

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Dissertação

**Agentes coadjuvantes na preservação de maçã (*Malus domestica* Borkh.)
minimamente processada**

Jardel Araújo Ribeiro

Pelotas, 2016

JARDEL ARAÚJO RIBEIRO

AGENTES COADJUVANTES NA PRESERVAÇÃO DE MAÇÃ (*Malus domestica* Borkh.) MINIMAMENTE PROCESSADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Comitê de Orientação: Dr. Rufino Fernando Flores Cantillano

PhD. Leonardo Nora

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R484a Ribeiro, Jardel Araujo

Agentes coadjuvantes na preservação de maçã (*Malus domestica* Borkh) minimamente processada / Jardel Araujo Ribeiro ; Leonardo Nora, orientador ; Rufino Fernando Flores Cantillano, coorientador. — Pelotas, 2016.

112 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. *Malus domestica* Borkh. 2. Processamento mínimo. 3. Escurecimento enzimático. 4. Agentes coadjuvantes. I. Nora, Leonardo, orient. II. Cantillano, Rufino Fernando Flores, coorient. III. Título.

CDD : 634.11

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Banca Examinadora:

Prof. Ph.D. Leonardo Nora (UFPel – PPGCTA)

Dr. Gabriel Ollé Dalmazo (UFPel - PPGCTA)

Pesq. Dra. Ana Cristina Richter Krolow (Embrapa - CPACT)

Pesq. Ph.D. Juliana Rocha Vinholes (Embrapa - CPACT)

Pesq. Dr. Rufino Fernando Flores Cantillano (Embrapa – CPACT)

As pessoas mais importantes da minha vida, meu pai Júlio Luiz e minha mãe
Cleusa, pelo amor, sacrifícios e incentivos para que eu continuasse minha
jornada e conseguisse chegar até aqui.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é o reconhecimento da necessidade que temos do outro; é quando admitimos que sozinhos não teríamos chegado onde chegamos.

Por isso, agradeço aos meus pais Julio Luiz e Cleusa pelo apoio e incentivo incondicional durante toda a minha vida.

Aos meus orientadores, pesquisador Dr. Rufino Fernando Flores Cantillano e professor Ph.D. Leonardo Nora por todas as conversas, ensinamentos, paciência, incentivo, oportunidades e confiança em mim depositada.

Ao doutorando Maurício Seifert, pelo companheirismo, paciência, incentivo, ensinamentos, conselhos e amizade. Minha eterna gratidão!

A Dra. Maria Laura Mattos e Me. Liane Aldrighi, do laboratório de microbiologia do Solo da Embrapa Clima Temperado pela ajuda e auxílio nas horas de sufoco.

Ao Dr. Ricardo Valgas pelos ensinamentos de estatística.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita e de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, que participaram desta fase da minha vida, com carinho, amizade e ensinamentos.

Ao querido Lucas Soares por me apoiar e me incentivar a seguir a carreira acadêmica.

As colegas de graduação, Juliana Carvalho e Bruna Martinato pelas palavras de apoio e incentivo.

A todos os meus amigos e colegas, que sempre torceram por mim, me incentivaram e me apoiaram.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Embrapa Clima Temperado, pela disponibilização de sua estrutura, onde meu trabalho de mestrado pode ser executado.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Aqui fica a minha eterna gratidão a todos aqueles que foram importantes na realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta.

"Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

Antoine-Laurent de Lavoisier

Resumo

RIBEIRO, J.A. **Agentes coadjuvantes na preservação de maçã (*Malus domestica* Borkh.) minimamente processada.** 2016. 112f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A maçã minimamente processada é amplamente aceita pelos consumidores, especialmente em países desenvolvidos. Entretanto, após o processamento, a maçã sofre rápida degradação de cor, aroma, sabor e textura, tornando-se inapropriada para consumo. Neste trabalho buscou-se minimizar as alterações em maçãs (*Malus domestica*, Borkh) das cv. 'Fuji' e 'Gala' minimamente processadas em fatias com casca por imersão em soluções contendo coadjuvantes de conservação. Avaliou-se as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas das maçãs sanitizadas com hipoclorito de sódio, cortadas em oito fatias longitudinais e em seguida imersas por 1 minuto nos seguintes agentes coadjuvantes: T1: Controle - água destilada + cloreto de cálcio 1 % (m/v); T2: L-cisteína 0,6 % (m/v) + cloreto de cálcio 1 % (m/v); T3: Eritorbato de sódio 5 % (m/v) + cloreto de cálcio 1 % (m/v); T4: Ácido eritórlico 3 % (m/v) + cloreto de cálcio 1 % (m/v) e T5: Ácido kójico 0,07 % (m/v) + cloreto de cálcio 1 % (m/v). Após, acondicionou-se 8 fatias em bandeja de polietileno envolta por filme de PVC (9 μ m de espessura) e armazenou em câmara refrigerada a ± 4 °C e umidade relativa (U.R.) 90 % - 95 %. As avaliações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas foram realizadas com 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento. Os tratamentos T2, T3 e T4 proporcionaram melhor aparência, em função do menor escurecimento. Mesmo havendo diferença estatística entre os agentes coadjuvantes, não foi verificado uma perda de qualidade significativa nas avaliações físico-químicas ao longo dos nove dias de armazenamento em câmara refrigerada. Na avaliação sensorial o tratamento controle (T1) resultou em um produto com menor desempenho nas variáveis uniformidade da cor, escurecimento da polpa e intenção de compra já o T2 apresentou baixo odor e sabor característico, desta forma, afetando a qualidade geral. O T3 apresentou os melhores resultados em todas as variáveis sensoriais avaliadas sendo o T4 o

agente coadjuvante que pode ser utilizado como uma segunda opção por apresentar avaliação superior a T1, T2 e T5 mas inferior ao T3. Os resultados de análises microbiológicas permitiram classificar os produtos minimamente processados obtidos neste estudo como microbiologicamente seguros, conforme os parâmetros da Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Governo Brasileiro (RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001).

Palavras-Chave: *Malus domestica* Borkh. Processamento mínimo. Escurecimento enzimático. Agentes coadjuvantes.

Abstract

RIBEIRO, J.A. **The use of coadjuvants agents in the preservation of minimally processed apple (*Malus domestica* Borkh.)**. 2016. 112f. Dissertation (Master Degree in Food Science and Technology) – Federal University of Pelotas, Pelotas.

