAKHOURI *et al.*, 2007). O amido se apresenta como um material promissor em razão de ser abundante na natureza, renovável, de baixo custo de produção e capaz de formar uma matriz contínua (GONTARD e GUILBERT, 1996).

Atualmente o amido é o biopolímero mais utilizado para compor materiais biodegradáveis, tendo a capacidade de originar filmes e revestimentos resistentes (HERINQUE *et al.*, 2008; SHIMAZU *et al.*, 2007).

Para aplicação em alimentos os filmes podem ser de dois tipos: coberturas, quando são aplicadas diretamente nas superfícies dos alimentos, e filmes, que possuem a capacidade de formar estruturas próprias independentes (TANADA-PALMU *et al.*, 2005). 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 e elementos externos (fatores como umidade, óleo e gases) e, conseqüentemente, protegem os alimentos é desejável que os filmes e coberturas comestíveis apresentem propriedades sensoriais neutras (devem ser transparentes, inodoros e insípidos), de modo a não alterar a qualidade dos mesmos (GONTARD, 1991).

A obtenção das 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 cobertos 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 um aumento da concentração do biopolímero na solução, devido à evaporação do solvente, com formação de uma rede tridimensional (GONTARD *et al.*, 1992b).

Entretanto, esta técnica de *casting* é a mais empregada e discutida na pesquisa de filmes biodegradáveis (MONTERREY e SOBRAL, 1998; SOBRAL, 2000; MARTELLI, 2005; MARQUES *et al.*, 2006; 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; ANDREUCCETTI *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 ser 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 fécula, normalmente exige o uso de plastificantes (glicerol ou sorbitol), geralmente pólios, que reduzem as interações intermoleculares entre as cadeias adjacentes do amido, resultando no aumento da mobilidade dessas cadeias e, conseqüentemente em materiais flexíveis (GONTARD *et al.*, 1993). Podem-se perceber em termos macroscópicos, alterações das propriedades físicas ou funcionais dos filmes biodegradáveis.

Durante a formação dos filmes, o processo de secagem ocorre o aumento das forças coesivas entre as moléculas de polímeros. A incorporação de plastificantes promove a formação de ligações cruzadas e resulta em maior ordenação molecular e coesão dos filmes (GONTARD e GUILBERT, 1996).

Um efeito no uso de plastificantes é o aumento da hidrofiliçidade e permeabilidade ao vapor de água de filme elaborados a partir de amido (MALI *et al.*, 2004). A Permeabilidade ao vapor de água 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. Os sistemas plastificante-água-amido apresentam maior sensibilidade à umidade ambiente quando o plastificante está presente em altas concentrações, 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).

2.3 Propriedades das coberturas biodegradáveis

Para o uso de coberturas biodegradáveis a escolha de embalagens para alimentos, vai influenciar os parâmetros como custo e disponibilidade de suas propriedades funcionais: propriedades mecânicas (resistência e flexibilidade), propriedades ópticas (cor e opacidade), propriedades de barreira (permeabilidades ao vapor de água, ao O₂ e ao CO₂), solubilidade em água e propriedades sensoriais. Essas propriedades dependem do biopolímero usado (conformação, peso molecular, distribuição de carga, 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 ambientes (temperatura e umidade relativa), importantes por causa da natureza higroscópica dos biopolímeros e do plastificante usados (SOBRAL, 2000).

Além disso, as vantagens dos filmes biodegradáveis compreendem o fato de que pode ser consumido junto com o alimento, ser produzidos 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).

A permeabilidade ao vapor de água tem importantes implicações em coberturas para embalagens para alimentos, 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 especificada (ASTM, 1995). Na maioria das coberturas 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).

A permeabilidade ao vapor de água é considerada uma das propriedades de barreira de matérias. Um material muito permeável ao vapor de água poderá ser indicado para embalagens de vegetais frescos, enquanto um filme pouco permeável poderá ser indicado para produtos desidratados (SOBRAL, 1999).

Por exemplo, Dias (2008) relata que a presença de plastificantes e resíduos de solventes aumenta a taxa de difusão em polímeros e Sabato (2000) diz, ainda, que a permeabilidade ao vapor de água é diretamente proporcional à quantidade do vapor de água e à espessura do filme e inversamente proporcional à área do filme, ao tempo e à diferença de pressão parcial do vapor de água.

A permeabilidade ao vapor de água tem importantes implicações em filmes para embalagens de alimentos. A permeação de vapor de água é a maior preocupação no desenvolvimento de barreiras nas embalagens a fim de obter a vida de prateleira desejada, pois vários alimentos são susceptíveis à deterioração devido ao aumento do teor de umidade (DIAS, 2008).

A quantidade de água em coberturas de amido, dependente da interação das moléculas de água com a estrutura polimérica do amido. Assim, as propriedades de barreira são influenciadas pelo acréscimo de plastificante. De acordo com Sobral (2000), não é uma propriedade restritiva: 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.

A solubilidade em água interfere na propriedade de barreira ao vapor de água das coberturas comestíveis. Para se ter coberturas 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).

Exemplificando, biofilmes com alta solubilidade podem ser interessantes para a embalagem de alimentos desidratados que devam sofrer uma hidratação prévia ao consumo. Por outro lado, muitas aplicações demandam embalagens resistentes à água, como no caso alimentos com alta atividade de água, ou mesmo para se evitar a transpiração de produtos frescos (MONTERREY-QUINTERO e SOBRAL, 1998).

A solubilidade em água de coberturas biodegradáveis é um parâmetro muito importante, quando elaborados a partir de carboidratos e proteínas possuem grande afinidade com a água e que o potencial de aplicação dos filmes pode depender da utilização de material pouco solúvel em água. Para o armazenamento, é requerida uma baixa solubilidade em água dos filmes, porém para alimentos que serão preparados termicamente com os filmes uma solubilidade alta é uma boa propriedade (LAOHAKUNJIT e NOOMHORM, 2004).

A solubilidade é uma propriedade das coberturas biodegradáveis influenciada pelo tipo e pela quantidade de plastificante utilizado na sua elaboração (MULLER *et al.*, 2008).

Uma das metodologias mais utilizadas para determinar a solubilidade é a proposta por Gontard *et al.* (1992), a qual informa sobre a quantidade de material hidrossolúvel que está presente nos materiais biodegradáveis. A solubilidade em água é avaliada pela porcentagem de peso seco não solubilizado, após a imersão da amostra em água por 24 h, ou seja, pela diferença entre o peso seco inicial da amostra e peso seco após a etapa de solubilização, calcula-se a porção solúvel da amostra (MOURA, 2008).

Estes métodos utilizados para a determinação das propriedades das coberturas são derivados dos métodos clássicos aplicados aos materiais sintéticos (GONTARD, 1991; CUQ *et al.*, 1996). O conhecimento sobre fisiologia pós-colheita do fruto é de grande importância para que se tenham subsídios técnicos, visando à ampliação do tempo de armazenamento não alterando suas características físicas, sensoriais e nutricionais. (ABREU *et al.*, 1998)

2.4 Utilizações das coberturas filmogênicas na pós-colheita

Logo após a colheita, a respiração dos frutos é o principal processo fisiológico, já que este não depende mais da absorção de água e nutrientes efetuada pelas raízes da planta-mãe (CHITARRA e CHITARRA, 1990). A temperatura e as concentrações de O₂ e CO₂ são os principais fatores que contribuem para o processo respiratório (AWAD, 1993).

A respiração dos frutos é determinante para sua deterioração (KLUGE *et al.*, 2002), portanto, tratamento que reduzam a taxa respiratória são importantes no aumento da vida útil desses produtos. A adição de coberturas comestíveis aos frutos, em combinação com outros métodos, protege as frutas contra alterações indesejáveis durante a estocagem, além de melhorar sua integridade estrutural (AZEREDO, 2003).

As embalagens para frutas e hortaliças pós-colheita têm uma importante característica, pois esses produtos hortícolas continuam tendo atividade metabólica após a colheita. Tendo como proteção mecânica, a embalagem deve reduzir essa atividade e retardar a senescência dos vegetais (AZEREDO, 2003).

As coberturas comestíveis são geralmente utilizadas em alimentos com a finalidade de proteção, inibindo ou minimizando a permeação de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e a migração de lipídios. Carregam compostos antimicrobianos e antioxidantes, confere proteção mecânica, auxilia no aumento da vida de prateleira após a abertura da embalagem e envolve individualmente cada produto contido no seu interior (KROCHTA e MULDER JOHNSTON, 1997).

Para embalagem de frutas e hortaliças constitui uma boa alternativa, pois colabora no controle dos processos respiratórios, oxidativos e de desidratação e controlam propriedades como textura, consistência, volume, umidade e vida de prateleira (GONTARD e GUILBERT, 1996).

O aroma característico das frutas e hortaliças, que é a interação de vários compostos voláteis, pode ser degradado por oxidação ou perdas por migração através da embalagem. A utilização de coberturas comestíveis com melhores propriedades de barreira ao oxigênio pode aumentar a estabilidade sensorial do alimento (AZEREDO, 2003).

