

Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*)¹

Sodium alginate edible coating for blackberry (*Rubus ulmifolius*) fruits

Renata Fraxino de Almeida Meneghel²;
Marta de Toledo Benassi³; Fábio Yamashita^{4*}

Resumo

O objetivo do trabalho foi acompanhar as alterações das características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de frutos de amora-preta *in natura* e revestidas com cobertura comestível a base de alginato de sódio ao longo da armazenagem sob refrigeração. Frutos de amora-preta cultivar Comanche foram higienizados e revestidos com solução de alginato de sódio (2% p/p), alginato de sódio (2% p/p) + conservador sorbato de potássio (0,1% p/p) e frutos *in natura* sem tratamento fitossanitário, que serviram de controle. As análises sensoriais, microbiológicas e físico-químicas dos frutos foram realizadas ao longo da armazenagem a 0°C por 18 dias. Após este período, tanto os frutos revestidos como os não revestidos apresentaram boa aceitação, de acordo com a avaliação sensorial de sabor e aparência, e apresentaram contagens totais máximas de $3,0 \cdot 10^8$ UFC/g de bolores e leveduras e $2,0 \cdot 10^7$ UFC/g de microrganismos psicotróficos. Os frutos controle apresentaram contagens microbiológicas menores que os revestidos pois foram menos manipulados. Frutos de amora-preta revestidos com alginato de sódio apresentaram aceitação sensorial e características físicas e químicas semelhantes aos frutos *in natura*, sendo uma alternativa para produção de frutos minimamente processados prontos para consumo.

Palavras-chave: Processamento mínimo, vida-de-prateleira, cor, antocianinas, textura

Abstract

The objective of this work was to check the physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics changes of blackberries *in natura* and coated with sodium alginate edible coating during refrigerated storage. Fruits of blackberries cv. Comanche were sanitized and coated with sodium alginate (2% w/w), sodium alginate plus potassium sorbate (0.1% w/w) solutions and fruits *in natura* not sanitized, that served as control. Sensorial, microbiological and physical-chemical analysis of the fruits were made during 18 days storage at 0°C. After this period the fruits showed good acceptance, according to sensorial evaluation of flavor and appearance, and showed maximum counts of $3.0 \cdot 10^8$ cfu/g for molds and yeasts and $2.0 \cdot 10^7$ cfu/g for psychrotrophic microorganisms. Control fruits had microbiological counts lower than the coated ones because they were less manipulated. Blackberry fruits coated with sodium alginate showed sensorial acceptance and physical and chemical characteristics similar of the fruits *in natura*, being an alternative to produce minimally processed fruits ready-to-eat.

Key words: Minimally processing, shelf-life, color, anthocyanin, texture

¹ Parte integrante da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

³ Prof. Associado, Depto Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEL, Londrina-PR

⁴ Prof. Associado, Depto Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEL, Londrina-PR. E-mail: fabioy@uel.br

* Autor para correspondência

Introdução

A amora-preta é um fruto de clima temperado, pertencente à família das *Rosaceae*, gênero *Rubus spp* e a cultivar Comanche é originária do cruzamento de ‘Darrow’ com ‘Brazos’, de crescimento ereto, vigorosa e com presença moderada de espinhos, muito produtiva, de frutos grandes (5 a 7g), atrativos e firmes, de sabor ácido adstringente (ANTUNES, 2002). A amora-preta tem propriedades anticarcinogênicas pela ação do ácido elágico e também pode combater a osteoporose, devido a sua concentração elevada de cálcio. Além disso, seu alto teor de antocianinas, pertencentes ao grupo dos flavonóides, tem ação antioxidante que reduz a incidência de doenças cardiovasculares e aterosclerose (RAVAI; PAYNE, 1996; SANTOS; RASEIRA; MADAIL, 1997; CINTRA; MANCINI FILHO, 1998).

O fruto da amora-preta é altamente perecível e a vida de prateleira é limitada pela perda de massa, alteração de textura e deterioração microbiológica, principalmente por *Botrytis cinerea*, *Rhizopus* e *Mucor spp* (VAUGHN; SPENCER; SHASHA, 1993; BARTH et al., 1995), podendo ser utilizado na fabricação de sucos (MOTA, 2006a) e geléias (MOTA, 2006b). Uma opção para aumento da vida útil é a aplicação de revestimento comestível, ou seja, uma fina camada de material comestível aplicado à superfície dos frutos em adição ou substituição à sua cobertura de cera natural. A função é restringir a perda de umidade para o ambiente, diminuir a taxa de respiração e alterações de textura, melhorar a integridade mecânica e a aparência dos frutos (DONHOWE; FENNEMA, 1994; JACOMETTI; MENEGHEL; YAMASHITA, 2003).

