



Artigo Original

Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de *O*-carboximetilquitosana e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*)

Luana Rodrigues Tavares¹, Priscilla Prates de Almeida¹, Miquéias Ferreira Gomes²¹Núcleo de Ciência e Tecnologia de Alimentos; ²Núcleo de Química

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, Urutaí – GO – Brasil

INFO ARTIGO

Histórico do artigo

Recebido: 08 março 2018

Aceito: 04 maio 2018

Palavras-chaves:

Goiaba

Coberturas comestíveis

O-carboximetilquitosana

Óleo de orégano

Vida útil

RESUMO

A goiaba (*Psidium guajava*) é um fruto tropical climatérico, caracterizado por altas taxas de respiração e vida útil reduzida após a colheita. A senescência do fruto é rápida (ocorre em até quatro dias) e ocasiona perda de atributos de qualidade física, sensorial e nutricional, além de comprometer o prazo de transporte e armazenamento. Dessa forma, o desenvolvimento de técnicas que aumentem sua vida pós-colheita é uma necessidade. Os objetivos deste trabalho foram o recobrimento de goiabas com coberturas comestíveis à base de *O*-carboximetilquitosana e óleo essencial de orégano e avaliação das características físicas, químicas e microbiológicas do fruto antes e após o tratamento, no período de 17 dias de armazenamento. A utilização das coberturas foi eficiente para a redução da perda de massa dos frutos em até 81 %, além de permitir pequenas variações nos valores de pH, acidez titulável e teor de umidade. Os resultados da análise microbiológica de contagem de bolores e leveduras demonstrou redução na velocidade de crescimento microbiano nas frutas revestidas, quando comparado às frutas sem cobertura.

1. Introdução

A demanda global por alimentos de todas as categorias aumenta proporcionalmente ao aumento da população mundial, sobretudo a de alimentos perecíveis, como frutas e hortaliças. Além disso, o consumo regular desses alimentos desempenha um papel fundamental na prevenção de doenças não transmissíveis como, por exemplo, o câncer (Brasil, 2009). Neste sentido, a redução das perdas pós-colheita é considerada uma solução primária para aumentar a disponibilidade de frutas e hortaliças para a população (FAO, 2011). No Brasil, a taxa de perdas pós-colheita desses alimentos chega a 40 % e o coloca entre os maiores do mundo (Assis, Britto & Forato, 2009). Nesse sentido, o desenvolvimento e a aplicação de coberturas comestíveis a base de polímeros naturais, a fim de aumentar o período de conservação desses alimentos, é uma alternativa promissora para mudar tal cenário.

Os polímeros naturais apresentam várias vantagens frente aos polímeros sintéticos, dentre as quais se destacam a alta disponibilidade associada à facilidade de obtenção, além de biocompatibilidade e biodegradabilidade (Brito, Agrawal, Araújo & Mélo, 2011). Dentre os polímeros naturais disponíveis, destacam-se os polissacarídeos, geralmente

derivados de produtos agrícolas e crustáceos, como uma classe de macromoléculas com propensão extremamente bioativa (Azevedo, Chaves, Bezerra, Fook & Costa, 2007). A quitosana é um biopolímero do tipo polissacarídeo, amplamente estudado, principalmente por apresentar uma variedade de propriedades físicas e biológicas que resultam em diferentes aplicações como, por exemplo, em cosméticos, produtos farmacêuticos, biotecnologia, agricultura, processamento de alimentos e nutrição (Alishah *et al.*, 2011; Lee, Kim & Kim, 2018). O composto *O*-carboximetilquitosana (*O*-CMQTS) é um derivado da quitosana, que apresenta como característica especial sua solubilidade em água. A presença dos grupos COOH e NH₂ na sua estrutura lhe confere uma característica anfótera e, conseqüentemente, uma maior capacidade de perturbação da membrana em condições ácidas, básicas e neutras, comparado à quitosana. Essas propriedades fazem com que a *O*-CMQTS venha sendo estudada ao longo dos anos, para emprego na indústria de alimentos (Zhu, Fang, Park & Chan, 2005). No que se refere à elaboração de coberturas comestíveis, esses biopolímeros podem ser associados a outros compostos naturais, tais como óleos essenciais, no intuito de potencializar suas propriedades.

O óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), composto por carvacrol, timol, terpenos, ácido rosmarínico, além de outras substâncias benéficas, incluindo flavonoides, magnésio, cálcio, zinco, ferro, potássio, cobre, boro, manganês, vitaminas A, C, E e niacina, possui inúmeras propriedades medicinais (Bharti & Vasudeva, 2013). O orégano possui alta atividade antioxidante, devido à presença de ácido fenólico e flavonoides, além de propriedades antimicrobianas contra patógenos presentes em alimentos, o que faz com que a planta seja um conservante natural de alimentos (Coskun, Çalikoglu, Emiroglu & Candogan, 2014). Experimentos mostraram que o aroma suave da planta e seu óleo essencial prorroga a vida útil de alimentos, quando armazenados juntos, reduzindo o risco de contaminação de vários produtos alimentares (Nascimento *et al.*, 2007).

