

## Área: Tecnologia de Alimentos

# AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS CV. FUJI MINIMAMENTE PROCESSADAS, TRATADAS COM ANTIOXIDANTES E ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

<sup>1</sup>Jardel Araujo Ribeiro\*, <sup>1</sup>Maurício Seifert, <sup>1</sup>Leonardo Nora, <sup>2</sup>Rufino Fernando Flores  
Cantillano

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas,  
Pelotas, RS, <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado, Núcleo de Alimentos, Pelotas, RS

\*E-mail: jardel2a1@hotmail.com

**RESUMO** – Neste trabalho, avaliou-se o efeito de diferentes antioxidantes e suas concentrações na qualidade físico-química de maçãs cultivar Fuji minimamente processadas e armazenadas em câmara fria a 4 °C e 90-95% de umidade relativa por até 9 dias simulando as condições de comercialização. As maçãs foram cortadas em gomos, sanitizadas e imersas por um min em diferentes antioxidantes, sendo em seguida acondicionadas em bandejas de polietileno. Os tratamentos utilizados foram: (T1): Água destilada - Controle; (T2): L-cisteína 0,6 %; (T3): Eritorbato de sódio 3%; (T4): Eritorbato de sódio 4%; (T5): Eritorbato de sódio 5%; (T6): 4-hexilresorcinol 0,1%; (T7): 4-hexilresorcinol 0,2% e (T8): 4-hexilresorcinol 0,3%. As avaliações de pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e índice de maturação (*Ratio*) foram realizadas na instalação do experimento (0 dias) e após 3, 6 e 9 dias de armazenamento. As avaliações físico-químicas não mostraram perda de qualidade significativa ao longo dos 9 dias de armazenamento em câmara fria simulando as condições de prateleira nas maçãs cv. Fuji minimamente processadas. Este comportamento foi observado em todos os tratamentos, mesmo havendo diferença estatística entre alguns períodos de armazenamento e alguns antioxidantes utilizados neste experimento.

**Palavras-chave:** processamento mínimo; qualidade; *Malus domestica* Borkh

## 1. INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica* Borkh.) possui considerável valor nutritivo e baixo valor calórico, sendo constituída principalmente por água e açúcares, apresentando reduzido teor de proteína e gordura; além disso, é rica em fibra, minerais e vitaminas, sendo estes três últimos elementos os principais responsáveis pelas vantagens nutricionais deste fruto (GONÇALVES, 2007; USDA, 2006). Uma alternativa para agregar valor à cadeia da maçã é a sua comercialização como um produto minimamente processado. Atualmente, a popularidade de frutas minimamente processadas tem sido atribuída aos benefícios causados à saúde, associados a produtos

com características próximas ao estado fresco (BASTOS, 2006). Neste contexto, os produtos denominados minimamente processados (MP) são definidos como frutas, hortaliças, ou combinação destas, que tenham sido fisicamente alteradas em sua forma original, isto é, sanitizadas, descascadas, cortadas, embaladas e posteriormente oferecidas ao consumidor na forma de um produto pronto para o consumo e com valor nutritivo (CENCI, 2011). No entanto, produtos minimamente processados têm uma vida-útil relativamente curta devido aos cortes realizados durante o processamento e à sua manipulação, o que ocasiona alterações no metabolismo vegetal (PEREIRA et al., 2010). Isso ocasiona um aumento do metabolismo respiratório com produção de etileno, perda de água, pigmentos e vitaminas, além de acelerar as reações de escurecimento enzimático e não enzimático (OETTERER, 2006). O escurecimento enzimático é um problema em maçãs minimamente processadas, pois provoca o rechaço do consumidor. Uma alternativa para prevenir estas alterações provocadas pelo processamento é o uso de agentes antioxidantes que atuam prevenindo o escurecimento enzimático e prolongando a vida útil de vegetais MP (RICHARD-FORGET, GOUPY & NICOLAS, 1992).