Na utilização de películas de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de pimentões armazenados sob condições ambiente, HOJO *et al.* (2007) verificaram que não houve diferença significativa na perda de massa entre os frutos sem cobertura e os tratamentos com película.

Bolzan (2008) estudou coberturas de éster de sacarose, pectina e fécula de mandioca na conservação de tomate em condições ambiente e constatou que os frutos acondicionados

com filme de fécula de mandioca apresentaram melhores características de aparência, coloração e firmeza da polpa, porém os filmes não se mostraram eficientes no controle das transformações físico-químicas da maturação.

Para a aplicação das coberturas biodegradáveis 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 estar diminuindo a respiração e a produção de etileno pelo produto e pode carregar aditivos químicos que auxiliem na manutenção da qualidade e na redução da deterioração por microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.5 Análises físico-químicas durante o armazenamento

No período de maturação de frutos e vegetais, ocorre muitas transformações físico-químicas, caracterizadas por alterações fisiológicas e bioquímicas no fruto, como: alteração de cor, melhor aparência, redução da firmeza de polpa, perda de peso, aumento dos teores de sólidos solúveis totais e diminuição do teor de acidez total titulável. Tais indicadores servem como parâmetro de qualidade do fruto (FERREIRA *et al.*, 2004).

2.5.1 Perda de massa

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 caracterizada pela perda de umidade, leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alteração no sabor e aparência (HOJO, 2005).

Certa quantidade de água no fruto pode ser definida como a grande quantidade de água livre e ligada, presente no vegetal em grande parte. A quantidade de água perdida nos frutos está relacionada, principalmente, ao processo de transpiração, respiração e ao tempo de armazenamento dos mesmos (FERREIRA *et al.*, 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 diminuição do uso de embalagens protetoras (LEMOS, 2006).

Entre as muitas tecnologias usadas na redução da perda de massa pode ser citado o uso de filmes comestíveis. Pesquisas realizadas com o uso de coberturas a base de amido, com o objetivo de reduzir a perda de massa, apresentaram resultados estatisticamente significativos (OLIVEIRA, 1996).

2.5.2 Acidez titulável e pH

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).

Com elevada maturação dos frutos pode ser percebido aumento na acidez, que não é consequência da síntese de ácidos orgânicos, mas sim do efeito da concentração, em razão de menor quantidade de água presente nos frutos, e das concentrações de gases no interior da película, o que pode ter contribuído para retardar a atividade respiratória reduzindo assim o consumo de reservas de ácidos orgânicos (CALEGARO *et al.*, 2002).

A acidez é usualmente calculada com base no princípio 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*. Essa relação elevada com a maturação dos frutos, devido a diminuição da acidez, o que permite uma relação maior em frutos com alto teor de sólidos solúveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O valor do pH de uma fruta estabelece o ácido dissociado e tem o poder de tamponar a solução, enquanto que a acidez total titulável expressa a quantidade de ácido existente no fruto. O valor do pH não pode ser considerada idêntica a acidez total titulável, pois o pH

representa apenas os valores dos ácidos que se encontram de forma dissociada, enquanto a acidez total titulável representa todos os valores de ácidos existentes na fruta, seja na forma dissociada ou complexada com outros componentes (KESTER e FENNEMA, 1986).

2.5.3 Teor de sólidos solúveis (SS)

Os sólidos solúveis totais (SST) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade de frutos (KLUGE *et al.*, 2002). Os (SST) representam indiretamente o teor dos açúcares dos frutos. Para sua determinação faz-se a leitura com auxílio do refratômetro, expressando-se os resultados em percentagem ou graus Brix (°B).

Os sólidos solúveis geralmente 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, 1990).

O processo de desidratação do fruto, bem como a degradação da parede celular, pode levar a concentração dos teores de açúcares totais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.5.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)

Sabendo-se do teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT), pode-se estabelecer, para os frutos, a relação SST/ATT. 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 SST/ATT e, conseqüentemente no sabor do fruto (HOJO, 2005).

2.6 Características de qualidade dos frutos de jabuticaba

A jabuticaba é uma fruta nativa do Brasil, sendo originária do Centro-sul, podendo encontrar esta fruta desde os estados do Pará até o Rio Grande do Sul, mas é no estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo que ocorrem grandes produções. Entre as espécies conhecidas destacam-se a *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg (jabuticaba paulista ou jabuticaba açu) e a *Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg (jabuticaba sabará) que produzem frutos apropriados e utilizados para a indústria e também para consumo *in natura* devido às suas características (DONADIO, 1983; MATOS, 1983; PEREIRA *et al.*, 2000).

Seu fruto possui casca vermelha púrpura, polpa branca mucilagínosa e agridoce, muito saborosa, podendo aparecer de uma a quatro sementes no seu interior. A jabuticaba é muito perecível, apresentando um período de comercialização pós-colheita de aproximadamente um a três dias, sendo assim comercializados mais comumente na forma de geléias, licores e doces. (LIMA *et al.*, 2008). Essa grande perecibilidade é devida ao alto teor de açúcares e umidade presentes em seu interior (polpa). Entretanto, tecnologias estão sendo estudadas com o objetivo de aumentar a sua vida útil (ASCHERI *et al.*, 2006).

Sua colheita ocorre á 1 a 1,5 mês após a florada, podendo acontecer em diferentes épocas do ano, conforme a região de cultivo e também umidade do solo. A colheita da fruta deve ser cuidadosa sendo de forma manual, recomendando-se recipientes menores, e o seu transporte para consumo final deve ser no mesmo dia da colheita. O rendimento da colheita é pouco e por isso o seu custo é elevado (DONADIO, 2000).

Existe um grande problema na suas perdas de produção e pós-colheita, tendo o seu principal problema evidenciado ao desconhecimento de suas características físico-químicas em função do local de plantio e cultivo. A fruta pode-se variar em função de suas condições climáticas, seu cultivar, local de cultivo, tratamentos fitossanitários e manejo de cultura. Observa-se também na literatura que praticamente não existe estudo sobre jabuticaba 'sabará' (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

De acordo com avaliações estudadas de frutos de jabuticaba não se recomenda armazenar as frutas maduras em bandejas plásticas a 85-90% de umidade de água. Irá permitir a sua conservação e comercialização das frutas até de dois dias, à temperatura ambiente. Sendo acondicionada nessas condições à temperatura de 12 °C, podem ser conservadas por até 3 semanas (DONADIO, 2000).

De acordo com o estudo realizado em pós-colheita em frutos de jabuticabas, verificou-se influência do tratamento pós colheita com cálcio, e concluiu que não houve grande contribuição desse tratamento, na sua conservação (MOTA *et al.*, 2002).

Como os frutos de jabuticabas são consumidos preferencialmente in natura, torna-se interessante a utilização de material biodegradável e comestível no aumento de seu período de comercialização, sem que seja alterado o sabor, cor e aroma dos frutos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Química da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás - UEG, localizada em Anápolis – Goiás. A análise de determinação da viscosidade da pasta foi realizada no Laboratório de Reologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA/RJ). O período de realização compreendeu os meses de setembro de 2008 a julho de 2009.

3.2 Matéria-prima

Os rizomas filhos foram colhidos quando suas folhas estavam secas e senescentes, no perímetro rural do município de Uberlândia – Minas Gerais. Selecionaram-se os rizomas com ausência de partes danificadas ou podres, que foram embalados em sacos de ráfia, permitindo a circulação de ar e transportados para o Laboratório de Química da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás (Anápolis-GO) para a extração da fécula.

Depois de pesados e selecionados os rizomas filhos foram lavados em água corrente e secos em temperatura ambiente. Estes foram moídos em moinho de facas tipo “CROTON”, modelo (Marconi, MA-580, Piracicaba/SP, Brasil) até passar por uma peneira de malha contendo furos de 1 mm de diâmetro, com água abundante. A fécula contida na polpa foi extraída por peneiragens sucessivas usando peneiras de malhas finas de diâmetros entre (150 mm, 75 mm, 45 mm e 38 mm), seguida de decantação em baldes plásticos

A fécula extraída foi lavada com álcool etílico absoluto para remoção de substâncias gordurosas, filtrado à vácuo e seco em estufa de circulação de ar a 45°C até massa constante. Após resfriado em dessecadores até temperatura ambiente, a fécula foi acondicionada em frascos até sua posterior utilização.

As soluções filmogênicas foram preparadas com 100 g de água destilada, adicionadas de glicerol e fécula (em base seca) em concentrações que variaram de acordo com a Tabela 1. Para o preparo das soluções filmogênicas foi necessário determinar a temperatura e o tempo de gelatinização da fécula. Estes parâmetros foram obtidos utilizando um Determinador Rápido de Viscosidade (RVA) segundo o método descrito Ascheri *et al.* (2006), realizada no Laboratório de Reologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA/RJ). Para este

fim, preparou-se uma solução aquosa de 3,0 g de fécula (em base seca) em 25 mL de água destilada e a mesma foi submetida à leitura no RVA. Manteve-se a temperatura inicial a 50°C por 1 min seguido de aquecimento a uma taxa de 6°C por minuto até 95°C, permanecendo constante por três minutos. Seguidamente, a pasta foi resfriada até 50°C a uma taxa de 6°C por minuto. Do gráfico obtido foram detectados a temperatura e o tempo de viscosidade máxima, utilizados para gelatinização da fécula.