Os revestimentos comestíveis comumente utilizados em frutas, a fim de prolongar sua vida útil, atuam como uma barreira a gases e ao vapor de água, principalmente. Esses materiais modificam a atmosfera interna dos frutos, reduzem sua degradação e aumentam a vida útil dos mesmos, além de atuarem como carreadores de compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outros (Assis & Britto, 2014). A aplicação de revestimentos em frutas leva à formação de uma cobertura na sua superfície externa, com preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, reduzindo, dessa forma, a transferência de umidade (transpiração) e as trocas gasosas (respiração) do fruto. Essa aplicação pode ser realizada de duas formas: (i) por meio de imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (o alimento é então deixado em repouso até que a água evapore e a película se forme sobre a fruta) ou (ii) por meio de aspersão da solução sobre o alimento (Junior *et al.*, 2010). Os revestimentos comestíveis não devem interferir na aparência natural da fruta, devem possuir boa aderência e não podem promover alterações no sabor ou odor original do fruto.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivos a elaboração e aplicação de uma cobertura comestível à base de *O*-CMQTS e óleo de orégano em goiabas e a avaliação das características físicas, químicas e microbiológicas do fruto no pós-colheita e após o seu revestimento. A utilização da *O*-CMQTS associada ao óleo de orégano teve como objetivo a união das propriedades antimicrobiana e conservante do óleo de orégano à biocompatibilidade da *O*-CMQTS, a fim de prolongar a vida útil da goiaba após a colheita. A goiaba, fruto da goiabeira, árvore da espécie *Psidium guajava*, da família *Myrtaceae*, foi selecionada como objeto deste estudo por ser um fruto tropical climatérico que apresenta altas taxas de respiração e vida útil bastante reduzida após a colheita. A senescência do fruto é rápida, comprometendo seus atributos de qualidade físicos, sensoriais e nutricionais (Abreu, Xisto, Correa, Santos & Carvalho, 2002). A goiaba é importante fonte de vitamina C, além de conter altos teores de açúcares, vitamina A e vitaminas do grupo B, como a tiamina e a niacina, além de teor significativo de fósforo, potássio, ferro e cálcio, sendo também rica em fibras. O estado de Goiás é um dos maiores produtores da fruta no país (EMBRAPA, 2010).

A conservação pós-colheita usualmente empregada está, na sua maioria, centrada na cadeia do frio. Entretanto, a tecnologia de aplicação de revestimentos comestíveis também vem se destacando pela sua capacidade de aumentar o tempo de conservação dos alimentos (Vargas, Pastor, Chiralt, McClements & González-Martínez, 2008). Vale destacar a biodegradabilidade dos revestimentos comestíveis e a consequente redução do uso de fontes não-renováveis, evitando a poluição ambiental (Villadiego *et al.*, 2005). Problemas ambientais relacionados à geração de lixo e poluição incentivaram a pesquisa sobre a produção de biopolímeros (Guilbert, Gontard & Gorris, 1996). Essa prática permite agregar valor à matérias primas de baixo custo e cria

alternativas ao uso de polímeros de origem petroquímica (Averous, Fringant e Moro, 2001).

2. Material e métodos

2.1. Seleção e preparação das frutas

As goiabas foram adquiridas em supermercados da cidade de Pires do Rio – GO. A seleção foi realizada levando-se em consideração a cor, como índice indicativo do grau de maturação, a presença de machucados, o tamanho e o peso das frutas (peso médio = 220 g), de maneira a se estabelecer um lote o mais homogêneo possível. Inicialmente, as goiabas foram lavadas e higienizadas com solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 65 % de cloro ativo (Kalyclean 5313) (v/v), segundo instruções do fabricante. Os frutos ficaram submersos na solução por 15 minutos e, em seguida, foram enxaguados e submersos por mais 15 minutos em água gelada, para reduzir a taxa de respiração.

2.2. Síntese de *O*-carboximetilquitosana

Para a síntese de *O*-carboximetilquitosana, 9 g de quitosana foram adicionadas a 195 mL de isopropanol e a mistura agitada por 20 minutos. Em seguida, adicionou-se lentamente 61,2 g de solução aquosa a 40 % de NaOH e deixou-se em agitação por 1 (uma) hora. Após a agitação, foram adicionados 41 g da solução de ácido monocloroacético em isopropanol, e a reação ocorreu, ainda sob agitação, no período de 24 horas, à temperatura ambiente. Após 24 horas, o resíduo foi filtrado e neutralizado com ácido acético glacial e depois suspenso em 150 mL de metanol 80 %. O resíduo foi filtrado novamente e lavado várias vezes com etanol 80 %, e por fim seco em temperatura ambiente (Ribeiro, 2013).

