



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

DJALMA VITORINO COSTA FILHO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BIRI-BIRI (*Averrhoa bilimbi* L.) COM
REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE AMIDO E GELATINA**

SALGUEIRO

2018

DJALMA VITORINO COSTA FILHO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BIRI-BIRI (*Averrhoa bilimbi* L.) COM
REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE AMIDO E GELATINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Vanessa Maria dos Santos Santiago.

SALGUEIRO

2018

FICHA CATALOGRÁFICA (OBRIGATÓRIO)

Página reservada para ficha catalográfica que deve ser confeccionada após apresentação e alterações sugeridas pela banca examinadora.

Para solicitar a ficha catalográfica de seu trabalho entre em contato com a Biblioteca do Campus Salgueiro, antes de realizar o depósito da versão final do seu trabalho.

Imprimir no verso da folha anterior.

DJALMA VITORINO COSTA FILHO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BIRI-BIRI (*Averrhoa bilimbi* L.) COM
REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE AMIDO E GELATINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Vanessa Maria dos Santos Santiago - Orientadora
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

Prof. Dr. Rodrigo de Araújo Soares
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

Prof. Dra. Cristiane Ayala de Oliveira Leães
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

Técnico em Laboratório/Agroindústria – Jânio Eduardo de Araújo Alves
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

SALGUEIRO

2018

Dedico

A minha mãe Patrícia e aos meus avós maternos Djalma Vitorino e Maria do Livramento (*in memoriam*), pelo amor, carinho e criação que me deram. A minha Esposa Eliete e ao meu filho Joaquim, pelo amor e apoio que me fez nunca desistir de meus sonhos. Aos meus irmãos e toda minha família!

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Pai que me apoia a cada milésimo de minha trajetória, onde através de tombos em minha vida, me segurou e segura com Sua mão forte, não me fazendo cair.

Aos meus avós maternos Djalma Vitorino e Maria do Livramento, a minha mãe Patrícia (*in memoriam*), pelo amor, carinho, força e incentivo. Saudades eternas! Um dia nos reencontraremos!

A minha esposa Eliete Costa, a meu filho Joaquim Vitorino, pelo apoio e compreensão de muitas ausências. Sem vocês, não existia razão para a conclusão. Amo vocês!

Ao meu pai Ailton Guimarães, pelo exemplo de luta e perseverança. Deus o colocou em meu caminho. Obrigado por tudo pai!

A meu tio Leopoldo Costa, pelo apoio motivacional e palavras em momentos de dúvida. Obrigado tio!

Aos meus irmãos Luiza, Laiane, Leopoldo Filho, Flávio, Alex, Alice e André. O companheirismo me traz alegrias inimagináveis.

Aos meus pais de religião Sônia e João e a todos os meus irmãos de religião. É um prazer fazer parte dessa família! Amo vocês!

A minha orientadora Prof.^a Dra. Vanessa Santiago, pelo apoio, excelente orientação e compreensão! Obrigado por tudo professora!

Aos meus mestres, em especial aos professores Rodrigo, Cristiane, Luciana, Lívia e Rachel pelo apoio e ensinamentos únicos.

Ao meu amigo e irmão, Adjair José da Silva pelo companheirismo e parceria. Nós vencemos!

As minhas amigas de graduação Liliane, Cleidiane, Débora, Alana, Magna, Vanessa, Natália, Dionara, Jaqueline e Deise, pela companhia em momentos tão difíceis. Em especial a minha grande amiga Priscila, pelo amor, doação e parceria. Amo vocês!

Ao casal Seu Ronolfo e Dona Socorro, como também seus filhos, por me ajudarem com tantos carinhos e conselhos. Tenham a plena certeza, vocês me ajudaram em muitos momentos de minha vida!

Aos meus amigos Murilo e Samuel, pelos momentos de descontração e companheirismo.

Ao técnico em laboratório Jânio Eduardo, pelas inúmeras vezes em que me ajudou quando foi solicitado. Obrigado Jânio.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano –campus Salgueiro, pelo apoio acadêmico.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Vitória de Santo Antão, pelo apoio administrativo.

Aos meus amigos de trabalho, Magela, Mikerlane e Valéria, pelo apoio e incentivo. Obrigado!

Enfim, a todos e todas que direto e indiretamente contribuíram pelo meu crescimento profissional. Meu muito obrigado!

*Se um dia, já homem feito e realizado,
sentires que a terra cede a teus pés, que
tuas obras se desmoronam, que não há
ninguém à tua volta para te estender a
mão, esquece a tua maturidade, passa
pela tua mocidade, volta à tua infância e
balbucia, entre lágrimas e esperanças, as
últimas palavras que sempre te restarão
na alma: minha mãe, meu pai.”*

Rui Barbosa.

RESUMO

O biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) pertencente à família das *Oxalidaceae*, assim como a carambola (*Averrhoa carambola* L.) entretanto diferentes no sabor, características físicas e utilização, é bastante cultivado e utilizado em países de clima tropical. Têm provavelmente sua origem nas Ilhas Molucas e cultivado no sudeste asiático, em países como Índia, Malásia, Tailândia e países da América do Sul, incluindo o Brasil. O amido é um polissacarídeo constituído basicamente por dois polímeros de α -D-glicose: a amilose e a amilopectina, que se ligam através da condensação enzimática que ocorre predominantemente entre átomos de carbono 1 e 4 e ocasionalmente entre átomos de carbono 1 e 6 (MARCON *et al.*, 2007; MANNERS, 1989). A gelatina é um polímero natural que consiste de uma mistura de proteínas de origem animal, solúvel em água quente, glicerol e ácido acético, embora não seja encontrada *in natura* pode ser obtida a partir de colágeno por desnaturação térmica e ação hidrolítica (INAMURA, 2008). Diante das condições apresentadas o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características de conservação dos frutos de biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) submetidos a diferentes concentrações de revestimento comestível de amido e gelatina, verificando a manutenção das variáveis de qualidade: físicas e físico-químicas durante o armazenamento. Os frutos de biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) foram revestidos em biofilmes de amido e gelatina, em concentrações de 5%, 10%, 15% e, 2%, 3% e 4%, respectivamente. Armazenados em triplicata em BOD a uma temperatura de 25°C e analisados físico e físico-quimicamente a cada três dias durante dezoito dias de armazenamento. A análise estatística foi realizada em esquema fatorial (2 x 3 x 7). Para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.7 beta. O presente estudo leva-nos a recomendar o uso do filme de Amido 5% como filme na conservação do Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.). Para trabalhos futuros recomenda-se um controle da umidade da BOD, realização de um planejamento fatorial sob o filme de amido 5% e realização de testes com o filme de gelatina aumentando a concentração da mesma.

Palavras-chave: *Oxalidaceae*; Armazenamento; Revestimentos Comestíveis.

ABSTRACT

The biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) belonging to the Oxalidaceae family, as well as the carambola (*Averrhoa carambola* L.), however different in taste, physical characteristics and use, is widely cultivated and used in tropical countries. They probably have their origin in the Moluccan Islands and cultivated in Southeast Asia, in countries like India, Malaysia, Thailand and countries of South America, including Brazil. Smido is a polysaccharide consisting essentially of two α -D-glucose polymers: amylose and amylopectin, which bind through enzymatic condensation occurring predominantly between carbon atoms 1 and 4 and occasionally between carbon atoms 1 and 6 (In this paper, Gelatine is a natural polymer consisting of a mixture of animal proteins, soluble in hot water, glycerol and acetic acid, although not found in natura can be obtained from collagen by thermal denaturation and hydrolytic action (INAMURA, 2008).). In view of the conditions presented, the objective of this study was to evaluate the conservation characteristics of the biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) fruits submitted to different concentrations of edible coating of starch and gelatin, verifying the maintenance of quality variables: physical and physical during storage. Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) fruits were coated on 5%, 10%, 15% and 2%, 3% and 4% biofilms of starch and gelatin biofilms, respectively. Stored in triplicate in BOD at a temperature of 25 ° C and analyzed physically and physico-chemically every three days for eighteen days of storage. Statistical analysis was performed in a factorial scheme (2 x 3 x 7). To compare the means, the Tukey test was used at 5% of significance using the ASSISTAT version 7.7 beta program. The present study leads us to recommend the use of 5% Starch film as a film in the conservation of Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.). For future work it is recommended to control the humidity of the BOD, perform a factorial planning under the starch film 5% and perform tests with the gelatin film increasing the concentration of the same.

Keywords: *Oxalidaceae*; Storage; Edible coatings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Biri-biris (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) higienizados.....	24
Figura 2	– Revestimentos comestíveis.....	25
Figura 3	– Perda de Massa do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com revestimentos de amido.....	30
Figura 4	– Perda de Massa do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com revestimentos de gelatina.....	30
Figura 5	– Acidez Total Titulável expressa em % de ácido cítrico do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido.....	32
Figura 6	– Acidez Total Titulável expressa em % de ácido cítrico do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina.....	32
Figura 7	– Potencial hidrogênionico (pH) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido.....	34
Figura 8	– Potencial hidrogênionico (pH) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina.....	34
Figura 9	– Sólidos Solúveis Totais (SST) expressos em °Brix do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com amido.....	36
Figura 10	– Sólidos Solúveis Totais (SST) expressos em °Brix do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com gelatina	36
Figura 11	– Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido	38
Figura 12	– Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Ingredientes e quantidades utilizados na formulação dos revestimentos comestíveis	24
Tabela 2	– Valores médios e desvios padrões da massa e dimensões dos biri-biris (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	29
Tabela 3	– Perda de massa do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido.....	31
Tabela 4	– Perda de massa do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina	31
Tabela 5	– Acidez Total Titulável expressa em % de ácido cítrico do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido	33
Tabela 6	– Acidez Total Titulável expressa em % de ácido cítrico do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina	33
Tabela 7	– pH do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com amido.....	35
Tabela 8	– pH do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recoberto com gelatina.....	35
Tabela 9	– Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com amido.....	37
Tabela 10	– Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com gelatina.....	37
Tabela 11	– Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com amido	39
Tabela 12	– Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) recobertos com gelatina	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

pH	Potencial Hidrogênico
SST	Sólidos Solúveis Totais
ATT	Acidez Total Titulável
mL	Mililitros
g	Gramas
PM	Porcentagem de perda de massa parcial do período
PI	Massa inicial da amostra no período zero em gramas
PF	Massa final da amostra nos períodos de amostragens seguintes a PI em gramas.
NaOH	Hidróxido de Sódio
V	Volume
M	Molaridade
PM	Peso Molecular
Cm	Centímetros