Objetivou-se com este trabalho avaliar às características físico-químicas em maçãs cv. Fuji minimamente processadas quanto aos efeitos de agentes antioxidantes e simulação da vida de prateleira à 4 °C por até 9 dias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Alimentos/Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, com maçãs cv. Fuji, safra 2014, armazenadas em câmara fria a  $\pm 1$  °C e umidade relativa (UR) de 90 – 95 % até a montagem do experimento. Para a execução deste experimento, os frutos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por dez minutos para sanitização, sendo logo após cortados em quatro fatias (no formato de gomos) onde foi retirada a parte central com as sementes, deixando a epiderme. As fatias dos frutos foram novamente imersas por um minuto em cada um dos seguintes tratamentos: T1: Água destilada - controle; T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Eritorbato de sódio 3 %; T4: Eritorbato de sódio 4 %; T5: Eritorbato de sódio 5 %; T6: 4-hexilresorcinol 0,1 %; T7: 4-hexilresorcinol 0,2 % e T8: 4-hexilresorcinol 0,3 %. A seguir, as maçãs foram retiradas e colocadas em peneiras por 5 minutos para escorrer o excesso de solução. Após, foram dispostas cinco fatias de maçã em bandeja de poliestireno as quais foram embaladas com filme PVC esticável 9 micra, sendo armazenadas por quatro períodos: 0 dias (P1), 3 dias (P2), 6 dias (P3) e 9 dias (P4) em câmara fria a uma temperatura aproximada de 4 °C e UR de 90-95 %. Para avaliar o efeito dos antioxidantes perante a qualidade físico-química das maçãs minimamente processadas, foram realizadas as seguintes análises: sólidos solúveis totais (SST - °Brix), pH, acidez total titulável (ATT - % de ácido málico) e a relação SST/ATT (*Ratio*), seguindo metodologia AOAC (2002) com adaptações.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial composto por oito tratamentos com várias concentrações de antioxidantes e quatro períodos de armazenamento (8 x 4). A unidade experimental foi constituída por uma bandeja de cinco gomos de maçã com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando este foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado na Tabela 1, o potencial hidrogeniônico (pH), os sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT foram afetados significativamente pela interação entre os períodos de armazenamento e tratamentos em maçã cv. Fuji minimamente processadas.

No que se refere ao pH, foi observado que os tratamentos T1 e T2 nos períodos P2 e P3 foram os que apresentaram o menor valor de pH, enquanto nos períodos P1 e P4 o tratamento T2 foi o que apresentou o menor valor de pH. Entre os períodos de armazenamento foi observado que os tratamentos T2, T3, T4, T5, T6 e T7 não apresentaram diferenças significativas nos diversos períodos. Os tratamentos T1 e T8 foram os únicos que tiveram um aumento estatisticamente significativo do valor do pH ao longo dos 9 dias de armazenamento em câmara fria simulando as condições de vida de prateleira. Este aumento da concentração de pH pode contribuir para uma melhor preservação das características físico-químicas de frutos minimamente processados, segundo GOMES et al. (2010).

Com relação à acidez total titulável (ATT) os valores médios encontrados neste experimento variaram de 0,17 a 0,24 % de ácido málico. Valores próximos aos descritos por Goularte (2010), onde a ATT para maçãs cv. Fuji, *in natura*, colhidas no estágio de maturação comercial, variaram de 0,22 a 0,23 % de ácido málico. Observando o comportamento dos antioxidantes ao longo dos 9 dias de armazenamento, verifica-se que os tratamentos T7 e T8 foram os que apresentaram uma redução no teor de ATT, situação oposta à observada no tratamento T2. Segundo Kays (1991), concentração de ácidos orgânicos tende a declinar durante o armazenamento devido à larga utilização desses compostos como substrato respiratório. Quando se observa o comportamento dos antioxidantes nos distintos períodos de armazenamento (P1, P2, P3 e P4), constatou-se que, mesmo havendo diferença estatística entre os distintos tratamentos nos P2, P3 e P4, a variação que ocorreu não seguiu uma tendência padrão. No P4, as amostras com L-cisteína 0,6 % (T2) e o eritorbato de sódio 5 % (T5) foram os tratamentos que também apresentaram os maiores teores de ácido málico. No P1 não foi observada diferença estatística entre os tratamentos.

No que se refere aos sólidos solúveis totais (SST), os valores médios observados neste experimento variaram de 11,46 a 14,36 °Brix. Fontes et al. (2008), trabalhando com maçãs cv. 'Royal Gala' tratadas com diferentes películas comestíveis, encontraram valores de SST entre 10,3 a 16,6 °Brix, valores semelhantes aos encontrados neste experimento. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), em maçãs, frutos de comportamento climatérico, a quantidade de SST tende a aumentar durante os períodos (P) de armazenamento, pelo fato destes continuarem o processo de respiração e converter o amido acumulado no fruto em açúcares, o que provoca a desidratação da fruta e concentra os açúcares. Neste experimento, todos os antioxidantes avaliados apresentaram estabilidade na quantidade de SST, com exceção da L-cisteína 0,6 % (T2) que apresentou um decréscimo na concentração de açúcares no P3. Avaliando o comportamento dos tratamentos antioxidantes relacionado ao SST em cada um dos quatro períodos, constata-se que os mesmos não apresentaram diferença estatística no P1. Nos demais períodos a resposta dos tratamentos foi variada. No P3 o tratamento que apresentou a menor concentração de SST foi o T2 mesmo que este não tenha diferido estatisticamente de T3, T4 e T6. No P4, a maior concentração de açúcares foi verificada no tratamento (T7) 4-hexilresorcinol 0,2 %, mas não foi observada diferença significativa deste com os tratamentos T1, T2, T3, T6 e T8.