2.3. Obtenção do óleo essencial de orégano

O óleo essencial de orégano foi obtido por um método tradicional e artesanal, derivado dos métodos de extração por maceração e *enfleurage*, com modificações (Rafajlovska, Slaveska & Cvetkov, 1998; Wolffenbüttel, 2010). O processo de *enfleurage* foi desenvolvido na região de Grasse, no sul da França, para obtenção de extratos de flores, utilizados no desenvolvimento de perfumes. A *enfleurage* consiste na remoção das substâncias responsáveis pelo odor das flores com o uso de gorduras que, após a lavagem com álcool, resultam em um extrato floral (Guenther, 1948). O processo de extração via maceração pode ser realizado utilizando-se agitação mecânica e temperatura, variando-se os tempos de extração e a relação “droga/líquido extrator” (Rafajlovska, Slaveska & Cvetkov, 1998).

No presente estudo, utilizou-se uma gordura vegetal (azeite de oliva) para extração do óleo de orégano. O objetivo foi promover a saturação da gordura (solvente) com os compostos presentes no óleo essencial de orégano. Para isso, ramos de orégano fresco (folhas e flores) foram levemente esmagados com os dedos, para rompimento das células e disponibilização do óleo para extração. Em seguida, foram inseridos dentro de um frasco previamente limpo e esterilizado, onde o azeite de oliva previamente aquecido a 80 °C foi vertido. O frasco foi fechado e armazenado em local fresco durante 3 dias. Posteriormente, o óleo foi filtrado e armazenado a temperatura ambiente.

2.4. Elaboração e aplicação das coberturas comestíveis a base de *O*-CMQTS e óleo de orégano

Para elaboração das coberturas comestíveis, foram utilizados 5,0 g de *O*-CMQTS, 5,0 g de glicerol e 90,0 g de água destilada para a cobertura a base de *O*-CMQTS; e 5,0 g de *O*-CMQTS, 5,0 g de glicerol e 3,0 g do óleo de orégano composto em 1,0 litro de água destilada. Os compostos foram homogeneizados até a diluição completa e aquecidos em banho-maria por 30 minutos, após a solução atingir 90 °C.

As coberturas comestíveis foram elaboradas utilizando-se gelatina incolor e sem sabor, preparada conforme instruções do fabricante. A gelatina e a solução de *O*-CMQTS foram misturadas e homogeneizadas e, em seguida, submetidas a um banho de gelo até que a solução atingisse a temperatura de 25 °C. Por fim, as goiabas foram imersas rapidamente nessa solução e submetidas à secagem por 15 minutos, a temperatura ambiente, antes de serem armazenadas.

As goiabas *in natura* e recobertas foram armazenadas em diferentes condições de temperatura (temperatura ambiente e temperatura de refrigeração de 8 °C). As análises físico-químicas e microbiológica foram realizadas em triplicata e seus resultados expressos como a média aritmética dos mesmos.

2.5. Análises físico-químicas:

2.5.1. Perda de massa

As goiabas foram pesadas em balança semi-analítica (FA-2104N Celta) antes e após os tratamentos (revestimento). O cálculo da perda de massa dos frutos foi realizado de acordo com a equação (Instituto Adolf Lutz, 2008):

$$PM = \frac{(Mi - Mf) \cdot 100}{Mi}$$

Onde **PM** é a perda de massa, **Mi** é a massa inicial e **Mf** é a massa final.

2.5.2. Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada após a trituração e homogeneização das amostras (goiabas sem revestimento e recobertas), utilizando-se pHmetro (DM 20 - Digimed, S.P.), segundo o método 13.010 da AOAC (1984).

2.5.3. Acidez total titulável

A acidez foi determinada utilizando-se uma alíquota de 10 gramas do homogeneizado (trituração e homogeneização das goiabas sem revestimento e recobertas), adicionados a um balão volumétrico (100 mL), cujo volume foi completo com água destilada. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,1 N até o ponto final de pH igual a 8,1. A acidez total titulável foi expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas da fruta (método 942.15, AOAC, 1997). A acidez titulável foi determinada pela equação:

$$ATT = \frac{V \cdot f \cdot M \cdot 100}{P}$$

Onde **V** é o número de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, **f** é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio, **P** é a massa da amostra em gramas ou volume pipetado em mL e **M** é a molaridade da solução de hidróxido de sódio.

2.5.4. Teor de umidade

Os teores de umidade das goiabas sem revestimento e recobertas foram determinados pelo método da estufa a 105 °C (Instituto Adolf Lutz, 2008). A umidade dos frutos foi calculada pela equação:

$$U(\%) = \frac{100 \cdot N}{P}$$

Onde **N** é a perda de peso em gramas, e **P** é a massa da amostra em gramas.

