

## **EFEITO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS, APLICADAS EM MAÇÃS**

### **‘FUJI’ MINIMAMENTE PROCESSADAS, NA QUALIDADE DA FRUTA DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

#### ***EFFECT OF EDIBLE COATINGS, APPLIED ON MINIMALLY PROCESSED ‘FUJI’ APPLE, ON FRUIT QUALITY THROUGHOUT REFRIGERATED STORAGE***

Jardel Araujo Ribeiro<sup>1</sup>, Mauricio Seifert<sup>2</sup>, Rufino Fernando Flores Cantillano<sup>3</sup>,  
Leonardo Nora<sup>4</sup>

#### **Resumo**

A demanda por maçãs minimamente processadas, pronta para o consumo e com características sensoriais semelhantes à fruta *in natura*, é crescente. Entretanto, após o processamento mínimo a maçã sofre rápida degradação das características sensoriais e nutricionais, tornando-se inapropriada para o consumo. Neste estudo, avaliou-se o efeito de diversas coberturas comestíveis e o tempo de secagem na prevenção do escurecimento da polpa de maçãs ‘Fuji’ minimamente processadas armazenada a  $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , por até 9 dias. No que diz respeito a relação SST/AT (*ratio*) os tratamentos com fécula de mandioca e amido de arroz em 5 minutos de secagem e os tratamentos com água destilada e alginato de sódio em 20 minutos de secagem, apresentaram um aumento até o terceiro dia de armazenamento, já os demais tratamentos apresentam um decréscimo nos valores de *ratio* nesse mesmo período. Ao avaliar o índice de escurecimento (IE) das maçãs minimamente processadas nota-se que os tratamentos com fécula de mandioca combinados com 5 min e 20 min de secagem, apresentaram os maiores valores de IE ao longo do período de armazenamento. O tratamento com alginato de sódio e 20 min de secagem, apresentou uma significativa redução no valor de IE no início do armazenamento (até 3 d). Com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que a aplicação de coberturas com fécula de mandioca e amido de arroz em maçã MP proporciona a preservação de cor adequada por até 9 d de armazenamento, sem comprometimento de outras características de qualidade avaliadas.

**Palavras chave:** fécula de mandioca, amido de arroz, alginato de sódio

<sup>1</sup>Biólogo e Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup>Tecnólogo em Alimentos e Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo e Dr em Agronomia da Embrapa Clima Temperado.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo e PhD em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.



## **Abstract**

*The demand for apple minimally processed, ready-to-eat, with sensorial characteristics similar to fresh fruit, is increasing. However, after minimal processing, apple suffers rapid degradation of sensory and nutritional characteristics, making it inappropriate for consumption. In this study, the effect of several edible coating and drying time on the prevention of pulp darkening of minimally processed 'Fuji' apple, stored at  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  for up to 9 days, was evaluated. Regarding the SST/AT ratio, for the treatments comprising cassava starch and rice starch coating, dried for 5 min, and for the treatments comprising distilled water and sodium alginate, dried for 20 min, the ratio increased until the third day of storage, while decreasing for the other treatments. When evaluating the darkening index (DI) of the minimally processed apples, it was observed that the treatments comprising cassava starch dried for 5 min and 20 min resulted the highest values of DI throughout the storage period. Otherwise, the treatment comprising sodium alginate dried for 20 min resulted significant reduction in the DI at the beginning of storage (until the third day). Our results show that cassava starch and rice starch coating are feasible to prevent pulp darkening of MP apples throughout the nine days period of refrigerated storage, without compromising other characteristics associated wievaluated.*

**Keywords:** cassava starch, rice starch, sodium alginate

## **INTRODUÇÃO**

Alterações nos hábitos de consumo têm impulsionando o setor de frutas e hortaliças minimamente processadas (GOODBURN; WALLACE, 2013), aumentando assim a necessidade de aperfeiçoamento das técnicas controle, principalmente para evitar o escurecimento enzimático, que acomete esse tipo de produto. O PM se caracteriza por uma série de etapas, dentre elas as operações de seleção, lavagem, sanitização, descasque, corte, centrifugação, embalagem, armazenamento, comercialização, entre outros (CENCI, 2011).