The Effect of antibrowning agents on minimally processed apple slice was studied during refrigerated storage. Slices with peel (eight longitudinal slices per fruit), from 'Fuji' e 'Gala' apple cultivars, were sanitized with sodium hypochlorite and soaked for 1 minute in the following solutions: CaCl_2 1 % (m/v) (T1, control); L-cysteine 0,6 % (m/v) + CaCl_2 1 % (m/v) (T2); sodium erythorbate 5 % (m/v) + CaCl_2 1 % (m/v) (T3); erythorbic acid 3 % (m/v) + CaCl_2 1 % (m/v) (T4) and kojic acid 0,07% (m/v) + CaCl_2 1 % (m/v) (T5). Eight slices were placed on polystyrene baskets, sealed with PVC film (9 μm thick), and stored at 4 °C and 90 % - 95 % relative humidity. Physicochemical, sensorial and microbiological analysis were performed at 0, 3, 6 and 9 days of storage. Treatment 2, T3 and T4 resulted slices with reduced browning. The results for the physicochemical analysis were different among treatments, however were not significantly affected along the storage period. T3, similar to T4, was the most effective, and T1 the least effective preservation treatment in terms of sensory quality after 9 days. The microbiological analysis indicated that all treatments resulted products microbiologically safe according to Brazilian Government Standard (RDC nº 12, January, 2001).

Keywords: *Malus domestica* Borkh. Minimal processing. Enzymatic browning. Supporting agents.

Lista de Figuras

Figura 1: Produção (toneladas) de maçãs no Brasil.....	21
Figura 2: Estados com maior produção de maçã no Brasil em 2015 (RS – Rio Grande do Sul, SC – Santa Catarina e PR – Paraná).....	23
Figura 3: Principais cultivares de maçãs produzidas no estado do Rio Grande do Sul em 2015.	23
Figura 4: Fluxograma do processo de preparação das amostras de maçãs cv. ‘Fuji’ e ‘Gala’ minimamente processadas para realização do presente estudo.	44
Figura 5: Potencial hidrogeniônico (pH) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	54
Figura 6: Sólidos solúveis Totais (SST) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95% por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	56
Figura 7: Acidez titulavel (AT) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias.....	58
Figura 8: Firmeza da polpa em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	59
Figura 9: Perda de massa em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	61

Figura 10: Ação dos agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) sobre a inibição do escurecimento em maçãs da cultivar ‘Gala’ minimamente processadas e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	62
Figura 11: Ação dos agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) sobre a inibição do escurecimento em maçãs da cultivar ‘Fuji’ minimamente processadas e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	63
Figura 12: Valor de L^* - luminosidade em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	64
Figura 13: Valor de b^* em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	67
Figura 14: Ângulo HUE em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	68
Figura 15: Matiz CROMA em maçãs cv. ‘Fuji’ minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por diferentes períodos (E1, E2, E3 e E4) em câmara refrigerada a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	70
Figura 16: Índice de escurecimento em maçãs cv. ‘Fuji’ minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	71
Figura 17: Fenóis em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em	

câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 72

Figura 18: Atividade antioxidante em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 74

Figura 19: Polifenoloxidase em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 76

Figura 20: Peroxidase em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016. 77

Figura 21: Avaliação sensorial em maçãs 1.A, 1.B, 2.A, 2.B, 3.A, 3.B, 4.A, 4.B, 5.A e 5B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada por 0, 3, 6 e 9 dias a $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 80

Lista de Tabelas

Tabela 1: Composição média de energia, nutrientes, fibras e fitoquímicos em maçã	24
Tabela 2: Valor de a^* em maçãs cv. 'Gala' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por 0, 3, 6 e 9 dias em câmara refrigerada a 4 °C e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	65
Tabela 3: Valor de a^* em maçãs cv. 'Fuji' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por 0, 3, 6 e 9 dias em câmara refrigerada a 4 °C e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.	66
Tabela 4: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 1 (água destilada + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	82
Tabela 5: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 2 (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	83
Tabela 6: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 3 (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	83
Tabela 7: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 4 (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.	84
Tabela 8: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 5 (Ácido kójico 0,07 % + cloreto de cálcio 1 %),	

armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 85

Tabela 9: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 1 (água destilada + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 85

Tabela 10: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 2 (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 86

Tabela 11: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 3 (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 87

Tabela 12: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 4 (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 88

Tabela 13: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 5 (Ácido kójico 0,07 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. 88

Sumário

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Objetivo.....	20
1.2 Hipótese	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Maçã	20
2.2 Maçã cv. ‘Gala’	25
2.3 Maçã cv. ‘Fuji’	26
2.4 Produtos Minimamente Processados	27
2.5 Escurecimento Enzimático.....	29
2.6 Agentes Coadjuvantes.....	30
2.7 Armazenamento sob refrigeração.....	32
2.8 Características Físico-Químicas	34
2.8.1 Cor.....	34
2.8.2 Firmeza da Polpa.....	35
2.8.3 Sólidos Solúveis Totais.....	36
2.8.4 Potencial Hidrogeniônico	36
2.8.5 Acidez Total Titulável.....	37
2.8.6 Compostos Fenólicos Totais.....	38
2.8.7 Polifenoloxidase (PFO)	39
2.8.8 Peroxidase (POD).....	39
2.8.9 Características Sensoriais	40
2.8.10 Características Microbiológicas	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 Obtenção das Amostras	42
3.2 Preparo das Amostras	43
3.3 Análises Físico-Químicas	44

3.3.1 Perda de Massa.....	44
3.3.2 Avaliação da cor	45
3.3.3 Firmeza da Polpa.....	45
3.3.4 Sólidos Solúveis.....	45
3.3.5 Potencial Hidrogeniônico	46
3.3.6 Acidez total titulável	46
3.3.7 Compostos fenólicos totais	46
3.3.8 Atividade antioxidante.....	47
3.3.9 Atividade enzimática	47
3.3.9.1 Polifenoloxidase.....	47
3.3.9.2 Peroxidase.....	48
3.3.10. Proteína	48
3.4 Análises Sensoriais	48
3.5 Análises Microbiológicas.....	50
3.5.1 Caracterização microbiológica.....	53
3.6 Análise Estatística	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Características Físico-Químicas	54
4.2 Análise Sensorial	78
4.3 Análise microbiológica	81
5. CONCLUSÃO.....	89
6. REFERÊNCIAS.....	89
Apêndice A.....	108
Apêndice B.....	109
Apêndice C.....	110

1. INTRODUÇÃO

A maçã minimamente processada, fatiada com casca, é amplamente aceita pelos consumidores, especialmente em países desenvolvidos. Entretanto, a maçã assim que processada sofre rápida degradação de cor, aroma, sabor e textura, tornando-se inapropriada para consumo. Os danos na integridade dos tecidos ocasionam aumento de atividade metabólica, com aumentos na produção de etileno, respiração e nas reações enzimáticas e puramente químicas (PERERA et al., 2010), resultando diversas alterações na polpa como: (a) escurecimento, (b) amolecimento, (c) perda de água, (d) sabores e odores indesejáveis (MARTÍN-BELLOSO et al., 2007) e (e) maior suscetibilidade ao crescimento de micro-organismos (SCHLIMME, 1995).