LISTA DE SÍMBOLOS

°C Graus Celsius

% Porcentagem

°Brix Grau Brix

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	OBJETIVO GERAL	15
2.1	Objetivos específicos	15
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	16
3.2	Revestimentos comestíveis.....	17
3.3	Amido.....	18
3.4	Gelatina	21
4.	METODOLOGIA	23
4.1	Matéria-prima.....	23
4.2	Preparo das soluções filmogênicas e aplicação nos frutos.....	23
4.3	Caracterização física do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.).....	25
4.4	Caracterização físico-química do Biri-biri (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.).....	26
4.4.1	Sólidos Solúveis Totais (SST).....	26
4.4.2	Acidez Total Titulável (ATT).....	26
4.4.3	Taxa de Maturação (Relação SST/ATT).....	27
4.5	Tratamento estatístico.....	27
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6.	CONCLUSÃO	40
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

O biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) pertencente à família das *Oxalidaceae*, assim como a carambola (*Averrhoa carambola* L.), entretanto diferentes no sabor, características físicas e utilização, é bastante cultivado em países de clima tropical. Têm provavelmente sua origem nas Ilhas Molucas é encontrado no sudeste asiático, em países como Índia, Malásia, Tailândia e países da América do Sul, incluindo o Brasil. No território nacional se têm cultivos nos estados do Amazonas, Rio de Janeiro, Pará e Santa Catarina. É conhecido por diferentes nomes: “bilimbi”, “bilimbino”, “biri-biri”, “amarela de caramboleira”, “azedinha”, “azedinho” ou “limão caiena” (PASCHOALIN, *et al.*, 2014).

O biri-biri foi introduzido no Brasil no estado de Pernambuco, mais precisamente na cidade de Olinda, no Jardim da Aclimação, no ano de 1811 (RIBEIRO *et al.*, 2010)

Para muitos, o biri-biri não é considerado um fruto comercial. Entretanto, tem potencial agroindustrial na produção de vinagre, geleias, doces, sucos, concentrados, néctar, compotas e licores.

A pesquisa e inovação, direcionadas a área de ciência e tecnologia dos alimentos, estando atreladas a muitas facetas do desenvolvimento agroindustrial, cada vez mais, induz as indústrias alimentícias a buscarem alternativas inteligentes, no intuito de aumentar o tempo de conservação de alimentos.

Por parte da indústria de alimentos, a preocupação crescente com a manutenção da qualidade e a de evitar uma contaminação nas várias etapas de colheita, beneficiamento, processamento e industrialização, destaca-se a importância do correto acondicionamento, onde vários tipos de embalagens desempenham papel fundamental na preservação de produtos (GARCIA, *et al.*, 2015).

Como forma de aumentar o tempo de vida útil de produtos vegetais, técnicas de utilização de revestimentos comestíveis têm sido cada vez mais reconhecidas como método eficaz, no combate ao escurecimento e no aumento do tempo de vida útil de frutos. Pois protegem a superfície do produto, evitando as interferências do ambiente inserido, como também ajudam nas características sensoriais, mantendo a aparência fresca do produto por mais tempo (BENÍTEZ *et al.*, 2013; PIZATO *et al.*, 2013; BESINELA JÚNIOR, 2010; MIGUEL *et al.*, 2008).

Vários benefícios podem ser observados na aplicação de revestimentos comestíveis. Dentre eles, o aumento da vida de prateleira está em primeiro lugar, seguido da redução da perda de umidade, retardamento da produção de etileno, formação de barreira ao contato com o oxigênio e impedimento da perda de compostos voláteis (AZEREDO *et al.*, 2012).

Os revestimentos, conhecidos também como biofilmes ou coberturas comestíveis, têm origem animal ou vegetal, ou associam-se substâncias com outros compostos e/ou interação de ambos. Polissacarídeos, ceras (lipídeos) e proteínas, são classes de materiais mais utilizados (ASSIS; BRITTO, 2014).

De acordo com o que foi exposto, o objetivo desse trabalho é avaliar a vida útil pós-colheita de frutos do biri-biri, cobertos por diferentes concentrações de biofilmes de amido e gelatina.

2. OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve como objetivo avaliar as características de conservação dos frutos de biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) submetidos a diferentes concentrações de revestimento comestível de amido e gelatina, verificando a manutenção das variáveis de qualidade: físicas e físico-químicas durante o armazenamento.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as características físicas dos frutos de biri-biri (massa, perda de massa e dimensões);
- Avaliar as características físico-químicas de frutos de biri-biri revestido com amido em diferentes concentrações durante 18 dias de armazenamento;
- Avaliar as características físico-químicas de frutos de biri-biri revestido com gelatina em diferentes concentrações durante 18 dias de armazenamento;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.)

O biri-biri ou bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) pertence à família das Oxalidaceae e é originário do Sudeste da Ásia, mais precisamente na Malásia. A planta possui porte baixo, em torno de 5 a 9 m de altura, o tronco apresenta casca lisa e escura, suas folhas são perenes e compostas imparipinadas. O fruto é uma baga de formato elipsóide de 7 cm de comprimento em média, de coloração verde amarelada quando maduro e polpa suculenta (LORENZI *et al.*, 2006).

Rico em vitamina C e ácido oxálico, os frutos são considerados ácidos e amargos quando consumidos *in natura*, porém tem sido utilizado na culinária em substituição do limão (SOUZA *et al.*, 2009). Além de aminoácidos, ácido cítrico, cianidina-3-O-glucosídeo, fenóis, potássio, açúcares e vitamina A (TAN, B. K. H. *et al.*, 2004). Também foram encontrados flavonóides, saponinas e triterpenos nos extratos metanólico e clorofórmico do fruto, durante o experimento realizado para verificar a eficácia antimicrobiana dos mesmos (WAHAB *et al.*, 2009). Sua composição química é influenciada pelos fatores ambientais, de genética, da distribuição geográfica e maturação (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Embora a planta seja adaptada a diversas condições climáticas a sua produção está concentrada na região Norte, onde é bastante cultivada em pomares domésticos com finalidade ornamental (LORENZI *et al.*, 2006). Lima *et al.*, (2006) relatam que foi pela região Amazônica que houve sua introdução no Brasil, em conjunto com a carambola e outras espécies de origem asiática. Já Araújo *et al.*, (2010), dizem que foi no estado de Pernambuco, sua introdução em 1811 no Jardim da Aclimação em Olinda.

Na medicina popular é utilizada para xaropes e bebidas fermentadas, devido as suas características antiescorbúticas e no combate a febre e no tratamento de afecções cutâneas (GOMES, 1972). Para tal fim, são utilizadas tanto as folhas, cascas, flores, frutos, sementes e raízes para combater tosse, beribéri, febre, inflamação, sangramento renal, alivia hemorroidas internas, inchaços de caxumba e reumatismo e erupção da pele. As folhas apresentam ação hipoglicêmica e antibacteriano (ROY *et al.*, 2011).

Mesmo o biri-biri não sendo considerada uma espécie comercial, apresenta sua importância industrial na fabricação de conservas, geleias, doces, sucos, compostas, licores e vinagre devido ao seu sabor ácido (LIMA *et al.*, 2001).

3.2 Revestimentos comestíveis

A definição de biofilme surgiu em estudos científicos durante longo período de tempo, porém ganhou destaque nas últimas duas décadas e vem avançando consideravelmente (CAIXETA, 2008).

Para Henrique *et al.* (2008) os biofilmes são considerados filmes finos, preparados de materiais biológicos, que atuam como barreiras a elementos externos e, conseqüentemente, protegem o produto embalado de danos físicos e biológicos aumentando a vida útil pós-colheita. Do ponto de vista físico, os biofilmes não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhoram o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto. Quando desejado, o mesmo pode ser removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo.

Há um aumento no interesse no desenvolvimento de biofilmes comestíveis, principalmente devido à demanda crescente por alimentos de alta qualidade, preocupações ambientais sobre o descarte de materiais não renováveis e oportunidades para a criação de novos mercados de matérias-primas formadoras de filme, como hidrocolóides e lipídeos (PALMU, 2003).

Segundo Bobbio e Bobbio (2005) o uso de biofilmes ou películas comestíveis é uma opção que pode ser usada com a mesma finalidade da cera. Nesta técnica, utilizam-se como matéria-prima os derivados do amido, da celulose ou do colágeno. Os biofilmes de amido, em especial o derivado da mandioca é o que apresenta uma película resistente e transparente, mais eficiente na perda de água e promove um melhor aspecto e brilho intenso, tornando o fruto mais atrativo.

Os biofilmes elaborados a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, no entanto são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor de água (GALLO *et al.*, 2000).

São constituídos por partículas de proteínas, lipídeos, fosfolipídeos, carboidratos, sais minerais e vitaminas e outros, que formam uma crosta chamada

de matriz, abaixo da qual, os microrganismos continuam a crescer, formando um cultivo puro ou uma associação com outros microrganismos, e aumentando a proteção contra agressões químicas e físicas (PARIZZI *et al.*, 2004; MACEDO, 2006).

A formação de biofilmes comestíveis se baseia na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente, que pode ser água, etanol ou ácidos orgânicos, e a adição de aditivos, plastificantes, agentes de ligação, obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica. Após o preparo, estas devem passar pela secagem para a formação dos biofilmes. Nesta etapa, ocorre o aumento da concentração do biopolímero na solução, devido a evaporação do solvente e, conseqüentemente a agregação das moléculas, levando a formação de uma rede tridimensional (VICENTINI, 2003).

A aplicação de biofilmes comestíveis está relacionada com sua capacidade de atuar como um adjunto para promover maior qualidade, estendendo a vida de prateleira e possibilitando a economia com materiais de embalagem final (KESTER; FENNEMA, 1986). Conforme Guilbert e Biquet (1995) e Gontard e Guilbert (1996), os biofilmes comestíveis apresentam diversas vantagens, tais como o consumo direto com o produto, materiais com baixo custo, possibilidade de embalagens individuais, melhoria das propriedades mecânicas, organolépticas e nutricionais. Podendo ser reforçadas tais propriedades mecânicas e protetoras mediante a adição de aditivos, tais como plastificantes, agentes antimicrobianos ou antioxidantes.