TABELA 1 – Níveis dos fatores codificados e reais para o planejamento experimental do preparo e elaboração dos biofilmes.

Fator	Níveis dos fatores				
	- α (1,414)	-1	0	+1	+ α (1,414)
Fécula (g)	1	1,44	2,5	3,56	4
Glicerol (%)	10	12,93	20	27,70	30

As soluções filmogênicas foram preparadas com 100g de água destilada, adicionadas de glicerol e fécula de mangarito, com concentrações que variaram de acordo com a Tabela 1. Após preparadas foram aquecidas em banho-maria à temperatura e tempo de viscosidade máxima estabelecidos no RVA, sob agitação constante, até ocorrer a total gelatinização, ou seja, por 15 a 20 min.

A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar forçada á temperatura de 30°C por 24 h (Marconi MA035, Piracicaba, Brasil). Para isto, 10 mL das SFs quando ainda quentes foram transferidos para placas de Petri de acrílico de diâmetro de 8cm e estas acondicionadas nas bandejas da estufa.

Os filmes biodegradáveis resultantes foram armazenados em dessecadores contendo sílica-gel à temperatura de 21±2 °C por 24 h, durante 3 d (dias) para a retirada do filmes.

Os filmes biodegradáveis (FBs) elaborados foram caracterizados quanto à permeabilidade ao vapor de água (Pva) e solubilidade em água, sendo as análises realizadas com três repetições.

A Pva foi determinada gravimetricamente segundo teste da ASTM (1995), modificado por Gontard *et al.* (1992a). Os filmes, em forma de disco de 2,2 cm, foram colocados em célula contendo sílica gel (UR = 0%; pressão de vapor de 0 Pa), formando uma membrana de modo a garantir que a migração de umidade ocorresse exclusivamente através dos filmes. A célula foi colocada em sala climatizada a 22 °C com umidade relativa e pressão de vapor constante. A célula foi pesada em balança analítica (Bioprecisa, FA2104N, São Paulo, Brasil),

com precisão de 0,0001 g, a cada 24 h, por 9 d (dias) consecutivos. A permeabilidade foi calculada por meio da Equação 1.

$$P_{va} = \frac{GV}{A T (p_1 - p_2)} \quad (1)$$

Em que: P_{va} é a permeabilidade ao vapor de água ($\text{g m}^{-1} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$); G é o ganho de massa (g) da célula durante 24 h; V é a espessura (m) média do filme; A é a área (m^2) de permeação do filme; T é o tempo (s) e $p_1 - p_2$ é o gradiente de pressão (Pa) de vapor entre as superfícies do filme ($0,4297 \times 10^4$ Pa).

A solubilidade em água foi determinada segundo metodologia proposta por Gontard *et al.* (1992b), com modificações. Inicialmente, a massa seca de uma amostra de filme de 2 cm de diâmetro foi determinada em função de sua umidade em uma estufa com circulação de ar (Marconi, MA035, Piracicaba, Brasil) mantida a 105 °C por 24 h. A amostra foi, então, imersa em 50,0 mL de água destilada e o sistema foi mantido sob agitação a 175 rpm, a 25 °C, durante 24 h, por uma mesa agitadora orbital (Tecnal, TE-420, Piracicaba, Brasil). Após este período as amostras foram retiradas da água e a massa seca foi determinada nas mesmas condições descritas para obtenção da massa seca inicial. A solubilidade em água foi expressa em porcentagem de material solubilizado, calculada a partir dos resultados em triplicata, por meio da Equação 2.

$$\text{Massa (\%)} = \frac{PI - PF}{PI} \times 100 \quad (2)$$

Onde: PI é a massa inicial do material seco e PF é a massa do material seco não solubilizado.

3.3 Análises estatísticas dos resultados

Para verificar o efeito da porcentagem de glicerol (GLI) na solução filmogênica (SF) e da massa da SF sobre a solubilidade e permeabilidade dos filmes biodegradáveis e seleção dos melhores biofilmes para posterior uso na pós-colheita, usou-se um delineamento central composto, tipo estrela, com cinco repetições no ponto central e quatro axiais. As variáveis foram estabelecidas com três níveis codificados -1, 0, +1 de acordo com Box, Hunter e Hunter (1978).

Esse delineamento apresentou quatro níveis de variáveis axiais codificados como $-\alpha$ e $+\alpha$. O valor de α é função do número de variáveis independentes, sendo definido como:

$$\alpha = (2^k)^{1/4} = (2^2)^{1/4} = 1,414 \quad (3)$$

O delineamento estatístico requer um número mínimo de tratamentos experimentais. Neste experimento, foram usados 11 tratamentos (com três repetições), sendo quatro fatoriais (combinações dos níveis -1 e $+1$), quatro axiais (uma variável no nível $\pm \alpha$ e outra no nível 0) e cinco centrais servindo como estimativa do erro experimental para determinar a precisão do modelo polinomial (COCHRAN e COX, 1964).

Na Tabela 1, apresentam-se os valores codificados e reais do delineamento experimental em estrela para duas variáveis independentes e cinco níveis de variação. As respostas (Y) ou variáveis dependentes estudadas foram: solubilidade e permeabilidade ao vapor de água.

Fazendo uso da análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, uma equação de segunda ordem foi aplicada para explicar a tendência das variáveis respostas (Y): permeabilidade ao vapor de água e solubilidade em água, cuja equação geral, de acordo com Khuri e Cornell (1987), foi:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (4)$$

Em que: Y é a função resposta genérica x é a variável real, b representa os coeficientes estimados pelos métodos dos mínimos quadrados, sendo sua significância avaliada pelo valor da probabilidade (p), adotando-se um valor de $p \leq 0,05$, para todos os ensaios, e c é o erro experimental.

A adequação do modelo polinomial foi avaliada comparando-se a proporção da variação explicada, isto é, pela análise do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) e pelo método de seleção passo à frente (*forward selection*) (CHARNET, 1999), até que o valor das somas dos quadrados do erro (SQE) não variasse ou até completar os coeficientes do modelo proposto. Os coeficientes da regressão foram escolhidos de acordo com os valores de probabilidade $\leq 0,05$.

Os gráficos de superfície de resposta foram plotados por meio do modelo matemático proposto mantendo-se a resposta em função do eixo Z, com eixos X e Y representando os fatores independentes.

3.4 Conservações pós-colheita para frutos de jabuticaba

Para a conservação pós-colheita, utilizaram-se frutos de jabuticabas da cultivar “Sabará”, em estágio de maturação completa, recém colhidos aleatoriamente, obtidos diretamente de produtor da região de Hidrolândia (GO/Brasil). Foram utilizados lotes homogêneos de frutas sem defeitos ou danos. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos, lavados em água corrente e sanitizados com solução refrigerada de hipoclorito de sódio a 200 mg L^{-1} por 15 min e secos sob condições ambiente.

Logo após a sanitização, os frutos de jabuticabas foram divididos em quatro grupos, sendo um grupo composto por frutos sem cobertura e nos demais foram cobertos com soluções filmogênicas com 2,5% de fécula de mangarito e diferentes concentrações de glicerol (10; 20 e 30%). As concentrações foram selecionadas por média de maiores e menores valores encontrados na permeabilidade e solubilidade dos biofilmes. Estas foram preparadas por aquecimento em banho-maria com agitação, a fim de ocorrer a gelatinização da fécula á temperatura de 95°C e tempo de 4 min permaneceram em repouso até atingirem uma temperatura próxima à do ambiente (25°C) até ocorrer a total gelatinização, ou seja, por 15 a 20 min.

As jabuticabas foram imersas nas soluções filmogênicas por 5 min, suspensos, acomodados em bandejas de poliestireno expandido e deixados para a cobertura secar sob condições ambiente. A parcela experimental foi composta por 8 frutos.

As bandejas contendo os frutos com as coberturas fixadas e secas foram armazenados por 4 d (dias) em temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$. As bandejas não foram recobertas com outro material de embalagem, de forma que as coberturas fossem a única barreira entre os frutos e o meio ambiente. Os tratamentos foram assim enumerados:

Acondicionamento 1 (T_1) – Fruto com cobertura a 10% de glicerol;

Acondicionamento 2 (T_2) – Fruto com cobertura a 20% de glicerol;

Acondicionamento 3 (T_3) – Fruto com cobertura a 30% de glicerol;

Controle 4 (T_4) – Fruto sem cobertura

3.4.1 Análises físicas e químicas dos frutos de jabuticabas

O tempo de armazenamento variou de 0 a 4 d, sendo as avaliações feitas todos os dias e iniciadas logo após a montagem do experimento. Foram avaliados nos frutos a perda de massa, a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável (SST/ATT) e o pH. As análises foram feitas em cinco repetições.

Anterior à realização de cada análise os frutos foram lavados com água destilada para remoção das coberturas.

Não houve destruição das amostras na avaliação da perda de massa. Somente as análises químicas foram destrutivas para as amostras, sendo amassadas e coadas, sem adição de água.