Segundo Dogan e Dogan, (2004) o escurecimento enzimático na maçã é muito acentuado devido à grande quantidade de compostos fenólicos presentes neste fruto. Ele pode ocorrer devido aos danos mecânicos decorrentes do fatiamento que permitem a penetração de oxigênio nos tecidos e o contato entre as enzimas e seus substratos ou simplesmente a oxidação química de compostos expostos ao oxigênio, resultando em um rápido escurecimento da polpa. No fruto intacto esse escurecimento não ocorre porque os substratos fenólicos que determinam o referido escurecimento, como o ácido 5-cafeoilquínico, estão contidos em vacúolos e as polifenoloxidasas (PFO) em plastos, o que impede a reação enzimática de escurecimento (WHITAKER; VORAGEN; WONG, 2003).

No processamento mínimo de maçã, onde se busca preservar as características da fruta *in natura*, os métodos físicos têm se mostrado inadequados na inibição da atividade enzimática da PFO e da peroxidase (POD), pois em regra comprometem a textura da fruta, sendo o emprego de agentes químicos coadjuvantes a melhor alternativa, para complementar ou substituir os métodos físicos (KUMAR et al., 2012).

Muito embora os agentes químicos coadjuvantes sejam amplamente utilizados na preservação de maçã minimamente processada, há margem para aprimoramento quanto a identificação de melhores métodos para utilização dos mesmos, especialmente considerando que as características da maçã, decorrentes de aspectos varietais, edafoclimáticos, cultivo, estágio de maturação

e de condições de pós-colheita podem interferir na performance dos agentes coadjuvantes químicos.

1.1 Objetivo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes agentes coadjuvantes químicos (L-cisteína, ácido eritórbito, eritorbato de sódio, ácido kójico e cloreto de cálcio) quanto a inibição do escurecimento da polpa, preservação das características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de maçãs minimamente processadas, armazenadas em câmara refrigerada a 4 °C por até 9 dias.

1.2 Hipótese

A hipótese testada neste estudo é de que os agentes coadjuvantes, adequadamente aplicados, podem inibir o escurecimento da polpa de maçãs minimamente processadas, bem como preservar as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas dos frutos armazenados em câmara refrigerada a 4 °C por até 9 dias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Maçã

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) pertence à família Rosaceae, uma das maiores e mais conhecidas famílias das dicotiledôneas pela importância econômica de muitas de suas espécies que produzem frutos de clima temperado (JOLY, 1993). Segundo Dobrzański *et al.*, (2006) existem mais de 7500 cultivares de maçã no mundo. Além disso, é um dos frutos climatéricos mais consumidos no mundo (WU *et al.*, 2007; CASTRO-GIRÁLDEZ *et al.*, 2010).

Sua importância econômica no cenário mundial está relacionado aos grandes volumes de frutos produzidos e comercializados. É a quinta fruta mais produzida no mundo, com produção estimada em 76,38 milhões de toneladas

em 2012, sendo superada apenas pela melancia, banana, uva e laranja (FAOSTAT, 2015). O grande consumo de maçãs está relacionado à excelente qualidade gustativa e visual dos frutos (FRANCESCATTO, 2014), e a alta capacidade de conservação em câmaras de armazenamento com atmosfera controlada, que permite estender o período de oferta da fruta para o ano todo (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2012).

Segundo a FAO (2015), no ano de 2012, a China foi a maior produtora mundial de maçãs e o Brasil ficou na 11^a colocação entre os produtores mundiais. A produção de maçãs em escala comercial no Brasil ocorre a partir da década de 1960.

Desde então, gradativamente a participação da maçã na balança comercial brasileira modificou-se, passando de segundo principal item agrícola em importação no começo dos anos 1960 para geradora de divisas através da exportação a partir do final dos anos 1980 (BRDE, 2010), sendo que a partir do ano 2000, as exportações vêm superando as importações (PETRI et al., 2011).

Os fatores responsáveis por esse grande crescimento devem-se ao desenvolvimento das tecnologias utilizadas nos cultivos, pela logística implantada, pela definição de cultivares capazes de atender às exigências dos consumidores (FACHINELLO et al., 2011).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2015) a área plantada de maçãs no Brasil em 2015 foi de 36.125 hectares com uma produção 1.271 milhão de toneladas. Estes dados podem ser observados na Figura 1.

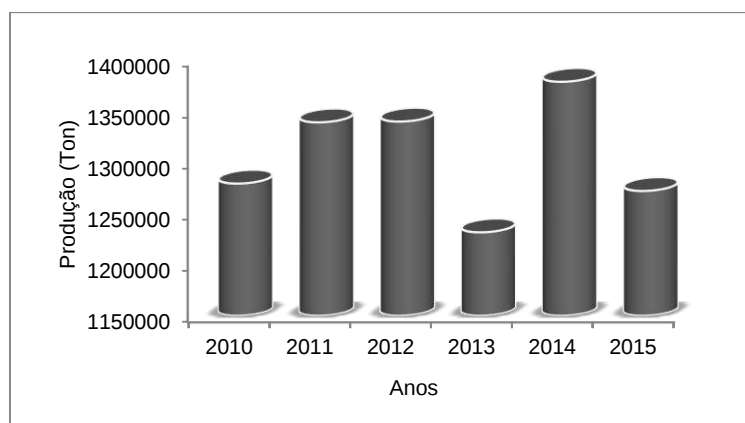


Figura 1: Produção (toneladas) de maçãs no Brasil

Fonte: IBGE

As condições mais favoráveis para o cultivo da maçã são observadas apenas em regiões acima de 900 m de altitude no Sul do Brasil (NACHTIGALL et al., 2004). Isso ocorre porque a cultura da macieira se desenvolve bem em zonas de clima temperado, onde as variedades comerciais satisfazem as suas necessidades em horas de frio menores ou iguais a 7 °C (TROMP, 2005). Esta cultura necessita de baixas temperaturas para o adequado crescimento vegetativo e desenvolvimento reprodutivo sexuado, apresentando-se apta para produzir satisfatoriamente em condições de inverno brando a rigoroso. Adapta-se a quase todos os tipos de solo, preferindo sílico-argiloso e argilo-silicoso, profundo e drenado (CÓRDOVA, 2006).

O cultivo da macieira no país se concentra na Região Sul do Brasil (PETRI et al., 2011), sendo esta responsável por 98% da produção nacional. Santa Catarina é o maior produtor nacional de maçãs, com aproximadamente 48% da área plantada e uma produção total estimada em 613.828 toneladas (IBGE, 2015), sendo o município de Campos de Lages/SC o maior produtor de maçãs daquele estado, com uma produção aproximada de 427.175 toneladas (EPAGRI, 2015). Segundo Bittencourt et al., (2011) desde o início da década, Santa Catarina despontou como o maior produtor de maçãs, aumentando significativamente sua participação na produção nacional, impulsionada pelo constante crescimento do número de produtores e da área cultivada.