No entanto, as características finais dos biofilmes comestíveis estão interligadas às propriedades dos biopolímeros utilizados como base. Assim, faz-se necessário o conhecimento das propriedades das matérias-primas como os possíveis mecanismos de formação dos mesmos (RIGO, 2006).

3.3 Amido

O amido é um polissacarídeo constituído basicamente por dois polímeros de α -D-glicose: a amilose e a amilopectina, que se ligam através da condensação enzimática que ocorre predominantemente entre átomos de carbono 1 e 4 e ocasionalmente entre átomos de carbono 1 e 6 (MARCON *et al.*, 2007; MANNERS, 1989).

Quando somente ligações α ,1-4 são formadas, o polímero resultante

apresenta uma cadeia linear, sendo denominada amilose. A distribuição da massa molar da amilose é variável com as fontes botânicas e também com a forma de extração, podendo conter de 200 a 2000 unidades de glicose (BULÉON *et al.*, 1998; WURZBURG, 1986).

Enquanto que a amilopectina se desenvolve quando a condensação enzimática entre unidades de glicose ocorre entre os carbonos 1 e 6. Esta ligação ocasional, em conjunto com as predominantes ligações 1-4, resulta em uma ramificação e na formação de uma molécula muito maior em tamanho do que a amilose, mas constituída por cadeias lineares de 20 a 25 unidades de glicose (BULÉON *et al.* 1998; NATIONAL STARCH and CHEMICAL INDUSTRIAL Ltda,1995; WHISTLER *et al.*, 1997).

Mesmo se apresentando associadas no grânulo de amido, a amilose pode ser separada das soluções de amido por apresentar solubilidade reduzida em solventes orgânicos como o butanol. Na maioria dos amidos, a concentração de amilose varia entre 20 e 25% do peso do grânulo, podendo atingir 60%, como na ervilha onde se pode encontrar até 60% de amilose e em algumas variedades de milho com elevado teor de amilose. No entanto, em alguns cereais, denominados de cerosos, o teor de amilose é muito baixo, em média de 1% a 3% (COULTATE, 2004)

Os amidos se apresentam como grânulos das mais diversas formas, tamanhos e propriedades, influenciado pela enorme diversidade biológica e ambiental, relação amilose/amilopectina, grau de cristalinidade, forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre essa substância e outros constituintes do alimento (MARCON *et al.*, 2007; BULÉON *et al.*, 1998; MYLLÄRINEN *et al.*, 2002). Seu tamanho varia, geralmente, entre 1 e 100 µm (MUCCILLO, 2009). Nos vegetais, sua concentração varia de acordo com a espécie, sendo entre 40 -90% do peso seco dos grãos de cereais, 30 -50% do peso seco de leguminosas, 65 -85% do peso seco de tubérculos e 40 -70% do peso seco de frutas imaturas ou verdes (LAJOLO; MENEZES, 2006).

Na natureza está disponível em abundância em todas as plantas e extraídos de folhas, raízes, caules, sementes e frutos. O amido encontrado nas plantas serve, tanto para os seres humanos como para os animais, como alimento energético. Porém o homem encontrou outras aplicações para o amido, indo além de sua função original como fonte de energia, sendo utilizado, assim como seus derivados, em quase todas as indústrias (MUCCILLO, 2009).

Na indústria alimentícia e farmacêutica o amido é utilizado para alterar algumas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade durante o processamento e posterior armazenagem. Pode ser utilizado para ligar ou desintegrar; expandir ou tornar denso, clarear ou tornar opaco, atrair ou inibir umidade, produzir textura curta ou longa, lisa ou de polpa, coberturas leves ou crocantes. Pode ser usado para estabilizar emulsões ou formar filmes resistentes a óleo. Ainda pode ser utilizado para auxiliar o processo de obtenção de algum produto, assim como a embalagem final do mesmo (NATIONAL STARCH and CHEMICAL INDUSTRIAL Ltda, 1995).

Porém, a compreensão da estrutura dos grânulos de amido permite o funcionamento das propriedades físico-químicas, as quais influenciam o comportamento do amido natural ou modificado, nos mais diversos processos industriais a que eles são submetidos (BEMILLER, 1997). Tais propriedades são à estrutura, forma, poder de inchamento, solubilidade e viscosidade e podem estar associados entre si (HOOVER, 2001). A solubilidade do amido é considerada de extrema importância, devido as enzimas atuarem sobre o amido gelatinizado e não no amido sólido (PASCOAL, 2014).

As propriedades de gelatinização do amido é influenciado pela concentração de amilose e amilopectina, tipo de cristalinidade, tamanho e estrutura do grânulo de amido (LINDEBOOM *et al.*, 2004). A amilose em conjunto com os lipídios inibem o inchamento dos grânulos, enquanto a amilopctina contribuiu para o inchamento (TESTER; MORRISON, 1990).

Atualmente, há uma dificuldade no processo de reciclagem da maioria das embalagens sintéticas disponível no mercado, o que ocasionou diversas pesquisas nacionais e internacionais no intuito de desenvolver materiais biodegradáveis com características que permitam a sua utilização em embalagens (MALI *et al.*, 2010).

Um dos primeiros a serem utilizados foi o celofane, obtido a partir do xantato de celulose. Na década de 1970, iniciaram pesquisas que introduziram o amido em matrizes poliméricas sintéticas numa concentração entre 5 –20%, obtendo plásticos biofragmentáveis, porém não biodegradável totalmente (GUILBERT; GONTARD, 1995).

A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para obtenção de géis e na sua capacidade para originar filmes. As moléculas de amilose em solução, devido à sua

linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes. Como resultado, a afinidade do polímero por água é reduzida, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes (WURZBURG, 1986).

As principais fontes de amido comercialmente são o milho, a batata, o arroz, o trigo e a mandioca (ELLIS *et al.*, 1998), no entanto, outras fontes de alto potencial promissor é o amido extraído do inhame (*Dioscorea alata*) e dos grãos de aveia (*Avena sativa*). O amido do inhame apresenta maior concentração de amilase comparando com outras fontes de amido, tornando-o mais interessante para a confecção dos filmes (MALI *et al.*, 2005). Porém, os filmes derivados dos grãos de aveia são considerados mais estáveis devido o alto teor de lipídio, mesmo apresentando grande variação da relação amilose e amilopectina (MALI *et al.*, 2010).

Esses revestimentos comestíveis possuem a função de barreira contra gases e vapor d'água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando o tempo de prateleira dos mesmos, além de atuarem como carreadores de compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outras (MAIA *et al.*, 2000). Os compostos mais utilizados para a elaboração de filmes são proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares), os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena), os lipídios (monoglicérides acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação destes compostos, o que permite utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

3.4 Gelatina

A gelatina é um polímero natural que consiste de uma mistura de proteínas de origem animal, solúvel em água quente, glicerol e ácido acético, embora não seja encontrada *in natura* pode ser obtida a partir de colágeno por desnaturação térmica e ação hidrolítica (INAMURA, 2008).

Constituída por 18 aminoácidos, entre eles estão todos os que são considerados essenciais para os seres humanos, sendo eles: metionina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, triptofano, lisina, treonina, histidina e arginina. São unidos em sequência para formar cadeias polipeptídicas de cerca de 1.050

aminoácidos, estando numa proporção de 27% de glicina, 16% de prolina, 14% de hidroxiprolina e 43% restantes composto pelos demais aminoácidos (LEE *et al.*, 2012).

A gelatina é produzida em larga escala a preços baixos, o qual justifica o seu grande interesse e exploração de suas propriedades funcionais (CARVALHO, 2002). Composta de longas cadeias de aminoácidos unidas por ligações peptídicas, a gelatina é extraída, quase que exclusiva, do couro, pele e ossos de porco. Apresentam dois tipos: o tipo A, obtida por pré-tratamento ácido, possuindo ponto isoelétrico entre 7,0 e 9,0, e gelatina do tipo B, obtida por pré-tratamento básico, com ponto isoelétrico situado entre 4,6 e 5,2 (GENNADIOS *et al.*, 1994).

Apresenta alta versatilidade devido aos aminoácidos na constituição. Os aminoácidos de cargas positiva (arginina, lisina e histidina) e de cargas negativas (ácido glutâmico e ácido aspártico) permite a formação do complexo com polímeros carregados opostamente a valores de pH específicos (FARRIS *et al.*, 2009).

É considerada um dos ingredientes alimentares mais utilizado, onde possui aplicações muito amplas na indústria alimentícia, incluindo a melhora da elasticidade, consistência e estabilidade dos produtos alimentares (IRWANDI *et al.*, 2009). A gelatina é também utilizada como um estabilizador, particularmente em produtos lácteos, e como um substituto de gordura que pode ser usado para reduzir o teor de energia de alimentos sem efeitos negativos sobre o sabor (TAVAKOLIPOUR, 2011).

São utilizadas na formulação de coberturas, porém a desidratação da rede tridimensional torna os revestimentos com este material quebradiços. Assim, a adição de plastificante é necessária para superar tal fragilidade e melhorar sua flexibilidade (CAO *et al.*, 2008). Os plastificantes mais utilizados são o glicerol e o sorbitol.

Têm a capacidade de originar filmes flexíveis, hidrocolóide versátil e o mais utilizado atualmente devido suas características funcionais (SEBIO, 2003). Sua utilização como biopolímero é justificada por sua propriedade gelificante próxima da temperatura de 35 °C (AGRAWAL; ATHANASIOU, 1997), na qual gelatina é dissolvida. Sendo que tal propriedade é determinada pelos aminoácidos prolina, hidroxiprolina e glicina. Sua estabilidade estrutural é dependente da ligação de aminoácidos oriundos do colágeno que durante o processo de desnaturação, a tríplice-hélice é separada em três moléculas de gelatina (NIJENHUIS, 2007).

4. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no laboratório de tecnologia de vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Vitória de Santo Antão. O experimento objetivou a avaliação da conservação pós-colheita de frutos do biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) revestidos com revestimentos comestíveis de amido e gelatina, sob diferentes concentrações (5%, 10% e 15% e, 2%, 3% e 4%), respectivamente.

4.1 Matéria-prima

Foram utilizados como matéri-prima frutos de biri-biris adquiridos na cidade de Vitória de Santo Antão em estágio de maturação verde e levados para o laboratório, logo em seguida selecionados, higienizados conforme Brasil (2002).

Figura – 1. Biri-biris higienizados.



Fonte: o próprio autor.