2.6. Análise microbiológica

A análise microbiológica de contagem de bolores e leveduras foi realizada segundo o proposto por Silva *et al.*

(2005). Posteriormente ao preparo da amostra e respectivas diluições, 0,1 mL de cada diluição adicionada do inoculo previamente preparado foram adicionados em placas Petri contendo Meio Ágar Batata Dextrose (PDA), com o auxílio de uma alça de Drigalski. Após a incubação das amostras em câmaras tipo B.O.D. (modelo CP 602, Solab) a 25 °C por 5 dias, as colônias de bolores e leveduras foram contadas utilizando-se um contador de colônias (modelo CP611, Phoenix®). Os resultados foram expressos pelo número de unidades formadoras de colônia por grama de amostra (UFC g⁻¹).

3. Resultados e discussão

3.1. Avaliação qualitativa - aspecto visual e maturação das frutas

A Figura 1 apresenta o resultado da avaliação qualitativa (aspecto visual) das frutas após o revestimento (A-B) e armazenamento sob refrigeração, durante 17 dias (C-D).



Figura 1: Aspecto visual das goiabas após revestimento com (A) *O*-CMQTS e (B) *O*-CMQTS e óleo de orégano; e armazenamento a 8° C durante 17 dias (C) *O*-CMQTS e (D) *O*-CMQTS e óleo de orégano.

As goiabas revestidas apresentaram um brilho intenso em toda a sua superfície externa (casca), confirmando o revestimento total das mesmas (Figura 1 A-B). Ambas as coberturas foram efetivas na preservação do aspecto visual externo das goiabas. Mesmo após 17 dias de armazenamento, as frutas apresentaram pequenas alterações na coloração. A cobertura de *O*-CMQTS e óleo de orégano mostrou-se mais eficiente neste quesito (Figura 1 C-D).

Ambos os revestimentos também contribuíram para a preservação do aspecto visual interno e para a desaceleração no processo de maturação das goiabas, quando comparadas às frutas sem revestimento, conforme demonstra a Figura 2. A cobertura contendo *O*-CMQTS e óleo de orégano mostrou-se mais eficiente nesse quesito também.



Figura 2: Aspecto visual interno das goiabas após 17 dias de armazenadas a 8 °C (A) sem revestimento, (B) revestimento de *O*-CMQTS e (C) revestimento de *O*-CMQTS e óleo de orégano.

Os resultados corroboram com os apresentados por Araújo e Shirai (2016) e Chevalier, Silva, Silva, Pizato & Cortez-veja (2016) para coberturas comestíveis a base de quitosana em brócolis e melão minimamente processados, respectivamente, cujos recobrimientos contribuíram para uma redução da senescência das frutas. Segundo o estudo de Cardoso, Ramos e Ramos (2009), revestimentos a base de

gelatina contendo óleo essencial de orégano foram eficientes na estabilidade da cor de carne bovina embaladas em condições aeróbicas.

3.2. Perda de Massa

O recobrimento de frutas com filmes protetores cria uma barreira que dificulta a perda de água, decorrente do seu processo natural de transpiração, e a consequente perda de massa, que altera a aparência da fruta (Marcos, 2001). A adição de óleo de orégano à cobertura aumentou a eficiência do revestimento, devido à formação de uma barreira hidrofóbica.

A Figura 3 apresenta os resultados de perda de massa das goiabas sem cobertura e recobertas, nas diferentes condições de armazenamento.

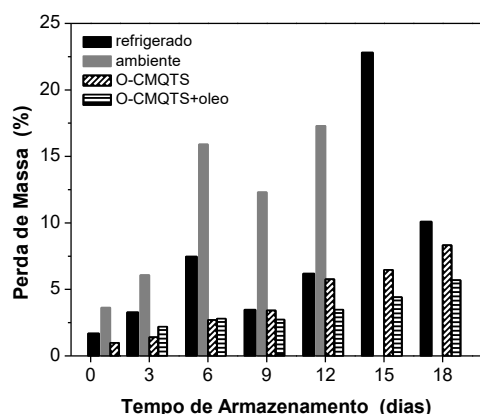


Figura 3: Perda de massa das goiabas em diferentes condições de armazenamento. Cores sólidas: frutas sem cobertura; cores não sólidas: frutas recobertas com *O*-CMQTS e *O*-CMQTS e óleo de orégano, armazenadas sob refrigeração a 8,0 °C.

A perda de massa dos frutos ocorreu com mais intensidade nas goiabas sem revestimento, especialmente naquelas armazenadas à temperatura ambiente, devido, provavelmente, à perda de água decorrente das taxas de transpiração, que é menor nas frutas revestidas. Tais resultados estão de acordo com Yamashita & Benassi (2009), que estudaram o uso de atmosfera modificada em embalagens flexíveis combinada com refrigeração (7 °C) em goiaba “Kumagai” de polpa branca.

