

Estudo da vida útil de uvas minimamente processadas com cobertura à base de cera de abelha e alginato de sódio

Elke Shigematsu Correio

elke_ds@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-6789-6732

Faculdade de Tecnologia "Estudante
Rafael de Almeida Camarinha, Marília,
São Paulo, Brasil

Hellen Rodrigues Correio

hellen_hfr@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0003-0738-0774

Faculdade de Tecnologia "Estudante
Rafael de Almeida Camarinha, Marília,
São Paulo, Brasil

Sara Kubelke de Araújo Correio

sara.kubelke@hotmail.com

orcid.org/0000-0003-2744-3568

Faculdade de Tecnologia "Estudante
Rafael de Almeida Camarinha, Marília,
São Paulo, Brasil

Reginaldo Luiz Magalhães

Correio

luiz3222@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-1098-3114

Faculdade de Tecnologia "Estudante
Rafael de Almeida Camarinha, Marília,
São Paulo, Brasil

RESUMO

As uvas são frutos não climatéricos altamente perecíveis, apresentando vida útil reduzida pela perda de firmeza, compostos nutricionais e funcionais. Portanto, o presente estudo visou formular uma cobertura comestível à base de cera de abelha e alginato de sódio, avaliando suas propriedades físico-químicas e microbiológicas quando aplicadas em uvas minimamente processadas, sob refrigeração. Os frutos foram sanitizados e imersos na solução filmogênica de alginato de sódio, cera de abelha, glicerol e tween 80, e reticulados em solução de cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 21 dias. Análises de umidade, perda de massa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, textura e qualidade microbiológica foram realizadas, todas em triplicatas. Numericamente os valores da força aplicado nas uvas com cobertura ($4,9\text{ N} \pm 0,49\text{ N}$) foram superiores ao das amostras sem cobertura ($3,5\text{ N} \pm 0,21\text{ N}$), com 21 dias de armazenamento, demonstrando que este recobrimento pode amenizar ou evitar injúrias causadas pelo transporte e armazenamento comercial. A baixa variação da acidez titulável, pH e sólidos solúveis, evidencia que a maior perda de água da amostra recoberta, foi da cobertura, e não da amostra revestida, preservando o produto aos 21 dias de armazenamento. As análises microbiológicas estavam dentro da legislação durante o armazenamento, sendo que na uva sem cobertura houve contagem de coliformes totais de $2,5\text{ Log.UFC.g}^{-1}$, e ausência na amostra com revestimento, indicando que a cera de abelha teve ação antimicrobiana, o que possivelmente prolongaria a vida de prateleira do produto comercialmente.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis vinifera*. Pós-colheita. Cobertura Comestível.

INTRODUÇÃO

A elevada busca por produtos prontos para o consumo, com frescor e contendo apenas ingredientes naturais é considerado uma tendência atual. Dentro deste contexto constata-se uma crescente demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas, por apresentarem praticidade, comodidade, facilidade de preparo e consumo, menor espaço para estoque e redução do desperdício (FAI et al., 2015). Porém, no processamento embora mínimo, verificam-se danos mecânicos no produto, que provocam o rompimento dos tecidos e a mistura do conteúdo celular, acarretando inúmeras reações químicas, oxidativas ou não (PUSHKALA et al., 2012). Alternativas para prolongar a vida útil e manter a qualidade de frutas e hortaliças minimamente processados são empregadas, sendo chamadas de coberturas comestíveis, pois atuam como barreiras à perda de água e trocas gasosas (WORREL et al., 2002).

As uvas apresentam graves problemas pós-colheita, como perda de peso, firmeza e contaminação microbiológica, sendo que a utilização de coberturas comestíveis é apontada como promissora alternativa, em substituição ao uso de fungicidas químicos (PASTOR et al., 2011).

Os biopolímeros mais utilizados na elaboração de filmes e coberturas comestíveis são as proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares), os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato de sódio, carragena e quitosana) e os lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação dos mesmos (WONG et al., 1994, LUVIELMO e LAMAS, 2013; GALGANO et al., 2015).

Os revestimentos lipídicos são utilizados principalmente devido as suas propriedades hidrofóbicas, representando uma excelente barreira à perda de umidade e massa, podendo reduzir a respiração do fruto, como é o caso da cera de abelha (BARRETO, 2014). Além disso, há estudos que indicam que os produtos derivados das abelhas possuem diversas propriedades, sendo uma delas antibacteriana, devido à presença da própolis, em sua composição (NOGUEIRA NETO, 1997).

O lipídio na composição da cobertura comestível, pode conferir brilho à superfície do minimamente processado e aumentar sua vida útil. No entanto, filmes e coberturas comestíveis formadas apenas com lipídeos apresentam fragilidade na sua estrutura, devendo estar associado a outros agentes formadores de filmes, tais como, as proteínas ou polissacarídeos (GALGANO et al., 2015).

O alginato de sódio é um polissacárido solúvel em água, linear e aniônico (VU e WON, 2013), e devido a sua estrutura linear pode formar filmes fortes e estruturas fibrosas em estado sólido, portanto, é considerado um bom material filmogênico (BLANCO-PASCUAL et al., 2014). Além disso, apresenta ação geleificante, espessante, biodegradável, não apresenta toxicidade e possui baixo preço (TAVASSOLI-KAFRANI et al., 2016).