4.2 Preparo das soluções filmogênicas e aplicação nos frutos.

Para a formulação dos biofilmes, foram utilizados amido de milho e gelatina industrial insípida. Na tabela 1 são listados os ingredientes utilizados na formulação dos biofilmes, assim como a quantidade dos mesmos.

Tabela 1- ingredientes e quantidades utilizados na formulação dos revestimentos comestíveis.

Ingredientes	Quantidade	Concentrações
Amido	12,5g	5%
Água destilada	250ml	
Amido	25g	10%
Água destilada	250ml	
Amido	37,5g	15%
Água destilada	250ml	
Gelatina	5g	2%
Água destilada	250ml	
Gelatina	7,5g	3%
Água destilada	250ml	
Gelatina	10g	4%
Água destilada	250ml	

Fonte: o próprio autor.

As soluções filmogênicas (Figura – 1) foram preparadas conforme a metodologia de Fakhour et al. (2007). Para tanto, todos os componentes, foram homogeneizados e aquecidos em banho maria a aproximadamente 75°C.

Os biri-biris, antes de receberem as coberturas do filme, foram imersos durante 30 minutos, em uma solução de água e hipoclorito de sódio a 0,01% (BLUM et al., 2008). Após este período foram retirados da solução de hipoclorito e suspensos para a secagem completa em temperatura ambiente por duas horas.

Em seguida, a aplicação do filme foi realizada imergindo os frutos nas soluções filmogênicas, conforme suas concentrações, em um becker de 500 mL. Após um minuto, foram retirados e mantidos por um período de 2 horas em temperatura de aproximadamente 19 a 20°C, para total secagem. O grupo controle foi mergulhado pelo mesmo tempo em água destilada. Após a aplicação dos filmes nos frutos e aguardado o tempo de secagem, os mesmos permaneceram armazenados todo tempo do experimento na BOD, sendo somente retirados para as análises.

Figura 2 – Revestimentos comestíveis.



Fonte: o próprio autor.

4.3 Caracterização física do biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.)

Foram analisados cinquenta exemplares de frutos in natura de biri-biri, quanto às medidas físicas, comprimento e largura, utilizando um paquímetro manual. Para a análise de rendimento de polpa foram pesadas 10 amostras de biri-biri sem sementes, com o intuito de verificar a média e o desvio padrão da polpa do fruto. A análise de perda de massa fresca foi realizada de acordo com Meneguel, et al. (2008).

Com as amostras dos frutos revestidos com os biofilmes em suas devidas concentrações, separou-se cada amostra em 100g, todos em triplicata. Os frutos revestidos mais o controle, foram acondicionados sob refrigeração, onde eram pesados em balança analítica Mark 210A Classe I modelo 6K, no decorrer do experimento a cada três dias, até o decimo oitavo dia.

O cálculo para a perda de massa, foi utilizado o cálculo demonstrado na equação (1).

$$PM = \frac{(P_i - P_f) \times 100}{P_i}$$

Onde:

PM: porcentagem de perda de massa parcial do período;

P_i: massa inicial da amostra no período zero em gramas (g);

P_f: massa final da amostra nos períodos de amostragens seguintes a P_i em gramas (g).

4.4 Caracterização físico-química

4.4.1 Sólidos solúveis totais (SST)

Para a determinação dos teores de sólidos solúveis totais do biri-biri, foi utilizado um refratômetro analógico (0 – 32% Brix) – RHB32. A leitura foi feita em triplicata e realizada com uma alíquota de 0,05 mL de suco de biri-biri sobre o prisma do aparelho. Os resultados foram expressos em graus (°Brix) ZAVAREZE, et al, 2012).

4.4.2 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total foi determinada em triplicata de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), com uma amostra de 1 mL de suco de biri-biri. Sendo realizada utilizando hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol/L na titulação. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico por 100 gramas do fruto pela neutralização da solução (NUNES, et al 2006). Para determinação da acidez titulável foi utilizado o cálculo demonstrado na equação (2).

$$Acidez = \frac{V \times M \times PM}{10 \times P \times n} = g \text{ de ácido orgânico por cento } m/v$$

Onde:

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL;

M = Molaridade da solução de hidróxido de sódio;

P = Volume pipetado em mL;

PM = Peso molecular do ácido cítrico correspondente em g (constante = 192);

n = número de hidrogênios ionizáveis (constante = 3).

4.4.3 Taxa de maturação (Relação SST/ATT).

Para a determinação da relação de SST/ATT foram utilizados os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (% de ácido cítrico) de uma mesma amostra, dividindo-se os valores entre si, conforme apresentado na equação 3.

$$\text{Taxa de maturação} = \frac{SST}{ATT}$$

4.4.4 Análise de pH.

A determinação do potencial hidrogênionico se deu através de um medidor de pH e pH/mV PHH222, modelo RSR232. As análises eram realizadas em triplicatas de cada amostra em suas devidas concentrações, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (GOMES, et al., 2002).

4.5 Tratamento estatístico

O tratamento dos dados do armazenamento foi realizado usando o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 3 x 7), onde os revestimentos comestíveis de amido e gelatina tiveram as concentrações de 5%, 10% e 15% e, 2%, 3% e 4%, respectivamente, armazenados em BOD na

temperatura de 25°C, em sete tempos (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18). Para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de peso dos frutos analisados foi de $22,40 \pm 3,38$ g e a média de $7,54 \pm 0,79$ cm de comprimento e $2,64 \pm 0,30$ cm de diâmetro, valores que corroboram com os encontrados por Araújo *et al.* (2009) para os frutos de biri-biri classificados com maturação intermediária, exibindo 25,26 g de peso, 7,44 cm de comprimento e 2,86 cm de diâmetro.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrões da massa e dimensões dos biri-biris (*Averrhoa bilimbi* L.)

Parâmetro	Média e desvio padrão
Massa (g)	$22,40 \pm 3,38$
Comprimento (cm)	$7,54 \pm 0,79$
Largura (cm)	$2,64 \pm 0,30$
Rendimento de polpa (%)	$87,33 \pm 0,06$

Os frutos também apresentaram um rendimento de Polpa médio de $87,33 \pm 0,06\%$, valores estes que foram maiores do que os apresentados por Ribeiro *et al.* (2010), que obteve um valor máximo de 70%.

Perda de Massa

A perda de massa que ocorre durante o armazenamento de frutas é normalmente devido ao seu processo respiratório, a transferência de umidade e algum processo de oxidação (Colla, Sobral e Menegalli; 2006). Pode-se observar nas Figuras 3 e 4, e nas Tabelas 3 e 4 que a perda de massa dos frutos aumentou com o tempo de armazenamento, apresentando o mesmo perfil quadrático para todos os tratamentos.

Figura 3: Perda de massa do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com revestimentos de Amido

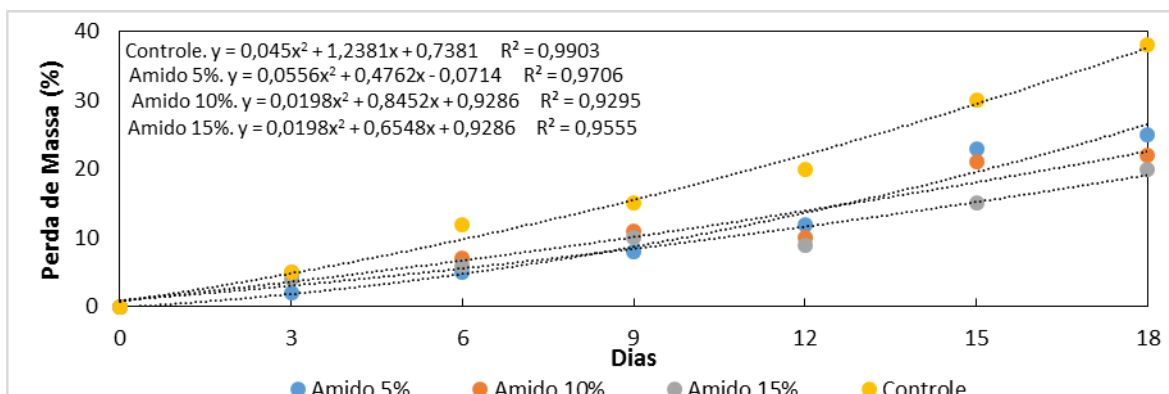
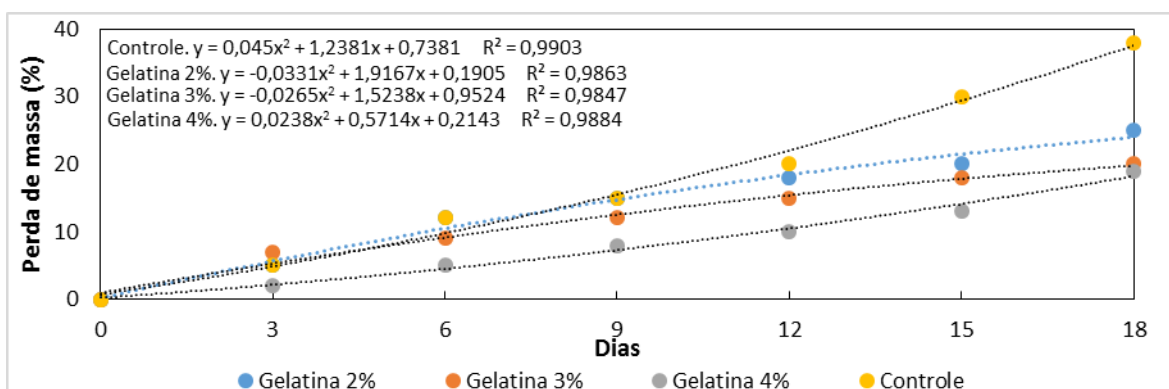


Figura 4: Perda de massa do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com revestimentos de Gelatina



Analisando a Figura 3, é possível observar que as amostras com o filme de amido 10% e 15% apresentaram uma perda de massa significativamente menor ($P < 0,05$; Tabela 3) do que filme de Amido 5% e o controle ao fim de 18 dias. Já para as amostras de frutos recobertos com os filmes de gelatina (Figura 4), os com concentração 3 e 4% foram os que apresentaram uma perda de massa significativamente menor ($P < 0,05$; Tabela 4) do que a apresentada pela amostra controle e a amostra gelatina 2%. Sobral (1999) explica este fenômeno mostrando que quanto maior a concentração de gelatina, mais espesso será o filme, e a permeabilidade ao vapor de água é influenciada linearmente pelo aumento da espessura do filme.