Para as análises químicas foi utilizada metodologia do Instituto Adolf Lutz (1985). O teor de sólidos solúveis totais foi medido em refratômetro digital (CETI, Belgium), com precisão de 0,1, sendo a leitura direta por meio da colocação de algumas gotas do suco do fruto de jabuticaba na placa do refratômetro e obtida os resultados em °Brix.

3.4.1.1 Determinação da perda de massa

A perda de massa foi avaliada em todos os períodos de armazenamento utilizando-se balança semi-analítica (Marte, AL 500, Santa Rita do Sapucaí/MG, Brasil), com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em porcentagem massa por massa (%) sobre a massa inicial (Equação 5).

$$\text{Perda de massa (\%)} = \left[\frac{(m_0 - m)}{m_0} \right] \times 100 \quad (5)$$

Em que: m_0 é a massa inicial da amostra (kg) e m é a massa a cada intervalo de tempo (kg).

Em condições de temperatura ambiente, foram anotadas as análises diariamente, durante todo o período do experimento, sendo as observações realizadas todos os dias.

3.4.1.2 Determinação da acidez titulável

Para a determinação da acidez total titulável foi utilizado solução de hidróxido de sódio (Vetec Química Fina, Rio de Janeiro/RJ, Brasil), Min. 99% a 0,1 mols L⁻¹ e indicador de fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.4.1.3 Determinação do Teor de sólidos solúveis

Para determinação dos sólidos solúveis totais utilizou-se um refratômetro, marca CETI NV–Quartz LCD. 9701–EDM97, com precisão de 0,1 % e os resultados expressos em graus Brix, segundo a metodologia da AOAC (1992).

3.4.1.4 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada com o suco da fruta de jabuticaba amassados e coados sem adição de água, em seguida utilizou-se um potenciômetro (TECNAL, TEC3-MP), com precisão de 0,001, mantendo-se a solução homogeneizada.

3.5 Delineamentos experimentais para conservação pós-colheita

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial 4 x 5, com cinco repetições, em que o primeiro fator correspondeu aos tratamentos: 0 (controle), 10, 20 e 30% de glicerol e o segundo ao tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 d). Cada parcela foi composta por oito frutos.

Fazendo uso da ANOVA a 5% de probabilidade, uma equação de segunda ordem foi aplicada para explicar a tendência das variáveis respostas (Y): perda de massa, relação SST/ATT e pH, cuja equação geral também por ser visto na equação 4.

Foi utilizado para o desenvolvimento das análises estatísticas e dos gráficos das propriedades dos filmes e conservação pós-colheita, o software estatístico *Statistic* versão 8.0 (STATSOFT, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a elaboração das soluções filmogênicas preparadas com a fécula de mangarito, água e glicerol, verificou-se que a variação da concentração de glicerol e fécula não influenciou na aparência do mesmo. Observou-se que as coberturas filmogênicas apresentaram-se translúcidas e flexíveis, enquanto outros apresentaram um pouco mais quebradiços e com difícil manuseio.

De acordo com Scholz e Magri (2002), durante a elaboração das coberturas evidenciou que no momento em que as soluções filmogênicas permaneciam em descanso com a temperatura utilizada para a secagem dos biofilmes (30°C), proporcionando a sua retrogradação da pasta da fécula, obtivemos coberturas transparentes e plastificantes.

4.1 Propriedades dos filmes biodegradáveis

As coberturas elaboradas com fécula de mangarito foram caracterizadas quanto á permeabilidade ao vapor de água e solubilidade (Tabela 2). Para aplicação de frutos de jabuticabas em pós-colheita, torna-se importante a respiração dos frutos no processo fisiológico, já que um baixo valor de permeabilidade e solubilidade vai facilitar na redução da taxa respiratória do fruto, aumentando assim a sua vida de prateleira.

TABELA 2 – Médias* seguidas dos desvios padrão dos resultados de permeabilidade e solubilidade das coberturas biodegradáveis de fécula de mangarito em função da concentração de glicerol.

Tratamentos	Glicerol (%)	Fécula (g)	Solubilidade	Pva ($\times 10^{-5}$) [g (m s Pa) ⁻¹]
T1	12,93	1,44	3,09±0,04	3,30±0,13
T2	12,93	3,56	3,67±0,04	3,24±0,21
T3	27,70	1,44	3,87±0,10	3,10±0,25
T4	27,70	3,56	2,43±0,20	3,28±0,10
T5	9,55	2,5	2,96±0,15	3,26±0,02
T6	30,44	2,5	2,47±0,27	3,23±0,03
T7	20,00	1,0	3,0±0,04	3,18±0,02
T8	20,00	3,99	3,01±0,01	3,11±0,05
T9	20,00	2,5	3,23±0,30	3,39±0,35
T10	20,00	2,5	3,19±0,95	3,15±0,02
T11	20,00	2,5	3,07±0,85	3,11±0,09

*Médias obtidas de três repetições.

4.1.1 Permeabilidade ao vapor de água

De acordo com Mali *et al.* (2004), Laohakunjit e Noomhorm (2004) e Müller *et al.* (2008), a permeabilidade dos filmes biodegradáveis está associada à disponibilidade de grupos hidroxilas para ligação com a água, quanto maior é essa disponibilidade maior é a permeabilidade dos mesmos. Kester e Fenema (1989) referem que a presença do plastificante nos filme aumenta a sua hidrofiliçidade, proporcionando o movimento das cadeias poliméricas e, conseqüentemente, facilitando o movimento das moléculas que atravessam o filme.

No presente trabalho, observou-se pequena variação nos resultados da permeabilidade ao vapor de água dos filmes elaborados com fécula de mangarito e glicerol. Pva variou de $3,10 \times 10^{-5} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$ para filmes elaborados com 27,70% de glicerol e 1,44 g de fécula até $3,39 \times 10^{-5} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$ para filmes elaborados com 20,0% de glicerol e 2,5 g de fécula. Entretanto, essa variação não foi estatisticamente significativa como pode ser visto pela ANOVA da Tabela 3, nenhum das variáveis independentes e sua interação não afetaram a permeabilidade dos filmes estudados, portanto, todos os filmes possuem mesmo valor de permeabilidade ao vapor de água (em torno de $3,12 \times 10^{-5} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$).

TABELA 3 - Análise de Variância para permeabilidade ao vapor de água

Fator	GL	SQ	QM	F	Valor-p
Glicerol (G)	1	0,009025	0,009025	0,323453 ^{n.s.}	0,579233
G ²	1	0,005094	0,005094	0,182557 ^{n.s.}	0,676177
Amido (A)	1	0,000156	0,000156	0,005581 ^{n.s.}	0,941584
A ²	1	0,007576	0,007576	0,271505 ^{n.s.}	0,611085
G x A	1	0,028873	0,028873	1,034821 ^{n.s.}	0,327588
Falta de ajuste	3	0,019192	0,006397	0,229277 ^{n.s.}	0,874350
Erro puro	13	0,362725	0,027902		
Total	21	0,438470			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = Teste F; Valor-p = probabilidade estatística. n.s = não significativo.

De acordo com Sobral (2000), um material muito permeável, como é o caso dos filmes de amido, poderá ser indicado para embalagem de vegetais frescos. Por exemplo, Dias (2008) relata que a presença de plastificantes e resíduos de solventes aumenta a taxa de difusão em polímeros, e Sabato (2000) diz ainda que, a permeabilidade ao vapor de água é diretamente proporcional à quantidade do vapor de água e inversamente proporcional à área do filme, ao tempo e à diferença de pressão parcial do vapor de água.

4.1.2 Solubilidade

A solubilidade em água é uma importante propriedade das coberturas comestíveis no que se refere às suas aplicações. Sendo que, coberturas com alta solubilidade podem ser interessantes para embalagens de alimentos desidratados que devam sofrer uma hidratação prévia ao consumo. Entretanto, muitas aplicações demandam embalagens firmes à água, como no caso de alimentos com alta atividade de água, ou mesmo para se evitar a transpiração de produtos frescos (MONTERREY-QUINTEROE SOBRAL, 1998). Sendo assim, através da Tabela 2 se observa dois grupos de filmes com diferentes solubilidades, o primeiro com solubilidade entre 2,43 e 2,96% e o segundo com solubilidade de 3,0 e 3,87%. Estas diferenças são confirmadas pela ANOVA aplicada (Tabela 4) e a variação de solubilidade se dá pela interação das variáveis aplicadas ($p < 0,01$), gerando uma equação polinomial de segunda ordem:

$$\text{Solubilidade (\%)} = 0,456 + 0,143 G + 1,20 A - 0,065 G A \quad (6)$$

TABELA 4 - Análise de variância para solubilidade

Fator	GL	SQ	QM	F	Valor-p
Glicerol (G)	1	0,312743	0,312743	2,10299 ^{n.s.}	0,170708
Amido (A)	1	0,211328	0,211328	1,42104 ^{n.s.}	0,254539
G x A	1	2,058569	2,058569	13,84249**	0,002567
Falta de ajuste	5	1,050324	0,210065	1,41254 ^{n.s.}	0,283373
Erro puro	13	1,933278	0,148714		
Total	21	5,528519			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = Teste F; Valor-p = probabilidade estatística. ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; n.s = não significativo.