As coberturas proporcionaram uma grande redução na perda de massa das frutas, principalmente em se tratando da cobertura com *O*-CMQTS e óleo de orégano (2,0 a 6,0 %). As propriedades conservantes da *O*-CMQTS, associadas à ação antimicrobiana do óleo de orégano, reduziram a taxa de transpiração e, conseqüentemente, a perda de massa, além de protegerem as frutas contra a ação de microrganismos.

Segundo Debeaufort, Quezada-Gallo & Voilley (1998), a inclusão de alguns componentes às coberturas, tais como óleos, resulta em barreiras eficientes à água e prevenção à perda de massa. O óleo de girassol (Vieira, Pereira, Santos & Lima, 2009) e o óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) (Cardoso, 2011) apresentaram boa redução na perda de massa, quando adicionados a revestimentos protetores de manga Tommy Atkins e carne bovina, respectivamente. Os resultados encontrados neste estudo estão em acordo com os trabalhos dos autores.

3.3. Determinação do pH

A acidez constitui fator de grande importância para o sabor e aroma dos frutos e, além disso, o pH influencia no escurecimento oxidativo dos tecidos vegetais. A diminuição do seu valor acarreta redução da velocidade de escurecimento do fruto (Freitas, 2010).

As goiabas analisadas neste trabalho apresentaram variações mínimas de pH, permanecendo entre 4,1 e 5,0 nas goiabas refrigeradas e 4,1 e 4,7 nas goiabas sem refrigeração. Os revestimentos de *O*-CMQTS com e sem o óleo de orégano não apresentaram influência relevante nesses valores. Tais resultados corroboram com os resultados de pH apresentados por Lima, Assis & Gonzaga Neto (2002), em seu trabalho sobre caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do São Francisco. Lima (2005) também não encontrou diferença significativa entre valores médios de pH em estudo realizado com goiabas minimamente processadas, embaladas em PET e PS-PVC e armazenadas durante 9 dias.

3.4. Acidez total titulável

A Figura 4 apresenta os resultados da análise de acidez titulável das goiabas sem cobertura e recobertas, nas diferentes condições de armazenamento.

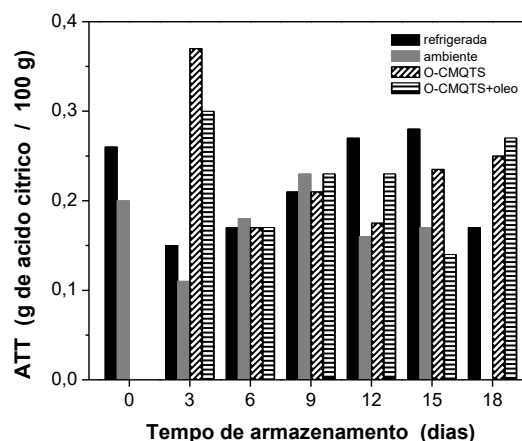


Figura 4: Acidez total titulável (ATT) (g de ácido cítrico/100 g) de goiabas em diferentes condições de armazenamento. Cores sólidas: frutas sem cobertura; cores não sólidas: frutas recobertas com *O*-CMQTS e *O*-CMQTS e óleo de orégano, armazenadas sob refrigeração a 8,0 °C.

As goiabas apresentaram baixo nível de acidez, sendo consideradas semi-ácidas. Os revestimentos não provocaram alterações na acidez das goiabas, comparado às frutas sem cobertura, variando de 0,17 a 0,37 g de ácido cítrico anidro/100 g nas goiabas com cobertura de *O*-CMQTS, e de 0,17 a 0,30 g de ácido cítrico anidro/100 g nas goiabas recobertas com *O*-CMQTS e óleo de orégano.

Cerqueira, Jacomino, Sasaki & Alleoni (2011), em seu estudo sobre o revestimento de goiabas com filmes protéicos e quitosana em diferentes concentrações, não encontraram diferenças significativas na acidez titulável dos frutos revestidos, em relação aos frutos controle (sem revestimento). Mercado-Silva, Batista & Garcia-Velasco (1998), trabalhando com goiabas ‘Media China’, verificaram baixa porcentagem de acidez titulável durante os estádios iniciais do amadurecimento.

3.5. Teor de Umidade

Os resultados de teor de umidade demonstraram que goiabas não revestidas, refrigeradas e sem refrigeração, apresentaram teores variando de 81,0 % a 91,0 %. Para as goiabas revestidas com *O*-CMQTS e óleo de orégano, o teor de umidade variou de 80,0 % a 95,0 %; já as goiabas revestidas somente com *O*-CMQTS apresentaram teores de umidade variando entre 80,0 % e 88,0 %. Os resultados demonstraram que o uso das coberturas não impactou na redução do teor de umidade das goiabas. A umidade é um dos fatores mais importantes em alimentos, pois tem efeito direto na manutenção da qualidade.

3.6. Análises microbiológicas

A Figura 5 ilustra o resultado da análise microbiológica de contagem de bolores e leveduras para amostras de goiabas armazenadas por 17 dias sob refrigeração a 8 °C (A) frutas sem cobertura e (B) frutas revestidas.