Revestimentos podem conter conservadores comumente utilizados em alimentos para retardar o crescimento de microrganismos e podem ser aplicados aos frutos por imersão ou pulverização. As propriedades mecânicas, sensoriais, funcionais e permeabilidade do revestimento dependerão do material utilizado (GUILBERT, 1986; BALDWIN,

1994; YAMASHITA; JACOMETTI; MENEGHEL, 2003).

Diversos polissacarídeos e derivados têm sido testados como revestimentos comestíveis, incluindo alginato, pectina, amido, celulose e (KESTER; FENNEMA, 1986). Revestimentos a base de polissacarídeos, por sua natureza hidrofílica, oferecem pouca barreira à perda de umidade (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995). No entanto, certos polissacarídeos podem retardar a perda de umidade desidratando-se antes do produto revestido (KESTER; FENNEMA, 1986; KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). O alginato, comercialmente disponível como um sal de sódio do ácido algínico, é um polissacarídeo linear formado por ácido poliurônico de cadeia linear. A propriedade de geleificação do alginato na presença de cátions polivalentes é útil na formação do filme, sendo os sais de cálcio os agentes geleificantes mais efetivos: quando a solução de alginato e o cálcio entram em contato, um gel instantâneo é formado na interface (GLICKSMAN, 1982).

A textura sofre alterações durante o amadurecimento e armazenagem do fruto, sendo o amolecimento a alteração mais marcante e pode ser resultante de dois processos: perda excessiva de água e modificações na lamela média e parede celular devidas à atividade enzimática, (KLUGE; NACHTIGAL, 1997; WILLS, 1981). Em morango, framboesa e amora-preta a firmeza é o principal fator para determinar a qualidade do fruto e a sua vida de prateleira (GARCÍA; MARTINO; ZARITZKY, 1998).

García; Martino e Zaritzky (1998) utilizaram amido de milho e batata adicionados do plastificante sorbitol e conservador sorbato de potássio para revestir morangos e obtiveram uma vida de prateleira de 28 dias contra 14 dias para os não revestidos, ambos a 0°C. Revestimento a base de quitosana reduziu a perda de massa, taxa de respiração, perda de cor e deterioração microbiológica em pimentões armazenados a 13°C e 20°C e 85% de umidade relativa (EL-GHAOUTH et al., 1991a). Avena-

Bustillos, Krochta e Saltveit (1997) revestiram maçãs com caseinato acetilado e não observaram diferenças na taxa de respiração entre os frutos revestidos e os não revestidos. Morangos revestidos com quitosana (1% e 1,5%) e armazenados a 4°C apresentaram uma taxa respiratória mais baixa que os frutos não revestidos, sendo que a taxa foi mais baixa para concentração mais elevada (EL-GHAOUTH et al., 1991b). Tomates frescos revestidos com poliéster de sacarose, armazenados a 12°C e 23°C não apresentaram diferença entre os produtos revestidos e sem revestimento quanto a perda de massa mas houve uma diminuição na perda de firmeza em relação aos tomates não revestidos (TASDELEN; BATINDIRLI, 1998). Revestimentos a base de alginato reduziram o crescimento microbiano em vários alimentos, entretanto esta ação ainda não está bem explicada, podendo ser em parte devido à presença do cloreto de cálcio (GUILBERT, 1986).

O objetivo do trabalho foi acompanhar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de frutos de amora-preta *in natura* e minimamente processadas, utilizando revestimento comestível a base de alginato de sódio.