Portanto, a função da cobertura comestível à base de cera de abelha e alginato de sódio em uvas minimamente processadas é objeto de pesquisa, a fim de realizar um estudo comparativo entre as uvas com e sem cobertura comestível, através de análises físico-químicas e microbiológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

PREPARO DA MATÉRIA PRIMA

Foram empregadas uvas (*Vitis labrusca*) do cultivar Niágara, adquiridas em embalagem de poliestireno expandido com filme de policloreto de vinila (PVC), no comércio local na cidade de Marília/SP. As uvas foram lavadas em água corrente, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos à temperatura de 12 °C e enxaguadas com água filtrada, e colocadas em peneiras de nylon até o momento do recobrimento.

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA COBERTURA COMESTÍVEL

A cobertura foi composta por alginato de sódio 2 g/100 g de água (Dinâmica[®], Diadema, Brasil), cera de abelha 0,5 g/ 100 g de água, glicerol 0,75 g/100 g de água (Rioquímica, São José do Rio Preto, Brasil) e tween 80 0,05 g/100 g de água (Cooperativa Agroindustrial Alegrete, Brasil). Primeiramente, o alginato de sódio

foi dissolvido em água aquecida a 70 °C com agitação manual por 10 minutos. Foi adicionado o glicerol, cera de abelha e Tween 80, homogeneizando-se no agitador mecânico (MA 259, MARCONI, Piracicaba, Brasil) a 2400 rpm por 5 minutos, até a sua total dissolução, finalizando com a medida do pH. Para a aplicação da cobertura comestível, as bagas das uvas foram imersas nas coberturas formuladas por 2 minutos e em cloreto de cálcio (2 g/ 100 g de água) por 1 minuto, técnica de aplicação conhecida como *dipping* (COSTA et al., 2012). Posteriormente, foram acondicionadas em embalagem de poliestireno expandido, à temperatura de 8 °C ± 2 °C por 12 horas para que ocorresse secagem parcial da cobertura comestível. Após a desidratação sob refrigeração, por aproximadamente 12 horas, as embalagens, com 12 uvas cada, foram seladas com filme de PVC e armazenadas na mesma temperatura pelo período de 21 dias.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras foram analisadas em triplicadas, nos dias 1, 7, 14 e 21, para os seguintes parâmetros:

Umidade: Determinada pelo método gravimétrico, pesando-se em balança analítica (Marte AS 510, Santa Rita do Sapucaí, Brasil) 2 g de amostra em pesa-filtro, e secando-se em estufa a vácuo (MARCONI 033, Piracicaba/SP, Brasil) a 70 °C, até obtenção de peso constante (AOAC, 2005).

Perda de Massa: Foi calculada pela equação (Eq. 1):

$$\Delta M = \left(\frac{M_f}{M_i} - 1 \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

onde ΔM representa a variação de massa em relação à massa inicial, dada em porcentagem, M_f é a massa após um tempo de armazenamento t e M_i é a massa inicial no 1° dia de armazenamento.

Acidez Titulável e pH: A determinação foi realizada seguindo a metodologia descrita na norma analítica da AOAC (2005).

Sólidos Solúveis: A determinação foi feita por leitura direta em refratômetro digital (NOVA *Instruments* NI WYA-2) e expresso em °Brix (AOAC, 2005).

Textura: Através de ensaio de punção, com o auxílio do texturômetro (TA – TX plus, Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra), utilizando um probe cilíndrico de aço inoxidável, base plana e 2 mm de diâmetro. A resistência à penetração, expressa em Newton (N), foi definida como a média de 3 forças máximas de penetração na amostra a uma velocidade de 2 mm.s⁻¹.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises de contaminantes foram feitas conforme a Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) com o controle de Coliformes termotolerantes e totais e *Salmonella spp.*

Após a homogeneização e diluição seriada até 10⁻⁴ das uvas minimamente processadas com ou sem coberturas, foram feitas análises microbiológicas nos tempos 1, 11 e 21 de armazenamento, em triplicada e de maneira asséptica no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Tecnologia – FATEC/Marília.

A contagem de coliformes totais/termotolerantes foi realizada pelo método do número mais provável (NMP) segundo metodologia da *American Public Health Association* (DOWNES e ITO, 2001).

Para análise de presença e ausência de *Salmonella spp* foi utilizado o método tradicional de identificação descrito pela *International Organization for Standardization* 6579:2007 (ISO, 2007), que incluiu as etapas de pré-enriquecimento da amostra em água peptonada, enriquecimento seletivo em Caldo Tetrionato e Caldo Rappaport Vassiliadis, esgotamento por estrias em meios seletivos diferenciais, isolamento em Ágar Nutriente, seguida de provas bioquímicas e sorológica.

PARÂMETROS CINÉTICOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As reduções de massa ao longo do armazenamento foram descritas através de taxas, com base em modelos cinéticos de reação. Para a determinação do modelo cinético que melhor se ajusta aos dados experimentais, bem como a

ordem da reação e suas correspondentes constantes de reação, foram testados os modelos de ordem zero (Eq.2), primeira ordem (Eq. 3) e segunda ordem (Eq. 4).

$$\frac{dy}{dt} = -k[y]^0 = -k \quad (2)$$

$$\frac{dy}{dt} = -k[y]^1 = -ky \quad (3)$$

$$\frac{dy}{dt} = -k[y]^2 = -ky^2 \quad (4)$$

onde a variável y representa a grandeza que varia em função do tempo de armazenamento, t é o tempo de armazenamento (dias) e k é a constante de velocidade.

Para determinar as constantes, as equações diferenciais foram integradas, resultando nas expressões:

$$y = -kt + y_0 \quad (5)$$

$$\ln y = -kt + \ln y_0 \quad (6)$$

$$\frac{1}{y} = kt + \frac{1}{y_0} \quad (7)$$

onde o subscrito 0 significa condição inicial.