No entanto, o processamento de vegetais libera uma gama de compostos que em reação com enzimas, provocam o escurecimento enzimático, que por sua vez, afeta as características sensoriais e aparência dos vegetais, um dos principais atributos observado pelos consumidores antes da compra (KLUGE et al., 2014). Os procedimentos de conservação pós-colheita usualmente empregados estão em quase sua totalidade centrada na cadeia de frio e em boas práticas de armazenamento. Há uma busca constante por novas estratégias para aumentar o tempo de prateleira destes alimentos. Nos últimos anos, os revestimentos

comestíveis têm sido considerados uma das novas tecnologias com potencial para alcançar tais objetivos, assegurando a sanidade e preservação de características do alimento *in natura* (VARGAS et al., 2008; ASSIS; FORATO; BRITO, 2009). Os revestimentos comestíveis podem atuar como uma embalagem alternativa, apresentando vantagens em relação às sintéticas, uma vez que são produzidas a partir de materiais comestíveis de fontes naturais. Um bom revestimento deve dar ao fruto o brilho, a aparência atrativa e reduzir a perda de peso, por meio da redução da respiração normal dos frutos, sem provocar condições de anaerobiose (BALDWIN; HAGENMAIER; BAI, 2012). No Brasil existem poucas informações sobre o uso de coberturas comestíveis aplicados em maçã minimamente processada. Por isso, trabalhos dessa natureza, vem contribuir com o setor da pomicultura, com vista na agregação de valor na cadeia da maçã e a diversificação de produtos derivados, além de proporcionar ao consumidor produtos convenientes ao consumo, com vida útil prolongada e semelhantes ao fruto *in natura*.

Diante do exposto, neste estudo avaliou-se o efeito de diversas coberturas comestíveis e o tempo de secagem adequado na prevenção do escurecimento da polpa de maçãs 'Fuji' minimamente processadas, armazenada a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por até 9 dias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Material***

Foram utilizadas maçãs (*Malus domestica* Borkh 'Fuji') de um pomar comercial localizado na cidade de Vacaria/RS, Brasil, colhidas no ano de 2014).

### ***Colheita e armazenamento das frutas***

As maçãs foram colhidas quando alcançaram seu ponto de maturação comercial, considerando-se teor de amido, firmeza da polpa, e concentração de sólidos solúveis totais. Foram selecionadas quanto ao tamanho, ausência de danos mecânicos visíveis e de podridão. Posteriormente as frutas foram armazenadas a  $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa  $90,0\text{ \%} \pm 5,0\text{ \%}$ , sendo preparadas e analisadas no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Clima Temperado.

### ***Sanitização, preparo das frutas e coberturas comestíveis***

A sanitização ocorreu com imersão da fruta *in natura* em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm, pH 6,5 e temperatura de 5,0 °C a 8,0 °C), por 10 minutos. Para o tratamento com as coberturas, as frutas foram cortadas em quatro fatias longitudinais, aproximadamente com mesmo tamanho e em forma de gomos, sendo a região do eixo central das frutas e as sementes descartadas, preservando a epiderme. Imediatamente após o corte, as fatias permaneceram imersas por um minuto em: Água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). O excesso de cobertura foi drenado por 3 minutos e as fatias foram expostas ao ar forçado (1,8 m/s a 2,2 m/s) por 5 min (5) ou 20 min (20) para secagem das mesmas. Da combinação de líquidos de cobertura com tempos de secagem resultaram os seguintes tratamentos: C0-5, C1-5, C2-5, C3-5 e C0-20, C1-20, C2-20, C3-20.

### ***Elaboração das coberturas***

Para elaboração das coberturas comestíveis (fécula de mandioca - marca comercial - Fritz&Frida® e amido de arroz, cedido pelo laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos – DCTA – FAEM - UFPel) foi utilizada suspensão a 3 % e aquecimento a 70 °C ±1 °C, sob agitação constante e posterior resfriamento até aproximadamente 15 °C ±1 °C. No tratamento com alginato de sódio (marca safc®Sigma-Aldrich - sal sódico do ácido algínico de algas castanhas), foi utilizada uma solução de 3 % com aquecimento até 70 °C ±1 °C, para completa dissolução sob agitação constante e posterior resfriamento até aproximadamente 15 °C ±1 °C conforme descrito por Fontes et al., (2008).

As avaliações realizadas neste experimento foram: **a) perda de massa:** mensurada conforme Pereira et al., (2006); **b) cor:** mensurada com colorímetro Minolta CR-400, com sistema de leitura CIE L\*a\*b\*, proposto pela Comissão Internacional de l'Eclairage (CIE). Com esses parâmetros, foram avaliadas as coordenadas cilíndricas de cromaticidade (C\*), ângulo Hue (H°) e acordo com Bible; Singha, (1993) e o Índice de Escurecimento (IE), calculado de acordo com Palou et

