

## QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABAS ‘PEDRO SATO’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FÉCULA DE MANDIOCA ASSOCIADAS A SUBSTÂNCIAS ANTIFÚNGICAS

Aroldo Gomes Filho<sup>1</sup>, Thamiris Fernandes de Oliveira<sup>2</sup>, Sirlene Lopes de Oliveira<sup>3</sup>, Geovana Gonçalves Silva<sup>3</sup>, Larissa Moreira Chaga<sup>3</sup>

### RESUMO

A goiaba ocupa lugar expressivo no ramo da fruticultura, no entanto, apresenta curto período de pós-colheita devido às altas taxas de transpiração e perda de massa. O uso de biofilme tem sido uma alternativa para prolongar o tempo de conservação pós-colheita. O presente trabalho teve por objetivo determinar a melhor concentração de biofilme à base de fécula de mandioca e extratos vegetais na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.) variedade ‘Pedro Sato’, armazenadas em temperatura  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $\pm 65\%$ , sem reduzir a aceitação do fruto pelo consumidor. Os frutos, adquiridos em pomar comercial no estágio de maturação, foram cobertos com biofilmes à base de fécula de mandioca a 3 e 5%, e associados a diferentes concentrações de extratos de cravo da Índia (*Syzygium aromaticum* L.) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.). As análises foram realizadas no intervalo de dois dias durante o período de 9 dias de armazenamento. Avaliou-se perda de massa fresca (PMF), acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), incidência de patógenos e análise sensorial. Para avaliação dos atributos de qualidade utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial, 7 x 5 correspondendo aos 7 tratamentos e aos 5 dias de avaliações respectivamente, a unidade experimental foi composta por dois frutos e três repetições, e para análise sensorial foi utilizado o método de correlação de notas atribuídas por cada julgador não treinado. Os resultados mostraram que os dias de armazenamento influenciaram PMF, SS, e AT, para a variável pH não houve influência. Os biofilmes mostraram-se eficientes no controle de doenças pós-colheita e de maneira geral os revestimentos em todas as formulações foram bem aceitos pelos provadores.

**Palavras-chave:** aceitação por provadores, revestimentos comestíveis, tempo de armazenamento.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dsc., Professor do Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, Fazenda São Geraldo S/N Km 06, CEP: 39480-000, Januária (MG), Brasil. aroldo.gomes@ifnmg.edu.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Av. Alberto Lamego, 2000 Horto, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. thamiris.agr@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudantes do Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, Fazenda São Geraldo S/N Km 06, CEP: 39480-000, Januária (MG), Brasil. sirleneagronomia@gmail.com, geovanasilva.agroif@gmail.com e larissamoreiratchu@yahoo.com.br

## POSTHARVEST 'PEDRO SATO' QUALITY GUAVAS TREATED WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF YUCCA STARCH ASSOCIATED WITH ANTIFUNGAL SUBSTANCES

### ABSTRACT

Guava occupies a significant place in the field of horticulture. However, it presents a short postharvest period due to high rates of transpiration and weight loss. The use of biofilms has been an alternative for extending the postharvest preservation time. The objective of this study was to determine the optimal concentration of manioc starch and plant extract-based biofilm in postharvest guava conservation (*Psidium guajava* L.) of the 'Pedro Sato' variety, stored in a room at  $\pm 25^{\circ}$  C, without reducing fruit acceptance by the consumer. The fruits, which were acquired in a commercial orchard in the maturity stage, were covered with biofilms that had manioc starch base of 3 and 5% and associated with different concentrations of clove (*Syzygium aromaticum* L.) and são-caetano melon (*Momordica charantia* L.) extracts. The analyses were performed in two-day intervals during the 9 days of storage. We evaluated loss of weight (PMF), titratable acidity (TTA), pH, total soluble solids (TSS), incidence of pathogens and sensory analysis. To evaluate the quality attributes a completely randomized design (CRD) was used in a factorial of 7 x 5 corresponding to 7 treatments and 5 days of evaluations respectively. The experimental unit consisted of two fruits and three repetitions, and sensory analysis was performed using the correlation method of scores awarded by each untrained judge. Results showed that days of storage influenced PMF, STT, and AT, but the pH variable was not influenced. Biofilms were effective in controlling postharvest diseases and the coatings were well accepted by the tasters in all formulations.

**Keywords:** acceptance by tasters, edible coatings, storage time.

## INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) ocupa lugar expressivo no contexto da fruticultura brasileira. Seus frutos são apreciados por suas qualidades nutricionais, contendo uma das melhores fontes de vitamina C, licopeno, potássio, cobre e fibras (Gorinstein *et al.*, 1999; Padula e Rodriguez-Amaya, 1986; Queiroz, 2005) sendo estes aptos tanto para a indústria como para o consumo *in natura* (Siqueira, 2012), no entanto, o mercado consumidor está cada vez mais exigente no que diz respeito à qualidade dos produtos. Segundo Assis e Britto (2014), a qualidade de um produto depende de suas propriedades organolépticas e nutricionais, além das condições de armazenamento e de comercialização. A goiaba apresenta elevada atividade metabólica, o que implica em um curto período de pós-colheita (Lemos *et al.*, 2013).

Nesse sentido há um crescente interesse pela utilização de novas tecnologias que impeçam a interferência de fatores externos responsáveis pela deterioração rápida dos alimentos. Entre essas tecnologias a atmosfera modificada contribui para a redução das perdas pós-colheita e a aplicação do biofilme comestível é uma alternativa (Vila *et al.*, 2007).

O controle da respiração proporcionado pelos revestimentos é essencial para prolongar o armazenamento na pós-colheita dos frutos, uma vez que a intensidade das reações bioquímicas pode acelerar a senescência e como resultado o fruto torna-se mais suscetível à perda de massa e ao ataque de microrganismos (Chitarra e Chitarra, 2005).