Os ajustes das equações foram realizados por regressão linear e avaliados através do coeficiente de determinação (R^2).

As amostragens foram feitas em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey através do programa BIOESTAT (AYRES et al., 2007; BUSSAB e MORETTIN, 2011). Os resultados foram considerados significativos para p -valor $< 5\%$.

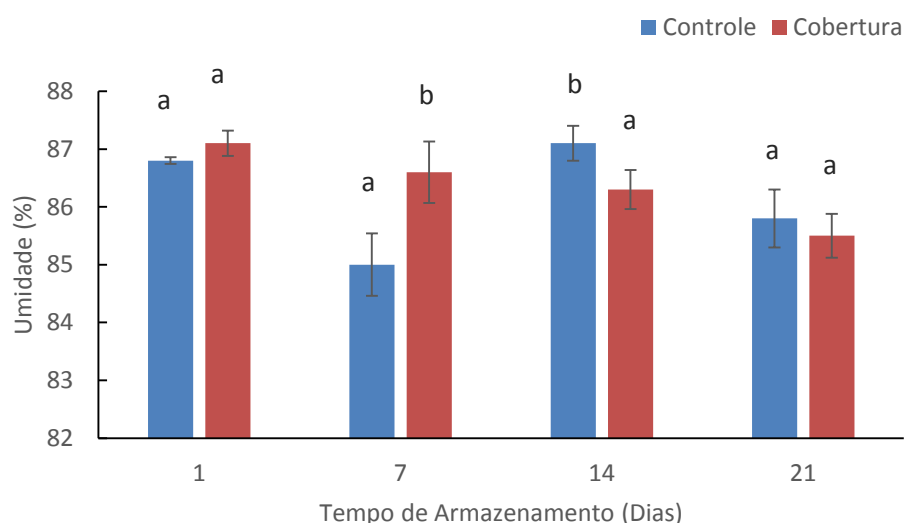
RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Umidade

Inicialmente, a amostra controle apresentou umidade ($86,8\% \pm 0,06\%$) menor que a amostra com cobertura ($87,1\% \pm 0,22\%$) (Figura 1). A maior perda de umidade durante os 21 dias de armazenamento foi da amostra com cobertura, em torno de 1,8%. Todavia, a maior porcentagem de perda é proveniente da cobertura, devido a influência da diferença de umidade e pressão do meio externo, e o maior contato deste com a cobertura, que apresenta umidade inicial superior à 97%. Portanto, os revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos podem retardar a perda de água das frutas e hortaliças para a atmosfera, onde a película formada pelo gel perde água antes da desidratação do produto (OLIVEIRA et al., 2007; BOURTOOM, 2008; MENEGHEL et al., 2008).

Figura 1 – Valores médios de umidade (%) e desvio padrão, das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas com $p < 0,05$.



Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Ao contrário dos resultados encontrados, Miguel et al. (2009) realizaram testes com cachos de uva “Itália” imersos em solução de cloreto de cálcio 0,6% e logo após em solução de alginato de sódio, testando diferentes concentrações deste polissacarídeo (0,25%; 0,50%; 0,75% e 1%) e mantidos sob refrigeração ($4\text{ °C} \pm 0,7\text{ °C}$), durante 29 dias. As uvas tratadas com alginato de sódio na concentração

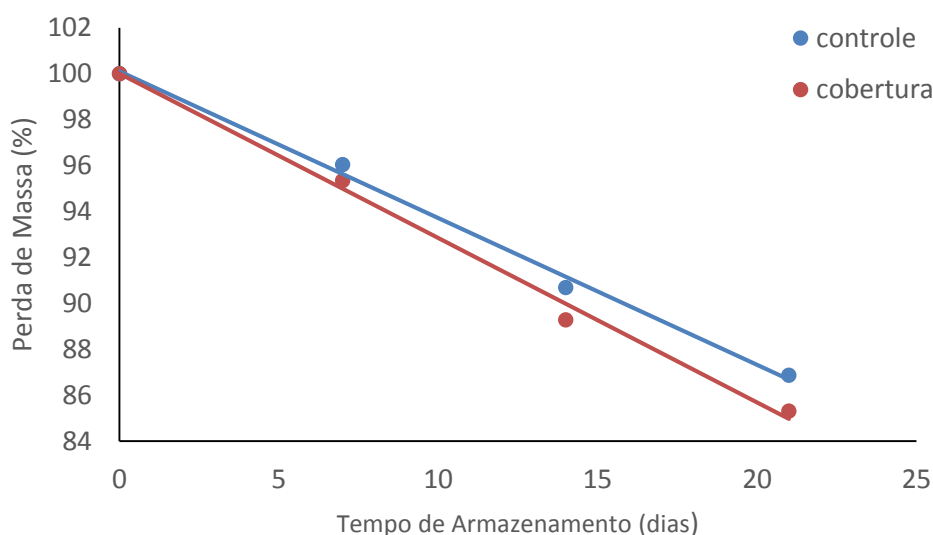
de 1% foram as que apresentaram maior teor de umidade, seguidas daquelas tratadas com 0,75%, 0,50% e 0,25% e do controle.

No projeto atual, as uvas foram imersas primeiramente na solução de alginato de sódio e depois na solução de cloreto de cálcio, formando a reticulação entre a cobertura e a atmosfera, procedimento que deveria reter maior umidade tanto da cobertura quanto da fruta. Todavia, a diferença de umidade e pressão entre a cobertura e o meio ambiente, juntamente com a cera de abelha que dificultou a interação da matriz polimérica com a água, devido ao seu caráter hidrofóbico (FONSECA, 2012), conseqüentemente corroboraram com a diminuição da água na composição da solução filmogênica.