Constatou-se que no Décimo Oitavo dia de armazenamento todas as amostras recobertas haviam perdido menos de 30% de sua massa. Os resultados obtidos pelo filme de Amido 15% e Gelatina 4% foram melhores do que os apresentados por Ribeiro, et al (2010), que, utilizando a mesma variedade de frutos

recobertos com fécula 3%, apresentou uma perda de massa de 18% ao decorrer de 15 dias, enquanto que os filmes citados apresentaram uma perda de apenas 15% e 13% neste tempo. Bessa et al. (2015) também obteve resultados satisfatórios para perda de massa em seu estudo com goiabas recobertas com amido. A perda de massa depende do desequilíbrio entre a umidade dos frutos revestidos e a umidade do ambiente (Chitarra e Chitarra, 2005).

Tabela 3: Perda de massa do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Amido.

Dia	Tratamentos			
	Amido 5%	Amido 10%	Amido 15%	Controle
0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
3	2 ^a	5 ^a	4 ^a	5 ^a
6	5 ^a	7 ^a	6 ^a	12 ^b
9	8 ^a	11 ^b	10 ^{ab}	15 ^c
12	12 ^a	10 ^{ab}	9 ^b	20 ^c
15	23 ^a	21 ^a	15 ^b	30 ^c
18	25 ^a	22 ^b	20 ^b	38 ^c

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 4: Perda de massa do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Gelatina.

Dia	Tratamentos			
	Gelatina 2%	Gelatina 3%	Gelatina 4%	Controle
0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
3	5 ^a	7 ^a	2 ^b	5 ^a
6	12 ^a	9 ^b	5 ^c	12 ^a
9	15 ^a	12 ^b	9 ^a	15 ^a
12	18 ^a	15 ^b	10 ^c	20 ^a
15	20 ^a	18 ^a	13 ^b	30 ^c
18	25 ^a	20 ^b	19 ^b	38 ^c

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Acidez Total Titulável (ATT % de Ácido Cítrico)

É possível observar a variação na acidez total titulável com o decorrer do tempo de armazenamento nas Figuras 5 e 6 e nas Tabela 5 e 6. Nota-se que houve um decaimento do teor de acidez dos frutos com o tempo em todos os tratamentos. Todos os tratamentos responderam a um comportamento quadrático, apresentando coeficientes de correlação maiores que 0,98, assim como também foi constatado no trabalho de Ribeiro *et al.* (2010).

Figura 5: Acidez Total Titulável, expressa em % de ácido cítrico, do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Amido.

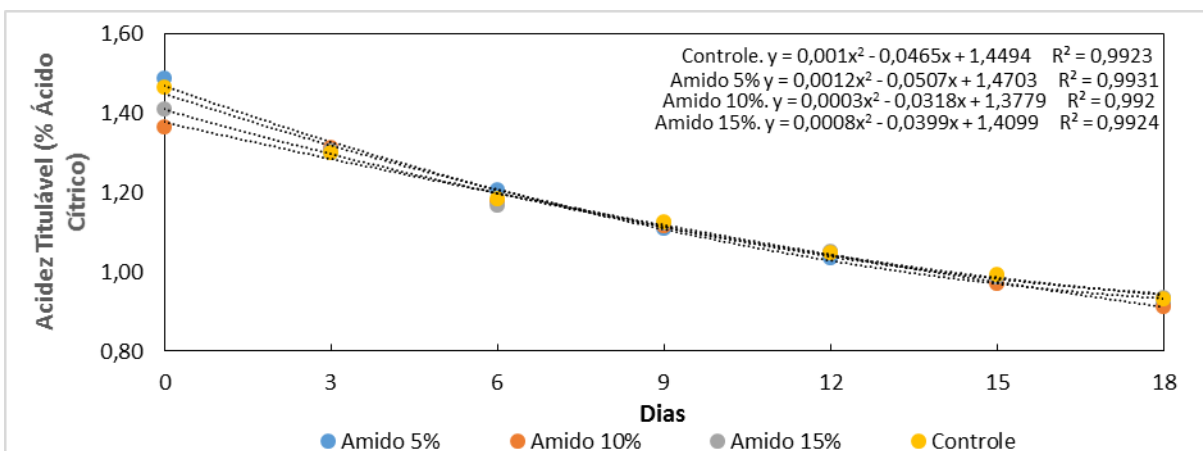
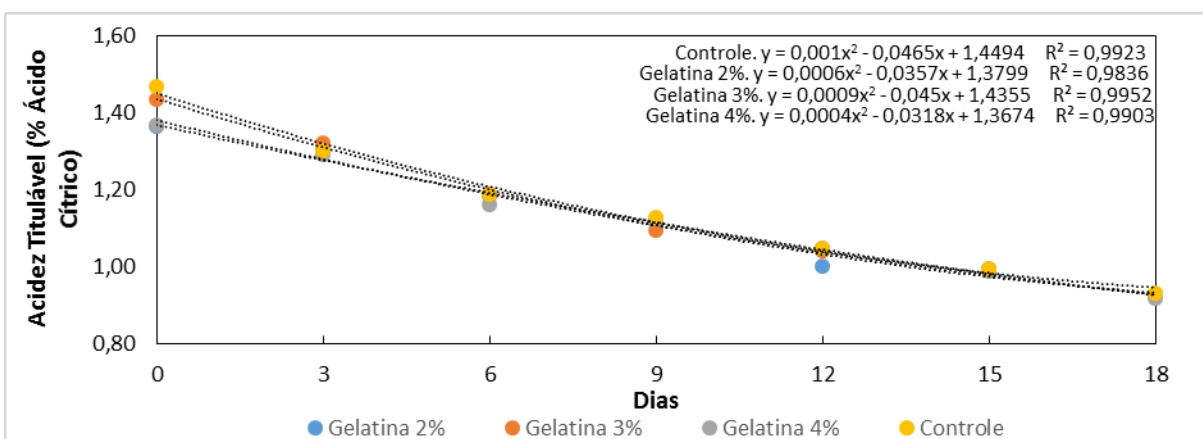


Figura 6: Acidez Total Titulável, expressa em % de ácido cítrico, do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Gelatina.



Os valores de acidez total Titulável encontrados corroboram com os de Lima *et al.* (2001), que obteve valores de ATT entre 0.9 e 1.5 para os frutos do bilimbeiro. Analisando as Tabelas 5 e 6, é possível observar que não há diferença significativa entre os tratamentos, isso porquê a acidez do Biri-Biri não apresenta grandes variações de acordo com o estágio de maturação. Isso foi constatado por Araújo *et al.* (2009) que encontraram valores de acidez de 1,15%, 1,51% e 1,66% para os estágios 1, 2 e 3 de maturação, respectivamente.

Tabela 5: Acidez Total Titulável, expressa em % de ácido cítrico, do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Amido

Dia	Tratamentos			
	Amido 5%	Amido 10%	Amido 15%	Controle
0	1,48 ^a	1,37 ^a	1,41 ^a	1,47 ^a
3	1,30 ^a	1,31 ^a	1,31 ^a	1,30 ^a
6	1,21 ^a	1,18 ^a	1,17 ^a	1,19 ^a
9	1,11 ^a	1,12 ^a	1,13 ^a	1,13 ^a
12	1,35 ^a	1,05 ^a	1,05 ^a	1,05 ^a
15	0,99 ^a	0,97 ^a	0,99 ^a	1,00 ^a
18	0,92 ^a	0,91 ^a	0,94 ^a	0,93 ^a

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 6: Acidez Total Titulável, expressa em % de ácido cítrico, do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com Gelatina.

Dia	Tratamentos			
	Gelatina 2%	Gelatina 3%	Gelatina 4%	Controle
0	1,36 a	1,43 a	1,37 a	1,47 a
3	1,30 a	1,32 a	1,29 a	1,30 a
6	1,19 a	1,19 a	1,16 a	1,19 a
9	1,12 a	1,09 a	1,12 a	1,13 a
12	1,00 a	1,04 a	1,05 a	1,05a
15	1,00 a	0,99 a	0,99 a	1,00 a
18	0,93 a	0,92 a	0,92 a	0,93 a

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

A variação do potencial Hidrogeniônico (pH) com o decorrer do tempo de armazenamento está expresso nas Figuras 7 e 8 e nas Tabela 7 e 8. Sendo possível constatar que o pH se comporta de forma inversa à Acidez, aumentando com o passar do tempo. Os filmes de Gelatina, juntamente com o de Amido 5% corroboram com descrito no trabalho de Ribeiro *et al.* (2010), que a evolução do pH apresenta um perfil quadrático, com coeficientes de correlação maiores que 0,98. Já os filmes de Amido 10% e 15%, juntamente com a amostra controle, apresentam um comportamento linear para a evolução do pH. O tratamento que apresentou o maior coeficiente de correlação foi o Gelatina 3% (0,998), expresso na figura 8.

Figura 7: Potencial Hidrogeniônico (pH) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com amido.