Os biofilmes podem ser obtidos por materiais como polissacarídeos, proteínas e lipídeos (Azeredo, 2003), dependendo dos aditivos utilizados, podem ser biodegradáveis e/ou comestíveis (Cenci, 2006). Os biofilmes comestíveis aplicados em frutas utilizam matéria-prima de baixo valor comercial, a exemplo da fécula de mandioca (Luvielmo e Lamas, 2012), tornando-se uma tecnologia simples, economicamente interessante e que não causa impactos ambientais, nem danos à saúde humana.

Atualmente há uma tendência em substituir aditivos sintéticos para evitar o desenvolvimento de microrganismos em pós-colheita, por extratos ou óleos vegetais que podem ser adicionados às formulações dos biofilmes, o chamado biofilme comestível ativo, agindo no controle de microrganismos, que estão entre os principais fatores de redução da qualidade de produtos devido aos efeitos deteriorantes, como por exemplo, a perda de coloração dos frutos, produção de odores desagradáveis e podridões (Chitarra e Chitarra, 2005).

O presente trabalho teve por objetivo determinar a melhor concentração de biofilme à base fécula de mandioca associado a extratos de cravo da Índia (*Syzygium aromaticum* L.) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) na conservação pós-colheita de goiabas (*P. guajava* L.) variedade 'Pedro Sato', armazenadas em temperatura  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $\pm 65\%$ , sem reduzir a aceitação do fruto pelo consumidor.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de novembro e dezembro de 2015, no

laboratório de Fisiologia e Pós-colheita do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, o município está localizado na região norte de Minas Gerais, sob latitude 15° 29' 44" Sul e longitude 44° 21' 45" Oeste, com altitude aproximada de 448 m.

As goiabas de mesa variedade 'Pedro Sato' foram adquiridas em pomar comercial do Projeto Jaíba, situado no Norte de Minas Gerais. Os frutos foram selecionados com base no tamanho, firmeza ao tato, ausência de injúrias e submetidos à lavagem em água corrente no qual foram secos a temperatura ambiente de acordo com a metodologia de Oshiro *et al.* (2011) com modificações.

Os frutos foram cobertos com biofilmes a base de fécula de mandioca e extratos de flores de cravo da índia (*S. aromaticum* L.) e folhas de melão-de-são-caetano (*M. charantia* L.) nas concentrações de 3 e 5%. Um grupo de frutos foi tratado da mesma maneira, porém estes foram submergidos apenas em água destilada não sendo revestidos pelo biofilme, portanto, foram considerados como tratamento controle.

Para o preparo do extrato foram adquiridas em comércio local flores de cravo da índia (25g) e coletadas folhas de melão-de-são-caetano no IFNMG – Campus Januária no período matutino, o material foi lavado em água corrente e deixado secar em temperatura ambiente apenas para reduzir a umidade. Posteriormente as folhas foram deixadas em estufa de circulação de ar a 65°C no laboratório de Botânica, por 24 horas.

Flores de cravo e folhas de melão-de-são-caetano foram trituradas, peneiradas e submetidas

à extração com 10g de cada material vegetal para 1 L de água destilada por 24 horas a temperatura ambiente de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $\pm 65\%$ . Em seguida a solução foi filtrada com auxílio de funil e algodão separando a porção líquida dos resíduos sólidos dos vegetais. As suspensões de fécula de mandioca a 3 e 5% foram preparadas com a água dos extratos e aquecidas em fogão semi-industrial a 70°C para a gelatinização do amido. As soluções permaneceram em repouso em temperatura ambiente até o completo resfriamento conforme metodologia proposta por Serpa *et al.* (2014) com algumas modificações.

Para aplicação do biofilme, os frutos foram imersos na solução durante 30 segundos, posteriormente foram submetidos à secagem conforme metodologia proposta por Siqueira (2012). Em seguida os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno rígidos e armazenados em temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $\pm 65\%$  no laboratório de Fisiologia e Pós-colheita do IFNMG – Câmpus Januária.

Os frutos foram submetidos aos tratamentos T1 - testemunha sem revestimento; T2 - fécula de mandioca a 3%; T3 - fécula de mandioca a 5%; T4 - fécula de mandioca a 3% e extrato de cravo; T5 - fécula de mandioca a 5% e extrato de cravo; T6 - fécula de mandioca a 3% e extrato de melão-de-são-caetano; T7 - fécula de mandioca e 5% e extrato de melão-de-são-caetano.

As análises foram realizadas um dia após a aplicação dos tratamentos e repetidas a cada dois dias até o fim do período de armazenamento (9 dias). Foi avaliado perda de massa, acidez titulável,

pH, sólidos solúveis, incidência de patógenos e análise sensorial.

A Perda de massa foi determinada pela diferença da massa inicial dos frutos no dia da colheita e em cada período de avaliação, utilizando balança de precisão 0,01g, sendo expressa em porcentagem.

A determinação do teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável foi feita posteriormente a partir das amostras trituradas e congeladas.

O Teor de sólidos solúveis foi avaliado utilizando um refratômetro de campo do tipo ATC com escala variando de 0 a 32% Brix, com subdivisões de 0,2% Brix, para esta foi adicionada duas gotas da polpa do fruto sobre o aparelho e a leitura expressa em °Brix.

A Determinação do pH foi feita com auxílio de um pHmetro digital adotando-se uma alíquota de 5 g da amostra, diluída em 50 mL de água destilada, com o aparelho previamente calibrado de acordo com as instruções do manual do fabricante (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

A Acidez titulável foi determinada utilizando uma alíquota de 5 g da amostra, sendo esta diluída em 50 ml de água destilada, em seguida foram adicionadas 3 gotas da solução de fenolftaleína sendo realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio NaOH 0,1 M, até o surgimento de coloração rósea. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico por 100g de fruto (Siqueira, 2012).