al., (1999); **c) firmeza da polpa:** Mensurada utilizando o penetrômetro eletrônico TA XT plus 40855, com ponteira de 2 mm de diâmetro com velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s; velocidade de teste de 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste de 10,0 mm/s; força de 5 kg. As leituras foram realizadas na porção mediana dos gomos de maçã com o resultado expresso em Newton, segundo Melo; Vilas Boas; Justo, (2009); **d) Sólidos Solúveis Totais (SST):** obtido através de refratômetro digital de mão da marca ATAGO, modelo PAL-1, expresso em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); **e) potencial hidrogeniônico:** determinado com o auxílio de um potenciômetro (pHmêtro) da marca Quimis modelo Q400A (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); **f) acidez titulável (AT):** foram utilizadas 10 mL de suco da polpa, adicionadas a 90mL de água destilada, em seguida a titulação da amostra com o auxílio de uma bureta digital Brand® contendo solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N até atingir o ponto de viragem no pH 8,1, expressa em gramas de ácido málico por /100 g<sup>-1</sup> de polpa fresca (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); **g) análise estatística:** Empregouse um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 2 x 4), sendo o tipo de cobertura (com 4 níveis), o tempo de secagem das coberturas (com 2 níveis) e períodos de armazenamento (com 4 níveis) resultando assim 32 tratamentos. Os tratamentos foram aplicados com três repetições (n = 3). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Diferenças Mínimas Significativas (DMS) (p ≤ 0,05).

A unidade experimental consistiu em cinco fatias de maçã, acondicionadas em bandeja de poliestireno selada com filme PVC esticável de 9 µ. As unidades experimentais foram dispostas, completamente ao acaso, em câmara fria (4 °C ± 1 °C e UR de 90 % ± 5 %). As avaliações foram realizadas em quatro períodos, na instalação do experimento (0 dias) e após 3, 6, e 9 dias de armazenamento.

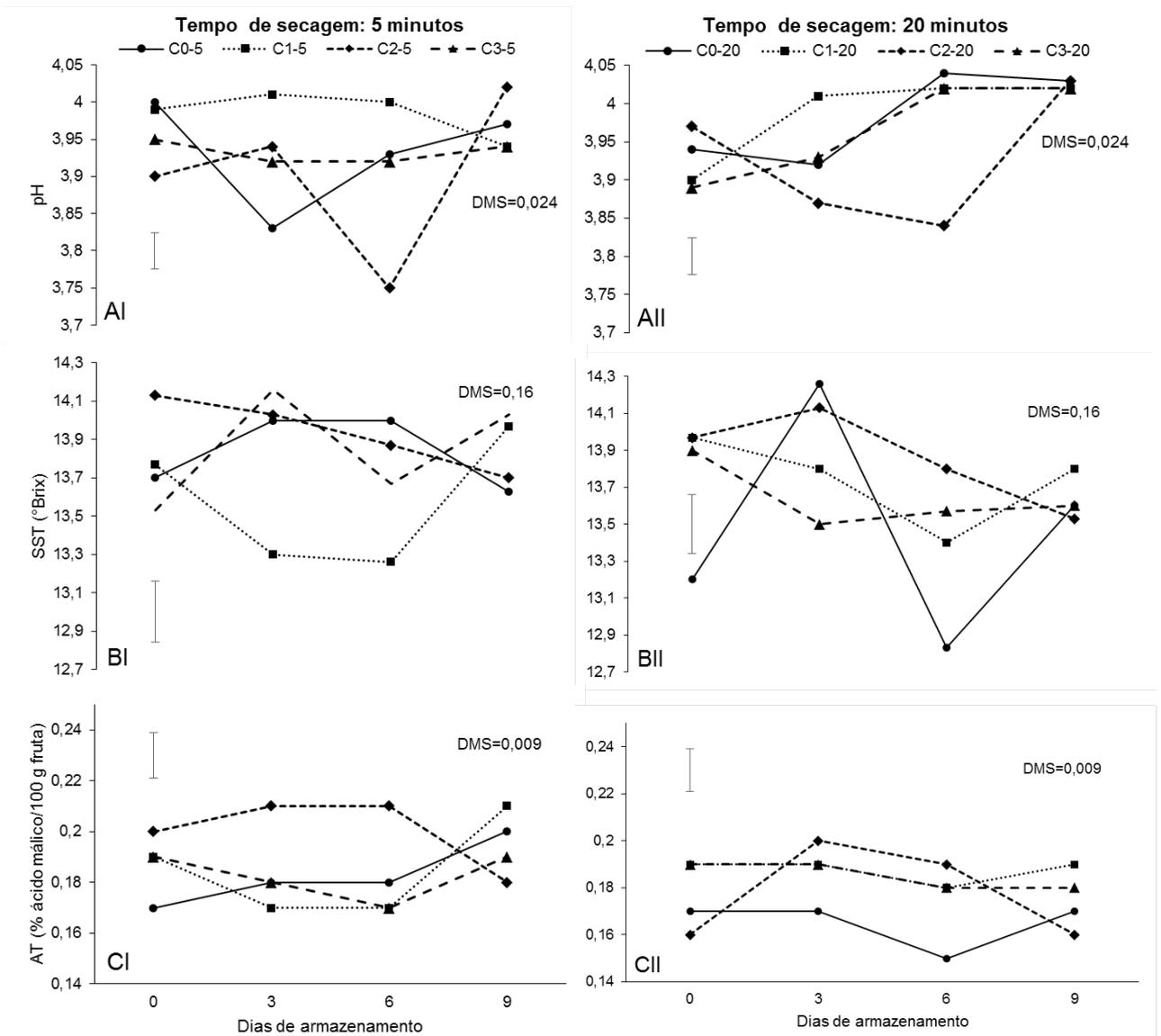
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os menores valores de pH, pH 3,75 e pH 3,84, (Figura 1, AI e AII) foram observados nos tratamentos C2-5 e C2-20, respectivamente, no sexto dia de