A Figura 2 mostra que as máximas solubilidades podem ser alcançadas quando os filmes são elaborados com 1% de amido e 30% de glicerol, assim como com 4% de amido e 9% de glicerol; enquanto que a menor solubilidade foi obtida em filmes elaborados com 1% de amido e 9% de glicerol e 4% de amido e 30% de glicerol.

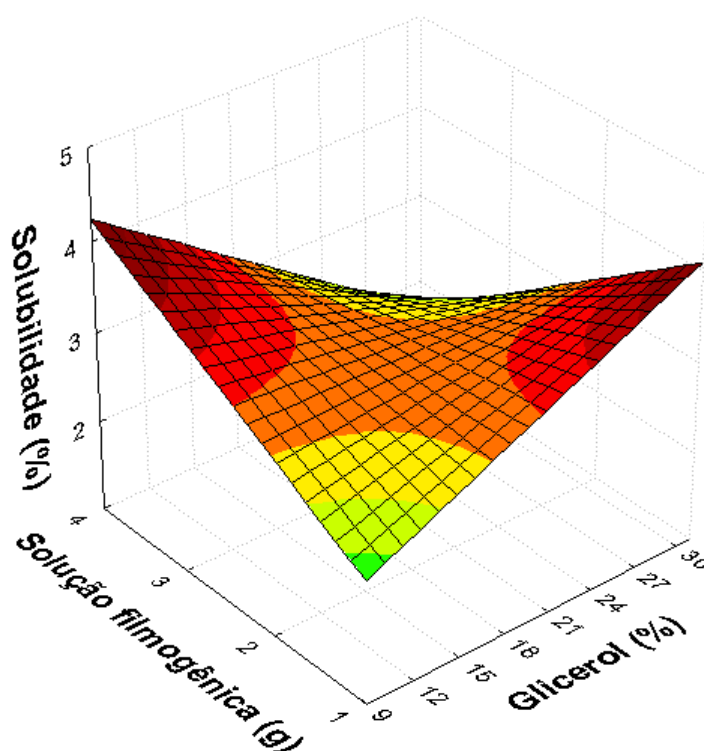


FIGURA 2 - Superfície de resposta para a solubilidade em água de filmes biodegradáveis de amido de mangarito em função da adição de glicerol e quantidade de solução filmogênica.

Resultados semelhantes foram encontrados por Tápia-Blácido (2006), em filmes biodegradáveis preparados com amaranto na concentração de plastificantes de 0,3 para 0,4% aumentou a solubilidade dos filmes em 10,55%. Filmes de amido de arroz por Laohakunjit e Noomhorm (2004) e plastificante glicerol e filmes de amido de inhame por Mali *et al.*, (2004), evidenciaram que quanto maior a concentração de glicerol maior é a solubilidade dos filmes.

A incorporação do glicerol com a água se interagem formando facilmente a rede do filme, através de pontes de hidrogênio aumentando assim a entrada da água no filme e, conseqüentemente, sua solubilidade. Observa-se que em muitas situações, quando é aumentada a massa molar do plastificante é diminuída a quantidade de água que o amido absorve (RÓZ, 2004).

4.2 Análises físico-químicas para conservação pós-colheita

No início da experimentação, o uso da cobertura de fécula de mangarito e glicerol proporcionou brilho ao fruto, tornando-o atraente para comercialização. As coberturas apresentaram boa aderência aos frutos.

No primeiro dia da montagem do experimento os frutos estavam em bom estado de conservação. No quinto dia, o aspecto mais evidente das amostras foi o murchamento causado pela transpiração das frutas. Houve perda de qualidade externa no final do armazenamento, sendo nítido para o tratamento controle sem cobertura e os com cobertura de solução filmogênica.

4.2.1 Perda de Massa

A fim de verificar o efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol na perda de massa dos frutos de jabuticaba durante o tempo de armazenamento, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância. Os resultados se mostram na Tabela 5.

TABELA 5 - Análise de variância para o efeito das coberturas de amido de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento de perda de massa dos frutos de jabuticaba.

Fonte de Variação	GL	QM	F	P
Glicerol (G)	1	0,762	0,0974	0,7556 ^{n.s}
G ²	1	49,337	6,3057	0,0137*
Tempo (T)	1	3172,858	405,5212	0,0000**
T ²	1	292,333	37,3629	0,0000**
G x T	1	271,921	34,7540	0,0000**
Erro puro	94	735,470	-	-
TOTAL	99	4522,680	-	-

* significativo a 1% de probabilidade ** significativo a 5% de probabilidade n.s = não significativo.

Constatou-se, com os resultados apresentados na Tabela 5, que não houve efeito significativo para a perda de massa dos frutos de jabuticabas sem cobertura e com diferentes coberturas de glicerol, indicando que não foi verificada influência dessa variável. Observou-se diferença entre a perda de massa ao longo do período de armazenamento, mostrando essa maior perda ocorrida no quinto dia.

A perda de massa de frutos de jabuticabas não variou significativamente ($p > 0,05$) entre os frutos sem coberturas e com coberturas, entre o começo da experimentação e o quinto dia em temperatura ambiente. Esse fato demonstra que o uso das coberturas não foi efetivo no controle da perda de massa das frutas de jabuticabas e que essa característica independe da concentração utilizada de glicerol. A perda de massa dos frutos controles e dos revestidos com cobertura de fécula de mangarito a 20,0 e 30,0% foi semelhante no decorrer do período de armazenamento à temperatura ambiente, exceto para o fruto revestido com 9,5% em que se

observaram diferenças significativas nos frutos tratados com menor perda de massa. Os valores de perda de massa estiveram entre 7,82 e 17,77%.

As coberturas com fécula de mangarito foi efetivo somente para frutos revestidos com concentração de 10,0% de glicerol na redução da perda de massa das jabuticabas mantidos à temperatura ambiente, entretanto não podemos dizer o mesmo para as frutas com e sem revestimento e com revestimento de 20,0 % e 30,0%, havendo murchamento, observado pela perda de água no decorrer do armazenamento. Essas observações concordam com resultados de Oliveira (1996), em que o uso de película a 5% retardou a perda de massa de goiaba, quando comparados com a testemunha.

As coberturas de fécula de mangarito e glicerol não foram efetivas, considerando a maioria dos resultados demonstrados, resultando na diminuição da perda de massa dos frutos de jabuticabas. Provavelmente foi devido à baixa barreira ao vapor de água conferida por filmes comestíveis feitos à base de amido (GALLO *et al.*, 2000). O sucesso de um revestimento comestível para atender as necessidades específicas de frutas frescas, depende fortemente da sua propriedade de barreira à umidade, que por sua vez depende da estrutura dos polímeros que formam o revestimento e da condição de armazenamento. 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.

Oliveira (2010) encontrou altos valores de permeabilidade ao vapor de água (Pva) para os filmes biodegradáveis produzidas com fécula de mangarito, com a mesma formulação utilizada para as coberturas comestíveis de frutos de jabuticabas. 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.

A maioria dos materiais de polissacarídeo à base de fécula são hidrofílicos, e não são satisfatórios em alguns casos, por não controlar a perda de umidade de alimentos. Por outro lado, os materiais de revestimento hidrofóbicos, como poliésteres de sacarose, fornece barreiras de umidade relativamente melhor que materiais hidrofílicos (Kester e Fennema, 1986; Debeaufort *et al.*, 1998; Miller *et al.*, 1998; Krochta, 2002). Acredita-se que a utilização de maior teor de fécula na solução filmogênica formadora das coberturas, poderia aumentar sua espessura e barreira ao vapor de água, provocando menor perda de massa pelos frutos.

Observa-se na (Figura 3), os valores de perda de massa fresca foram maiores até o segundo dia de armazenamento, sendo observada uma redução nos mesmos até o quinto dia.

Observou-se um comportamento do aumento de concentração do plastificante nos frutos de jaboticabas, ocorrendo diminuição de perda de massa.

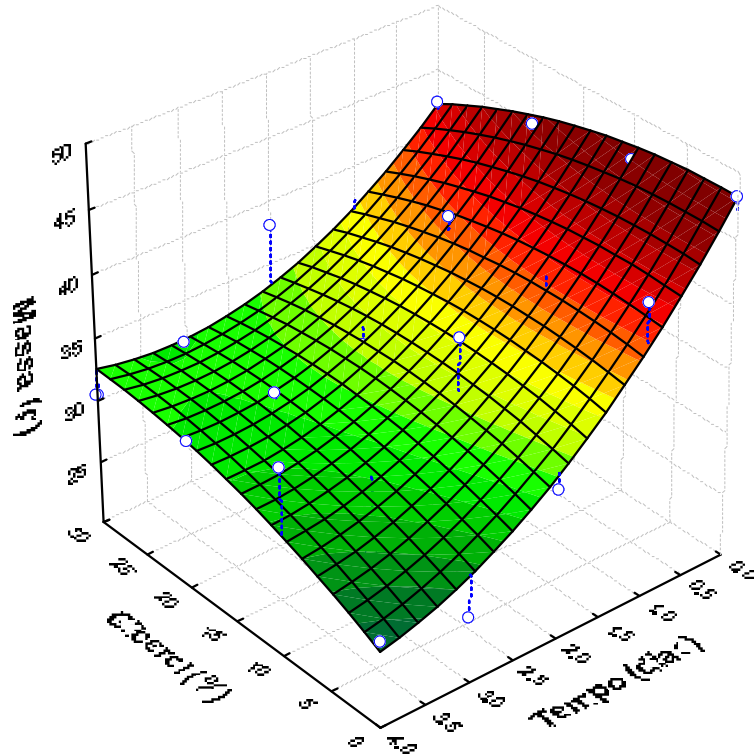


FIGURA 3 - Superfície de resposta para o efeito da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jaboticabas para efeito massa.