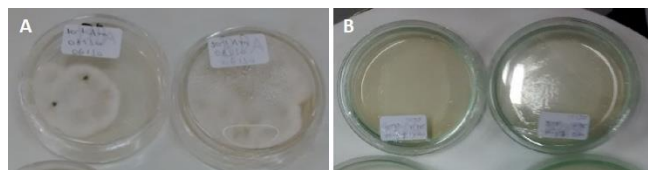


Figura 5: Análise microbiológica de contagem de colônias de bolores e leveduras para amostras de goiabas armazenadas por 17 dias sob refrigeração a 8 °C (A) frutas sem cobertura e (B) frutas revestidas.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de contagem microbiana em goiabas sem revestimento (armazenadas em temperatura ambiente e refrigeradas a 8 °C) e goiabas tratadas com *O*-CMQTS e óleo de orégano e armazenadas a 8 °C.

Tabela 1: Contagem de bolores e leveduras (UFC g⁻¹) em goiabas sem revestimento e recobertas com *O*-CMQTS e óleo de orégano, armazenadas em diferentes condições de temperatura.

Dias de armazenamento	Goiabas sem revestimento		Goiabas recobertas	
	R	A	<i>O</i> -CMQTS	<i>O</i> -CMQTS + óleo
3	2,1 x 10 ⁴	2,0 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁵
12	4,0 x 10 ⁵	***	8,0 x 10 ⁵	Ausente
17	3,0 x 10 ⁴	***	Ausente	Ausente

*** As frutas não se apresentavam mais aptas para o consumo. R: refrigerada; A: ambiente.

A instrução normativa nº 1, de 7 de Janeiro de 2000, que trata do Regulamento Técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas de fruta, determina um limite máximo de 5,0 x 10³ UFC/g⁻¹ ou mL⁻¹ de bolores e leveduras para polpa *in natura* (Brasil, 2000).

As frutas recobertas com *O*-CMQTS e óleo de orégano apresentaram valores abaixo deste limite (ausência de colônias) para as análises realizadas no 12º dia de armazenamento, ao passo que as frutas recobertas com *O*-CMQTS demonstraram ausência de crescimento microbiano somente no 17º dia de armazenamento. Esse resultado pode ser atribuído ao potencial antifúngico do óleo de orégano (Rhayour, Tantaoui-Elaraki, Bouchikhi & Remnal, 2003; Bharti, Vasudeva & Duhan, 2013). As frutas sem cobertura apresentaram um crescimento microbiano acima do limite permitido pela legislação já no início do período de armazenamento.

A ação antifúngica e antibacteriana de revestimentos à base de quitosana e seus derivados já foi constatada por diversos autores. Camili, Benato, Pascholati & Cia (2007) utilizaram a quitosana no recobrimento da uva "Itália", verificando que esta suprimiu o crescimento de *Botrytis cinérea* (mofo cinzento). Assis & Alves (2002) verificaram a ação antifúngica de revestimento da quitosana no recobrimento de maçãs. Chien, Sheu & Yang (2007) avaliaram os efeitos de revestimento comestível da quitosana na qualidade e vida de prateleira de fatias de manga. Os autores também comprovaram a inibição de crescimento

microbiológico, além da manutenção das características sensoriais de cor e sabor das frutas.

Associados a compostos ativos antimicrobianos, como os óleos essenciais, as potencialidades da quitosana e seus derivados são incrementadas, como demonstra o estudo de Kanatt, Chander & Sharma (2007, 2008), que avaliaram a ação da quitosana juntamente com extrato de hortelã na conservação de salame, confirmando sua efetividade como agente antimicrobiano em carnes e produtos cárneos.

Os resultados alcançados neste estudo, que indicam que as coberturas adicionadas de ativos apresentam bom potencial antimicrobiano, capaz de reduzir a velocidade de crescimento de bolores e leveduras nas goiabas, estão em acordo com os estudos de outros autores.

4. Conclusão

A cobertura comestível a base de *O*-CMQTS e óleo de utilizada no recobrimento de goiabas resultou em menor perda de massa e grau de maturação e melhor aspecto visual das frutas, quando comparadas às goiabas sem o revestimento. Quanto às características físico-químicas da fruta, como pH, acidez total titulável e teor de umidade, pode-se afirmar que sofreram alterações mínimas ao longo do armazenamento, tanto para as frutas revestidas quanto para as frutas sem revestimento. As análises microbiológicas mostraram que o uso das coberturas permitiu uma redução na velocidade de crescimento de bolores e leveduras nas frutas, com destaque para a cobertura contendo óleo de orégano. Dessa forma, a cobertura comestível proposta neste trabalho foi eficiente para controlar o amadurecimento das goiabas e permitiu estender sua vida útil em relação ao padrão (sem cobertura).