Material e Métodos

Frutos

Foram utilizadas amoras-pretas (*Rubus ulmifolius*) cultivar Comanche, produzidos em Londrina, Paraná. Por se tratar de um fruto não climatérico, sua colheita foi realizada no estágio de maturação completo, apresentando polpa firme, coloração preto-avermelhada e qualidade comestível. A colheita foi realizada pela manhã e os frutos foram imediatamente transportados em caixas de isopor para o laboratório. Foram selecionados frutos sãos, mantidos em solução de ácido acético 125 ppm a 1°C por 30 min e lavados em água corrente tratada. Não foi utilizado o cloro pois em testes preliminares foi observado sabor residual nos frutos. Após terem sido revestidos, os frutos foram acondicionados em bandejas de polipropileno (180mm x 120mm x

60mm) com tampa perfurada (6 furos de 1 cm de diâmetro) e armazenados a 0,0±0,5°C em câmaras climatizadas com 300g de amora por bandeja. O tratamento controle (CONT) foi formado por frutos não higienizados e sem revestimento pois em testes preliminares, onde frutos sem revestimento foram higienizados, após 5 dias a 0°C os frutos já estavam impróprios para consumo devido ao desenvolvimento de colônias visíveis de bolores na casca, apresentando contagem total de bolores e leveduras de 4,0.10⁹ unidades formadoras de colônias (UFC)/g fruto.

Polissacarídeo

Utilizou-se alginato de sódio (Manugel® DPB) fornecido pela Monsanto (Brasil), com as seguintes características, segundo informações técnicas do fornecedor:

Tamanho da partícula: pelo menos 80% de 250µm;

Viscosidade (solução 1% – Brookfield – Spindle3 – 60 rpm – 20°C): 350-520 cP;

Umidade: não maior que 13%;

Aparência: pó de cor entre creme e marrom-claro;

pH (solução 1%) = 5,0-7,5;

Cor (refletômetro Photovolt): não menor que 30.

Elaboração e aplicação do revestimento

Três litros de água destilada, a temperatura ambiente, foram colocados em um béquer de 5 litros, onde posicionou-se ao centro um agitador de alta rotação (Mixer Walita, Brasil) e adicionou-se lentamente no vórtice alginato de sódio para se obter uma solução a 2% (p/p) e a agitação foi mantida por 10 minutos para dissolução do polissacarídeo. O conservante sorbato de potássio foi adicionado na concentração de 0,1% (p/p) logo após a adição do alginato. Os frutos foram mergulhados na solução formadora por 5 segundos e posteriormente numa

solução de cloreto de cálcio 2% (p/v) por mais 5 segundos. Posteriormente as amoras foram mantidas em telas de nylon por 5 minutos para escorrer o excesso de solução e então embaladas. Foram feitos dois tratamentos, frutos revestidos com a solução de alginato (ALG) e revestidos com solução de alginato+sorbato (ALGS).

Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas para contagem total de bolores e leveduras e de microrganismos psicrotróficos no dia da colheita (tempo 0) e após 6 e 18 dias de armazenagem a 0°C. Ao final do tempo de armazenagem dos frutos (18 dias), foram realizadas análises de coliformes totais para verificação das condições higiênico-sanitárias do produto (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA, 1976).

Foram retirados aproximadamente 25g de frutos das embalagens e adicionados 125mL de água peptonada. A amostra foi homogeneizada em *Stomacher* (modelo 400, Inglaterra) por 60 segundos na velocidade alta. Foram feitas diluições de 10⁻¹ a 10⁻⁶, sob condições de assepsia e foram inoculadas em placas de Petri ou tubos de ensaio estéreis, incubados invertidos, a 36°C para contagem total de coliformes totais em estufa (Fanem, modelo 002CB, Brasil), a 7°C para contagem total de psicrotróficos em câmara fria e a 25°C em estufa para BOD para contagem total de bolores e leveduras.

Aceitação sensorial

A avaliação sensorial de aceitação de sabor e aparência dos frutos foi realizada em Laboratório de Análise Sensorial, utilizando grupos de 30 provadores por sessão após 7, 10 e 18 dias de armazenagem a 0°C (STONE; SIDEL, 1993).

Para o atributo de sabor, os provadores receberam um fruto de cada tratamento, sendo as amostras aleatorizadas em cada sessão e servidas na cabine à

temperatura ambiente e seqüencialmente. Nos testes para a aparência os frutos (300g) foram expostos na própria embalagem aberta e apresentados aos provadores numa bancada com boa iluminação.

Empregou-se escala hedônica não estruturada de 9 centímetros, ancorada nos extremos com os termos verbais “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo”. Os provadores preencheram uma ficha individual de avaliação para cada amostra, tanto para sabor como para aparência.

Perda de massa

As bandejas com os frutos revestidos e não revestidos foram pesados no início da armazenagem (massa inicial) e em períodos pré-determinados, em balança semi-analítica. A perda de massa foi calculada em porcentagem da massa inicial.