Perda de Massa

Os valores obtidos na Figura 2 indicam que todas as amostras apresentaram aumento gradual na perda de massa, sendo que as uvas do grupo controle apresentaram 13,3% de perda de massa, e as uvas com cobertura apresentaram 14,7%, durante os 21 dias de armazenamento, porém sem diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras.

Figura 2 – Modelo cinético da perda de massa fresca (%) em relação a massa inicial das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e respectivos ajustes lineares.



$$y_{cobertura} = -0,7161x + 100,01$$

$$R^2 = 0,9943$$

$$y_{controle} = -0,6391x + 100,11$$

$$R^2 = 0,9957$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Os resultados obtidos demonstraram que a amostra com cobertura não foi eficaz na conservação da umidade (Figura 1), e na manutenção da massa fresca (Figura 2), comparado com a amostra sem revestimento.

Resultados semelhantes ao do projeto, foram encontradas por Barreto (2014), estudando 9 formulações de coberturas, que variavam na sua composição a concentração da cera de abelha (1,0, 1,5 e 2,0 g / 100 g de água) e da lecitina de soja (2,0, 2,5 e 3,0 g / 100 g água), aplicando sobre tomates armazenados à temperatura de 29 °C, umidade relativa do ar de 60%, por 7 dias. Houve maior perda de massa dos frutos revestidos em relação ao sem revestimento, sendo que o único tratamento que obteve valores de perda de massa próximos do controle (7,5%) foi o de composição de cera de abelha 2% e lecitina de soja 2,5% (7,4%).

Dados contrários foram encontrados por Velickova et al. (2013) em seu estudo sobre revestimentos à base de quitosana, cera de abelha e tripolifosfato de sódio, em morangos frescos e armazenados a 20 °C por 7 dias, sendo que as duas amostras que continham três camadas de revestimentos, sendo uma de cera de abelha-quitosana-cera de abelha e a outra quitosana reticulada e tripolifosfato de sódio, obtiveram durante os 7 dias de estocagem a menor perda de massa.

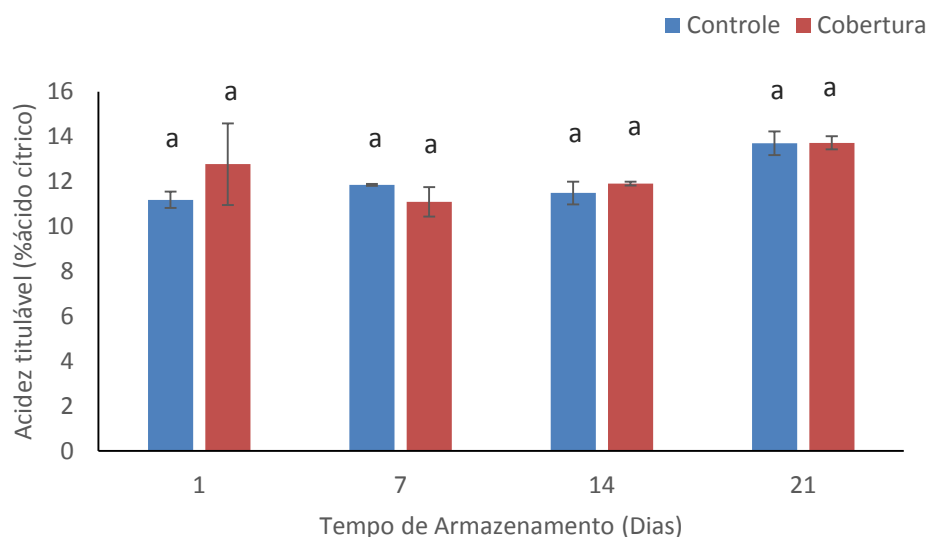
Fakhouri et al. (2015) aplicaram em uvas “Red Crimson” coberturas à base de amido de milho (nativo, modificado ou ceroso) e gelatina, com glicerol ou sorbitol, e verificaram que todas as amostras revestidas perderam menos peso do que as amostras sem revestimento. Enquanto o grupo controle reduziu seu peso para 82% após 17 dias de estocagem, as amostras revestidas tiveram uma perda máxima de 10%, em média. Resultados semelhantes constatando menor perda de massa de vegetais com coberturas à base de cera de abelha, em relação à não revestidos, foram encontrados por diversos autores (NAVARRO-TARAZAGA et al., 2008; TANADA-PALMU e GROSSO, 2005).

Acidez Titulável e pH

Através dos dados da Figura 3, justifica-se a maior perda de umidade da cobertura e não da fruta recoberta, pois durante todo o armazenamento não houve modificações significativas ($p > 0,05$) da acidez titulável dos dois produtos. Segundo Olivas et al. (2007) mencionam que a desidratação da amostra deve ser considerada, pois causa aumento aparente na concentração de parâmetros que

podem ser incorretamente interpretados como uma verdadeira mudança na quantidade de ácidos ou de açúcares presentes em frutas minimamente processadas.

Figura 3 – Valores médios da acidez titulável (% ácido cítrico) e desvio padrão, das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas com $p < 0,05$.