5. Referências

- Abreu, C. M. P., Xisto, A. L. R., Correa, A. D., Santos, D., Carvalho, J. G. (2002). Vitamina C em Goiabas "Pedro Sato" Submetidas a Aplicação de Cloreto de Cálcio Armazenadas em Temperatura Ambiente. *Anais XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Belém, Brasil, 18-22 novembro 2002. Embrapa Instrumentação (CNPDIA).
- Alishah, A., Mirvaghefi, A., Tehrani, M. R., Farahmand, H., Shojaosadati, S. A., Dorkoosh, F. A., Elsabee, Maher Z. (2011). Enhancement and Characterization of Chitosan Extraction from the Wastes of Shrimp Packaging Plants. *Journal of Polymers and the Environment*, 19(3), 776-783.
- Araújo, V. R., Shirai, M. A. (2016). Aplicação de revestimento comestível de quitosana em brócolis minimamente processado. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*. 34(2), 1-10.
- Assis, O. B. G., Alves, H. C. (2002). Metodologia mínima para a produção de filmes comestíveis de quitosana e avaliação preliminar de seu uso como revestimento protetor em maçãs cortadas. Comunicado técnico 49, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 5 p.
- Assis, O. B. G., Britto, D., Forato, L. A. (2009). O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas *in natura* e minimamente processadas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p.
- Assis, O. B. G., Britto, D. (2014). Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*. Campinas, 17(2), 87-97.

- AOAC – Association of Official Analytical Chemistry (1984). *Official methods as analysis of the association of official analytical chemistry*. 14^a ed. Washington.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemistry (1997). *Official methods as analysis of the association of official analytical chemistry*. 16a. ed. Washington.
- Avérous, L., Fringant, C., Moro, L. (2001). Plasticized starch-cellulose interactions in polysaccharide composites. *Polymer*, 42, 6565-6572.
- Azevedo, V. V. C., Chaves, S. A., Bezerra, D. C., Fook, M. V. L., Costa, A. C. F. M. (2007). Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 2(3), 27-34.
- Bharti, V., Vasudeva, N. (2013). *Oreganum vulgare* Linn. leaf: An Extensive Pharmacognostical and Phytochemical Quality Assessment. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 3(2), 277-281.
- Bharti, V., Vasudeva, N., Duhan, J. S. (2013). Bacteriostatic and fungistatic activities of *Oreganum vulgare* extract and volatile oil and interaction studies in combination with antibiotics and antifungal agents against food poisoning pathogens. *International Food Research Journal*, 20(3), 1457-1462.
- BRASIL (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54.
- BRASIL (2009). Ministério da Saúde – MS / Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. A Política Nacional de Alimentação e Nutrição e as Iniciativas para aumentar o consumo de frutas e hortaliças no Brasil. 5^o Congresso Pan Americano de incentivo ao consumo de frutas e hortaliças para a promoção da saúde. Brasília-DF, Brasil, 21-24 setembro 2009.
- Brito, G. F., Agrawal, P., Araújo, E. M., Mélo, T. J. A. (2011). Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 6(2), 127-139.
- Camili, E. C., Benato, E. A., Pascholati, S. F., Cia, P. (2007). Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. *Summa Phytopathologica*, 33(3), 215-221.
- Cardoso, G. P. (2011). Revestimentos comestíveis à base de gelatina, glicerina, quitosana e óleos essenciais para conservação de carne bovina refrigerada. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Brasil.
- Cardoso, G. P., Ramos, E. M., Ramos, A. L. S. (2009). Avaliação de revestimentos comestíveis de gelatina na cor objetiva de carne bovina in natura: testes preliminares. *Higiene Alimentar*, São Paulo, 23(170/171), 128- 129.
- Cerqueira, T. S., Jacomino, A. P., Sasaki, S. S., Alleoni, A. C. C. (2011). Recobrimentos de goiabas com filmes protéicos e de quitosana. *Tecnologia de pós-colheita*, 70(1), 216 – 221.
- Chevalier, R. C., Silva, G. F. A., Silva, D. M., Pizato, S., Cortez-Veja, W. R. (2016). Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. *Journal of Bioenergy and Food Science*. 3(3), 130-138.
- Chien, J. P., Sheu, F., Yang, F. H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 78, 225-229.
- Coskun, B. K., Çalikoglu, E., Emiroglu, Z. K., Candogan, K. (2014). Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano ou thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. *Journal of Food Quality*, 37, 203–212.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.
- Dotto, G. L., Grevineli, A. C., Oliveira, A., Pons, G., Pinto, L. A. A. (2008). Uso de quitosana como filme microbiológico para o aumento da vida útil de mamões papaia. In: XVII Congresso de iniciação científica & X Encontro de pós-graduação. Anais. Rio Grande, Universidade Federal de Rio Grande, 35-38.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2010). A cultura da goiaba [editores técnicos, Flávia Rabelo Barbosa e Mirtes Freitas Lima], 2^a edição, Brasília, DF. *Embrapa Informação Tecnológica*, 180 p. (Coleção Plantar, 66).
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). Global food losses and food waste. *International Congress Save Food*. Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>
- Freitas, I. R. (2010). Goma xantana como carreadora de solução conservadora e cloreto de cálcio aplicado a maçã minimamente processada. (Monografia de Especialização). Universidade Federal de Pelotas, Brasil.
- Guenther, E. (1948). The essential oils. History – origin in plants production – analysis. *Lancaster: Lancaster Press Inc*. 427p.
- Guilbert, S., Gontard, N., Gorris, L. G. M. (1996). Prolongation of the shelflife of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Food Science and Technology – LWT*, 29, 10-17.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 1(3), São Paulo: IMESP, 27-28.
- Junior, E. B., Monarim, M. M. S., Camargo, M., Mahl, C. E. A., Simões, M. R., Silva, C. F. (2010). Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Caricapapaya* L) minimamente processado. *Revista Varia Scientia Agrárias*, 1(1),131-142.
- Kanatt, S., Chander, R., Sharma, A. (2007). Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiation-processed lamb meat. *Food Chemistry*, 100, 451-458.
- Kanatt, S., Chander, R., Sharma, A. (2008). Chitosan and mint mixture: a new perspective for meat and meat products. *Food Chemistry*, 107, 845-852.