O Rio Grande do Sul (RS) é o segundo maior produtor, com aproximadamente 47 % do total da área plantada e uma produção aproximada de 598.513 toneladas (IBGE, 2015). O município de Vacaria/RS é o maior produtor do RS cuja produção é de 277.835 toneladas. No entanto, o cultivo da macieira também é expressivo nos municípios de Caxias do Sul, Bom Jesus, Muitos Capões, Monte Alegre dos Campos e São Francisco de Paula (AGAPOMI, 2015). A região de Vacaria no RS é preferencial para o cultivo da maçã, levando em consideração o número de horas de frio/ano ($\pm 600h$) com temperatura abaixo de 7,2 °C, acumuladas de maio a agosto (MOTA; ALVES, 1990).

O estado do Paraná (PR) é o terceiro maior produtor do país, com uma área total plantada de 1.700 hectares e uma produção aproximada de 50.876 toneladas de maçã (IBGE, 2015).

A participação dos três principais estados produtores de maçã no Brasil pode ser observada na Figura 2.

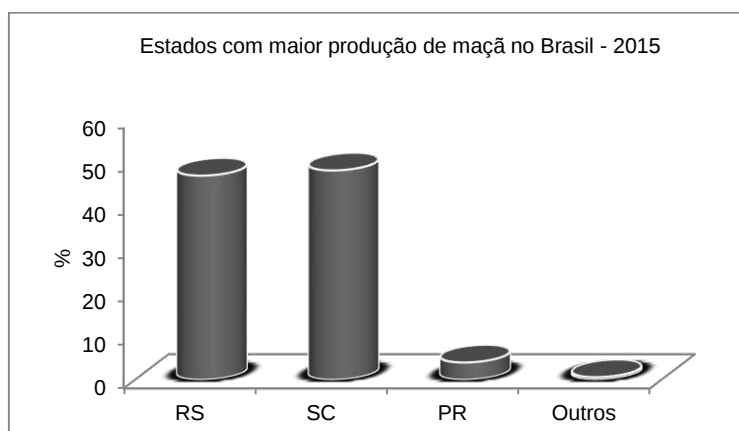


Figura 2: Estados com maior produção de maçã no Brasil em 2015 (RS – Rio Grande do Sul, SC – Santa Catarina e PR – Paraná)

Fonte: IBGE

Devido às qualidades organolépticas que agradam o paladar do consumidor brasileiro (FIORAVANÇO et al., 2010), ‘Gala’, ‘Fuji’ e seus clones mutantes são as principais cultivares de maçã produzidas no Brasil (VASQUES et al., 2006). No Rio Grande do Sul a cultivar ‘Gala’ e seus clones representam 66 % da produção total de maçãs, seguida pela cultivar ‘Fuji’ 27,35 %, ‘Eva’ 2,39 % e as outras cultivares representam 4,64 % das maçãs produzidas neste estado (AGAPOMI, 2015). A participação de cada cultivar na produção nacional pode ser observada na Figura 3.

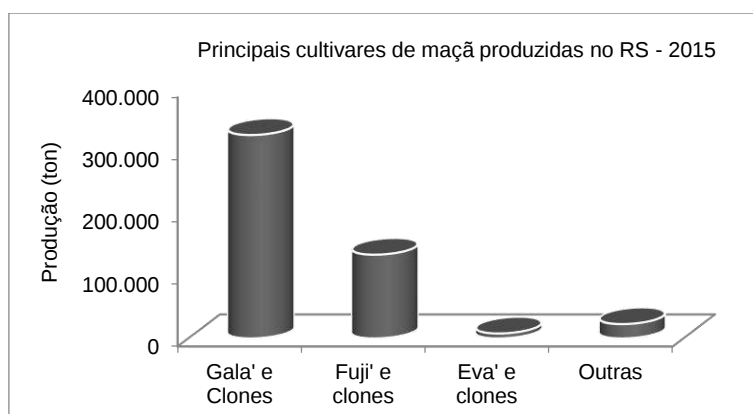


Figura 3: Principais cultivares de maçãs produzidas no estado do Rio Grande do Sul em 2015.

Fonte: AGAPOMI

A maçã apresenta uma composição bastante equilibrada e moderadamente energética, principalmente no que se refere à quantidade de calorias, apresentando um sabor agradável proporcionado por um equilíbrio entre o teor de açúcar e a acidez (FELICIANO et al., 2010).

A composição química dos frutos é intensamente influenciada pela variedade/cultivar, condições de produção (luz, temperatura, etc.), técnicas culturais, data de colheita, índice de maturação, condições de armazenamento, manipulação do fruto em pós-colheita, entre outros fatores (WILLS et al., 2007; BARRETT; BEAULIEU; SHEWFELT, 2010). Na Tabela 1 apresenta-se a composição média de energia, nutrientes, fibras e fitoquímicos em maçãs.

Tabela 1: Composição média de energia, nutrientes, fibras e fitoquímicos em maçã

Constituinte	Concentração (por 100g de fruta fresca)
Água (g)	85,3
Calorias (Kcal/KJ)	54/227
Proteína (g)	0,3
Gordura (g)	0,6
Carboidratos (g)	12,9
Frutose	5,7
Glicose	0,6
Sacarose	0,57
Fibras (g)	2,7
Insolúveis	0,7
Solúveis	2
Pectina (g)	0,5
Potássio (mg)	144
Cálcio (mg)	7
Magnésio (mg)	6
Fósforo (mg)	12
Tiamina (mg)	0,016
Riboflavina (mg)	0,011
Vitamina B6 (mg)	0,051
Folato (mg)	9
Vitamina C (mg)	12
Ácidos orgânicos (g)	0,5

Fonte: Jensen et al., (2009).

Embora expressiva, a produção de maçãs no Brasil apresenta desuniformidade no que se refere ao tamanho dos frutos, isso gera a necessidade de elaborar estratégias de venda. Atualmente, verifica-se que as maçãs ao final do processo de classificação que não apresentam qualidade suficiente para serem vendidas *in natura*, são denominadas de maçãs de descarte comercial ou 'industriais'. Estas frutas possuem composição físico-química muito parecida com as frutas de mesa, as quais podem ser utilizadas minimamente processadas, no processamento de suco, além de fabricação de

sidra, vinagre e destilados, dependendo dos problemas fitopatológicos apresentados (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2012; RIBEIRO et al., 2015).

O Brasil não produz maçãs exclusivamente para uso industrial, como ocorre em outros países (França, Inglaterra, Espanha, Suíça, Alemanha e EUA). Nestes países estas frutas não apresentam aptidão para consumo *in natura* devido aos elevados teores de fenóis e de ácidos orgânicos (ALBERTI, 2014).

2.2 Maçã cv. ‘Gala’

Dentre as principais características da cultivar ‘Gala’ e seus clones, destacam-se: floração abundante, elevada frutificação, pouca tendência a alternância de produção, além de frutos com pouco *russetting* e ótima qualidade organoléptica. Esta cultivar apresenta mais de 10 clones com características variáveis quanto à intensidade e distribuição de cor na epiderme. Alguns apresentam coloração vermelha uniforme, outros, vermelha com estrias, que são os preferidos pelo mercado consumidor. Além disso, apresentam epiderme da cor vermelha, com estrias pronunciadas sobre fundo amarelo, polpa de branca-creme, formato globuloso, tamanho médio e muito uniforme (FIORAVANCO et al., 2010).

No Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, sua produção aumentou fortemente nos últimos anos, constituindo-se atualmente no grupo mais plantado, dentre elas estão: ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Mondial Gala’, ‘Galaxy’, ‘Maxi Gala’, ‘Lisgala’, ‘Baigent e ‘Baigent’ (FIORAVANCO et al., 2010; RECH; CARIO; AUGUSTO, 2014). Além disso, esta cultivar de maçãs é considerada uma cultivar de media exigência em frio, necessitando de aproximadamente 600 horas abaixo 7,2 °C (PETRI et al., 2006).

Para efetuar a colheita desta cultivar, segundo Girardi e Bender, (2003), o estágio de maturação “ideal” deve conter as seguintes características: firmeza da polpa (75,61 N – 80,06 N), amido 1-5 (2,0 – 3,0), sólidos solúveis (> 11 ° Brix), acidez titulável (5,2 cmol/L a 6,0 cmol/L) e cor verde-clara. Além disso, durante o armazenamento, os frutos podem ficar armazenados em câmara refrigerada por até 5 meses, nas condições descritas a seguir: temperatura (0 °C) e umidade relativa (UR) (94 % a 96 %) já as maçãs armazenadas em câmara com atmosfera

controlada os frutos podem ficar armazenados por até 9 meses com temperatura de (0 °C a 1 °C), UR (92 % - 95 %), O₂ (1 KPa) e CO₂ (2 KPa – 3 KPa).

2.3 Maçã cv. 'Fuji'

Essa cultivar tende à alternância de produção e possui mais de uma centena de clones com características diferentes quanto à adaptação climática, época de colheita, qualidade do fruto e coloração da epiderme (KOMATSU, 1998; HAMPSON; KEMP, 2003). A maturação é tardia, estendendo-se até a primeira quinzena de maio (ABPM, 2010).

Além disso, os frutos desta cultivar apresentam maturação mais desuniforme que a cv. 'Gala', tem deficiência de coloração da epiderme quando plantada nas regiões mais quentes do Brasil, pois requerem de 600 a 800 horas de frio. Mesmo assim, os frutos tem boa aceitação devido ao sabor adocicado, polpa suculenta e de textura crocante (CAMILO; DENARDI, 2006; FIORAVANÇO et al., 2010).

As maçãs 'Fuji' e seus clones destacam-se por seu sabor suave, textura crocante e sumarenta, cor vermelha, odor frutado e uma excelente qualidade quando devidamente armazenada. (VARELA et al., 2005; IGLESIAS et al., 2012; KEVANY et al. 2002).

Segundo Girardi e Bender, (2003) o estágio de maturação, "ideal" para as maçãs desta cultivar devem conter as seguintes características: firmeza da polpa (71,17 N – 80,06 N), Amido 1-5 (2,5 – 3,5), sólidos solúveis (> 12 °Brix), acidez titulável (3,7 cmol/L a 5,2 cmol/L) e cor verde-clara. Após a colheita, estes frutos podem ficar armazenados em câmara refrigerada por até 7 meses com as características a seguir: temperatura (-1 °C a 0 °C) e UR (92 % a 96 %) já em câmara com atmosfera controlada os frutos podem ficar armazenados por até 9 meses com temperatura de (-0,5 °C a 0,5 °C), UR (92 %), O₂ (1 KPa – 1,5 KPa) e CO₂ (0,5 KPa – 3 KPa).

No entanto, segundo Brackmann (1991), mesmo em condições de AC, a maçã 'Fuji' é muito suscetível a perdas, principalmente devido à ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos, como escaldadura superficial e degenerescência de polpa.

2.4 Produtos Minimamente Processados

A procura por frutas e hortaliças minimamente processadas vem crescendo no mercado alimentício, tendo em vista o desejo do consumidor por alimentos que mantenham seu frescor e características próximas ao produto *in natura* (JUNQUEIRA et al., 2009; OMS-LIU et al., 2010). Devido a essa demanda crescente, aumenta a perspectiva para a expansão de produtos minimamente processados (PMP), como alternativa na oferta de produtos alimentícios atrativos e prontos para o consumo (SILVA et al., 2011).

O processamento destes produtos nas regiões produtoras tem contribuído para a diversificação das indústrias regionais, reduzindo as perdas pós-colheita, melhorando o manejo dos resíduos, facilitando o transporte e eliminando problemas de ordem fitossanitária (SILVA et al., 2011). Além disso, o processamento mínimo (PM) da maçã representa uma forma de aproveitar excedentes de produção, agregar valor ao produto e ainda propiciar a conveniência durante consumo (VILAS-BOAS et al., 2009).

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 (MORETTI, 1999; CENCI, 2011). No entanto, mesmo após todas as etapas citadas anteriormente o consumidor exige produtos com atributos de qualidade, como aparência, textura, valor nutritivo e *flavor*, similares aos produtos *in natura* (SOLIVA-FORTUNY, 2001). Esses atributos de qualidade são fundamentais, pois determinam a intenção de compra e valor do produto final (BASTOS, 2006).

A tecnologia de PM apresenta dois propósitos: primeiro, manter o produto com características de fresco, disponibilizando-o numa forma conveniente e sem perdas na sua qualidade nutricional; segundo, o produto deve apresentar uma vida de prateleira suficientemente longa para tornar sua distribuição viável aos consumidores (AHVENAINEN, 1996).

Entre os fatores pré-colheita que mais afetam a qualidade de frutas minimamente processadas estão: a espécie do fruto, as práticas de cultura, o crescimento e o estado de maturação. Após a colheita os fatores de maior influência são: manuseio, estocagem, técnicas de processamento, sanitização,

embalagem e temperatura de armazenamento (ROCCULI; ROMANI; ROSA, 2004).

Nos últimos anos, tem-se verificado maior interesse na produção de frutos e hortaliças minimamente processados, devido às acentuadas mudanças no estilo de vida das pessoas (BEAULIEU et al., 1997). O aumento na produção e no consumo de frutas minimamente processadas pode ser explicado pelo estilo de vida dos consumidores modernos, juntamente com a opção pelo consumo de produtos naturais, devido aos benefícios que estes trazem a saúde (OMS-OLIU et al., 2010). O mercado de minimamente processados tende a crescer se os consumidores acreditarem na segurança e na qualidade destes alimentos. Por isso, devem existir cuidados especiais no que diz respeito a preservação da qualidade na cadeia de comercialização, a manutenção da cadeia do frio e logística adequada, adequação de equipamentos e disponibilidade de tecnologias para implementação das indústrias de processamento, e programas de certificação que garantam a qualidade e a segurança dos produtos (ROLLE, 2010).