**Tabela 1.** Avaliação físico-química (pH, acidez total titulável - ATT, sólidos solúveis totais - SST, índice de maturação - SST/ATT - *Ratio*) em fatias de maçã cv. Fuji minimamente processada, armazenada em câmara fria com temperatura de  $\pm 4$  °C e umidade relativa de 90-95 % por diversos períodos (P1 - 0 dias, P2 - 3 dias, P3 - 6 dias e P4 - 9 dias). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2015.

Tratamentos (T)	pH											
	PERÍODOS (P)											
	P1			P2			P3			P4		
T1	ab	3,88	CD	ab	3,87	BC	b	3,84	BC	a	3,95	A
T2	a	3,70	E	a	3,75	C	a	3,77	C	a	3,74	B
T3	a	3,97	ABC	a	3,97	AB	a	3,93	AB	a	3,99	A
T4	a	4,04	AB	a	4,05	A	a	3,96	AB	a	4,04	A
T5	a	4,08	A	a	3,99	AB	a	3,99	A	a	3,95	A
T6	a	3,97	ABC	a	3,92	AB	a	3,94	AB	a	3,98	A
T7	a	3,84	D	a	3,89	B	a	3,89	AB	a	3,99	A
T8	b	3,93	BCD	b	3,92	AB	a	4,01	A	a	4,05	A
<b>ATT - ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (% Ácido málico)</b>												
T1	a	0,20	A	a	0,20	AB	a	0,18	AB	a	0,18	BC
T2	ab	0,20	A	ab	0,19	B	b	0,18	AB	a	0,22	A
T3	a	0,20	A	a	0,21	AB	a	0,20	AB	a	0,18	BC
T4	a	0,20	A	a	0,17	B	a	0,18	AB	a	0,16	C
T5	a	0,21	A	a	0,20	AB	a	0,23	A	a	0,20	AB
T6	a	0,18	A	a	0,18	B	a	0,17	B	a	0,17	BC
T7	a	0,22	A	ab	0,21	AB	ab	0,19	AB	b	0,18	BC
T8	ab	0,21	A	a	0,24	A	ab	0,19	AB	b	0,17	BC
<b>SST - SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTÁIS (°Brix)</b>												
T1	a	12,50	A	a	13,23	AB	a	13,33	AB	a	12,86	AB
T2	a	13,03	A	a	12,53	AB	b	11,46	C	a	13,26	AB
T3	a	12,93	A	a	12,36	AB	a	12,86	ABC	a	13,40	AB
T4	a	13,33	A	a	12,50	AB	a	12,03	BC	a	12,70	B
T5	a	13,36	A	a	13,10	AB	a	14,03	A	a	12,63	B
T6	a	13,06	A	a	11,93	B	a	12,66	ABC	a	13,56	AB
T7	a	13,66	A	a	14,20	A	a	13,96	A	a	14,36	A
T8	a	13,33	A	a	13,93	A	a	13,23	AB	a	13,33	AB
<b>ÍNDICE DE MATURAÇÃO (SST/ATT - <i>Ratio</i>)</b>												
T1	a	62,61	B	a	63,60	AB	a	72,69	A	a	69,70	AB
T2	a	62,59	B	a	64,49	AB	a	61,31	A	a	58,22	C
T3	ab	63,90	B	b	58,01	B	ab	64,13	A	a	71,28	AB
T4	a	64,86	AB	a	73,10	A	a	65,87	A	a	77,24	A
T5	a	63,94	B	a	65,19	AB	a	62,07	A	a	63,24	BC
T6	a	72,66	A	a	63,10	AB	a	71,64	A	a	77,30	A
T7	c	61,10	B	bc	67,17	AB	ab	73,40	A	a	77,35	A
T8	bc	62,20	B	c	58,48	B	ab	68,24	A	a	74,71	A