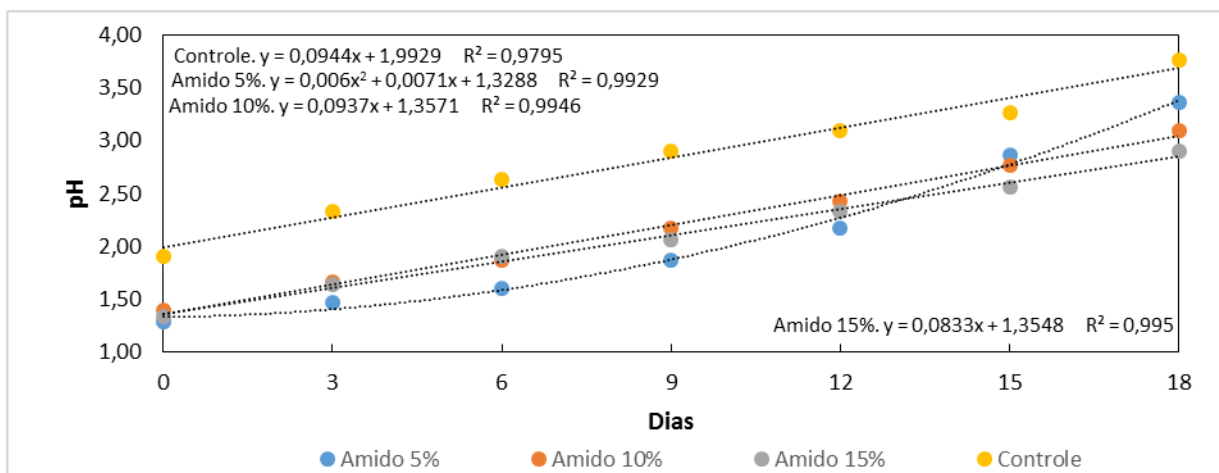
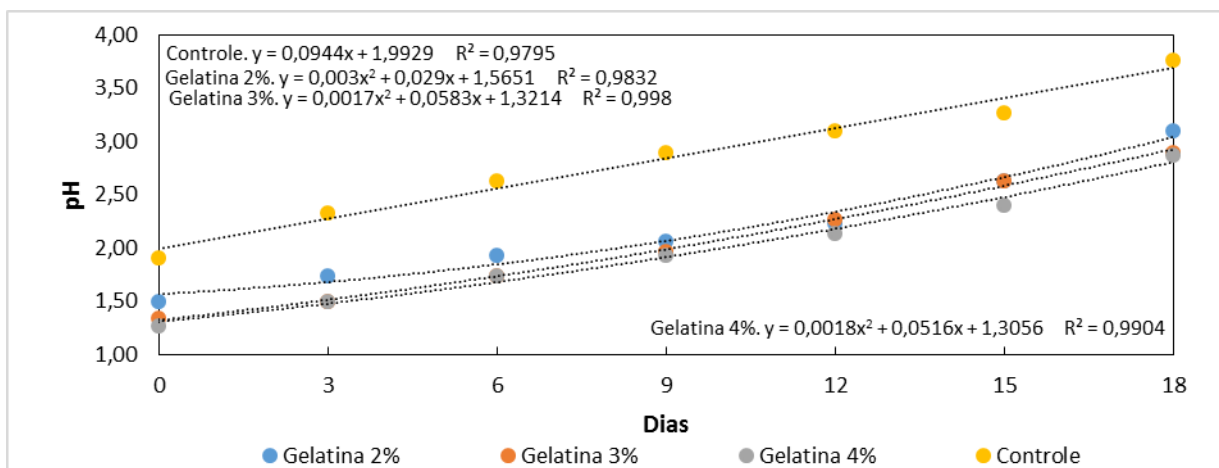


Figura 8: Potencial Hidrogeniônico (pH) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com gelatina.



Os valores de pH obtidos encontravam-se entre 1 e 2 no início do experimento, chegando a valores na faixa de 2,8 e 3,8 ao fim do décimo oitavo dia de armazenamento. Araújo *et al.* (2009) encontrou um pH de 2,49 para Biri-Biri em grau 3 de amadurecimento, e Bezerra Neto e Barreto (2004) afirmam ainda que o pH do Biri-Biri se encontra muito próximo dos valores obtidos em limão (1,86), acerola (2,95) e maracujá (2,69). Desta forma, apenas as amostras de Amido 15% e Gelatina 3% e 4% apresentaram um valor de pH dentro da faixa especificada ao fim dos 18 dias de armazenamento, diferindo significativamente ($P < 0,05$; Tabelas 7 e 8) dos demais tratamentos, que apresentaram um pH maior do que o estipulado.

Tabela 7: pH do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com amido.

Dia	Tratamentos			
	Amido 5%	Amido 10%	Amido 15%	Controle
0	1,29 ^a	1,40 ^{ab}	1,33 ^a	1,90 ^b
3	1,47 ^a	1,67 ^a	1,63 ^a	2,33 ^b
6	1,60 ^a	1,87 ^a	1,90 ^a	2,63 ^b
9	1,87 ^a	2,17 ^b	2,07 ^{ab}	2,90 ^c
12	2,17 ^a	2,43 ^a	2,33 ^a	3,10 ^b
15	2,87 ^{ab}	2,77 ^a	2,57 ^a	3,27 ^b
18	3,37 ^{ac}	3,10 ^{bc}	2,90 ^b	3,77 ^c

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 8: pH do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com gelatina.

Dia	Tratamentos			
	Gelatina 2%	Gelatina 3%	Gelatina 4%	Controle
0	1,50 ^a	1,33 ^a	1,27 ^a	1,90 ^a
3	1,73 ^{ab}	1,50 ^a	1,50 ^a	2,33 ^b
6	1,93 ^a	1,73 ^a	1,73 ^a	2,63 ^b
9	2,07 ^a	1,97 ^a	1,93 ^a	2,90 ^b
12	2,23 ^a	2,27 ^a	2,13 ^a	3,10 ^b
15	2,63 ^a	2,63 ^a	2,40 ^a	3,27 ^b
18	3,10 ^{ab}	2,90 ^a	2,87 ^a	3,77 ^b

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Sólidos Solúveis Totais (SST em °Brix)

É possível observar a variação do teor de Sólidos Solúveis Totais com o decorrer do tempo de armazenamento nas Figuras 9 e 10 e nas Tabelas 9 e 10. De forma diferente da acidez total Titulável e do pH, a evolução do teor de Sólidos Solúveis Totais apresenta um perfil linear, e não quadrático como apresentado no trabalho de Ribeiro *et al.* (2010). O tratamento que apresenta o maior coeficiente de correlação é o de Amido 10% (0,9994), expresso na Figura 9.

Figura 9: Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com amido.

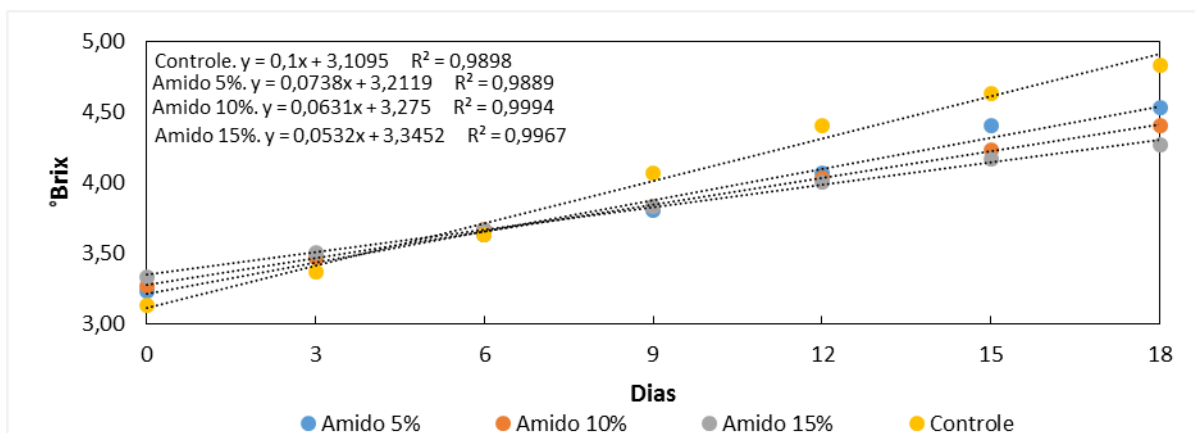
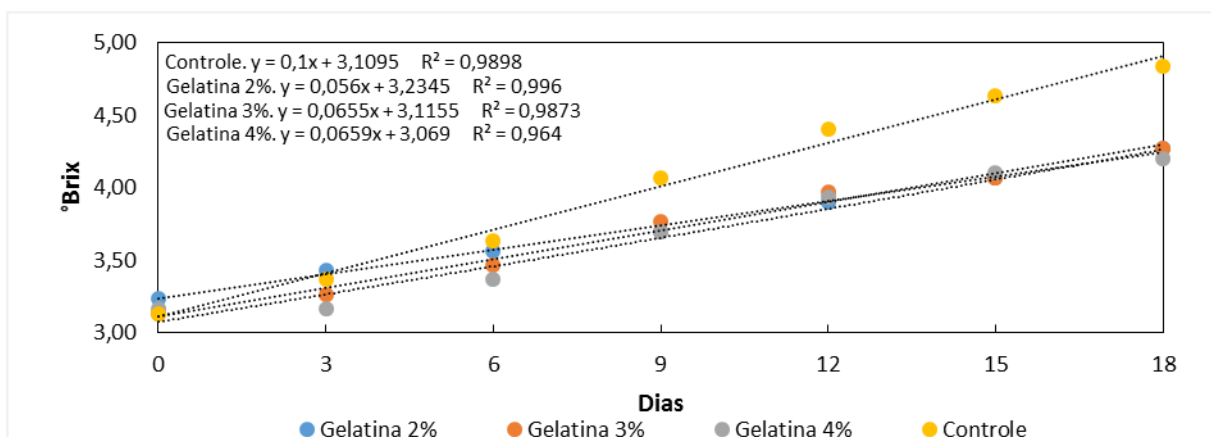


Figura 10: Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com gelatina.



Observa-se que no início do experimento os frutos apresentavam valores de sólidos solúveis totais entre 3,13 e 3,33°Brix, que corrobora com o encontrado por Lima et al. (2001), que encontrou valores de 3,94°Brix para frutos verdes. O teor de sólidos solúveis totais apresenta um crescimento acima da média da literatura, alcançando valores acima de 4,2 °Brix ao fim do décimo oitavo dia de armazenamento, para todas as amostras analisadas, onde Araújo et al. (2009) estipula 3,23°Brix para frutos no terceiro estágio de maturação. Contudo, apenas o revestimento de Amido 5% apresentou valores significativamente semelhantes aos da amostra controle, como é observado na Tabela 9.

Quanto ao perfil do experimento, observa-se que neste trabalho o teor de Sólidos Solúveis aumenta ao decorrer do tempo, assim como constatado também por Lima et al. (2001) e Araújo et al. (2009). Porém outros autores, como Ribeiro et al. (2010) e Souza et al. (2011), constataram um perfil decrescente para esse

parâmetro com o decorrer do tempo.