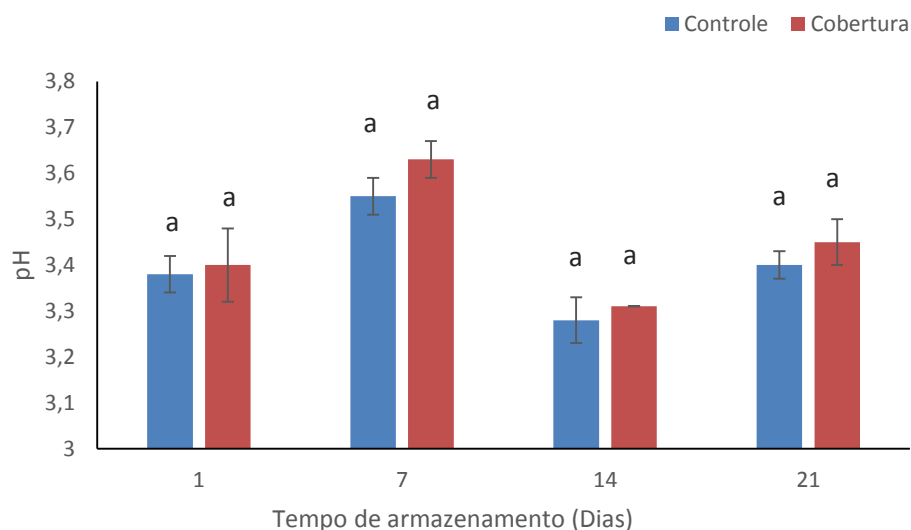
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

As duas amostras (controle e revestida) não apresentaram diferença significativa da acidez titulável em nenhum dos dias analisados. Porém, com 21 dias de estocagem a amostra controle apresentou 22,5% de aumento na acidez, e a revestida 7,4%, demonstrando também menor tendência à degradação dos componentes da fruta recoberta. O estudo dos pesquisadores, Gao et al. (2013), demonstraram resultados semelhantes, onde as uvas de mesa recobertas com quitosana, glicose, quitosana/glicose e sem recobrimento, armazenadas a 0°C , com umidade relativa de 95% durante 60 dias, também não apresentaram variações dos valores de acidez titulável durante o armazenamento, retardando a atividade metabólica e conservando o valor nutricional das uvas estudadas.

O potencial hidrogeniônico (pH) contribui para a estabilidade microbiológica e físico-química (compostos orgânicos e minerais) das frutas, impedindo o desenvolvimento de micro-organismos (RIBÉREAU-GAYON et al, 2006). Entre os tratamentos, não foram observadas variações estatisticamente significativas dos valores de pH ($p > 0,05$) para um mesmo tempo (Figura 4). Verificou-se que as amostras com cobertura apresentaram um pH levemente

superior ao da amostra controle, em todos os dias analisados, fato que pode ser explicado pelo pH próximo do neutro da cobertura à base de alginato de sódio e cera de abelha (pH = 6,0).

Figura 4 – Valores médios de pH e desvio padrão, das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas com $p < 0,05$.



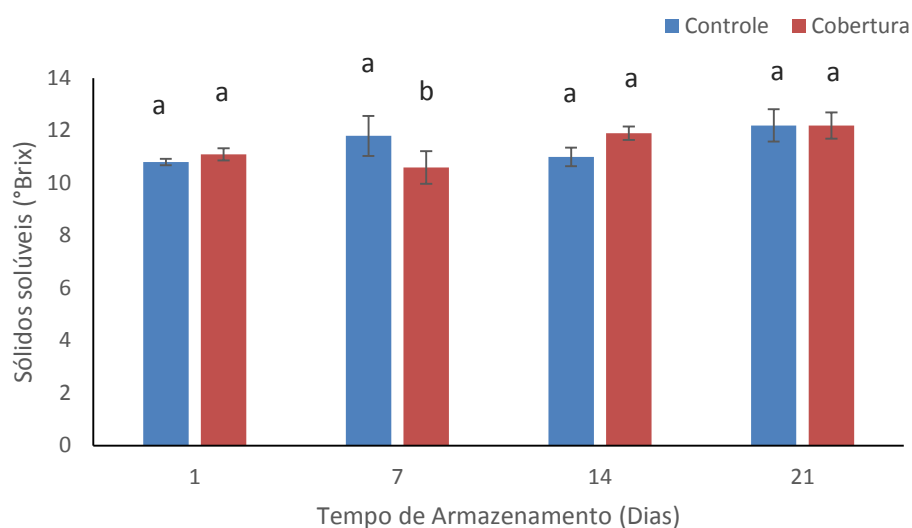
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Sólidos solúveis

A concentração de sólidos solúveis determina a doçura do fruto durante a maturação e está relacionada ao seu sabor (SANTANA, 2008). Com a desidratação, há aumento do $^{\circ}\text{Brix}$ naturalmente em função de uma maior concentração desses sólidos, devido à perda de água.

Pode-se verificar, na Figura 5, que estatisticamente não houve diferença significativa das amostras ($p > 0,05$), este fato pode estar associado a desidratação sofrida por ambas as amostras independente da cobertura, a qual concentrou os sólidos solúveis.