Firmeza

A firmeza dos frutos foi medida empregando um teste de compressão através de um texturômetro (Stable Micro System, modelo TA-XT2i, Inglaterra). Foi utilizada uma ponta de prova (P35) cilíndrica de 35 mm de diâmetro que comprimia o fruto até 75% de sua altura a uma velocidade de 2,5 mm/s. Foram analisadas 10 amoras de cada tratamento após 7, 10 e 18 dias de armazenagem a 0°C.

Sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável

Dez frutos de cada tratamento foram triturados, homogeneizados e retiradas alíquotas em duplicata para as análises após 7, 10 e 18 dias de armazenagem a 0°C. O teor de sólidos solúveis foi obtido através de refratômetro de bancada (Carl Zeiss, modelo Abbe, Alemanha). As medidas foram expressas em graus Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976). A leitura de pH foi realizada utilizando-se pHmetro digital (Hanna Instruments, modelo HI8514, EUA) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976). A acidez total titulável das amoras-pretas foi determinada de

acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976) e foi expressa em g ácido cítrico/100g de amostra.

Antocianinas totais

O teor de antocianinas totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de diferencial de pH (FULEKI; FRANCIS, 1968a), onde aproximadamente 100g de amoras-pretas foram pesadas e trituradas (Mixer Wallita, Brasil) juntamente com a solução de extração composta de etanol 95% e HCl 0,1N (85:15). O extrato foi então centrifugado em centrífuga refrigerada (Hitachi, modelo CR21, Japão) (0°C/15 min/10.000 rpm) e filtrado em papel filtro Watman nº4. Uma alíquota de 10mL do filtrado foi então transferida para balões volumétricos de 250 e 50mL e diluída em solução de pH 1,0 (KCl 0,2N + HCl 0,2N na proporção 25:67) e 4,5 (acetato de sódio 1N + HCl 1N + água na proporção 100:60:90), respectivamente. Essas soluções foram deixadas por duas horas em local

escuro e então analisadas em espectrofotômetro (Femto, modelo 482, Brasil) em comprimento de onda de 510nm. A absorvidade molar utilizada foi obtida por Fuleki e Francis (1968b) para *cranberries* ($\epsilon_{510} = 775 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$).

Resultados e Discussão

Contaminação microbiológica

Os frutos revestidos com alginato (ALG) apresentaram contagens totais para bolores e leveduras mais elevadas que os frutos controle (CONT) e que os revestidos com alginato+sorbato (ALGS), para os mesmos tempos de amostragem. Após 6 dias de armazenagem, os frutos ALGS apresentaram contagem de $8,5 \cdot 10^5$ UFC/g, similar aos $5,3 \cdot 10^5$ UFC/g observados no início da armazenagem, o mesmo ocorrendo após 18 dias de armazenagem, onde os frutos ALGS não apresentaram diferença de contagem com os CONT, para o mesmo tempo (Tabela 1).

Tabela 1. Contagem total de bolores e leveduras e microrganismos psicrotróficos em amoras-pretas armazenadas a 0°C

| Tratamento | Tempo (dia) | Bolores e Leveduras (log UFC/g produto) | Psicrotróficos (log UFC/g produto) |
|------------|-------------|---|------------------------------------|
| CONT | 0 | 5,72±0,04 ^d | - |
| | 6 | 4,99±0,05 ^e | 4,28±0,10 ^e |
| | 18 | 6,52±0,07 ^c | 5,39±0,06 ^d |
| ALG | 6 | 7,36±0,54 ^b | 6,26±0,09 ^c |
| | 18 | 8,48±0,00 ^a | 7,29±0,04 ^a |
| ALGS | 6 | 5,93±0,02 ^d | 5,44±0,13 ^d |
| | 18 | 7,09±0,09 ^c | 6,53±0,08 ^b |

^{a,b,c,d,e} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os frutos não revestidos (CONT) apresentaram contagens totais de microrganismos psicrotróficos mais baixas em comparação aos frutos revestidos (ALG e ALGS), pois o processamento mínimo, além de causar um stress fisiológico, pode provocar danos a superfície do produto e retirar proteções naturais da casca, como ceras e compostos

antimicrobianos, tornando o produto mais susceptível ao desenvolvimento de microrganismos. Quando comparamos somente os frutos com e sem sorbato (ALG e ALGS) no 6° e 18° dia de armazenagem verifica-se que o sorbato diminuiu a contagem de bolores, leveduras e microrganismos psicrotróficos. Todavia o sorbato não atingiu o nível

de inibição equivalente aos frutos sem revestimento, principalmente para os psicrotróficos, indicando aumento provável aumento de microbiota resistente a agentes químicos. Apesar da legislação brasileira não estabelecer valores de contagens microbiológicas máximas para frutas minimamente processadas, existem fungos psicrófilos micotoxigênicos pertencentes ao grupo de *Penicillium* spp., de ocorrência frequente em frutos. Uma alternativa seria a utilização de antimicrobianos de origem biológica, como os metabólitos bioativos de leveduras (COELHO et al., 2006).