Foi avaliada a incidência natural de doenças em todos os tratamentos, após o aparecimento dos primeiros sinais de contaminação. Avaliou-se subjetivamente o número de frutos afetados pelos

patógenos e foi realizada a identificação das colônias formadas. Os frutos afetados foram isolados e conduzidos até microscópio estereoscópio (lupa), para a observação dos sinais apresentados pelos patógenos, em seguida o material vegetal contaminado foi colocado em lâmina com o objetivo de identificar o patógeno através da diferença morfológica de suas estruturas reprodutivas, conforme metodologia de Alfenas e Mafia (2007).

Foram realizados dois testes afetivos de aceitação por escala hedônica de 9 pontos, previamente definida, contendo termos definidos entre “gostei extremamente” (9) e “desgostei extremamente” (1) e contendo pontos intermediários em “não gostei, nem desgostei” (5) no terceiro e sétimo dia após a aplicação dos tratamentos (Instituto Adolfo Lutz, 2008). As amostras de goiaba foram cortadas em fatias e depositadas em copos descartáveis codificados com algarismos de três dígitos e aleatorizadas (Pessoa et al., 2011). As amostras foram apresentadas para 20 julgadores não treinados com idade entre 18 e 34 anos para analisar os atributos: aparência, aroma, cor, sabor e firmeza da polpa de seis formulações de biofilme a base de fécula de mandioca e extratos vegetais de cravo da índia e melão-de-são-caetano mais a testemunha sem revestimento.

Para avaliação dos atributos de qualidade foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial, 7 x 5 o primeiro fator corresponde aos tratamentos (T1 a T7) e o segundo aos dias de avaliações (1; 3; 5; 7; e 9) sendo as análises

realizadas em triplicata, com unidade experimental composta por dois frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, quando não utilizada esta última, as médias das três repetições foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os modelos ajustados por meio de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 5% de probabilidade, utilizando o teste "t". As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa GENES, versão 5.0 e as análises de regressão utilizando o programa SAEG, versão 8.0.

Para avaliação do grau de concordância entre os julgadores com relação às notas atribuídas pela escala hedônica de 9 pontos, utilizou-se o programa computacional CONSENSOR versão 1.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (ANOVA), pode-se observar que houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para perda de massa fresca entre as concentrações de biofilme de fécula de mandioca e extratos vegetais, entre o período de armazenamento dos frutos e em todos os tratamentos (Tabela 1).

Observou-se um acréscimo linear na perda de massa ao longo do tempo de armazenamento nos frutos com e sem recobrimento (Figura 1). Verificou-se nos frutos testemunha (sem recobrimento) uma maior perda de massa por unidade de tempo quando comparado aos frutos revestidos com biofilmes. Esse fato resultou em melhor aparência ao final do tempo de

armazenamento para os frutos revestidos com a película. A perda de massa dos frutos testemunha foi de aproximadamente 20% no período de armazenamento, enquanto que nos frutos revestidos com biofilmes em diferentes concentrações com e sem substâncias antifúngicas a perda de massa foi de aproximadamente 10%, sendo que o tratamento que obteve os menores valores foi a fécula de mandioca a 3% associada ao extrato de cravo, com valores de 8,87%.

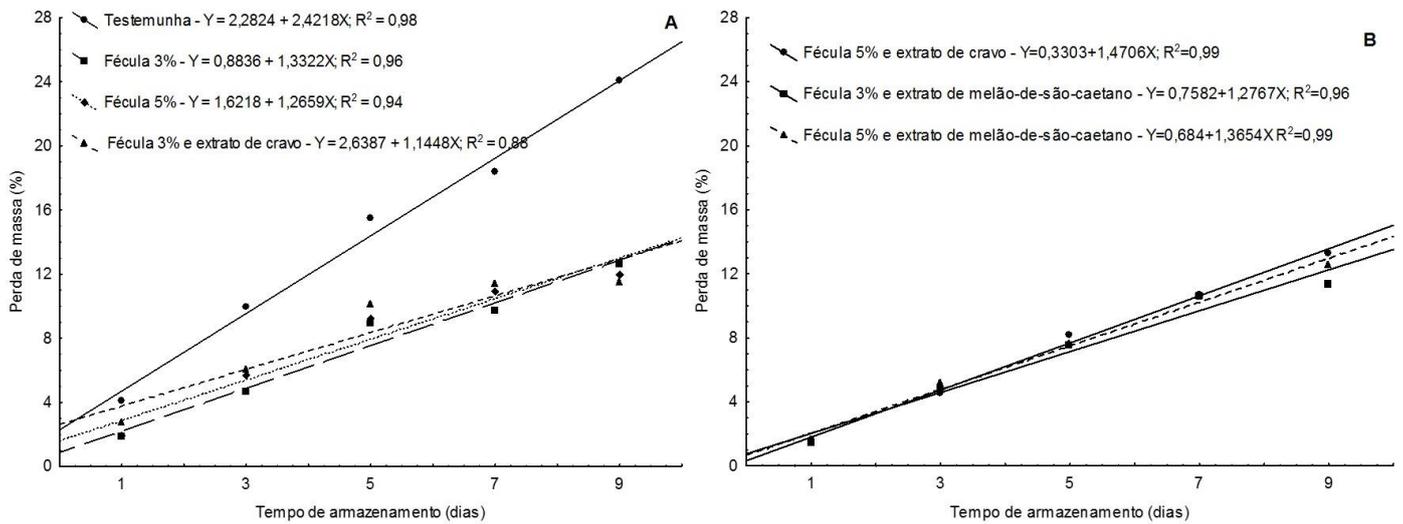
**Tabela 1.** Análise de variância dos dados perda de massa fresca (PMF), pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) para goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em temperatura a  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$ , tratadas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e extratos vegetais.