Figura 5 – Valores médios dos sólidos solúveis (°Brix) e desvio padrão, das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas com $p < 0,05$.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

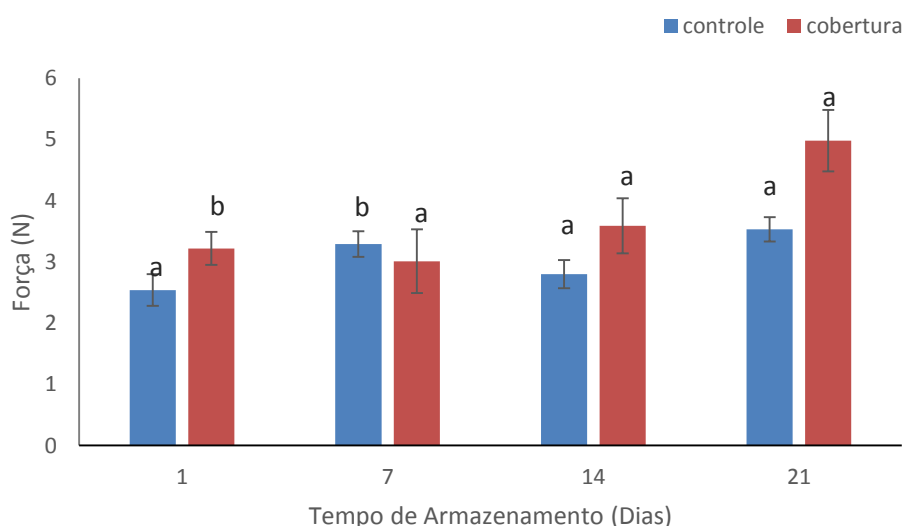
Estes resultados corroboram com os obtidos por Fontes et al. (2008), que verificaram que maçãs “Royal Gala” minimamente processadas, revestidas com película de alginato de sódio (2%), e reticuladas em cloreto de cálcio (0,6%), apresentaram teor de sólidos solúveis (média de 16,5%) semelhantes à amostra controle, durante os 13 dias de estocagem. Contudo, Miguel et al. (2009) observaram que as uvas “Itália” com cobertura de alginato de sódio a 1%, armazenadas à $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 29 dias, foram as que apresentaram os maiores teores médios de sólidos solúveis.

Embora os resultados dos sólidos solúveis não indicaram diferenças significativas ($p > 0,05$), numericamente as amostras com revestimento (9,9%) apresentaram menor variação durante os 21 dias de armazenamento, em relação a amostra controle (13,0%). Provavelmente, o revestimento foi atuante em retardar a respiração celular e atividade metabólica do produto (GAO et al., 2013), devido a menor variação de sólidos solúveis e acidez titulável, durante a estocagem, prolongando sua vida útil.

Textura

A presença da cobertura resultou em valores maiores de força de penetração ao final do armazenamento (Figura 6). Um dos fatores que corroboraram foi a adição do glicerol na cobertura, que segundo Lima et al. (2007), os plasticizantes juntamente com o alginato de sódio reduzem a fragilidade, aumentam a flexibilidade, tenacidade, tração e resistência ao impacto das coberturas e filmes. Além disso, a reticulação do alginato de sódio com cloreto de cálcio formou um gel, como resultado de associações entre as cadeias do polímero, como consequência, o sistema adquiriu um sistema coeso e elástico (MAHL et al., 2014).

Figura 6 – Valores médios da força (N) e desvio padrão, das uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, durante 21 dias de armazenamento a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas com $p < 0,05$.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A maior força que o probe exerceu para penetrar na uva com e sem cobertura, obteve uma relação inversamente proporcional à umidade no primeiro e no vigésimo primeiro dia. A menor umidade da amostra revestida ($85,5\% \pm 0,38\%$) ocorreu no último dia de estocagem, momento que obteve a maior força de ruptura do probe ($4,9\text{ N} \pm 0,50\text{N}$). Este comportamento também pode ter influência da perda de água da cobertura comestível durante a estocagem, formando sobre a uva uma cobertura coesa, dificultando seu rompimento.

Fonseca (2012) estudou a influência da cera de abelha (0%, 10% e 20%) na formulação do filme contendo quitosana 2% (m/v), ácido acético 1% (m/v), glicerol 50% (m/m), tween 80 1,5% (m/v), para recobrir uvas de mesa. Apontou que na análise de textura, dados sobre a tensão de perfuração e deformação dos filmes, revelaram uma tendência negativa, aumentando os pontos de fratura existentes da matriz polimérica, portanto, apresentando resultados sem diferença significativa ($p > 0,05$) em relação a amostra sem revestimento.

Na formulação da cobertura comestível do presente projeto, a maior porcentagem de alginato de sódio em relação aos outros constituintes, e a sua reticulação com cloreto de cálcio, corroboraram na produção de filmes com estruturas mais interligadas e coesas, influenciando na resistência de punção do probe. Dessa forma, os resultados apresentados do primeiro ao vigésimo primeiro dia de estocagem, da amostra com cobertura, obteve um aumento de 54,6% de força de ruptura, em comparação com a amostra controle de 39,0%.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Uvas minimamente processadas, com e sem cobertura, não apresentaram contagem de *Salmonella spp* e Coliformes termotolerantes, nos 21 dias de armazenamento, apresentando-se de acordo com os parâmetros determinados pela legislação vigente. Já a amostra controle apresentou contaminação com coliformes totais durante todo o armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Qualidade microbiológica em Log.UFC.g⁻¹ da uva com cobertura minimamente processada e da uva minimamente processada, durante os 21 dias de armazenamento a 8 °C ± 2 °C.