Diversos trabalhos estudaram o efeito de revestimentos comestíveis em frutos e hortaliças sobre o comportamento microbiológico (AVENABUSTILLOS; KROCHTA; SALTVEIT, 1997; GARCÍA; MARTINO; ZARITZKY, 1998; EL-GHAOUTH et al., 1991a; EL-GHAOUTH et al., 1991b). Sorbato de potássio e benzoato de sódio a pHs de 3,5 e 2,5 foram testados em maçãs descascadas, cortadas em pedaços e revestidas com solução a base de celulose e armazenadas por 4 semanas a 4°C e não houve efeito da adição dos conservadores e nem da redução do pH dos revestimentos (BALDWIN et al., 1996). Mini-cenouras descascadas com

revestimento a base de celulose, embaladas em sacos de polietileno e armazenadas a 1,7°C foram avaliadas quanto à contagem total de psicrotróficos, bolores e leveduras e bactérias lácticas, e o revestimento não teve efeito para redução da carga microbiana do produto (HOWARD; DEWI, 1995).

Nas determinações de coliformes totais não foram obtidas contagens em nenhum dos tratamentos ao longo da armazenagem, comprovando as boas condições higiênico-sanitárias durante a colheita e processamento.

Avaliação sensorial

Não houve diferença entre as notas médias de aceitação de sabor e de aparência atribuídas as amoras dos diversos tratamentos (CONT, ALG e ALGS) e nem em relação ao tempo de armazenagem (Tabela 2). As notas em relação ao sabor não foram elevadas, em torno de 5 numa escala de 0 a 9, provavelmente devido ao sabor ácido da amora-preta, citado pela maioria dos provadores. Em relação à aparência a nota média foi de 6, podendo considerar-se que todos os produtos estavam aptos para comercialização após 18 dias de armazenagem.

Tabela 2. Aceitação de amoras-pretas armazenadas a 0°C

| Tratamento | Tempo (dia) | Sabor | Aparência |
|------------|-------------|------------------|------------------|
| CONT | 7 | 4,4 ^a | 7,1 ^a |
| | 10 | 5,9 ^a | 6,6 ^a |
| | 18 | 4,8 ^a | 5,5 ^a |
| ALG | 7 | 5,7 ^a | 6,1 ^a |
| | 10 | 5,7 ^a | 5,8 ^a |
| | 18 | 4,8 ^a | 5,7 ^a |
| ALGS | 7 | 4,6 ^a | 6,1 ^a |
| | 10 | 5,7 ^a | 5,8 ^a |
| | 18 | 5,0 ^a | 5,4 ^a |

^a Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Avaliação de firmeza e características físico-químicas

A firmeza dos frutos da amora-preta não foi afetada pela presença dos revestimentos e nem pelo tempo de armazenagem. As médias de firmeza foram $16\pm 8\text{N}$; $20\pm 8\text{N}$ e $19\pm 6\text{N}$ para os tratamentos CONT, ALG e ALGS, respectivamente, caracterizando as amoras-pretas como frutos frágeis e portanto suscetíveis a injúrias mecânicas desde a colheita até o processamento e embalagem. Diferentemente da maioria dos frutos, as amoras-pretas não apresentaram uma redução da firmeza ao longo do período de armazenagem.

Morangos revestidos com amido foram analisados quanto a sua firmeza por García; Martino e Zaritzky (1998), sendo que as amostras revestidas e não revestidas apresentaram uma redução da firmeza com o decorrer da armazenagem. Ao final da armazenagem os morangos não revestidos apresentaram retenção de firmeza de 49% enquanto os frutos revestidos com amido e adição de 10 e 20 g/L de glicerol obtiveram valores de 65 e 69%, respectivamente.