O consumidor exige produtos com atributos de qualidade, como aparência, textura, valor nutritivo e flavor, similares aos produtos frescos (SOLIVA-FORTUNY, 2001). Esses atributos de qualidade determinam o seu valor para o consumidor (BASTOS, 2006). Outra peculiaridade dos MP é a sua projeção de vida útil, esta pode variar de acordo com os diferentes tipos de produtos. Esta variação se limita entre sete e vinte dias quando armazenados em temperatura apropriada (WATADA; QI, 1999).

Nesses produtos, o controle da temperatura é uma das principais técnicas utilizadas para minimizar o efeito do corte, além disso, a temperatura da sala de processamento e da água de sanitização devem ser próximas de 0 °C, a baixa temperatura reduz a taxa respiratória, produção de etileno e perdas sensoriais (ARRUDA, 2002; WILEY, 1994; CANTWELL, 2000; WONG et al., 1994). Mesmo assim, o principal problema dos PMP é o escurecimento enzimático, este afeta a cor da superfície do fruto, um importante atributo de qualidade, pois os consumidores costumam julgar a qualidade de frutos minimamente processados com base na sua aparência (JANG; MOON, 2011; BRECHT et al., 2004).

2.5 Escurecimento Enzimático

O escurecimento enzimático na maioria das vezes é indesejado em frutas e hortaliças, pois pode diminuir a qualidade, características nutricionais e sensoriais destes produtos (MARTINEZ; WHITAKER, 1995; JANG; MOON, 2011). A conservação da cor natural é um fator importante que determina a qualidade e aceitação de frutos e hortaliças MP (GORNÝ et al., 1999). As modificações na coloração durante a colheita, pós-colheita, processamento e armazenamento causam queda na qualidade, quando não controlados, tornando-se um grande desafio na elaboração desses produtos (GIRNER et al., 2002). Estas alterações são indesejáveis e são aceleradas por danos mecânicos nas células, causados pelas operações de descasque e corte, o que permite o contato das enzimas com o substrato (DURIGAN; CASSARO, 2000; RAHMAN et al., 2011).

As injúrias como o corte e outros danos mecânicos que podem ocorrer durante estas etapas permitem a penetração de oxigênio, que resulta em um rápido escurecimento devido à oxidação dos compostos fenólicos. Normalmente os substratos fenólicos naturais necessários para esta reação, como o ácido 5-cafeoilquínico, estão separados da enzima polifenoloxidase (PFO) em organelas intactas (vacúolos e plastos, respectivamente) e, por isso, o escurecimento não ocorre (WHITAKER; VORAGEN; WONG, 2003). De acordo com Tomás-Barberán e Espín (2001), as enzimas peroxidase (POD) e PFO são relevantes na degradação oxidativa dos compostos fenólicos, pois quando ocorre o rompimento das organelas onde se encontram armazenados estes compostos, eles entram em contato e pode ocorrer a produção de polímeros de coloração marrom (melaninas). Apesar dos muitos esforços realizados com a utilização de tratamentos físicos que permitam a inibição da atividade enzimática da PFO e POD, sem a adição de agentes químicos estes não são suficientemente eficientes (KUMAR et al., 2012).

Dentre os fatores que exercem influência sobre o escurecimento enzimático de frutas e hortaliças estão as cultivares utilizadas (CHANG et al., 2000), as concentrações de PFO, os teores de compostos fenólicos, o pH, a temperatura e a disponibilidade de oxigênio no tecido vegetal. Neste contexto, a compreensão dos detalhes que envolvem o processo do escurecimento

enzimático é necessária para que seu controle possa ser realizado (MARTINEZ; WHITAKER, 1995).

Uma alternativa para inativação das enzimas pode ser realizada através de tratamentos térmicos, no entanto estes levam a alterações de textura do produto, e por consequência a perda de qualidade do mesmo (CANTOS et al., 2002; ALTUNKAYA; GÖKMEN, 2009) ou através de agentes redutores, que atualmente são os métodos mais efetivos no controle do escurecimento enzimático (MARTINEZ; WHITAKER, 1995).

2.6 Agentes Coadjuvantes

Os agentes antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais. Fazem parte deste grupo ainda, enzimas, agindo como bloqueadores do efeito danoso dos radicais livres. De acordo com diversos autores os antioxidantes são substâncias que bloqueiam a ação dos radicais livres, uma vez que impedem a oxidação de outras substâncias químicas que ocorrem nas reações metabólicas (LARSSON et al., 2007; KONTUREK et al., 2004; TIRZITIS; BARTOSZ, 2010).

Os tratamentos coadjuvantes (antioxidantes) visam minimizar o escurecimento enzimático e prolongar a vida de prateleira de produtos minimamente processados. Alguns agentes coadjuvantes de importância agroindustrial são a L-cisteína, o eritorbato de sódio, ácido eritórbito, ácido kójico e o cloreto de cálcio. Estes podem ser utilizados sozinhos ou em combinação em diversos produtos, como em maçãs (MOREIRA, 2005), peras (SAPERS; MILLER, 1998), batatas (JIANG; FU 1998), repolho (SALATA, et al., 2014), pêssegos (COSTA et al., 2011; CANTILLANO, 2015).

Os agentes coadjuvantes que minimizam o escurecimento enzimático podem ser divididos em duas classes, os que agem sobre as enzimas e aqueles que agem sobre os produtos da reação (MAYER; HAREL, 1979).

Segundo Costa, (2011) a L-cisteína pode atuar tanto como moléculas antioxidantes quanto no controle da atividade das enzimas PFO e POD. Os compostos que contém grupo tiol, como L-cisteína, N-acetil-L-cisteína e glutatona reduzida são bons inibidores da enzima PFO, esta enzima catalisa o

escurecimento enzimático em frutas e hortaliças (FRIEDMAN; BAUTISTA, 1995). O processo de inibição do escurecimento pela L-cisteína pode ocorrer pela sua conjugação com o-quinonas, formando compostos sem cor, ou pela redução das o-quinonas aos compostos fenólicos precursores (CILLIERS; SINGLETON, 1990). De acordo com Richard-Forget, Goupy e Nicolas (1992), os compostos conjugados pela cisteína e o-quinonas podem agir inclusive como inibidores competitivos da PFO. No entanto, quando há quinonas em excesso e toda a L-cisteína foi consumida, as primeiras podem reagir com os compostos de adição cisteína-quinona, dando origem a pigmentos violetas (SILVA; ROSA; VILAS BOAS, 2009).

O ácido eritórbito e o eritorbato de sódio são estereoisômeros dos ascorbatos e funcionam de modo similar aos antioxidantes. Devido a sua estrutura eno-diol, os eritorbatos são fortes agentes redutores (admissão de oxigênio) e previnem ou minimizam as deteriorações oxidativas do sabor e da cor de alimentos. A reação com o oxigênio é catalisada por traços de cobre e, em alguns casos, por ferro na solução (COUNSELL; HORNIG, 1981; GREATS FOODS BRASIL, 2015).