Cobertura	Micro-organismo	Esp. *	Armazenamento (dias)		
			1	11	21
Cobertura	Coliformes totais	-	-	-	-
	Coliformes termotolerantes	2x 10 ³ .g ⁻¹	-	-	-
	<i>Salmonella spp</i>	Aus/25.g ⁻¹	-	-	-
Controle	Micro-organismo	Esp. *	Armazenamento (dias)		
			1	11	21
Controle	Coliformes totais	-	2,54	2,04	2,54
	Coliformes termotolerantes	2x 10 ³ .g ⁻¹	-	-	-
	<i>Salmonella spp</i>	Aus/25.g ⁻¹	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Segundo Menezes (2005) a cera de abelha tem atividade antimicrobiana, pois contém própolis em sua composição, e apesar deste ser mais efetivo sobre as

bactérias Gram positivas, também impediu o crescimento de coliformes totais (Gram negativos). Para Pastor et al., (2011) as soluções contendo extrato etanólico de própolis e hidroxipropilmetilcelulose que revestiram uvas de mesa, cv Muscatel, armazenadas a 1-2 °C por 24 dias, apresentaram um ligeiro crescimento de bactérias aeróbias mesófilas e fungos. Porém, os valores encontrados das contagens microbianas das amostras revestidas, foram inferiores as das amostras sem revestimento, e estavam dentro dos limites permitidos, que seria 0,4 log UFC.g⁻¹.

Provavelmente, não só a ação antimicrobiana da cera de abelha evitou o crescimento de micro-organismos nas uvas revestidas, mas também a reticulação dos grupos carboxílicos da molécula de alginato de sódio com os íons Ca²⁺ (TURBIANI et al., 2009), oriundos do cloreto de cálcio. Tal ligação impediu de remover a cerosidade natural das bagas e conseqüentemente causar danos às células da epiderme, evitando o ataque de micro-organismos na fruta (BRACKMANN et al., 2000).

CONCLUSÃO

O uso de cobertura comestível, à base de alginato de sódio e cera de abelha, em uvas minimamente processadas apresentaram resultados positivos, devido ao retardo da senescência do fruto, constatado através da estabilidade da acidez titulável e dos sólidos solúveis. Além disso, a cobertura poderá proporcionar proteção à fruta durante seu transporte e armazenamento, em virtude da maior resistência aos impactos.

As análises de umidade e perda de massa não apresentaram os resultados esperados para as uvas com cobertura, apresentando resultados semelhantes da amostra sem revestimento.

Na análise microbiológica constatou-se o efeito antimicrobiano da cera de abelha, pois não houve a contagem de *Salmonella spp.*, coliformes totais e termotolerantes, na amostra com revestimento.

A utilização das Boas Práticas de Fabricação nas etapas do processo das uvas minimamente processadas, com e sem coberturas, também contribuíram para os resultados obtidos nas análises microbiológicas.

Study of the shelf life of minimally processed grapes with beeswax and sodium alginate

ABSTRACT

Grapes are non climacteric fruits that are perishable highly, with shelf life reduced to loss of firmness, nutritional and functional compounds. Therefore, the present study aimed to formulate an edible coating based on beeswax and sodium alginate, evaluating its physicochemical and microbiological properties when applied in freshly processed grapes under refrigeration. The fruits were sanitized and immersed in the filmogenic solution of sodium alginate, beeswax, glycerol and tween 80 and crosslinked in calcium chloride solution and stored under refrigeration at $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 21 days. Moisture analysis, mass loss, pH, titratable acidity, soluble solids, texture and microbiological quality were performed, all in triplicates. Numerically, the applied force values in the coating grapes ($4.9\text{ N} \pm 0.49\text{ N}$) were higher than those of the without coating samples ($3.5\text{ N} \pm 0.21\text{ N}$), with 21 days storage, demonstrating that this coating can ease or prevent injury caused by transportation and commercial storage. The low titratable acidity, pH and soluble solids variation shows that the high loss of water from the coating, not the coated sample, preserving the product at 21 days of storage. The microbiological analyzes were inside the legislation during the storage, and in the without coating grape there were counts of total coliforms of $2.5\text{ Log.UFC.g}^{-1}$, and absence in the coating sample, indicating that the beeswax had antimicrobial action, which would possibly prolong the shelf life of the product commercially.

KEY WORDS: *Vitis vinifera*. Post harvest. Edible coating.

REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C International**, 18 th ed., Arlington, 2005.
- AYRES, M.; AYRES Jr. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém; Sociedade Civil Mamirauá: MCT-CNPq, 2007.
- BARRETO, A. R. M.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; SANTOS, F. K. G.; OLIVEIRA, T. A. (2014). Efeito de coberturas à base de fécula de mandioca, lecitina de soja e cera de abelha na perda de massa e cor de tomates durante o amadurecimento. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 1., 2014, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, p. 1-8, 2014.
- BLANCO-PASCUAL, N.; MONTERO, M. P.; GOMEZ-GUILLEN, M. C. Antioxidant film development from unrefined extracts of brown seaweeds *Laminaria digitata* and *Ascophyllum nodosum*. **Food Hydrocolloids**, v. 37, p. 100-110, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.10.021>
- BOURTOOM, T. Edible films and coatings: characteristics and properties. **International Food Research Journal**, v. 15, p. 237-248, 2008.
- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; WACLAWOVSKY, A.J. Armazenamento refrigerado de uvas cv. tardia de Caxias e Dona Zilé. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 581-586, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000400004>
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, de 10 de janeiro de 2001.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística Básica**. 7. ed., São Paulo: Saraiva, 2011, 540 p.
- COSTA, C.; CONTE, A.; BUONOCORE, G. G.; LAVORGNA, M.; DEL NOBILE, M. A. Calcium-alginate coating loaded with silver-montmorillonite nanoparticles to prolong the *shelf-life* of fresh-cut carrots. **Food Research International**, v. 48, p. 164-169, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.001>
- DOWNES, F. P.; ITO, K (Eds.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001.
- FAI, A. E. C.; SOUZA, M. R. A.; BRUNO, N. V.; GONÇALVES, E. C. B. A. Produção de revestimento comestível à base de resíduo de frutas e hortaliças: aplicação em cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente processada. **Scientia Agropecuaria**, v. 6, n. 1, p. 59-68, 2015. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.01.06>
- FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57-64, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.015>
- FONSECA, J. P. C. G. Q. **Revestimentos comestíveis à base de quitosano e cera de abelha: aplicação na conservação de uva de mesa**. 2012. 110 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Alimentos), Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. Preservation of minimally processed apple using edible coatings. v. 28, p. 872-880, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400017>