A acidez titulável, expressa em g ácido cítrico/100g amostra, dos frutos da amora-preta não foi afetada pelos revestimentos aplicados e se mantiveram praticamente constantes durante os 18 dias de armazenagem com valores de $0,86\pm 0,15$; $0,89\pm 0,04$ e $0,85\pm 0,04$ para frutos CONT, ALG e ALGS, respectivamente, caracterizando o fruto como de alta acidez. O mesmo ocorreu com o teor de sólidos solúveis das amoras-pretas dos tratamentos CONT, ALG e ALGS, que também apresentaram pequena variação durante o período de armazenagem, com valores médios de $9,1\pm 0,6$; $8,4\pm 0,8$ e $8,1\pm 0,9^\circ\text{Brix}$, respectivamente.

Perda de massa

A perda de massa dos frutos controle foi de $9\pm 1\%$ após 18 dias de armazenagem a 0°C , inferior a perda das amoras revestidas com alginato ($11\pm 2\%$) e

alginato+sorbato ($14\pm 3\%$) confirmando a afirmação de Kester e Fennema (1986) de que os revestimentos a base de compostos hidrofílicos não são barreiras efetivas à perda de massa. Antunes, Duarte Filho e Souza (2003), num trabalho com as cultivares Comanche e Brazos, observaram perdas de massa de 7,9% após 12 dias de armazenagem a 2°C . O revestimento, que tem alta umidade, funcionou como um agente sacrificante, ou seja, primeiramente o revestimento perdeu água para depois o fruto começar a se desidratar. Este comportamento foi observado na avaliação sensorial dos tratamentos ALG e ALGS após 18 dias de armazenagem, onde a maioria dos provadores citou que o revestimento estava ressecado. Este efeito poderia ter sido retardado pela adição de um agente plastificante (glicerol ou sorbitol), o qual proporcionaria maior flexibilidade ao revestimento e os frutos revestidos poderiam ter sua vida de prateleira estendida (KESTER; FENNEMA, 1986).

Teor de antocianinas

O teor de antocianinas totais das amoras no início da armazenagem foi de $53\pm 3\text{ mg}/100\text{g}$ de frutos e houve um aumento linear no teor de antocianinas totais com o tempo de armazenagem em todos os tratamentos. A taxa de aumento do teor de antocianinas nos frutos controle foi de $2,1\text{ mg}/100\text{g}$. dia, aproximadamente duas vezes maior que as taxas apresentadas pelas amoras revestidas que foram de 1,0 e $1,1\text{ mg}/100\text{g}$.dia para os tratamentos ALG e ALGS. Este comportamento foi, provavelmente, devido ao revestimento que reduziu a atividade metabólica dos frutos. Perkins-Veazie; Collins e Clark (1999) armazenaram amoras-pretas a 2°C e expressaram o conteúdo total de antocianinas em unidades de absorvância (UA)/g de fruto. O valor inicial encontrado foi de $107,2\text{ UA}/\text{g}$, observando-se um aumento significativo no conteúdo de antocianinas até o 14º dia de armazenagem ($149\text{ UA}/\text{g}$), com taxa de formação de antocianinas de quase $3\text{ UA}/\text{g}$.dia. Quando as mesmas amoras

foram armazenadas a 5°C, verificou-se um aumento significativo na taxa de formação de antocianinas (7 UA/g.dia). Robbins; Sjulín e Patterson (1989) armazenaram framboesas em caixas plásticas perfuradas a 0°C e o conteúdo total de antocianina foi expresso em mg cianidina 3-galactosídeo/100g de fruto. Os valores encontrados variaram de 23,8 a 40,9 mg/100g para tempo 0 e 36 dias de armazenagem respectivamente, com taxa de formação de 0,5 mg/100g dia. Mota (2006a), trabalhando com suco de amora-preta cultivar Comanche obteve uma concentração de antocianinas totais de 121mg/100g de suco e após 30 dias de armazenagem a 16-18°C caiu para 53mg/100g.

Conclusão

Frutos de amora-preta minimamente processados, revestidos com alginato de sódio, apresentaram aceitação sensorial e características físicas e químicas semelhantes aos frutos *in natura*, sendo uma alternativa para produção de frutos minimamente processados prontos para consumo. Entretanto as elevadas contagens de bolores e leveduras indicam a necessidade de trabalhos futuros visando substituir o sorbato, preferencialmente por antimicrobianos de origem biológica, como os metabólitos bioativos de leveduras.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro e bolsa PQ e a CAPES pela bolsa de estudo.