FV	GL	PMF	pH	SS	AT
Trat. (A)	6	98,14**	0,003 <sup>ns</sup>	6,50 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Armaz. (B)	4	461,54**	0,061**	8,44 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
A x B	24	6,50**	0,004 <sup>ns</sup>	3,16*	0,04**
Resíduo	70	1,53	0,003	1,65	0,01
CV (%)		14,29	1,45	10,98	14,96

\*\*, \* significativo de 0,1-1% e de 1-5% de probabilidade respectivamente e <sup>ns</sup>não significativo pelo teste F. Trat, tratamento; Armaz. Dias de armazenamento.

A ótima barreira à passagem de vapor de água do fruto para a atmosfera representada pelo uso do filme de fécula de mandioca em diferentes concentrações está relacionada à redução da transpiração e a atividade de microrganismos (Bisen *et al.*, 2012). Luviello e Lamas (2012), afirmam que os revestimentos produzidos a base de polissacarídeos são semipermeáveis, ou seja, dificultam as trocas gasosas.

A perda de massa que se relaciona à perda de água é causa principal da deterioração e perdas



**Figura 1.** Perda de massa Fresca em goiabas ‘Pedro Sato’ com biofilme de fécula de mandioca e extratos de cravo e melão-de-são-caetano em diferentes concentrações em função do período de armazenamento  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$  durante 9 dias.

quantitativas e qualitativas dos frutos, pois altera negativamente a aparência e qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência), tornando-os pouco atrativos para a comercialização e consumo (Kader, 2002).

Resultados semelhantes foram encontrados por Luginho et al. (2014), quando frutos de goiabas ‘Paluma’ não revestidos pelo biofilme e armazenados a  $24^{\circ}\text{C}$  apresentaram perda de massa elevada a partir do terceiro dia pós-colheita. Santos et al. (2011), obtiveram resultados satisfatórios com a utilização biofilme de fécula de mandioca e amido de milho nas concentrações de 2% e 4% respectivamente, pois reduziram a perda de massa e mantiveram a firmeza dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’, proporcionando maior tempo de armazenamento sem que houvesse perda da qualidade dos frutos.

Considerando a perda de massa de até 15% como valor limite para vida útil das goiabas (Fakhouri e Grosso, 2003), os resultados apresentados demonstram que os revestimentos a

base de fécula de mandioca com e sem extratos vegetais são efetivos para minimizar a perda de massa dos frutos durante todo o período de armazenamento, pois os mesmos formam uma barreira ao redor das frutas impedindo a perda de água (Chitarra e Chitarra, 2005).

Segundo a ANOVA, não houve efeito significativo para o valor de pH entre os revestimentos (Tabela 1). Comportamento semelhante foi observado por Borges et al. (2013) em morangos revestidos com goma de xantana e óleo essencial de sálvia. Entretanto para o período de armazenamento os resultados mostraram efeito significativo.

De acordo com as médias de pH durante o período de armazenamento (Tabela 2) pode-se observar que houve acréscimo deste valor como passar do período de armazenamento. Resultado semelhante foi encontrado por Fakhouri e Grosso (2003), ao relatar que houve variações mínimas de pH para os tratamentos com coberturas comestíveis e inclusive para as frutas sem

**Tabela 2.** Valores médios para pH em frutos de goiaba ‘Pedro Sato’ revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e extratos vegetais de cravo e de melão-de-são-caetano, armazenados em temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$  por 9 dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento				
	1	3	5	7	9
Testemunha	4,01 Ba	4,05 ABa	4,14 Aa	4,17 Aa	4,13 ABa
Fécula 3 %	3,97 Ba	4,06 ABa	4,12 Aa	4,07 ABa	4,17 Aa
Fécula 5 %	3,99 Ba	4,05 ABa	4,06 ABa	4,08 ABa	4,16 Aa
Fécula 3% e extrato de cravo	4,00 Ba	4,03 Ba	4,03 Ba	4,06 Ba	4,19 Aa
Fécula 5% e extrato de cravo	4,03 Ba	4,07 ABa	4,09 ABa	4,08 ABa	4,18 Aa
Fécula 3% e extrato de melão-de-são-caetano	4,04 Aa	4,07 Aa	4,14 Aa	4,14 Aa	4,09 Aa
Fécula 5% e extrato de melão-de-são-caetano	4,01 Ba	4,04 Ba	4,18 Aa	4,12 ABa	4,11 ABa

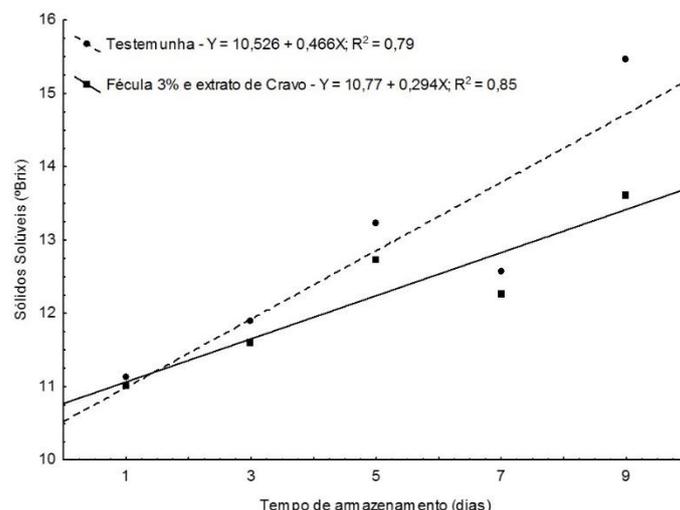
\*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

revestimento. Santos (2012), ao avaliar o efeito do biofilme a base de quitosana na qualidade de goiabas ‘Paluma’, observou aumento do pH e decréscimo da acidez.