armazenamento. Os outros tratamentos não resultaram em redução brusca de pH ao longo dos nove dias de armazenamento.

Para os valores de SST, os tratamentos C0-5, C3-5, C0-20 e C2-20 resultaram em aumento até o terceiro dia. Já o C0-20 resultou em queda acentuada nos valores de SST até o sexto dia de armazenamento, para logo aumentar até final do período avaliado (Figuras 2, BI e BII). A queda observada no C0-20 possivelmente se deve ao efeito de uma maior taxa respiratória e consequente maior consumo de SST como substrato respiratório nesse período (MELO et al., 2009).

Em relação a variável AT, os maiores valores ocorrem em C2-5, se mantendo assim até o sexto dia, para então declinar acentuadamente, não diferindo estatisticamente dos outros tratamentos ao final do armazenamento (9 d). O tratamento C2-20 resultou em elevação na acidez até o terceiro dia, com posterior queda no restante do período avaliado. Já o C0-20, se manteve estável até o terceiro dia de armazenamento, mas com redução no sexto dia, chegando a 0,15 % de ácido málico/100 g de fruta, o menor valor encontrado no período avaliado (Figuras 1, CI e CII). Fontes et al, (2008) estudando maçãs MP armazenadas durante 13 d, tratadas com fécula de mandioca e alginato de sódio, encontrou valores de AT de 0,32 a 0,42 em maçãs tratadas com fécula de mandioca e 0,26 a 0,36 em maçãs tratadas com alginato de sódio, resultados superiores ao encontrado no presente estudo. No que concerne a relação SST/AT (*ratio*), os tratamentos C2-5, C3-5, C0-20 e C1-20 resultaram em aumento até o terceiro dia de armazenamento, já os demais tratamentos (C0-5, C1-5, C2-20 E C3-20) resultaram em decréscimo nos valores de *ratio* nesse mesmo período. Ao final do período de armazenamento, os tratamentos C2-5 e C2-20 foram os que resultaram em maiores elevações nos valores de *ratio* a partir do sexto dia, enquanto os tratamentos C0-5 e C1-5 implicaram em maior redução nesse mesmo período (Figura 2, AI e AII). Segundo Piagentini e Pirovani (2017) a relação de sólidos solúveis/acidez titulável são comumente utilizados para avaliar a qualidade dos frutos, e uma mudança na proporção entre esses parâmetros pode ter um grande impacto no sabor da maçã. No entanto, no presente estudo, independentemente do tratamento, as alterações observadas durante o armazenamento das maçãs MP não implicaram em perda significativa de qualidade.