GALGANO, F.; CONDELLI, N.; FAVATI, F.; DI BIANCO, G.; PERRETTI, G.; CARUSO, M.C. Biodegradable packaging and edible coating for fresh-cut fruits and vegetables. **Italian Journal of Food Science**, v. 27, 2015. <https://doi.org/10.14674/1120-1770%2Fijfs.v27i1.70>

GAO, P.; ZHU, Z.; ZHANG, P. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and *shelf life* of table grapes. **Carbohydrate Polymers**, v. 95, p. 371-378, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.03.029>

ISO 6579. **Microbiology of food and animal feeding stuffs** - Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp., 4ª Ed. 2002. The International Organization for Standardization, amendment 1: 15/07/2007.

LIMA, A. M. F.; ANDREANI, L.; SOLDI, V. Influência da adição de plastificante e do processo de reticulação na morfologia, absorção de água e propriedades mecânicas de filmes de alginato de sódio. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 832-837, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000400014>

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Vol. 8 n. 1, p. 8-15, 2013. <https://doi.org/10.4013/ete.2012.81.02>

MAHL, C. R. A.; OLIVEIRA, S. P. D.; SIMÕES, M. R.; YOSHIDA, C. M. P.; SILVA, C. F. Estudo da protonação de microesferas de alginato para aplicação em adsorção de metais pesados. In: X Encontro Brasileiro sobre Adsorção, 2014, Guarujá. **Anais...**, Guarujá, p. 1-6, 2014.

MENEGHEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 609-618, jul./set., 2008. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n3p609>

MENEZES, H. Própolis: Uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n.3, p. 405-411, 2005.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Postharvest of grape involved with films of sodium alginate and cold storage. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 277-282, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000200006>

NAVARRO-TARAZAGA, M. L.; SOTHORNVIT, R.; PEREZ-GAGO, M. B. Effect of plasticizer type and amount on hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. Angeleno). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 9502-9509, 2008. <https://doi.org/10.1021/jf801708k>

NOGUEIRA-NETO, P.N. **Vida e Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Urna Edição Nogueirapis, ISBN-86525, 1997, 445 p.

OLIVAS, G. I.; MATTINSON, D. S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, n. 1, p. 89 - 96, 2007.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.018>

OLIVEIRA, C. S. de; GRDEN, L.; RIBEIRO, M. C. de O. **Utilização de Filmes Comestíveis em Alimentos**, Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos, v. 01, p. 52-57, 2007.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; MARCILLA, A.; CHÁFER, A.C.M.; GONZÁLES-MARTÍNEZ, C. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. **Postharvest Biology and Technology**, v. 60, p. 64-70, 2011.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.11.003>

PUSHKALA, R.; PARVATHY, K. R.; SRIVIDYA, N. Chitosan powder coating, a novel simple technique for enhancement of shelf life quality of carrot shreds stored in macro perforated LDPE packs. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 11 – 20, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.03.003>

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology - The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments**. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex: England, 2006, 441 p.

SANTANA, M. T. A.; SIQUEIRA, H. H.; LACERDA, R. J.; LIMA, L. C. O. Caracterização físico-química e enzimática de uva 'Patricia' cultivada na região de Primavera do Leste – MT. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.1, p. 186-190, jan./fev., 2008.

<https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100027>

TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, p. 199-208, 2005.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.12.003>

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate Polymers**, p. 360-374, 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.074>

TURBIANI, F.R.B.; KIECKBUSH, T.G. ; GIMENES, M.L. Desenvolvimento e caracterização de filmes ativos de alginato de sódio reticulados com benzoato de cálcio. In: Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2009, Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2009.

VELICKOVA, E.; WINKELHAUSEN, E.; KUZMANOVA, S.; ALVES, V. D.; MOLDÃO-MARTINS, M. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. **LWT – Food Science and Technology**, v. 52, p. 80-92, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.004>

Vu, C. H. T.; Won, K. Novel water-resistant UV-activated oxygen indicator for intelligent food packaging. **Food Chemistry**, v. 140, n. 1-2, p. 52-56, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.056>

WONG, D. W. S.; CAMIRAND, W. M.; PAVLATH, A. E. **Development of edible coatings for minimally processed fruits and vegetables**. J. M. Krochta (Ed). Edible

coatings and films to improve food quality. Lancaster, Pennsylvania: Technomic Publishing Co., Inc., p. 65-88, 1994.

WORREL, D. B.; CARRINGTON, C. M. S.; HUBER, D. J. The use of low temperature and coatings to maintain storage quality of breadfruit, *Artocarpus altilis* (Parks.) Fosb. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p.33–40, 2002.

[https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00143-0)

Recebido: 31 jul. 2017

Aprovado: 23 out. 2018

Publicado: 29 dez. 2018

DOI: 10.3895/rbta.v12n2.6869

Como citar:

SHIGEMATSU et al. Estudo da vida útil de uvas minimamente processadas com cobertura à base de cera de abelha e alginato de sódio. **R. bras. Technol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 2663-2682, jul./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Elke Shigematsu Correio

Av. Castro Alves, 62, 2º Andar, 17506-000, Marília, SP

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