O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta do teor de açúcares e indica a quantidade em gramas de sólidos que estão dissolvidos na polpa do fruto. Apresenta tendência de aumento à medida que açúcares se acumulam na fruta (Chitarra e Chitarra, 2005).

Os resultados demonstram que os teores de sólidos solúveis de goiabas tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca e extratos vegetais não apresentaram diferença significativa em função dos tratamentos e do período de armazenamento, apenas houve efeito significativo na interação destes (Tabela 1).

A Figura 2 apresenta os resultados de regressão para a variável sólidos solúveis (SS) ao longo do período de armazenamento. Os dados demonstram um aumento nos teores de SS ao longo dos dias, para os tratamentos testemunha



**Figura 2.** Teor de sólidos solúveis em goiabas ‘Pedro Sato’ com biofilme de fécula de mandioca a 3% e extratos de cravo e a testemunha em função do período de armazenamento  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$  durante 9 dias

(controle) e fécula de mandioca a 3% associada a extrato de cravo. Dessa forma este tratamento com fécula de mandioca influenciou o teor de SS de modo significativo, demonstrando assim a efetividade deste biofilme. Lemos (2007) encontrou resultados semelhantes, ao constatar aumento linear para a variável SS e perda de massa fresca até o fim do experimento. Santos et al.

(2011), atribui a tendência no aumento dos teores de sólidos, ao processo de amadurecimento dos frutos.

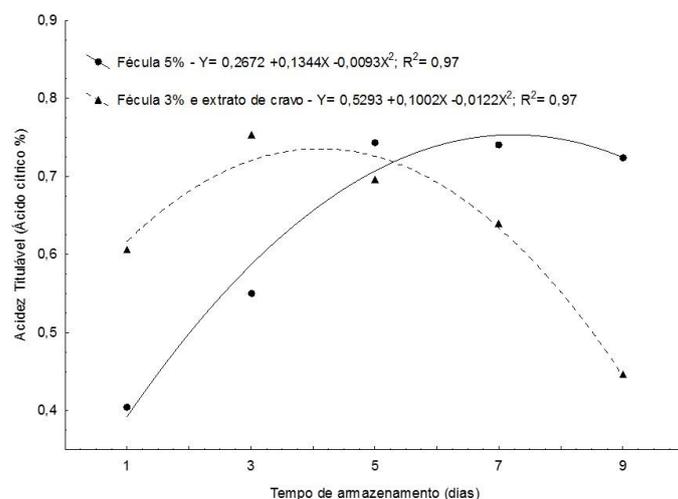
Os demais tratamentos não se adequaram a nenhum modelo de regressão, foi utilizado assim os valores médios, quais sejam: 11,80 °Brix para o tratamento com fécula de mandioca a 3%; 11,13 °Brix utilizando fécula a 5%, 10,97 °Brix para o tratamento com fécula de mandioca a 3% e extrato de melão-de-são-caetano; 11,42 °Brix utilizando fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano e 11,54 °Brix para o tratamento com fécula a 5% e extrato de cravo. De acordo com Siqueira (2012), a perda de massa fresca contribui com o aumento no teor de SS, pois os sólidos ficam mais concentrados no suco, o que explicaria os maiores valores encontrados neste experimento para a testemunha. Os resultados apresentados neste experimento relatam que houve uma maior perda de massa ao longo dos dias de armazenamento (Figura 1), fato este que justifica o aumento de SS em alguns tratamentos ao longo do armazenamento (Figura 2) corroborando assim com Siqueira (2012).

Segundo Cerqueira *et al.* (2011), apesar de a goiaba ser uma espécie que praticamente não armazena amido, pequenos incrementos em SS têm sido observados durante o amadurecimento. Esse incremento foi observado por, Oshiro *et al.* (2011), com valores de SS variando de 9,5 a 12 °Brix, por Jacomino *et al.* (2003), apresentando pequeno aumento após a colheita de 8,56 para 10,31 ° Brix no final do período de armazenamento e por Fakhouri e Grosso (2003), com valores de 9,5 a 12 °Brix para frutos de goiaba sem revestimento e variando de 9,5 a 10,5 °Brix para frutos revestidos

com cobertura de gelatina, triacetina e ácido láurico.

Para a variável acidez titulável não houve efeito significativo em função dos dias de armazenamento e entre o biofilme em diferentes concentrações de fécula de mandioca e extratos vegetais, apenas houve efeito significativo a interação entre estes tratamentos (Tabela 1).

Com exceção dos tratamentos fécula de mandioca a 5% e fécula de mandioca a 3% associada a extrato de cravo que se enquadraram em um modelo com ajuste quadrático (Figura 3), os demais tratamentos não se enquadraram significativamente a um modelo linear ou quadrático de regressão, sendo demonstrados através dos seus valores médios.



**Figura 3.** Acidez titulável (% ácido cítrico) de goiabas variedade ‘Pedro Sato’ revestidas com biofilme de fécula de mandioca a 5% e a 3% e extrato de cravo em função do período de armazenamento  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$  durante 9 dias.