Tabela 9: Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com amido

Dia	Tratamentos			
	Amido 5%	Amido 10%	Amido 15%	Controle
0	3,23 ^a	3,27 ^a	3,33 ^a	3,13 ^a
3	3,47 ^a	3,47 ^a	3,50 ^a	3,37 ^a
6	3,63 ^a	3,67 ^a	3,67 ^a	3,63 ^a
9	3,80 ^a	3,83 ^a	3,83 ^a	4,06 ^a
12	4,06 ^{ab}	4,03 ^{ab}	4,0 ^a	4,4 ^b
15	4,40 ^{ab}	4,23 ^a	4,17 ^a	4,63 ^b
18	4,53 ^{ab}	4,40 ^a	4,26 ^a	4,83 ^b

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 10: Sólidos Solúveis Totais (°Brix) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com gelatina

Dia	Tratamentos			
	Gelatina 2%	Gelatina 3%	Gelatina 4%	Controle
0	3,23 ^a	3,13 ^a	3,17 ^a	3,13 ^a
3	3,43 ^a	3,27 ^a	3,17 ^a	3,37 ^a
6	3,57 ^a	3,47 ^a	3,37 ^a	3,63 ^a
9	3,70 ^a	3,77 ^a	3,70 ^a	4,06 ^a
12	3,90 ^a	3,97 ^a	3,93 ^a	4,4 ^b
15	4,06 ^a	4,06 ^a	4,10 ^a	4,63 ^b
18	4,26 ^a	4,26 ^a	4,20 ^a	4,83 ^b

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Taxa de Maturação (SST/ATT)

A taxa de maturação é determinada através do ratio que é a razão dos sólidos solúveis totais pela acidez total Titulável, e determina o grau de senescência do fruto analisado (Chitarra, Chitarra, 2005). Nas Figuras 11 e 12 e nas Tabelas 9 e 10 estão expressos os valores de taxa de maturação para os frutos do bilimbeiro ao decorrer do tempo de armazenamento. É possível observar que, para todas as amostras, a Taxa de Maturação cresce de forma linear com o tempo de armazenamento, uma vez que os valores de Sólidos Solúveis totais crescem com o tempo, e o valor de Acidez total Titulável decresce.

Figura 11: Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com amido

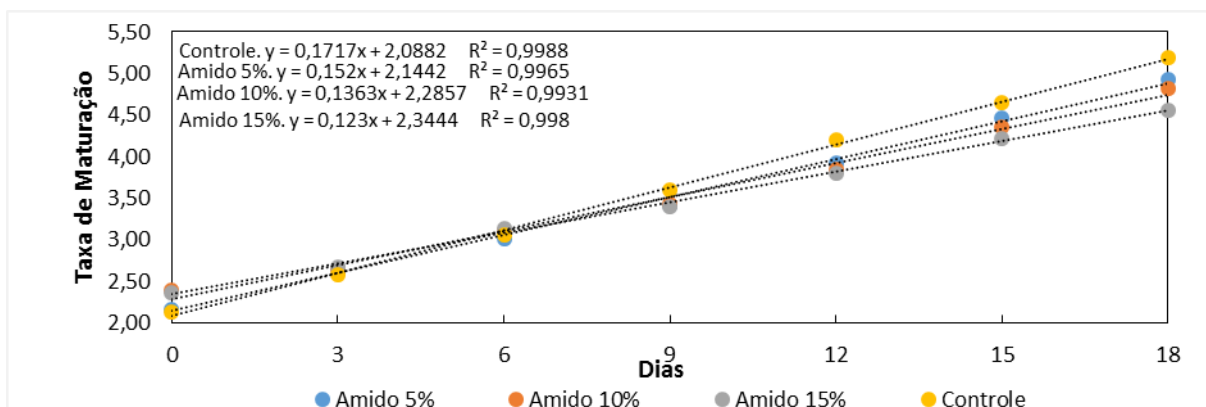
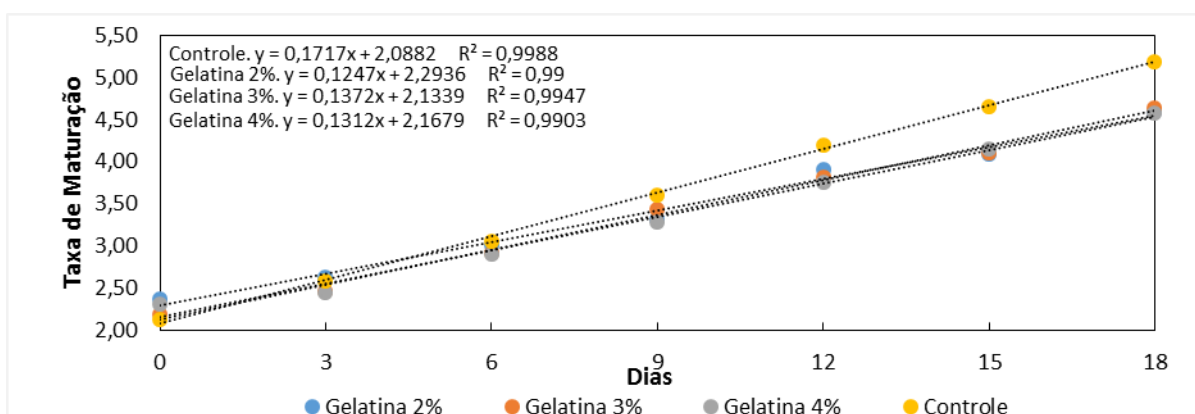


Figura 12: Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recoberto com gelatina



Os valores de taxa de maturação neste experimento está muito acima do encontrado por Souza et al. (2011), que encontrou valores de 0,89 para frutas verdes e 1,07 para biri-biri's maduros. Kluge (2006) afirma que deve se ter bastante cautela ao analisar este parâmetro, uma vez que algumas frutas, apresentam, falsamente, elevadas relações SS/AT, o que pode conduzir a interpretações erradas a respeito da qualidade comestível. Este problema pode estar atrelado neste caso, uma vez que os valores elevados de Sólidos, e o teor de acidez praticamente estável podem ter ocasionado em valores de Taxa de maturação que não condizem com a realidade esperada.

Observando as Tabelas 11 e 12, constata-se os filmes de Amido 10% e 15% e todos os de Gelatina apresentaram um desempenho significativamente melhor do que a amostra controle para o parâmetro de Taxa de Maturação.

Tabela 11: Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com amido

Dia	Tratamentos			
	Amido 5%	Amido 10%	Amido 15%	Controle
0	2,17 ^a	2,39 ^a	2,36 ^a	2,14 ^a
3	2,67 ^a	2,64 ^a	2,68 ^a	2,59 ^a
6	3,01 ^a	3,11 ^a	3,14 ^a	3,06 ^a
9	3,42 ^a	3,43 ^a	3,41 ^a	3,61 ^a
12	3,93 ^{ab}	3,85 ^{ab}	3,80 ^a	4,20 ^b
15	4,46 ^{ab}	4,36 ^{ab}	4,21 ^a	4,66 ^b
18	4,93 ^{ac}	4,82 ^{ab}	4,56 ^b	5,19 ^c

*Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 12: Taxa de maturação (SST/ATT) do Biri Biri (*Averrhoa bilimbi* L.) recobertos com gelatina

Dia	Tratamentos			
	Gelatina 2%	Gelatina 3%	Gelatina 4%	Controle
0	2,37 ^a	2,18 ^a	2,32 ^a	2,14 ^a
3	2,63 ^a	2,46 ^a	2,45 ^a	2,59 ^a
6	3,01 ^a	2,92 ^a	2,90 ^a	3,06 ^a
9	3,32 ^a	3,44 ^a	3,29 ^a	3,61 ^a
12	3,90 ^{ab}	3,82 ^a	3,75 ^a	4,20 ^b
15	4,09 ^a	4,10 ^a	4,15 ^a	4,66 ^a
18	4,60 ^a	4,64 ^a	4,58 ^a	5,19 ^b

6. CONCLUSÃO

Os perfis dos parâmetros estudados neste trabalho apresentaram concordância com os encontrados na literatura, onde pode-se observar um aumento da perda de massa com o decorrer do tempo, diminuição da acidez titulável, aumento do pH, elevação dos sólidos solúveis e conseqüentemente a taxa de maturação.

Quanto a eficiência dos revestimentos utilizados, pode-se destacar que os revestimentos de Amido 10% e 15% e os de Gelatina 3% e 4% diminuíram significativamente a perda de massa devido sua capacidade de impedir a passagem do vapor de água, em relação aos demais, menos concentrados. Também pode-se observar que para os sólidos solúveis e a taxa de maturação apenas o revestimento de Amido 5% apresentou-se significativamente semelhante à amostra controle, enquanto que para a acidez titulável nenhum dos tratamentos diferiu significativamente da amostra controle. E para o potencial hidrogeniônico, os revestimentos de Amido 10% e 15% e Gelatina 3 e 4% foram os que se apresentaram significativamente melhores que o controle. Logo, o presente estudo leva-nos a recomendar o uso do revestimento de Amido 10% e o de Gelatina 3% para a conservação do biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.).

Para trabalhos futuros recomenda-se a realização de um planejamento fatorial sob os revestimentos de amido 10% e de gelatina 3% a fim de estipular o melhor valor estatístico para a concentração destes revestimentos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. S. R. **Seleção da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) relacionada às características biométricas e físico-químicas dos frutos**. Tese (doutorado), Esalq, USP, Piracicaba, 2000, 59 p.

ARAÚJO, E. R.; ALVES, L. I. F.; RÊGO, E. R. do; RÊGO, M. M. do; CASTRO, J. P. de; SAPUCAY, M. J. L. da C. Caracterização Físico-químico de Frutos de Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.). **Biotemas**, vol. 22, nº. 4, p. 225 – 230, dez 2009.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87- 97, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019>.

AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, K. W. E.; ROSA, M. F.; NASCIMENTO, D. M.; MORA, M. R. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. **LWT- Food Sci. And Tech.**, v.46, p.294-297, 2012.

BEMILLER, J. N. Starch modification: challenges and prospects. **Starch/Stärke**, vol. 49, nº 4, p. 127 – 131, 1997.

BENÍTEZ, S.; ACHAERANDIO, I.; SEPULCRE, F.; PUJOLÀ. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed „Hayward kiwifruit“. **Postharvest Biology and Technology**. V.81, p.29–36, 2013

BESINELA JÚNIOR, E; MONARIM, M. M. S.; CAMARGO, M.; MAHL, C. R. A.; SIMÕES, M. R.; SILVA, C. F. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica Papaya* L) minimamente processado. **Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 131-142, 2010.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. 2004. Métodos de Análises Químicas em Plantas. Recife: UFRPE, **Imprensa Universitária**, 148 p. 2004.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Material de embalagem. In: _____. Química de processamento de alimentos. **Campinas**: Fundação Cargill, 2005 Cap. 9, p. 189-202.