Referências

- ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. Washington: APHA, 1976.
- AVENA-BUSTILLOS, R. J.; KROCHTA, J. M.; SALTVEIT, M. E. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 62, n. 2, p. 351-354, 1997.
- BALDWIN, E. A. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past present and future. In: KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. p. 25-64.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, London, v. 35, n. 6, p. 509-524, 1995.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; CHEN, X.; HAGENMAIER, R. D. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, New York, v. 9, n. 2, p. 151-163, 1996.
- BARTH, M. M.; ZHOU, C.; MERCIER, J.; PAYNE, F. A. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 60, n. 6, p. 1286-1288, 1995.
- CINTRA, R. M. G. C.; MANCINI FILHO, J. M. Antioxidantes naturais presentes nos alimentos e a prevenção das doenças cardiovasculares. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 72-79, 1998.
- COELHO, A. R.; LEVY, R. M.; HOFFMANN, F. L.; TANIWAKI, M. H.; KMELMMEIER, C.; PAGNOCCA, F. C.; HIROOKA, E. Y. Potential bio-control of patulin producing *Penicillium expansum* in post-harvest fruits using antagonistic yeasts. In: NJAPAU, H.; TRUJILLO, S.; VAN EGMOND, H. P.; PARK, D. L. *Mycotoxins and phycotoxins: advances in determination, toxicology and exposure management*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2006. p. 249-257.
- DONHOWE, I. G.; FENNEMA, O. Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions and testing methods. In: KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. p. 25-64.
- EL-GHAOUTH, A.; ARUL, J.; PONNAMPALAM, R.; BOULET, M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1618-1620, 1991a.

- _____. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, Oxford, v. 15, n. 5, p. 359-368, 1991b.
- FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total and degradation index for cranberry juice. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 33, n. 1, p. 78-83, 1968a.
- _____. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 33, n. 1, p. 72-77, 1968b.
- GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized starch-based coating to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 46, n. 9, p. 3758-3767, 1998.
- GLICKSMAN, M. Origin and classification of hydrocolloids. In: _____. (Ed.) *Food hydrocolloids*. Boca Raton: CRC Press, 1982. p. 3-15.
- GUILBERT, S. Technology and application of edible protective films. In: MATHLOUTHI, M. (Ed.). *Food packaging and preservation*. New York: Pergamon, 1986. p. 371-394.
- HOWARD, L. R.; DEWI, T. Sensory, microbiological and chemical quality of mini-peeled carrots as affected by edible coating treatment. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 60, n. 1, p. 142-144, 1995.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976.
- JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*Prunus persica*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 1, p. 95-100, 2003.
- KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.
- KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. Pelotas: UFPEL, 1997.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.
- MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006a.
- MOTA, R. V. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006b.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; CLARK, J. R. Shelf-life and quality of 'Navaho' and 'Shawnee' blackberry fruit stored under retail storage conditions. *Journal of Food Quality*, Oxford, v. 22, n. 5, p. 535-544, 1999.
- RAVAI, M.; PAYNE, T. J. Nutraceutical properties of raspberries and blackberries. *Cereal Foods World*, Saint Paul, v. 41, n. 10, p. 773-775, 1996.
- ROBBINS, J.; SJULIN, T. M.; PATTERSON, M. Postharvest storage characteristics and respiration rates in five cultivars of red raspberry. *HortScience*, Alexandria, v. 24, n. 6, p. 980-982, 1989.
- SANTOS, A. M.; RASEIRA, M. C. B.; MADAIL, J. C. M. *Amora-preta*. 2.ed. Brasília: Embrapa, 1997. (Coleção Plantar, 33).
- STONE, H.; SIDEL, J. L. *Sensory evaluation practices*. 2.ed. Orlando: Academic Press, 1993.
- TASDELEN, Ö.; BATINDIRLI, L. Controlled atmosphere storage and edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal of Food Processing*, Oxford, v. 22, n. 4, p. 303-320, 1998.
- VAUGHN, S. F.; SPENCER, G. F.; SHASHA, B. S. Volatile compounds from raspberry and strawberry fruit inhibit postharvest decay fungi. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 58, n. 4, p. 793-796, 1993.
- YAMASHITA, F.; JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A. Aplicação de revestimentos comestíveis em atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.). *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 37, p. 16-21, 2003. Suplemento.
- WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G. *Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables*. Westport: **Avi Publishing Company**, 1981.