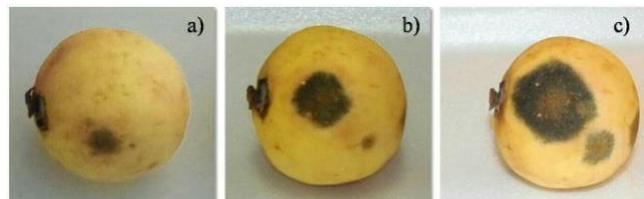
Ao comparar as médias de AT dos frutos submetidos aos tratamentos foram observados que estes não apresentaram diferenças significativas. Resultado semelhante foi encontrado por Siqueira

(2012), ao avaliar o efeito de revestimento a base de quitosana em goiabas ‘Cortibel 3’.

A acidez em produtos hortícolas é atribuída aos ácidos orgânicos que estão dissolvidos no vacúolo das células e podem variar de acordo com a espécie, sendo que em goiaba predomina o ácido cítrico (Chitarra e Chitarra, 2005). De acordo com Siqueira (2012) o aumento da degradação da parede celular que ocorre durante o amadurecimento da goiaba, é responsável pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos no suco celular, tal fato talvez explique o comportamento do tratamento controle que apresentou a maior média 0,72% de ácido cítrico por 100g de fruto em relação aos frutos revestidos pelo biofilme. Estes obtiveram os seguintes valores: 0,62% de ácido cítrico por 100g de fruto para o tratamento com fécula a 3%; 0,61% de ácido cítrico por 100g de fruto com a utilização de fécula a 3% e extrato de melão-de-são-caetano; 0,70% de ácido cítrico por 100g de fruto para o tratamento com fécula a 5% e extrato de cravo e 0,67% de ácido cítrico por 100g de fruto para o tratamento com fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano. O tratamento utilizando fécula de mandioca a 5% demonstrou um aumento nos teores de AT ajustando a um modelo quadrático apresentados na Figura 3.

O tratamento com fécula de mandioca a 3% associado ao extrato de cravo provocou um decréscimo quadrático na AT dos frutos, fato este talvez explicado pela não degradação da parede celular com consequente aumento nos SS para este tratamento (Figura 2) com a utilização destes ácidos para conversão em açúcares.

Com relação às avaliações microbiológicas, foi verificada a presença de patógenos típicos em pós-colheita, em frutos não revestidos, após o quinto dia de armazenamento (Figura 4).



**Figura 4.** Podridão em frutos de goiaba ‘Pedro Sato’ sem revestimento em função do tempo de armazenamento  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $\pm 65\%$ . a) quinto dia de armazenamento; b) sétimo dia de armazenamento e c) nono dia de armazenamento.

Nos demais tratamentos não houve desenvolvimento de microrganismos até o fim do período de armazenamento (Tabela 3). Segundo Jacomino *et al.* (2003) os revestimentos formam uma atmosfera modificada em volta dos frutos que retarda a senescência e consequentemente reduz a susceptibilidade ao ataque de patógenos, justificando assim o não aparecimento de patógenos nos tratamentos aplicados neste experimento.

Neste trabalho foi identificada a presença do fungo *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp. (dados não apresentados). Fischer *et al.* (2011) ao avaliar a ocorrência de injúrias e podridões em goiaba ‘Pedro Sato’ comercializadas na CEASA-Bauru, constataram a presença de podridão por *Aspergillus niger* e *Rhizopus stolonifer* no primeiro e terceiro dia de armazenamento respectivamente. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a presença do fungo do gênero *Aspergillus* no fruto é prejudicial à saúde do consumidor, pois diferentes espécies do gênero produzem substâncias tóxicas.

**Tabela 3.** Incidência de doenças pós-colheita em frutos de goiabeira variedade 'Pedro Sato'.

Tratamentos	Presença de patógeno				
	Dias de armazenamento				
	1	3	5	7	9
Testemunha	-	-	+	+	+
Fécula 3 %	-	-	-	-	-
Fécula 5 %	-	-	-	-	-
Fécula a 3% e extrato de cravo	-	-	-	-	-
Fécula a 5% e extrato de cravo	-	-	-	-	-
Fécula a 3% e extrato de melão-de-são-caetano	-	-	-	-	-
Fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano	-	-	-	-	-

(-) ausência de microrganismo (+) presença de microrganismo

De acordo com os resultados pode-se inferir que tanto o biofilme produzido com água destilada e fécula de mandioca quanto o biofilme adicionando extratos de cravo e melão-de-são-caetano ofereceram barreiras à contaminação do tecido, além de possuir propriedades antifúngicas.

Na Tabela 4, encontram-se as médias e o coeficiente de concordância entre julgadores, da análise sensorial realizada três dias após a montagem do experimento, por escala hedônica de 9 pontos para as propriedades aparência, aroma, cor, sabor e firmeza dos frutos de goiaba revestidos com biofilme de fécula de mandioca e extratos vegetais de flores de cravos e de folhas de melão de São Caetano nas concentrações de 3 e 5%. O

coeficiente de concordância se baseia na concordância entre os julgadores e indica preferências divergentes entre grupos de provadores (Marinho *et al.*, 2012).

De acordo com a Tabela 4, para a primeira avaliação sensorial, o tratamento em que os frutos não foram revestidos pelo biofilme (testemunha), obteve os melhores resultados tanto em relação às médias quanto ao percentual do coeficiente de concordância (CC). Em relação ao sabor este tratamento apresentou os melhores resultados com média de 7,9 e CC de 46,7. De acordo com Marinho *et al.* (2012), o parâmetro sabor é um dos mais importantes e influência diretamente na aceitabilidade do produto pelos consumidores. Por outro lado, este parâmetro se destacou também pela grande diferença entre os CC para os tratamentos, onde a menor concordância entre os julgadores foi para o revestimento com fécula 5% e extrato de cravo que apresentou CC de 27,84. Pode-se observar que para o parâmetro sensorial aparência, a maior média de notas em destaque foi o tratamento de goiaba revestida com biofilme de fécula 3% e melão-de-são-caetano, obtendo média de 8,05; essa média merece destaque por se aproximar de 9 dentro das notas da escala hedônica que representa "gostei extremamente" e CC de 51,3%.