T1: água destilada (Controle); T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Eritorbato de sódio 3 %; T4: Eritorbato de sódio 4 %; T5: Eritorbato de sódio 5 %; T6: 4-hexilresorcinol 0,1 %; T7: 4-hexilresorcinol 0,2 % e T8: 4-hexilresorcinol 0,3 %. Médias antecedidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos (P), médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) pelo teste Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

A relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT – *Ratio*) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez (CHITARRA & CHITARRA, 2005). De acordo com Bleinroth (1992), os sólidos solúveis totais (SST) têm tendência de aumento com o avanço da maturação, enquanto a acidez total titulável (ATT) diminui com o amadurecimento, portanto, a relação SST/ATT é diretamente proporcional aos SST e inversamente proporcional a ATT. Neste experimento, ao verificar o comportamento da relação SST/ATT nos períodos de armazenamento refrigerado, observou-se que os tratamentos T7 e T8 apresentaram a maior relação SST/ATT nos períodos P3 e P4, o qual proporcionaria a estes tratamentos uma maior aceitabilidade no quesito sabor. Os tratamentos T1, T2, T4, T5 e T6 não apresentaram diferença estatística nos diversos períodos do experimento. Aos 9 dias de armazenamento em câmara fria (P4), os tratamentos T2 e T5 foram os que apresentaram a menor relação SST/ATT. Os valores médios da relação SST/ATT variaram de 58,01 a 77,35, superiores aos encontrados por Ferri et al. (2007) trabalhando com maçãs cv. Fuji.

#### 4. CONCLUSÃO

As avaliações físico-químicas não revelaram perda de qualidade significativa ao longo dos 9 dias de armazenamento em câmara fria, simulando as condições de prateleira nas maçãs cv. Fuji minimamente processadas. Este comportamento foi observado em todos os tratamentos, mesmo havendo diferença estatística entre alguns períodos de armazenamento e alguns antioxidantes utilizados.

#### 5. AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado, ao PPGCTA/UFPel, a Rasip Agropastoril S.A. e a Embrapa Clima Temperado pela disponibilização de material e infra-estrutura utilizados neste trabalho.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – A.O.A.C. **Official Methods of analysis**. 17ed. Arlington: A.O.A.C, v.2. 2002.
- BASTOS, M. S. R. Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 59 p. 2006.
- BLEINROTH, E. W. (Coord.) *et al.* Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. 2. Ed. **Rev. Campinas: ITAL**, 1992. 203 p. (Manual Técnico, 9).
- 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 frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. v. 1, 783 p. 2005.

- FERRI, V. C.; RISTOW, N.C.; SILVA, P. R.; PEGORARO, C.; FERRAREZE, J. P. Uso do composto fenólico natural de resveratrol para a manutenção da qualidade em pós-colheita de maçã ‘catarina’ e ‘fuji’ mantidas em temperatura ambiente. **Rev. Bras. Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.
- 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, Campinas**, v. 28, n. 4, p. 872-880, out.-dez. 2008.
- GOMES, M.H.; FUNDO, J. F.; SANTOS, S.; AMARO, A. L.; ALMEIDA, D. P. F. Hydrogen ion concentration affects quality retention and modifies the effect of calcium additives on fresh-cut ‘Rocha’ pear. **Biology Postharvest and Technology**, v.58, n.3, p.239-246, 2010.
- GONÇALVES, A. I. S. R. Efeito da Aplicação de Revestimentos Comestíveis Enriquecidos em Antioxidantes na Conservação de Frutos Minimamente Processados. 106 f. **Dissertação** (Controle de Qualidade e Toxicologia dos Alimentos – Faculdade de Farmácia). Universidade de Lisboa. 2007
- GOULARTE, V. D. S., ANTUNES, E. C., ANTUNES, P. L. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 20, p. 160-163, 2010.
- KAYS, J. S.; Postharvest physiology of perishables plant products, **Van Nostrand Reinhold**, New York, p. 335 – 407, 1991.
- OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia em alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.
- PEREIRA, N.; GAMAGE, T. V.; WAKELING, L.; GAMLATH, G. G. S.; VERSTEEG, C. Colour and texture of apples high pressure processed in pineapple juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 11, n. 3, p. 39-46, 2010.
- RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; NICOLAS, J.J. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. Kinetic studies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2.108-2.113, 1992.
- USDA: **USDA National Nutrient Database for Standard Reference**. 2006, 19.