O ácido kójico é um metabólito secundário sintetizado por vários microrganismos, em especial fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Acetobacter* e *Penicillium* (PARVEZ et al., 2006; RHO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2011). É produzido a partir de um processo de fermentação, envolvendo vários tipos de substratos que atuam como fonte de carbono (RHO et al., 2007; MOHAMAD et al., 2010). Foi isolado pela primeira vez a partir de fungos do gênero *Aspergillus* em 1907 e é uma substância cristalina altamente solúvel em água, etanol e acetona (GOMES et al., 2001). Possui uma ampla variedade de aplicações. Em relação à aplicabilidade biológica, ele é comercializado no Japão há muitos anos como aditivo alimentar para vegetais e frutos do mar (NOHYNEK, 2004; BENTLEY, 2006). Também é encontrado em baixos níveis em comidas tradicionais japonesas como molho de soja ou sakê (NOHYNEK, 2004). Além disso, é utilizado nos alimentos como antioxidante e intensificador de sabores (BURDOCK et al., 2001; MOHAMAD et al., 2010). SON et al., (2001) relataram que o ácido kójico mostrou uma atividade inibitória no escurecimento enzimático em pedaços de maçã minimamente processadas. Alguns autores propuseram que o ácido kójico atua como um agente redutor, bem como um inibidor da

atividade enzimática (CHEN et al., 1991). De acordo com esses autores, o ácido kójico mostrou efeito inibidor competitivo na oxidação do ácido clorogênico e catecol pela PFO de batata e maçã.

Os sais de cálcio, principalmente o cloreto e o lactato, têm sido utilizados geralmente em combinação com agentes antioxidantes, na prevenção da perda de firmeza de frutas e hortaliças inteiras e também minimamente processadas (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2007). Esta perda de firmeza acelerada é uma característica notável de frutos MP. As paredes celulares de tais produtos sofrem modificações em seus componentes estruturais, devido à ação de enzimas hidrolíticas (celulases e pectinases) resultando no amaciamento dos seus tecidos (ARAÚJO et al., 2010). As soluções de sais de cálcio ajudam a manter a parede celular em bom estado agindo conforme segue: os íons de cálcio ligam-se às cadeias de pectina, formando pontes entre elas, aumentando sua força e formando pectato de cálcio (POOVAIAH, 1986; RENSBURG; ENGELBRECHT, 1986). Por esse motivo o cálcio contribui para a preservação da firmeza da polpa de frutas e hortaliças frescas bem como minimamente processadas. Além disso, o cloreto de cálcio pode ser utilizado no controle do escurecimento de MP, pois inibe a enzima polifenoloxidase pela interação do íon cloreto com o cobre do centro ativo desta enzima (GARCIA; BARRET, 2002).

2.7 Armazenamento sob refrigeração

As exportações de maçã *in natura* e processada representaram na safra 2013/2014 apenas 4,71 % da produção brasileira (EPAGRI, 2015), o restante da produção foi destinada ao mercado interno, assim, se faz necessário que o armazenamento das maçãs seja adequado, a fim de que haja oferta deste fruto durante todo o ano com a suas qualidades preservadas (KERBAUY, 2008).

O armazenamento destes frutos visando à manutenção da qualidade ocorre controlando-se basicamente a temperatura, que diminui a velocidade com que ocorrem as reações bioquímicas na célula, dentre elas a respiração e a síntese de etileno, bem como o desenvolvimento de microrganismos (ASIF et al., 2009; MOSTAFAVI et al., 2013). Neste contexto, o uso de baixas temperaturas no armazenamento das maçãs diminui a velocidade do metabolismo, contribuindo para manter as características físico-químicas, a qualidade

sensorial e a segurança alimentar dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; BRACKMANN, 2010; BRACKMANN, 2011). O tempo de armazenamento é determinado pelo potencial genético da cultivar, pelo estágio de maturação das maçãs no momento da colheita, e pelas condições de armazenamento.

Dentre as tecnologias comumente utilizadas que prolongam o período de oferta desta fruta estão a refrigeração convencional, a atmosfera modificada ou controlada associadas à aplicação de inibidores da ação do etileno (1-metilciclopropeno – 1-MCP) (TERUEL, 2008; FAWBUSH et al., 2009; HOANG et al., 2011; WEBER et al., 2013; BOTH et al., 2014).

O armazenamento refrigerado (AR) é o sistema mais comumente realizado para o prolongamento da vida útil dos frutos, principalmente em clima temperado, baseia-se na combinação de baixas temperaturas, geralmente de -1 a 4 °C, com alta umidade relativa do ar (UR), geralmente superior a 85 % (FACHINELLO, 1996; CHONG et al., 2013). Segundo Brackmann et al., (2004) as condições ideais para o armazenamento refrigerado de maçãs cv. Gala é 0,5 °C de temperatura, com 94 % a 96 % de UR por um período de armazenamento de 4 a 5 meses, e para a cv. 'Fuji' a temperatura é em torno a 0 °C de temperatura, com 92 % a 96 % de UR por um período de armazenamento de 7 meses.

A redução da temperatura diminui o metabolismo durante o armazenamento, porém uma redução excessiva pode levar ao colapso das células, tornando os frutos suscetíveis à ocorrência de distúrbios (BRACKMANN et al., 2010). Além disso, esse sistema permite um período de conservação não muito longo devido ao rápido amadurecimento, a alta incidência de podridões e aos distúrbios fisiológicos dos frutos (BRACKMANN et al., 2005; RUDELL et al., 2011; BULENS et al., 2012). Por isso, o armazenamento em AR vem sendo substituído pelo armazenamento em atmosfera controlada, o qual é mais eficiente na redução da respiração e da produção de etileno, e consequentemente do amadurecimento (ECHEVERRÍA et al., 2004; GWANPUA et al., 2012; BOTH et al., 2014).

Atmosfera controlada (AC) em câmara refrigerada tornou-se nas últimas décadas um complemento à câmara fria, esta câmara além dos controles de temperatura e a umidade relativa do ar, os teores de oxigênio (O₂) e gás carbônico (CO₂) também são controlados.

As exigências de AC são específicas para cada cultivar de maçã. A armazenagem sob condições de baixo O₂ e alto CO₂ retarda a produção auto catalítica de etileno e reduz a sua taxa de produção. Assim, reduz a deterioração da cor, bem como a firmeza de polpa, o sabor e o valor nutricional. (ARGENTA, 2002; BRACKMANN et al., 2008). No entanto, mesmo em AC ocorrem perdas durante um armazenamento prolongado (WATKINS, 2010) porque os limites de limites mínimos de O₂ devem ser respeitados a fim de evitar danos ao fruto, como a perda de aromas (ECHEVERRIA et al., 2002; GRAELL et al., 2008).