De acordo com as observações feitas pelos julgadores, para o sétimo dia de armazenamento, as amostras revestidas com fécula a 5%, extrato de cravo e fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano apresentaram as piores médias para o parâmetro aparência, apesar dos julgadores terem conferido firmeza a polpa frutos com notas médias

**Tabela 4.** Dados das médias ( $\mu$ ) e coeficiente de concordância (CC) em percentual para as propriedades sensoriais aparência, aroma, cor, sabor e firmeza de frutos de goiabas revestidos por biofilme de fécula de mandioca e extrato vegetais de flores de cravo e folhas de melão de São Caetano no terceiro dia de armazenamento.

Tratamentos	Aparência		Aroma		Cor		Sabor		Firmeza	
	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC
Testemunha	8,00	46,10	7,85	50,19	7,80	45,10	7,90	46,70	7,25	37,08
Fécula 3 %	7,90	44,86	7,30	37,81	7,40	39,53	7,10	34,00	7,45	42,94
Fécula 5 %	7,30	38,81	7,15	35,57	7,20	52,38	7,35	43,59	7,80	43,59
Fécula a 3% e extrato de cravo	7,45	35,00	7,30	34,19	7,40	48,48	7,10	40,93	7,45	36,57
Fécula a 5% e extrato de cravo	5,25	28,79	6,40	38,08	5,80	32,50	6,85	27,84	6,90	40,94
Fécula a 3% e extrato de melão-de-são-caetano	8,05	51,30	6,90	33,35	7,55	45,48	6,50	35,79	7,35	42,28
Fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano	6,45	38,53	6,90	29,79	6,60	32,50	6,05	38,23	7,00	29,72

CC: coeficiente de concordância entre os julgadores, valores em porcentagem (%); .

de 6,8 e 6,9 e coeficiente de concordância de 40,23 e 37,81, respectivamente, que corresponde a “gostei ligeiramente” do produto (Tabela 5).

Luginho *et al.* (2014), destaca que a aparência é um dos fatores que mais influencia na aquisição do produto pelo consumidor, pois

segundo o autor a aparência está relacionada com a qualidade comestível do fruto.

Em relação ao sabor a menor média 4,1 que corresponde a “desgostei ligeiramente” foi apresentada pelo tratamento com água destilada mais fécula a 5%.

**Tabela 5.** Dados das médias ( $\mu$ ) e coeficiente de concordância (CC) em percentual para as propriedades sensoriais aparência, aroma, cor, sabor e firmeza de frutos de goiabas revestidos por biofilme de fécula de mandioca e extrato vegetais de flores de cravo e folhas de melão de São Caetano no sétimo dia de armazenamento.

Tratamentos	Aparência		Aroma		Cor		Sabor		Firmeza	
	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC	$\mu$	CC
Testemunha	6,15	37,08	6,2	25,81	6,90	32,50	4,40	19,53	5,70	17,03
Fécula 3 %	6,55	25,81	6,00	33,35	7,00	32,35	4,25	20,92	6,40	25,81
Fécula 5 %	5,15	29,62	4,75	33,35	5,95	32,50	4,10	35,00	5,80	28,83
Fécula a 3% e extrato de cravo	5,55	22,22	5,55	24,81	6,05	35,00	5,15	18,03	6,40	39,93
Fécula a 5% e extrato de cravo	5,70	22,22	5,30	29,72	5,70	29,72	5,60	41,28	6,80	40,23
Fécula a 3% e extrato de melão-de-são-caetano	6,40	29,79	5,05	22,22	6,25	22,22	5,25	31,62	6,85	32,35
Fécula a 5% e extrato de melão-de-são-caetano	5,85	25,81	5,70	12,50	6,10	34,79	5,20	13,58	6,90	37,81

CC: coeficiente de concordância entre os julgadores, valores em porcentagem (%); .

Para o parâmetro cor, a testemunha sem revestimento e o tratamento com água destilada e fécula de mandioca a 5% apresentaram notas de 6,9

e 7, que indica que a adição de fécula é benéfica para a manutenção da cor das goiabas revestidas.

A goiaba é um fruto climatérico e segundo Siqueira (2012), o aumento na produção de etileno no início do amadurecimento é considerado fator indicador de modificação de diversos atributos entre eles o amaciamento da polpa. Fato este observado durante as análises sensoriais, uma vez que, mesmo com revestimentos os frutos apresentaram redução das médias pelos julgadores variando de 7,8 para 6,9 correspondendo a “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente” no terceiro dia de armazenamento e 6,9 a 5,7 “gostei ligeiramente” e “não gostei nem desgostei” no sétimo dia de armazenamento para o atributo firmeza da polpa.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que os dias de armazenamento influenciaram na perda de massa e no aumento do pH, para o teor de SS e AT não houve influência dos dias de armazenamento.

O biofilme em diferentes concentrações de fécula de mandioca associados ou não a extratos vegetais mostraram-se eficientes no controle de patógenos pós-colheita durante todo o período de armazenamento.

Dentre os parâmetros sensoriais indicados pelos provadores destacam-se a aparência, aroma e a cor com as maiores médias e coeficiente de concordância. De maneira geral os revestimentos em todas as suas formulações foram bem aceitos pelos provadores.