Observando a Figura 3, houve aumento da perda de massa e interação entre os fatores (glicerol, tempo e fécula de mangarito). Isso indica que a resposta de cada fator dentro dos níveis não foi semelhante. Foi constatada diferença significativa ($p \leq 0,01$) para os resultados de perda de massa. Por meio dos coeficientes de regressão foi possível gerar o seguinte modelo matemático, conforme equação 7.

$$\text{Massa} = 48,25 + 0,009 \text{ GLI} - 0,007 \text{ GLI}^2 - 9,63 \text{ T} + 1,02 \text{ T}^2 \quad (7)$$

As diferenças provavelmente se devem a variações no local de cultivo, que segundo Chitarra e Chitarra (1990) podem variar em função do cultivar, condições climáticas, locais de cultivo, manejo e clima.

A fim de prolongar o período de conservação de frutos frescos de jabuticabas, revestimento e formulações a base de fécula, deve ser cuidadosamente selecionados e projetados, sem restringir excessivamente as trocas gasosas.

A perda de água de produtos armazenados, não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, fato também evidenciado por Lemos (2006).

Chitarra e Chitarra (2005) afirmaram que alguma perda de massa pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis por murchamento devem ser evitadas. Observou-se que no quinto dia, a perda de massa dos frutos de jabuticabas apresentou murchamento em todos os tratamentos.

A mesma tendência foi certificada por Botrel *et al.* (2007) no revestimento de alho minimamente processado com revestimentos comestíveis de fécula de mandioca, não havendo diferença estatística a para o atributo perda de massa.

Oliveira e Cereda (2003) observaram que o acréscimo de cera em coberturas de fécula de mandioca proporcionou maior eficiência na redução da perda de massa de pêssegos armazenados à temperatura ambiente.

O fruto de jabuticaba apresenta casca muito fina que confere pouca proteção à perda de umidade, o que pode ter contribuído para os altos valores de perda de massa encontrados e vida mais curta após a colheita.

Recobrimentos comestíveis de fécula podem contribuir para aumentar o período de conservação dos frutos de jabuticabas, porém, devem-se buscar formulações que minimizem a perda de matéria fresca, sem restringir excessivamente as trocas gasosas.

4.2.2 Relação SST/ATT

Os teores de sólidos solúveis totais dos frutos de jabuticabas, para efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento, podem ser observados na Tabela 6 de análise de variância.

TABELA 6 - Análise de variância para o efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento na relação SST/ATT dos frutos de jabuticaba.

Fonte de Variação	GL	QM	F	P
Glicerol (G)	1	0,4957	0,2845	0,5949 ^{n.s}
G ²	1	0,7702	0,4421	0,5077 ^{n.s}
Tempo (T)	1	13,6544	7,8381	0,0062**
T ²	1	27,0585	15,5326	0,0001**
G x T	1	18,5370	10,6409	0,0015**
Erro puro	94	163,7515	-	-
TOTAL	99	224,2672	-	-

* significativo a 1% de probabilidade ** significativo a 5% de probabilidade n.s = não significativo.

Houve uma variação no teor de SST encontrado 14,11 a 21,70 °Brix sendo o maior valor encontrado ao final do período de armazenamento. Os frutos de jabuticabas com maiores valores de SST, constitui elevados teores de sólidos solúveis constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia. É importante destacar que o fruto de jabuticaba tem alto teor de SST, superior a outros frutos, como goiaba ‘Pedro Sato’ com 9,05 °Brix (Hojo *et al.*, 2007) e a pitanga com 11,47 °Brix (Lopes *et al.*, 2005).

Em geral, o teor médio de SST dos frutos de jabuticabas foi 17,91°Brix, concordantes com os valores obtidos por Asquieri *et al.* (1997); Brunini *et al.* (2004); Sato e Cunha. (2007); Lima *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2008), em trabalhos realizados com frutos de jabuticabas.

As frutas de jabuticabas cobertos com solução de fécula de mangarito e glicerol, não diferiram do controle ($p > 0,05$) (Tabela 6) na relação SST/ATT, nem entre si, indicando que o material testado não influenciou essa característica. A não interferência das coberturas de fécula e glicerol na relação SST/ATT das jabuticabas pode ser justificada pela alta permeabilidade ao vapor de água dos filmes, que desenvolve o processo de respiração dos frutos.

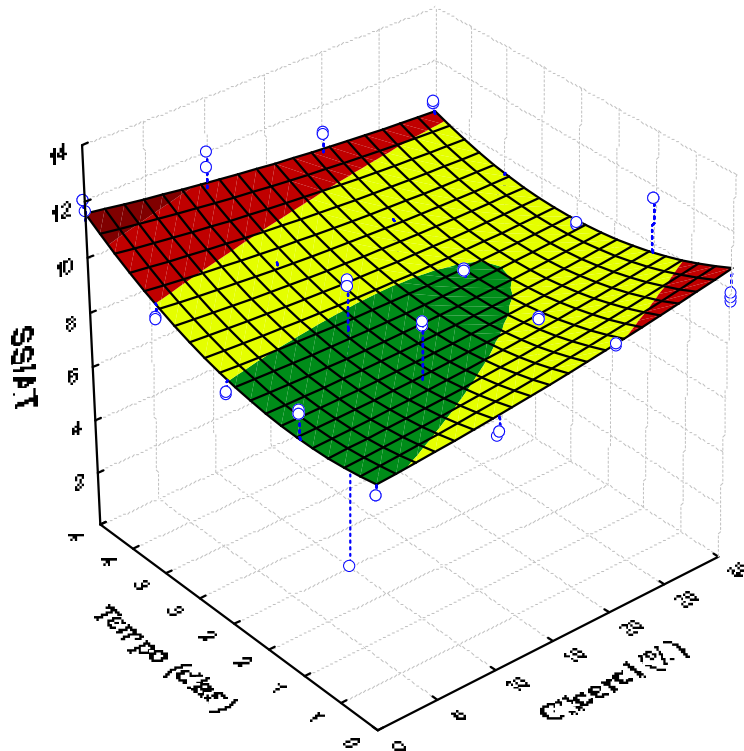


FIGURA 4 - Superfície de resposta para o efeito da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jaboticabas para efeito SST/ATT.

Observa-se na Figura 4, altos valores de SST/ATT durante o armazenamento em condições ambientes. Este aumento do teor de sólidos solúveis totais confere uma degradação de polissacarídeos no decorrer do processo respiratório dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Por meio da superfície de resposta gerada na Figura 4, verifica-se que os modelos de regressão de primeiro e segundo grau são significativos ($p \leq 0,05$). Para os valores da relação SST/ATT, apenas houve diferença significativa, gerando o melhor ajuste da curva aos dados experimentais e o seguinte modelo matemático:

$$\text{SST/ATT} = 8,91 + 0,03\text{GLI} + 0,0008\text{GLI}^2 - 0,57\text{T} + 0,31\text{T}^2 \quad (8)$$

Os resultados obtidos para a relação SST/ATT foram de 1,4%, no início do experimento, e de 2,7% no final do período de armazenamento. Observou-se diferença significativa ($p > 0,05$) na relação SST/ATT entre os experimentos. Para Carmo (2004), estes resultados revelam que frutos em avançados estádios de maturação, influem em altos teores

de sólidos solúveis no final do armazenamento, relacionados pela separação de algumas moléculas e enzimas estruturais em compostos solúveis.

Constatou-se um aumento nos teores de ATT ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos, não sendo efetivas no controle das atividades respiratórias. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) durante o armazenamento o fruto tende a sua maturação, com isso os valores de SST aumentam devido à hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples e que os valores de ATT diminuem, por meio da oxidação do ácido no ciclo de Krebs. Sendo assim, a relação SST/ATT deve gradativamente aumentar com o período de armazenamento. Porém, a quantidade de água existente nos frutos deve ser sempre considerada nos valores relacionados de SST e ATT. Sendo que a quantidade de água perdida causa um aumento nos valores de SST e ATT, podendo chegar a um resultado incorreto (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

4.2.3 pH

O valor médio para o pH dos frutos de jaboticabas foi de 3,41, sendo os menores de 3,15 e as maiores de 3,67. Os valores encontrados neste trabalho são próximos aos encontrados por Oliveira *et al.* (2003) e Geócze (2010), (2,91 a 3,72), (3,22) e (3,50), para frutos de jaboticaba.