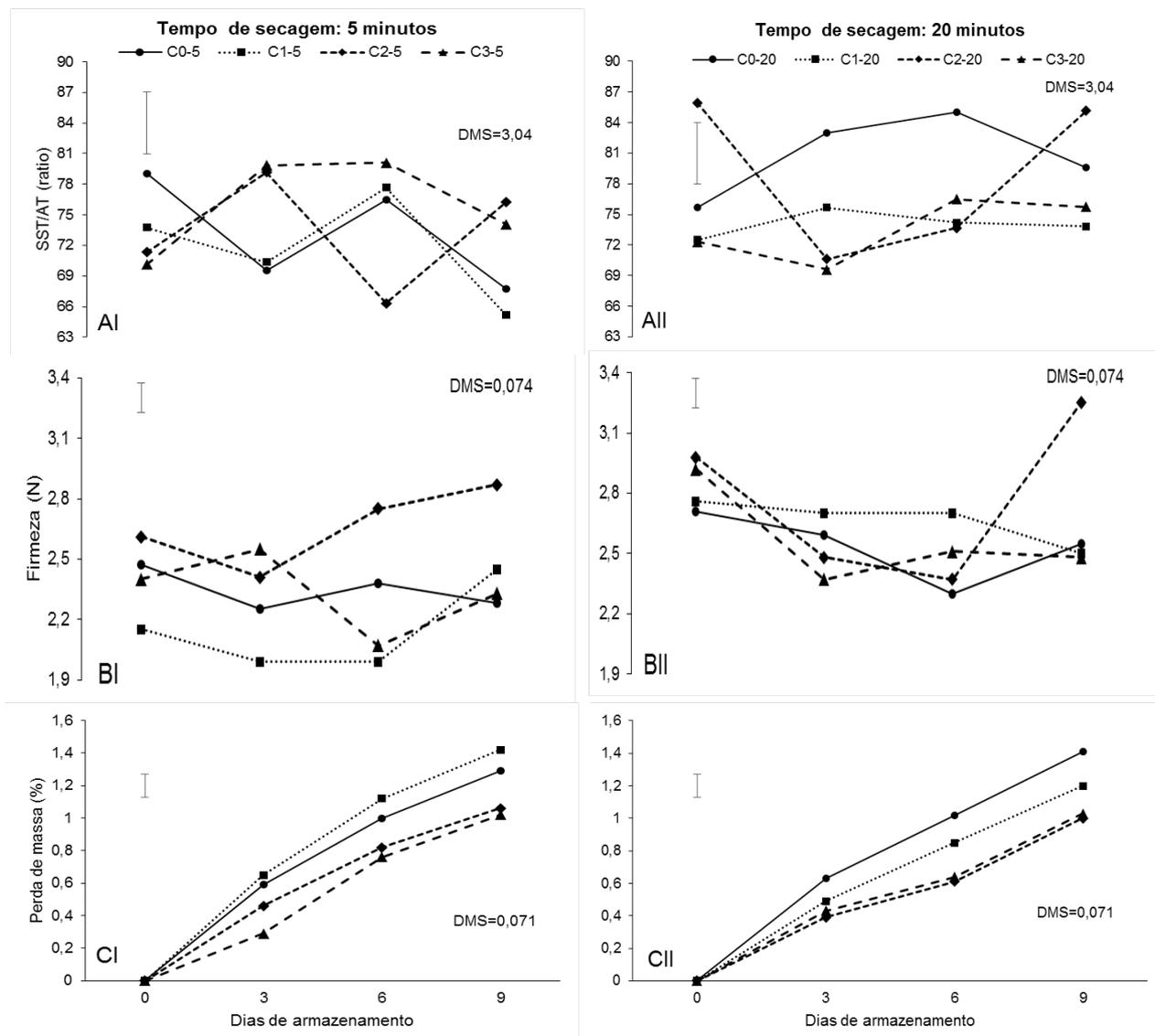
**Figura 1:** Avaliação de pH – **AI e AII**, sólidos solúveis totais (SST - °Brix) - **BI e BII**, acidez titulável (AT - % de ácido málico/100 g<sup>-1</sup> de fruta) - **CI e CII**, em maçã (*Malus domestica* Borkh ‘Fuji’) minimamente processada, recoberta com diferentes coberturas e avaliadas após 0 d, 3 d, 6 d e 9 d de armazenamento em câmara fria a 4 °C ±1°C e 90 % ±5 % de umidade relativa. Barras verticais: intervalo DMS (P ≤ 0,05). (C0) água destilada, (C1) alginato de sódio 3 %, (C2) fécula de mandioca 3 % e (C3) amido de arroz 3 %, Tempos de secagem: 5 min (5) e 20 min (20).

Avaliando a firmeza (Figuras 2, BI e BII) das maçãs MP, observou-se que o tratamento C1-5 apresentou os menores valores até o sexto dia de armazenamento quando o tempo de secagem da cobertura foi de 5 min. Já nas maçãs onde o tempo de secagem foi de 20 min, o C2-20 apresentou queda na firmeza da polpa até o sexto dia, com posterior aumento no nono dia. Todos os tratamentos apresentaram redução na firmeza da polpa ao longo do armazenamento. Os resultados encontrados no presente estudo são diferentes dos encontrados por Supapvanich,

Pimsaga e Srisujan (2011) que ao trabalharem com maçãs minimamente processadas observaram que a firmeza destas se manteve constante durante os 7 dias de armazenamento.