A utilização do biofilme é uma alternativa eficiente, principalmente em relação à facilidade de obtenção da matéria prima, bem como o custo/benefício para a sua utilização em produtos frutícolas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas, A.C. & Mafia, R.G. (2007). **Métodos em Fitopatologia**. 1º ed. Viçosa: Editora UFV. 382p.
- Assis, O.B.G. & Britto, D. (2014). Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology** 17(2): 87-97. <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019>
- Azeredo, H.M.C. (2003). Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinado: potencial da aplicação. **Boletim CEPPA** 21(2): 267-278. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v21i2.1164>
- Bisen, A.; Pandey, S.K. & Patel, N. (2012). Efeito do revestimento de pele em prolongar a vida de prateleira de frutas kagzi limão (*Citrus aurantifolia* Swingle). **Jornal da Ciência e Tecnologia de Alimentos** 49(1): 753-759.
- Borges, C.D.; Mendonça, C.R.B.; Zambiasi, R.C.; Nogueira, D.; Pinto, E.V. & Paiva, F.F. (2013). Conservação de morangos com revestimentos à base de Goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Bioscience Journal** 29(5): 1071-1083.
- Cenci, S.A. (2006). Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Nascimento Neto, F. do. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1ª edição. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p.67-80.
- Cerqueira, T.S.; Jacomino, A.P.; Sasaki, F.F. & Alleoni, A.C.C. (2011). Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia** 70(1): 216-221.

- Chitarra, M.I.F. & Chitarra, A.B. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA. 783p.
- Fakhouri, F.M. & Grosso, C. (2003). Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology** 6(2): 203-211.
- Fischer, I.H.; Almeida, A.M.; Arruda, M.C.; Bertani, R.M.A.; Garcia, M.J.M. & Amorim, L.(2011). Danos em pós-colheita de goiabas na região do Centro-Oeste Paulista. **Bragantia** 70(3): 570-576. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011005000009>.
- Gorinstein, S.; Zemser, M.; Haruenkit, R.; Chuthakorn, R.; Grauer, F.; Martin-Belloso, O. & Trakhtenberg, S. (1999). Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. **The Journal of Nutritional Biochemistry** 10(6): 367-371. [http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863\(99\)00017-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863(99)00017-0)
- Instituto Adolfo Lutz.(2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed.1ª Edição Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.1020p.
- Instituto Adolfo Lutz. (1985). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- Jacomino, A.P.; Ojeda, R.M.; Kluge, R.A. & Scarpate Filho, J.A. (2003). Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura** 25(3): 401-405. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300010>.
- Kader, A.A. (2002). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3ªedição. Oakland: UCANR Publications. 535 p.
- Lemos, L.M.C.; Coutinho, P.H.; Salomão, L.C.C.; Siqueira, D.L. & Cecon, P.R. (2013). Controle da antracnose na pós-colheita de manga ‘Ubá’ com o uso de produtos alternativos.**Revista Brasileira de Fruticultura** 35(4): 962-970. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000400006>.
- Lemos, O.L.; Rebouças, T.N.H.; José, A.R.S.; Vila, M.T.R. & Silva, K.S. (2007). Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão ‘Magalir’ em duas condições de armazenamento. **Bragantia** 66(4): 693-699. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400020>.
- Luguinho, F.S. Santos, A.F.; Bezerra, J.M. & Vieira, M.M.S. (2014). Avaliação não destrutiva na conservação de goiaba 'Paluma' com o uso de embalagens modificadas. **Revista Verde** 9(5): 40-50.
- Luvielmo, M.M. & Lamas, S.V. (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia** 8(1): 8-15.
- Marinho, M.V.M.; Figueirêdo, R.M.F.; Queiroz, A.M.Q.; Santiago, V.M.S. & Gomes, J.P. (2012). Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais** 14(Especial): 497-510.
- Oshiro, A.M.; Scalon, S.P.Q.; Argandoña, E.F.S. & Zarate, A.H. (2011). Conservação pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’ em atmosfera modificada,

- associada ou não a refrigeração. **Revista Agrarian** 4(14): 294-302.
- Padula, M. & Rodriguez-Amaya, D.B. (1986). Characterisation of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of Brazilian guavas (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry** 20(1): 11-19. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(86\)90163-9](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(86)90163-9)
- Pessoa, T.; Amaral, D.S.; Duarte, M.E.M.; Cavalcante Mata, M.E.R.M. & Gurjão, F.F. (2011). Avaliação sensorial de goiabas passas obtida por técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem. **Holos** 4(27): 137-147. <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2011.638>
- Queiroz, V.A.; Monnerat, P.H.; Ferreira, K.S.; Queiroz, L.R. & Silva, J.A.D. (2005). Teores de Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Se, de Frutas Consumidas na Região Norte Fluminense. **Nutrire** 30(Suplemento): 285-285.
- Santos, A.E.O.; Assis, J.S.; Berbert, P.A.; Santos, O.O.; Batista, P.F. & Gravina, G.A. (2011). Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences** 6(3): 508-513 <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a755>.
- Santos, M.C. (2012). **Efeito dos subprodutos de aroeira e do biofilme a base quitosana na pós-colheita e controle da antracnose em goiabas ‘Paluma’**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe. 94p. Dissertação de Mestrado.
- Serpa, M.F.P.; Castricini, A.; Mitsobuzi, G.P.; Martins, R.N.; Batista, M.F. & Almeida, T.H. (2014). Conservação de manga com uso de fécula de mandioca reparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres** 61(6): 975-982. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461060013>
- Siqueira, A.P.O. (2012). **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. Campos Dos Goytacazes: Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 91p. Dissertação de Mestrado.
- Vila, M.T.R.; Lima, L.C.O.; Boas, E.V.B.; Hojo, E.T.D.; Rodrigues, L.J. & Paula, N.R.F. (2007). Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia** 31(5): 1435-1442. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500025>.