Obteve-se comportamento semelhante ao ATT, ou seja, no decorrer do período de armazenamento houve menores valores de pH nos frutos. Não foi constatada diferença significativa nos valores de pH entre os tratamentos ($p > 0,05$) em cada período de armazenamento, porém diferiram com o tempo de armazenamento (Tabela 7).

TABELA 7-Análise de variância para o efeito das coberturas de fécula de mangarito e glicerol e do tempo de armazenamento do pH dos frutos de jaboticaba.

Fonte de Variação	GL	QM	F	P
Glicerol (G)	1	0,0591	4,7897	0,0311*
G ²	1	0,0566	4,5839	0,0348*
Tempo (T)	1	1,7974	145,4554	0,0000**
T ²	1	1,4428	116,7662	0,0000**
G x T	1	0,0285	2,3076	0,1320 ^{n.s}
Erro puro	94	1,1618	-	-
TOTAL	99	4,5462	-	-

* significativo a 1% de probabilidade ** significativo a 5% de probabilidade n.s = não significativo.

Não foi verificada influência das coberturas de fécula de mangarito e glicerol no pH dos frutos de jaboticabas armazenados sob temperatura ambiente. Observou-se uma redução no pH dos quatro tratamentos realizados ao longo do tempo de armazenamento, o que pode estar associado aos altos valores encontrados de perda de massa das amostras (Figura 5). A perda na quantidade de água nos frutos, pode ter sido caracterizado por um aumento na concentração de ácidos orgânicos, causando menores valores de pH. Valores semelhantes foram encontrados por Pereira *et al.* (2000) em atributos físicos e químicos de frutos de oito clones de jaboticabeiras.

Foi verificado que houve menores valores do pH com o tempo de armazenamento, dos frutos armazenados á temperatura ambiente, em pimentões cobertos com fécula de mandioca (HOJO *et al.*, 2007).

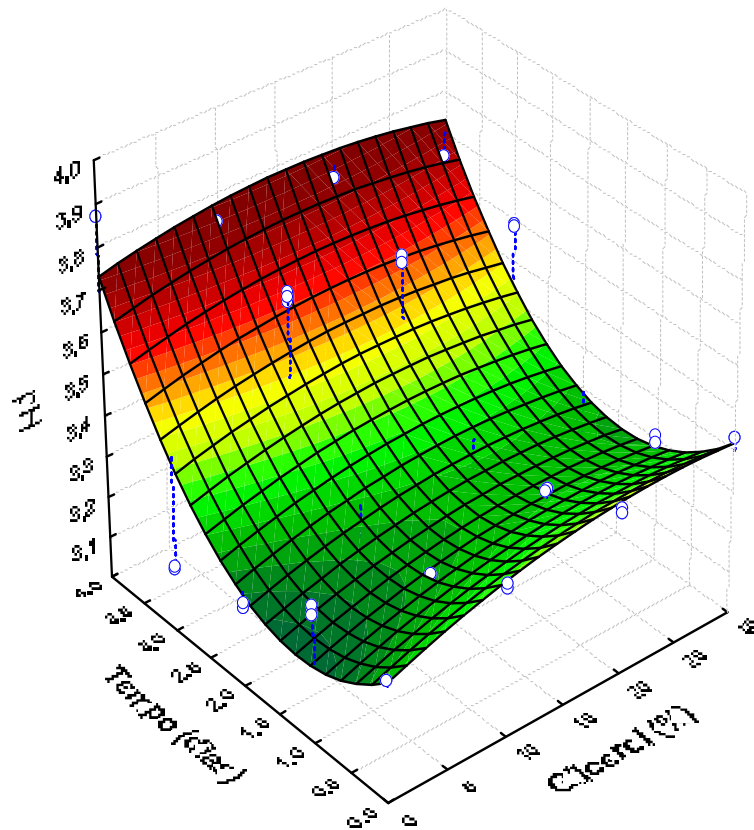


FIGURA 5 - Superfície de resposta para o efeito da concentração de glicerol e fécula de mangarito, na pós-colheita de frutos de jaboticabas para efeito do pH.

Para estudar o efeito do tempo de armazenamento no pH dos frutos de jaboticabas realizou-se análise de regressão havendo interação entre os fatores glicerol e tempo, de acordo com a Equação 9 ($p \leq 0,05$), gerando o seguinte modelo matemático:

$$\text{pH} = 3,29 + 0,01\text{GLI} + 0,0002\text{GLI}^2 - 0,18\text{T} + 0,07\text{T}^2 \quad (9)$$

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, os filmes de fécula de mangarito e glicerol apresentaram uma solubilidade em água entre 2,43 e 3,87% e uma permeabilidade ao vapor de água de $3,10 \times 10^{-5}$ e $3,39 \times 10^{-5}$ g (m s Pa)⁻¹.

A concentração maior de plastificantes aumentou a taxa de difusão em polímeros, a permeabilidade ao vapor de água e a solubilidade se mostrou maior. As soluções filmogênicas mostraram-se muito hidrofílicas, e a fécula foi adicionada em concentração relativamente baixa. Uma equação de segunda ordem mostrou-se a mais adequada para descrever a variação da solubilidade em água nos filmes de fécula de mangarito e glicerol.

A utilização das coberturas de fécula de mangarito e glicerol não foi eficiente em retardar o metabolismo pelas características físico-químicas pós-colheita dos frutos de jabuticabas armazenados em temperatura ambiente, no controle da perda de massa, pH e da relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável durante os cinco dias de armazenamento. Houve interação entre os fatores glicerol e tempo, gerando modelos matemáticos, entre as frutas de jabuticabas com e sem cobertura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.M.P.; CARVALHO, V.D.de.; GONÇALVES, N.B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.195, p.70-72, 1998.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **Designation:** D638M-93, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia: ASTM, 1995.
- 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.
- ASCHERI, D.P.R.; ANDRADE, C.T.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R. Obtenção de farinhas mistas pré-gelatinizadas a partir de arroz e bagaço de jabuticaba: efeito das variáveis de extrusão nas propriedades de pasta. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 115-144, jan./jun., 2006.
- ASQUIERI, E. R.; CANDIDO, M. A.; DAMIANI, C.; ASSIS, E. M. Fabricación de vino blanco y tinto de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* Berg) utilizando la pulpa y la cáscara respectivamente. **Alimentaria**, Madrid, n. 355., p. 97-109., 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 12 ed. Washington: A.O.A.C., 1992.
- ASTM. Annual Book of American Society for Test and Material Standards, Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. E 96 – 95. The Society: Philadelphia, PA., 1995.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel,1993. 114p.
- AZEREDO, H.M.C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial de aplicação. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 267-278, jul./dez., 2003.
- BOLZAN, R.P. **Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate ‘Dominador’**. 2008. 167p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BOTREL, D.A.; SOARES, N. de F.F.; GERALDINE, R.M.; PEREIRA, R.M.; FONTES, E.A.F. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível microbiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 32-38, 2007.
- BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. (1978). **Statistics for experimenters: an introduction to design, data analysis, and modo building**. New York: Wiley and Sons. 653 p.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (vell) berg) cv 'sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24., n. 3., p. 378-383., 2004.

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

CARMO, S.A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo 'Zarco HS'**. 2004. 127 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2004.

CARVALHO, R.A. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina**. 1997. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE GOIÁS (CEASA/GO). **Acompanhamento conjuntural da comercialização volume por sub-grupo e por produto, participação de Goiás e outros estados**. Goiânia: CEASA/GO, 2006a. Disponível em: <<http://www.ceasa.goias.gov.br/ArquivosSiteCeasa/Conjunturas/analise2005/arquivos/28.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2009.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE GOIÁS (CEASA/GO). **Histórico de preços de mercadorias e produtos**. Goiânia: CEASA/GO, 2006b. Disponível em: <<http://www.agronegocio.goias.gov.br/docs/portal/historicoprecos2006.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2009.

CEREDA, M.P. Culturas da taioba. IN: CEREDA, M.P. **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002a. cap. 28. 537-539p.

CEREDA, M.P. Culturas de tuberosas amiláceas latino americana. IN: CEREDA, M.P. **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002b. Cap. 1. 13-25p

CEREDA, M.P. Potencial das tuberosas americanas. SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE CULTURAS DO INHAME E DO CARÁ, 2001, Venda Nova do Imigrante. **Anais...** . Venda Nova do Imigrante: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Espírito Santo, 2001.

CHARNET, R.; FREIRE, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1999. 356 p.

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 frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

COATINGS to Improve Quality, Lancaster: Technomic Publishing Co., p. 210-278. 1994.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: John Wiley, 1964. 617p.

COSTA, C.A.da; FERNADES, K.de.O; SAMPAIO, R.A.; GUANABENS, R.G.M; SILVA, F.W.S; GUSMÃO, C.A.G. **Rendimento do mangarito em função da adubação orgânica e do espaçamento**. Montes Claros: Núcleo de Ciências Agrárias/UFMG. 2005. 4p.

COSTA, C.A.da; RAMOS, S.J; ALVES, D.S.; FERNADES, L.A.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Nutrição mineral do mangarito num Latossolo Vermelho Amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p.102-106, 2008.