A perda de massa sofreu grande influência do tempo de armazenamento, pois foi crescente ao longo dos 9 dias de avaliação (Figura 2, CI e CII). A perda de massa aumentou durante o armazenamento em todos os tratamentos, sendo a perda média ao longo dos 9 dias de armazenamento de aproximadamente 0,85 %. Estes valores foram menores do que os encontrados por Song et al., (2013). No entanto, apesar das significativas diferenças ocorridas entre os tratamentos, a perda de massa observada neste trabalho foi mínima, não comprometendo assim a qualidade final do produto.

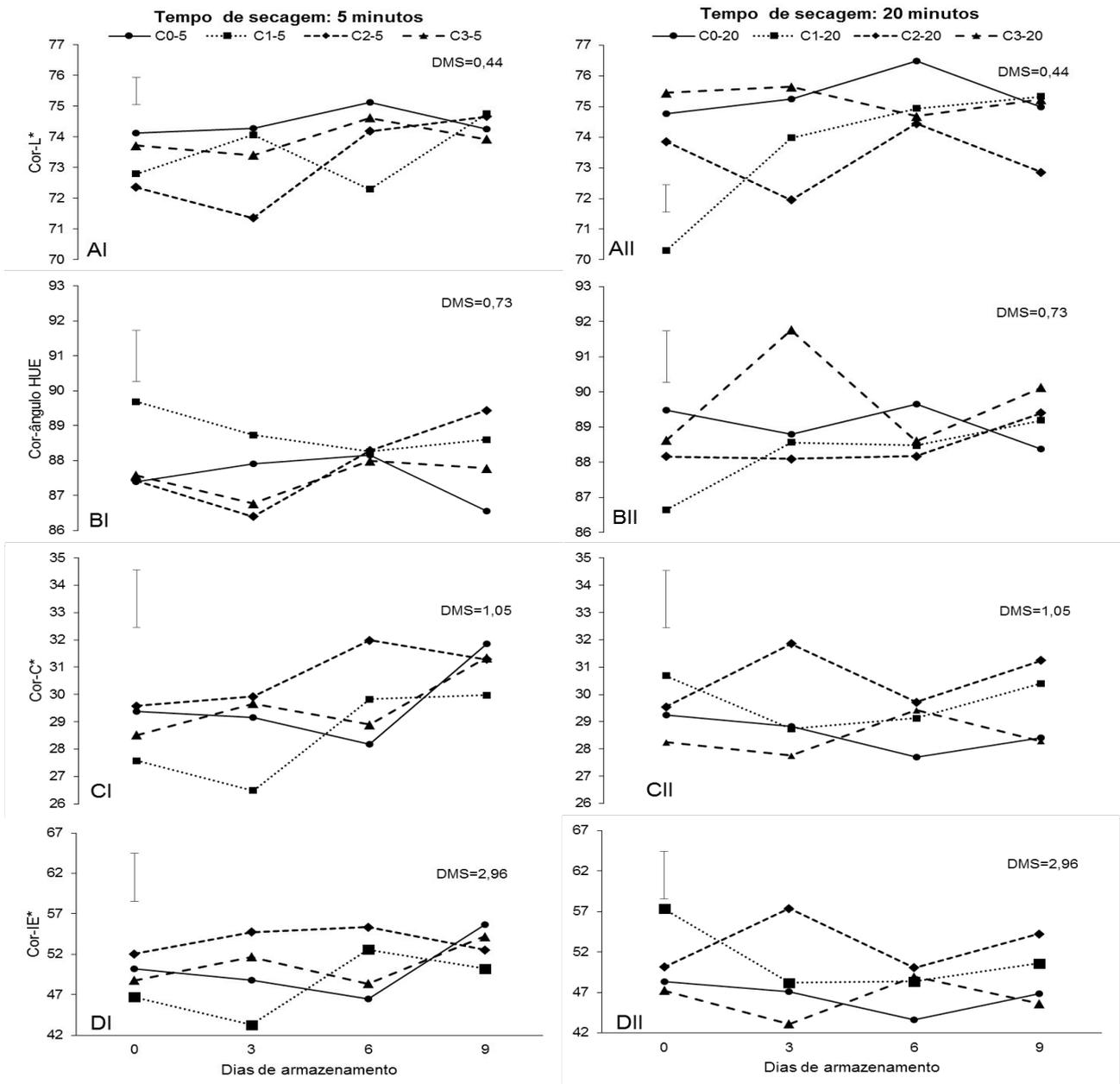
Para a variável  $L^*$  (luminosidade), no tempo de secagem de 5 min (Figura 3, AI), as maçãs com maior escurecimento corresponderam aos tratamentos C1-5 e C2-5, após três e seis dias de armazenamento, respectivamente. No tempo de secagem de 20 min, os tratamentos que resultaram na menor luminosidade foram o C1-20 e C3-20, com os valores de 70,30 e 75,44, respectivamente, ambos no tempo zero. No entanto, o C1-20 apresentou aumento acentuado durante o período avaliado, com valor inicial de 70,30, chegando a 75,32, não diferindo estatisticamente de C0-20, C1-20 e C3-20 no nono dia de armazenamento (Figura 3, AII). Fontes et al. (2008) observaram mudanças na luminosidade em função do escurecimento da polpa ao longo do armazenamento. Também observaram que maçãs tratadas com alginato apresentaram menor  $L^*$  (coloração mais escura), mas não diferindo do controle (sem tratamento), após 9 dias de armazenamento refrigerado. Este comportamento descrito por Fontes et al. (2008) é semelhante ao observado no presente estudo.