- Kester, J. J., Fennema, O. R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, 40(12), 47-59.
- Lee, Y., Kim, H. W., Kim, Y. H. B. (2018). New route of chitosan extraction from blue crabs and shrimp shells as flocculants on soybean solutes. *Food Science Biotechnology*, 27(2), 461-466.
- Lima, M. A. C., Assis, J. S., Gonzaga, N. L. (2002). Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(1), 273-276.
- Lima, M. S. (2005). Efeito da sanitização e da embalagem na qualidade de goiabas (*Psidium Guajava L.*) cv. Paluma minimamente processada. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
- Marcos, S. R. (2001). Desenvolvimento de tomate de mesa, com o uso do Método Q. F. P. (Quality Function Deployment) comercializado em um supermercado. (Tese de doutorado) Universidade de Campinas, Brasil.
- Mercado-Silva, E., Bautista, P. B., Garcia-Velasco, M. A. (1998). Fruit development, harvest index ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Post harvest Biology and Technology*, 13, 143-150.
- Nascimento, P. F. C., Nascimento, A. C., Rodrigues, C. S., Antolioli, A. R., Santos, P. O., Barbosa, A. M. J., Trindade, R. C. (2007). Antimicrobial activity of the essentials oils: a multifactor approach of the methods. *Revista Brasileira Farmacognosia*, 17(1), 108-113.
- Rafajlovska, V., Slaveska, R., Cvetkov, L. J. (1998). Influence of some factors on tannin contents in extracts of St. John's wort (*Hypericum perforatum L.*) *Herba Polonica. Poznan*, 44(4), 307-314.
- Rhayour, K., Tantaoui-Elaraki, A., Bouchikhi, T., Remnal, A. (2003). The mechanism of bactericidal action of oregano and clove essential oils and of their phenolic major components on *Escherchia coli* and *Bacillus subtilis*. *Journal of Essential Oil Research*, 15(5), 356-362.
- Ribeiro, C. L. (2013). Síntese e caracterização da O-carboximetilquitosana: avaliação da citotoxicidade e da formação de biofilme de *Candida sp.* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Goiás, Brasil.
- Silva, J. P. L., Kruger, M. F., Costa Sobrinho, P. S., Silva, S. P., Destro, M. T., Landgraf, M., Franco, B. D. G. M. (2005). Effects of oregano essential oil and nisin on growth of gram positive and gram negative foodborne pathogens. 92^a *International Association for Food Protection Annual Meeting*, Baltimore, Maryland, 18 August 2005.
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D. J., González-Martínez, C. (2008). Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(6), 496-511.
- Vieira, E. L., Pereira, M. E. C., Santos, D. B., Lima, M. A. C. (2009). Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'Tommy Atkins'. *Magistra*, 21(3), 165-170.
- Villadiego, A. M. D., Soares, N. F. F., Andrade, N. J., Puschmann, R., Minim, V. P. R., Cruz, R. (2005). Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, L II (300), 221-244.
- Yamashita, F., Bernassi, M. T. (2009). Influência de diferentes embalagens de atmosfera modificada sobre aceitação de goiabas brancas de mesa (*Psidium guajava L.*) var. Kumagai, mantidas sob refrigeração. *Alimentos e Nutrição*, 9(1), 9-16.
- Wolffenbüttel, A. N. (2010). In: Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia: abordagem técnica e científica. São Paulo, Roca.
- Zhu, A. P., Fang, N., Park, M. B. C., Chan, V. (2005). Interaction between *O*-carboxymethylchitosan and dipalmitoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine bilayer. *Biomaterials*, 26(34), 6873-6879.