COURSEY DG. **The edible aroids**. World Crops, London, p. 20: 3-8, 1968.

CUQ, B.; GONTARD, N.; CUQ, J.L.; GUILBERT, S. Rheological models for the mechanical properties of myofibrillar protein-based films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.44, p.1116-1122. 1996.

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.

DEBEAUFORT, F; QUEZADA-GALLO J.A.; VOILLEY, A. 1998. Edible films and coatings: tomorrows packagings: a review. **Crit Rev Food Sci Nutr**, 38:299–313.

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.

DONADIO, L. C. Cuidados com a Jaboticabeira. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 23 de novembro de 1983. Suplemento Agrícola, p.16.

DONADIO, L. C. **Jaboticaba (Myrciaria jaboticaba (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 55p. (Série Frutas Nativas, 3).

FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.V. de 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**, s.I., v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FERREIRA, M. D.; FRANCO, A. T. O.; NOGUEIRA, M. F. M.; ALMEIDA, R. V. C. de; 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.

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. **J. Membr. Sci.**, v. 180, n. 1, p. 37- 46, 2000.

GENNADIOS, A.; McHUGH, T.H.; WELLER, C.L.; KROCHTA, J.M. Edible coatings and films based on proteins. In: Edible Films and, GEÖCZE, Andréa Carrara. **Influência da preparação de Licor de Jaboticaba (Myrciaria jaboticaba Vell berg) no Teor de**

Compostos Fenólicos. Faculdade de Farmácia, Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/URMR74SNGD/1/andrea_carra_ra.pdf>. Acesso em: 19 jun.2010.

GONTARD, N. **Films et enrobages comestibles: étude et amélioration des propriétés filmogènes du gluten.** Montpellier, 1991, 174p. Thèse (Docteur en «Biochimie, biologie cellulaire et moléculaire – Science des Aliments»), Université Montpellier II.

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 plasticers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **J. of Food Sci.**, Chicago, v. 53, n. 1, p. 206-211, 1992a.

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**, Chicago, v. 57, n. 1, p. 190-199, 1992b.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Water and glycerol as plasticers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 1, p. 206-211, 1993.

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.

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.

HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVARENGA, M. A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 184-190, jan./fev., 2007.

INSTITUTO ADOLF LUTZ (IAL). **Normas analíticas:** métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533p.

ISOBE, M.T.C.; MARQUES, P.M.; MAPELI, N.C.; SEABRA JÚNIOR, S. **As hortaliças não-convencionais no projeto horta doméstica:** o conhecimento e o consumo. Resumo expandido. 2008. Cárceres: Universidade do Estado do Mato Grosso. Disponível em: <http://www2.unemat.br/prppg/jornada/resumos_conic/Expandido_00787.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2009.

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.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. 1986. Edible films and coatings: a review. **Food Technol**, 40(12):47–59.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. An edible film of lipids and cellulose ethers: barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 6, p. 1383-1389, 1989.

KHURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response Surfaces**. New York: Marcel Dekker, 1987.

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.

KROCHTA, J.M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: GENNADIOS A, editor. **Protein-based films and coatings**. Boca Raton, Fla.: CRC Press. p 1–41.

KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, s.l., v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

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

LEITE, G.L.D.; SILVA, F.W.S.; JESUS, F.M.; COSTA, C.A.; GUANABENS, R.E.M.; GUSMÃO, C.A.G. Efeito da adubação orgânica, espaçamento e tamanho de rizoma-semente sobre artrópodes em mangarito *Xanthosoma mafaffa* Schott. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 4, p. 343-348, 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.

LIMA, A. de. J. B, CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; BARRO, A. M. D. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, v.58., n.4., 2008.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. de A.; MENEZES, H. C. de. Estabilidade da Polpa de Pitanga sob Congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553- 559, 2005.

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.

LUCENA, C.C. de; SILVA, A.C. da; SILVA, A.C.; FEITOSA, H. de O.; ALMEIDA, F.F.D. de; CONEGLIAN, R.C.C.; VASCONCELLOS, M.A. da S. Efeito da película de amido na conservação pós-colheita de frutos de banana cv. “Nanicão”. **Agronomia**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 34-37, 2004.

MAHMOUD, R.; SAVELLO, P.A. Mechanical properties of water vapor transferability through whey protein films. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.4, p.942-946, 1992.

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

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

MATOS, J.L.R. **Frutíferas nativas do Brasil**. São Paulo: Nobel, 1983. 92p.

MILLER, K.S.; UPADHYAYA, S.K.; KROCHTA, J.M. Permeability of d-limonene in whey protein films. **J Food Sci**, 63:244–7, 1998.

MONTEIRO, D.A; PERESSIN, V.A. Efeito do tamanho do rizoma-semente, da época e do local de plantio, na produção de rizomas de mangará. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n.1, 1997.

MONTERREY, E.S.; SOBRAL, P.J.do.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 de proteínas miofibrilares de tilápia-do-nilo para a elaboração de biofilmes: solubilidade das proteínas em função do pH. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1998. p.2086-2089.

MOTTA, S.; GUERRA, M. de O.; PETERS, V.M.; REIS, J.E. de P. Administração de polvilho de lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hil) a ratas lactando: desenvolvimento físico a crias. **Lecta: Revista de Farmácia e Biologia da Universidade São Francisco**, Bragança Paulista, v. 20, n. 1, p. 53-60, jan./jun., 2002.

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

MULLER, C.C.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, p. 82-87, 2008.

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, A. L.; NETO, E. A. B.; FENERICH, E. J.; ALONSO, C. O.; AZEVEDO, J. S. A.; NETO, P. O. **Efeito da aplicação pré-colheita de cálcio na qualidade dos frutos de jaboticaba**. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008, **Anais**.Vitória/ES, 2008.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A. SALANDI, C. A. R Physico chemical characteristics of “Sabará” jaboticaba provenients of differents regions of cultivation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25.n 3.p.397-400, 2003.

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. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis.

OLIVEIRA, M. A. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera na conservação pós-colheita de frutos de Goiaba (*Psidium guajava*)**. 1996, 73p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

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.

PEREIRA, M.C.T.; SALOMÃO, L.C.C.; MOTA, W.F.; VIEIRA, G. Atributos físicos e químicos de frutos de oito clones de jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. Especial, p.16-21, julho, 2000.

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. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO.

RIGO, L.N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis**. 2006. 130p. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – URI Campos de Erechim, Erechim.

RÓZ, A.L. **Preparação e caracterização de amidos termoplásticos**. São Carlos, 2004. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais). Área interunidades em Ciências e Engenharia de Materiais da Universidade de São Paulo.

SABATO, S.F. **Aplicação da irradiação na formação de filmes comestíveis proteicos**. 2000. 107p. (Doutorado Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicação). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, A.P. **Extração e caracterização do amido do fruto-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e elaboração de filmes biodegradáveis**. 2009. 93 p. (Mestrado em Ciências Moleculares) – Curso de Pós-graduação em Ciências Moleculares da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. **Ciência Tecnológica de Alimentos**, Campinas, v.27., n.4., p. 890-896., 2007.

SCHOLZ, M.B.S.; MAGRI, T.B. Tempo de cozimento de cultivares e linhagens de arroz irrigado. In: 1º Congresso da Cadeia Produtiva de Arroz / VII Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz – RENAPA. 1., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2002. p. 51-53.

SHAW, N. B.; MONAHAN, F. J.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Physical properties of WPI films plasticized with glycerol, xylitol or sorbitol. **Food Engineering and Physical Properties**, v. 67, p. 164-167, 2002.

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, M.M.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P de. Antinutrientes da frutade-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) em diferentes estágios de amadurecimento. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL**, 16., 2003a, Lavras. p.229.

SILVA, P. S.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F.; SILVA, P. I. B. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21., n.1., p.31-33., 2003b.

SILVA, W.A.da.; 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.

SOBRAL, P.J.A. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 60-67, 1999.

SOBRAL, P.J.do.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.

STATSOFT: STATISTICS [computer program]. Versão 8.0. Tulsa: StatSoft; 2007.

SYRBE, A.; BAUER, W. J.; KLOSTERMEYER, N. Polymer science concepts in dairy systems – an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. **International Dairy Journal**, v. 8, n. 3, p. 179-193, 1998.

TANADA-PALMU, P.S.; PROENÇA, P. de S.P; TRANI, P.S.; PASSOS, F.A.; GROSSO, C. R. F. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, s.I., v. 64, n. 2, p. 291-297, 2005.

TANADA-PALMU, P. S. **Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo**. (Doutorado em Alimentos e Nutrição). 2003. 244 p. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

TÁPIA-BLÁCIDO, D.R. **Filmes a base de derivados do amaranto para uso em alimentos**. 2006. 351 p. (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

UTERNOEHL, B.; NUNES JR., O. Agricultura Mbya-Guarani na conservação da biodiversidade: a partir da aldeia marágatu-Imarui/SC. Resumos do I Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 1, n.1, p. 397-401, 2006.

ZÁRATE, N.A.H; VIEIRA, M.do.C.; PONTIM, B.C.A. Arranjo de plantas na produção do mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) “comum”. **Acta scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n.3, p.409-413, 2005.