**Figura 2:** Avaliação do *ratio* (relação acidez titulável/sólidos solúveis) - **AI e AII**, firmeza da polpa (N) - **BI e BII** e perda de massa (%) - **CI e CII**, em maçã (*Malus domestica* Borkh 'Fuji') minimamente processada, recoberta com diferentes coberturas e avaliadas após 0 d, 3 d, 6 d e 9 d de armazenamento em câmara fria a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  de umidade relativa. Barras verticais: intervalo DMS ( $p \leq 0,05$ ). Tratamentos: (C0) água destilada, (C1) alginato de sódio 3 %, (C2) fécula de mandioca 3 % e (C3) amido de arroz 3 % combinados tempos de secagem de 5 min (5) e 20 min (20).

Em relação ao ângulo de tonalidade, também denominado ângulo Hue ( $H^{\circ}$ ) os tratamentos C1-20 e C3-20 apresentaram elevado aumento até o terceiro dia. A partir desse período o C3-20 apresentou uma queda elevada nos valores, já os demais tratamentos apresentam certa regularidade. Os tratamentos C2-5 e C3-5 exibiram uma elevação nos valores de  $H^{\circ}$  a partir do terceiro dia de armazenamento (Figura 3, BI e BII). Pizato et al (2013), estudando maçãs minimamente processadas revestidas com diferentes coberturas e armazenadas a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 15 dias,

demonstraram que todos os tratamentos apresentaram redução significativa de ângulo Hue ao longo do armazenamento. O mesmo efeito no presente estudo só foi observado, a partir do sexto dia de armazenamento, nos tratamentos CO-5 e CO-20.



**Figura 3:** Avaliação de cor (luminosidade (L\*) - AI e AII, ângulo de tonalidade (H°) - BI e BII, cromaticidade (C\*) - CI e CII e índice de escurecimento (IE) - DI e DII, em maçã (*Malus domestica* Borkh 'Fuji') minimamente processada, recoberta com diferentes coberturas e avaliadas após 0 d, 3 d, 6 d e 9 d de armazenamento em câmara fria a 4 °C ±1°C e 90 % ±5 % de umidade relativa. Barras verticais: intervalo DMS (P ≤ 0,05). (C0) água destilada, (C1) alginato de sódio 3 %, (C2) fécula de mandioca 3 % e (C3) amido de arroz 3 %, Tempos de secagem: 5 min (5) e 20 min (20).

Avaliando o diagrama de cromaticidade (Figura 3, CI e CII) dos MP, percebe-se que todos os tratamentos com tempo de secagem de 5 min

apresentaram aumento nesta variável. No que concerne ao tempo de secagem de 20 min, não houve diferença significativa entre as coberturas avaliadas. Ao avaliar o IE (Figuras 3, DI e

DII) verificou-se que os tratamentos C2-5 e C2-20 resultaram em maiores valores de IE ao longo do período de armazenamento. O C1-20 apresentou uma significativa redução no valor de IE no início do armazenamento (até o terceiro dia). O escurecimento da polpa da maçã, maior IE, determina menor aceitação da mesma na análise sensorial. A cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor, por isso, na indústria de alimentos a cor é um atributo importante (BATISTA, 1994). Fontes et al, (2008) estudando maçãs MP armazenadas durante 13 dias, tratadas com fécula de mandioca e alginato de sódio, encontraram valores para IE variando de 41,3 a 54,7 e 34,3 a 54,8, respectivamente. No presente experimento observou-se que todos os valores encontrados para IE estão nesta faixa.

Nenhum resultado inesperado foi constatado a partir da análise de correlação entre as variáveis avaliadas no presente estudo (Tabela 1).