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALLS, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Biomacromolecules**, vol. 23. p. 85 – 112, 1998. 27

CAIXETA, D. S. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de *Pseudomonas* em superfície de aço inoxidável**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAO, N.; YANG, X.; FU, Y. Effects of various plasticizers on mechanical and water vapor barrier properties of gelatin films. **Food Hydrocolloids**, vol. 23, nº. 3, p. 729 – 735, 2008.

CARVALHO, R. A. **Elaboração e Caracterização de Filmes à Base de Gelatina Modificada Enzimática e Quimicamente**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2002.

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

COLLA, E., SOBRAL, P. J. A., and MENEGALLI, F. C. Effect of composite edible coating from *Amaranthus cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Latin American Applied Research**, 36, 249-254. 2006.

COULTATE, T. P. Alimentos: a química de seus componentes- tradução Jeverson Frazzon...et al.- 3. ed. **Porto Alegre**: Artmed, 2004.

ELLIS, R.P.; COCHRANE, M. P.; DALE, M. F. B.; DUFFUS, C. M.; LYNN, A.; MORRISON, I. M.; PRENTICE, R. D. M.; SWANSTON, J. S.; TILLER, S. A. Starch production and industrial use (Review). **Journal of Science Food and Agriculture**, London, vol. 77, nº. 3, p. 289 – 311, 1998.

FRAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis composta à base de amido nativo e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, 2007.

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.**, vol. 180, nº. 1, p. 37 – 46, 2000. 28

GARCIA, P. C. T. V.; OLIVEIRA, C. R. A.; COELHO, H. D. S.; BOAS, M. B. V.; BUENO, M. B. FORTES, R. C. Contaminação microbiana em vegetais minimamente processados: uma revisão Microbial. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 33, n. 2, p. 185-192, 2015.

GENNADIOS, A.; MCHUGH, T. H.; WELLER, C. L.; KROCHTA, J. M. Edible coating and films based on proteins, in: Edible Coatings and to improve Food Quality, KROCHTA J. M., BALDWIN E. A. & Nisperos-Carriedo M.O. **Technomic Publishing Company**, Ch 9, p. 201-277, 1994.

GOMES, P.M de A., FIGUEIREDO, R.M.F., QUEIROZ, A.J. de M. Caracterização de isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p. 157-165, 2002.

GOMES, R. P. Fruticultura Brasileira. Editora Nobel, **São Paulo**, 446 p., 1972.

GUILBERT, S.; GONTARD, N. Technology and applications of edible protective films. In: VII BIOTECHNOLOGY AND FOOD RESEARCH. New shelf-life technologies and safety assessments, **Helsinki**, Finland, p. 49-60, 1995.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos de amidos modificados de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. **Campinas**, vol. 28, nº. 1, p. 231 – 240. 2008.

HOOVER, R., Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: **A review**. *Carbohydrate Polymers*, 2001. 45: p. 253-267.

INAMURA, P. Y. **Efeito da radiação gama sobre a viscosidade de soluções de gelatina e pectina utilizadas na indústria de alimentos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2008, 78 p.

IRWANDI, J.; FARIDAYANTI, S.; MOHAMED, E. S. M.; HAMZAH, M. S.; TORLA. H. H.; CHE MAN, Y. B. Extraction and characterization of gelatin from different marine fish species in Malaysia. *International Food Research Journal*., vol.16, p. 387 – 389, 2009. 29.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technol.**, vol. 40, nº. 4, p. 47 – 59, 1986.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E. W. Carbohidratos en alimentos regionales Iberoamericanos. **São Paulo**: Universidade de São Paulo, 2006. 648p.

LEE, S. J. Et al. Biological activity from the gelatin hydrolysates of duck skin by-products. **Process Biochemistry**, vol. 47, nº. 7, p. 1150 – 1154, 2012.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S. Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 23, nº. 2, p. 421 - 423, 2001.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P. R.; TYLER, R. T. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review. **Starch/Stärke**, vol. 56, nº. 3 – 4, p. 89 – 99, 2004.

LORENZI, H.; BACHER, R.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas de Consumo *in natura*. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, São Paulo, 640 p., 2006.

LUVIELMO, M. de M.; LAMAS, S. V. Revestimentos Comestíveis em Frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, nº 1, p. 8 – 15, jan-jun 2012.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. Filmes Comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, vol. 18, nº. 1, p. 105 – 108, 2000.

MACEDO, J. A. B. MILKNET. **Biofilmes Bacterianos: uma preocupação para a indústria de alimentos**. 18 de julho de 2006. Disponível em <www.milknet.com.br>. Acesso em 31 de ago de 2018.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Mechanical and thermal properties of yam starch films. **Food Hydrocolloids**, Oxford, vol. 19, nº. 1, p. 157 – 164, 2005.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filems de Amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, vol. 31, nº. 1, p. 137 – 156, jan/mar 2010.

MANNERS, D.J. Recent developments in our understanding of amylopectin structure. **Carbohydrate Polymers, Essex**, vol.11, p. 87 – 112, 1989.

MARCON, M. J. A.; AVANCINI, S. R. P.; AMANTE, E. R. Propriedades Químicas e Tecnológicas do Amido de Mandioca e do Polvilho Azedo. **Florianópolis: UFSC**, 101p, 2007.

MENEGUEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2008.

MIGUEL, A. C. A.; BEIGIATO, G.F.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Efeito de tratamentos químicos na respiração e parâmetros físicos de melão „Amarelo“ minimamente processado. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p.458-463, 2008.

MUCCILLO, R. C. S. T. **Caracterização e Avaliação de Amido Nativo e Modificado de Pinhão Mediante Provas Funcionais e Térmicas**. 2009. 156 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MYLLÄRINEN, P.; BULEON, A.; LAHTINEN, R. e FORSELL, P. The crystallinity of amylose and amylopectin films. **Carbohydrate Polymers**, vol. 48, p. 41 – 48, 2002.

NATIONAL STARCH and CHEMICAL INDUSTRIAL Ltda – Divisão de Amidos Alimentícios. Tecnologia de amido alimentício. 13p, 1995. **Polymer Bulletin**, vol. 57, p. 27 – 42, 2007.

NUNES, M. C. N. BRECHT J. K., MORAIS A. M. M. B e SARGENT, SA. Physicochemical changes during strawberry development in the Field compared with those that occur in harvested fruit during storage. **Journal of Science Food Agriculture**, v.86, p. 180-190, 2006.

PARIZZI, S. Q. F., et al. Bacterial adherence to different inert surfaces evaluated by epifluorescence microscopy and plate count method. **Brazilian Archives of Biology Technology**. Mar. 2004, vol. 47, nº.1, p. 77 – 83. ISSN 1516-8913. 2004.

PASCHOALIN, R. P.; JESUS, L. A. S.; PASCHOALIN, N. P.; CARVALHO, T. C.; SILVA, C. A. B.; NETO, M. M.; Lesão renal aguda como complicação da ingestão excessiva de suco do fruto biri-biri (*Averrhoa bilimbi*). **J. Bras. Nefrol.** Vol.36 nº.4 São Paulo Oct./Dec. 2014.

PASCOAL, A. M. **Extração e Caracterização do Amido de Lobeira (*Solanum lycocarpum*)**. 2014. 69 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

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

PIZATO, S.; CORTEZ-VEJA, W. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs „Royal Gala“ minimamente processadas. *Semana: Ciências Agrárias, Londrina*, v.34,n.1,p.253-264, 2013.

ROY, A. et al. *Averrhoa bilimbi* Linn–Nature’s Drug Store-A pharmacological review. *International Journal of Drug Development and Research*, Ghaziabad, vol. 3, nº. 3, p. 101 -106, 2011.

RIBEIRO, W. S.; LUCENA, H. H.; ALMEIDA, E. I. B.; BARBOSA, J. A.; PEREIRA, W. E. Fisiologia pós-colheita de limão bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.), armazenado sob atmosfera modificada em condições ambientais. *Agropecuária Técnica* –v. 31, n. 2, p 17-21, 2010.

RIGO, L. N. **Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Comestíveis**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) –Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões *Campus* Erechim, Erechim –RS, 2006.

SEBIO, LEONARD. **Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de amido de milho e gelatina pelo processo de extrusão: Avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira**. 2003. 179f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) –Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

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

SOUZA, P. A.; SENHOR, R. F.; COSTA, F. B. da; FREITAS, R. V. da; SILVA, M. S. Caracterização físico-química de frutos de bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) produzidos no estado do RN. *Revista Verde*, vol. 6, nº 1, p. 270 – 273, jan/mar 2011.

SOUZA, L. M. de.; SILVA, G. C. da.; MORAES, T. M. de.; BARRETO, L. P. Caracterização Físico-Química do Biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.). **UFRPE**, 2009. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1199-4.pdf>. Acessado em: 27 ago 2018, 22: 35.

TAN, B. K.; TAN, C. H.; PUSHPARAJ, P. N. Anti-diabetic activity of the semi-purified fractions of *Averrhoa bilimbi* in high fat diet fcs-streptozotucin-induced diabetic rats. *Life Sciencs*. Singapore, vol 76, p. 2827 –2839, 2005.

TAVAKOLIPOUR, Hamid. Extraction and evaluation of gelatin from silver carp waste. *World Journal of Fish and Marine Sciences*., **Sabzevar**, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2011.

TESTER, R. F.; MORRISON, W. R. Swelling and gelatinization of starches 1. Effects of amylopectins, amyloses and lipids. **Cereal Chemistry**, v. 67, n. 6, p. 551-557, 1990.

VICENTINI, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. 2003. 62 f. Tese (Doutorado em Agronomia) –Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, São Paulo, 2003.

WAHAB, N. H. B. A.; WAHID, M. E. B.; TAIB, M. B. A.; ZAIN, W. Z. B. M. Z.; ANWAR, S. A. B Phytochemical screening and antimicrobial efficacy of extracts from *Averrhoa bilimbi* (Oxalidaceace) fruits against human pathogenic bacteria. Second International Conference and Workshops on Basic and Applied Sciences Regional **Annual Fundamental Science Seminar** 2009. Malaysia. 2 –4 jun 2009.

WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. Starch. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. **Saint Paul**: AACC, Eagan Press, 1997. p. 117-151.

WURZBURG, O. B. Modified Starches: properties and uses. **Boca Raton**: CRC Press, p. 277, 1986.

ZAVAREZE, E. R. et al. Filmes biodegradáveis à base de proteínas miofibrilares de pescado. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 53-57, 2012.