**Tabela 1:** Coeficientes de correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ), entre pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), *ratio* (SST/AT), firmeza (N), perda de massa (%), luminosidade ( $L^*$ ), ângulo de tonalidade ( $H^\circ$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e índice de escurecimento (IE) em maçã (*Malus domestica* Borkh 'Fuji') cv. Fuji minimamente processada, recoberta com diferentes coberturas e avaliadas após 0 d, 3 d, 6 d e 9 d de armazenamento em câmara fria a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  de umidade relativa.

Variáveis	SST (1)	pH (2)	AT (3)	Ratio (4)	Cor - $L^*$ (5)	Cor - $a^*$ (6)	Cor - $b^*$ (7)	Cor - $C^*$ (8)	Cor - $H^\circ$ (9)	Cor-IE (10)	Perda de Massa (11)	Firmeza (12)
(1)											1,00	<b>-0,64*</b> <b>0,61</b> <b>-0,31</b> -0,19 <b>0,23</b> 0,03 <b>-0,24</b> 0,04 0,10 <u>(11)</u> -0,07 0,05
(2)											1,00	<b>-0,70</b> <b>0,55</b> 0,20 -0,20 -0,04



## CONCLUSÃO

Aplicação de coberturas (fécula de mandioca e amido de arroz) em maçã Fuji minimamente processada (fatiada) previne o escurecimento da poupa ao longo do armazenamento refrigerado (até nove dias) sem comprometimento de outras características de qualidade da fruta.

## REFERÊNCIAS

ASSIS O. B. G.; BRITTO, D.; FORATO, L. A. O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores Para Conservação de Frutas *in natura* e Minimamente **Processadas**. **Bol. de pesquisa e desenvolvimento** ISSN 1517-1981 outubro 2000 1678-0434 Novembro, 2009.

BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. Edible coatings and films to improve food quality. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2012. 460 p.

BASTOS, M. S. R. **Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança**. 59p. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza. 2006.

BATISTA, C. L. L. C. **Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. 71 p. 1. Ed. UFLA. Brasil, 1994.

BIBLE, B. B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. HortScience, v. 28, n. 10, p. 992-993, 1993.

CENCI, S. A. Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**. Rio de Janeiro. 144 p. 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**.

2. ed. atual. e ampl. v. 1, 783 p. UFLA, Lavras. 2005.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. Ciência e tecnologia de alimentos, v.29, n. 4, p.872-880, out.-dez 2008.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; ANTONIOLLI, L. R.; BRACKMANN, A.

Interação 1-MCP e dano mecânico na qualidade de maçãs 'Royal Gala' armazenadas. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.10, n.2, p.218-223, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadacco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

Versão eletrônica. Disponível online em:

<[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=7&func=selese&id=1&orderby=1&page=4](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=selese&id=1&orderby=1&page=4)>. Acesso em 20 de janeiro de 2015.

MAGUIRE, K. M.; BANKS, N H.; LANG, ALEXANDER. Sources of variation in water vapour permeance of apple Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 17 (1999).

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; JUSTO, C. F. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana 'maçã' minimamente processada. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 228-236, jan./fev., 2009.

MORETTI, C. L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p1, 1999.

PALOU, E. et al. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, v. 64, n. 1, p. 42-45, 1999.

PECH, J.C.; BOUZAYEN, M.; LATCHÉ, A. Climacteric fruit ripening: ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. *Plant Science*, v.175, p.114-120, 2008.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S., BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, nov./dez., 2006.

PIAGENTINI, A. M.; PIROVANI, M. E. Total Phenolics Content, Antioxidant Capacity, Physicochemical Attributes, and Browning Susceptibility of Different Apple Cultivars for Minimal Processing. **International Journal of Fruit Science**. vol. 17, no. 1, 102–116, 2017.

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

SILVA, E. O.; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, L. T. **Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas**. 71p. Documento 139. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 2011.

SILVA, J. H. V., ALBINO, L. F. T.; GODÓI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1435-1439, 2000.

SOLIVA-FORTUNY, R.C; MIGUEL, N. G; SRRANO,I; GORINSTEIN, S; BELLOSO,O.M. Browning Evaluation of Read-to-Eat Apples as affected by Modified Atmosphere Packaging. **J. Agric. Food Chemical**. v. 49 3685-3690p. 2001.

SONG, H.; JO, W.; SONG, N.; MIN, S.; SONG, K. B. Quality Change of Apple Slices Coated with Aloe vera Gel during Storage. **Journal of Food Science** Vol. 78, n. 6, 2013.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. *Pesq. agropec. bras.*, v.42, n.3, p. 313-321, 2007.

VALERO, D.; DÍAZ-MULA, H. M.; ZAPATA, P. J.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; SERRANO, M. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 77, 2013.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZMARTÍNEZ, C. Recent advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v, 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

VILAS-BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 155-162, 2006.