Além do armazenamento refrigerado dos frutos *in natura*, se faz necessário o armazenamento nestas mesmas condições dos produtos derivados de maçã, dentre eles os MP, sendo este fator importante no retardamento da perda de qualidade, na alteração da composição da atmosfera modificada ao redor do produto, na perda das características nutricionais, na diminuição da contaminação microbiológica, na manutenção e na qualidade sensorial dos mesmos (BRECHT, 1995). Portanto, é essencial que estes produtos sejam mantidos em refrigeração, a fim de proporcionar a manutenção e o prolongamento do tempo de estocagem, minimizando as injúrias provocadas pelo processamento (BRECHT et al., 2003; SARANTÓPOULUS et al., 2003; SILVA et al., 2003).

2.8 Características Físico-Químicas

2.8.1 Cor

A mudança de coloração é um dos atributos mais utilizados para avaliar o estágio de maturação, pois neste período ocorre um decréscimo no teor de clorofilas e um incremento na concentração de carotenóides (FERRER et al., 2005). Estas alterações são finalizadas durante a senescência e estão relacionadas à textura, aparência e sabor. Alterações que podem ser percebidas por análises físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais (CAVALINI, 2008).

A avaliação da coloração de frutas íntegras ou minimamente processadas pode ser realizada através de método objetivo, como o modelo L*a*b*. Este modelo é um padrão internacional desenvolvido pela *Commission Internationale d'Eclairage* (CIE) em 1976 para mensuração da cor de produtos alimentícios.

Através deste método obtemos os valores de L^* , que indicam a luminosidade da amostra ($L^* = 0$ = preto e $L^* = 100$ = branco), a^* ($+a^*$ = vermelho e $-a^*$ = verde) e b^* ($+b^*$ = amarelo e $-b^*$ = azul) (YAM; PAPADAKIS, 2004). O parâmetro *Hue* mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro; 90° , o amarelo puro; 180° , o verde puro e o 270° , o azul puro (SHEWFELT et al., 1988). Já o parâmetro *Chroma*, que define a vivacidade (próximo de 60) ou opacidade da cor (próximo de zero) (ARIAS et al., 2000).

2.8.2 Firmeza da Polpa

A firmeza é considerada um dos mais importantes componentes do atributo textura, é representada pelas substâncias pécticas que compõe as paredes das células dos vegetais e determinada pelas forças de coesão entre as pectinas (KLUGE; JACOMINO, 2002), no entanto, a firmeza de polpa de um fruto é muitas vezes confundida com a sua textura. A firmeza refere-se ao grau de dureza, enquanto a textura é mais complexa, pois reflete a sensação produzida nos lábios, língua, mucosa da boca, dentes e nos ouvidos. Essas sensações são representadas pela dureza, maciez, fibrosidade, suculência, granulosidade, resistência e elasticidade (KLUGE et al., 2002).

A medição da firmeza da polpa de um fruto dá uma ideia das transformações nas estruturas celulares, coesão das células e alterações bioquímicas, responsáveis pela textura do produto. Porém, a textura dos frutos de uma mesma cultivar pode variar, pois as variações nas condições climáticas regionais, posição do fruto na planta, grau de maturação, tamanho e até mesmo a forma inapropriada de utilização dos aparelhos de medição podem interferir nestes resultados por isso, é importante ter uma amostragem representativa, tomando válido o valor médio da leitura de vários frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Além disso, as mudanças que podem ocorrer durante o armazenamento de frutas MP podem ser provenientes do amadurecimento, da senescência ou da perda de água. O amadurecimento e a senescência são responsáveis pelo aumento da permeabilidade das membranas e pelo extravasamento do conteúdo celular, resultando em mudanças na textura como amolecimento da polpa e quantidade de suco nos tecidos (SMITH et al., 2003), já a perda de água que

pode ser por evaporação ou vazamento do suco celular e afeta adversamente não somente a textura, mas também o peso e o *flavor* dos vegetais (CARVALHO, 1999).

Para determinação da firmeza da polpa, utiliza-se penetrômetros que, através da compressão exercida por uma ponteira para penetração no produto, indica o grau de resistência da polpa da fruta e os resultados são expressos normalmente em libras, kilos ou newtons (1 libra equivale a 0,454 Kg ou 4,44 N). Mohsenin, (1986) relata que a avaliação da firmeza de frutas e hortaliças é importante na determinação do ponto de colheita, na avaliação da qualidade durante o armazenamento e na correlação entre qualidade do material *in natura* e o correspondente produto processado.

2.8.3 Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis totais (SST) correspondem a todas as substâncias que encontram-se dissolvidas no suco ou polpa das frutas, são constituídos principalmente por açúcares (glicose, frutose e sacarose), sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima. São comumente designados em °Brix e tem tendência de aumento com a maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O aumento no grau de doçura durante a maturação está relacionado com a formação e o acréscimo contínuo da frutose (ESTEVES et al, 1983; CHITARRA; CHITARRA, 1990). A frutose e a glicose se originam da degradação da sacarose e de polissacarídeos de reserva como o amido e utilizáveis para a produção de energia no processo respiratório (NULTSCH, 2000).

A distribuição do teor de SST em um produto é variada, esta pode ser medida por imagem de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) ou imagem hiper-espectro. Para a avaliação de sabor de um produto, normalmente é utilizada a relação SST/ATT (*Ratio*), esta é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.8.4 Potencial Hidrogeniônico

Consiste em uma determinação importante para caracterizar a acidez natural, atividade enzimática, estabilidade de componentes, verificação de estado de maturação de frutos e estado de conservação do alimento (ZAMBIAZI, 2004).

Com o amadurecimento dos frutos, ocorre um aumento no teor de açúcares e pH e conseqüentemente um decréscimo na acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Kramer (1973), os dois métodos mais comumente utilizados para medir a acidez de frutos são pH e a acidez total titulável (ATT), pois o pH determina a concentração hidrogeniônica da solução e a ATT representa os ácidos encontrados (compostos fenólicos, ácidos orgânicos livres e na forma de sais).

2.8.5 Acidez Total Titulável

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substrato para a respiração, encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres e glicosídeos (KRAMER, 1973). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita e durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos diminuem em decorrência de sua utilização como substrato, na respiração, ou da sua transformação em açúcares. Porém, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação.

O ácido málico é o ácido orgânico predominante na maçã por determinação gênica (95% do total), seguido pelo ácido cítrico e outros de menor importância presentes somente em traços (CZELUSNIAK et al., 2003; EPAGRI, 2002).

É importante ressaltar que para uma mesma cultivar, a acidez é influenciada por vários fatores, entre eles a nutrição mineral, condições climáticas, estágio de maturação e localização do fruto na planta, sendo variável de ano para ano (GIRARDI; ROMBALDI, 2003).

2.8.6 Compostos Fenólicos Totais

Os vegetais produzem uma grande variedade de metabólitos secundários, dentre eles estão os que apresentam no mínimo um grupo hidroxila ligado a um anel aromático. Estes metabolitos são denominados de compostos fenólicos e apresentam inúmeras funções na planta, dentre eles a defesa ao ataque de herbívoros e patógenos, atração de insetos polinizadores, absorção da radiação ultravioleta e redução do crescimento de plantas competidoras (HARBONE, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2009). A maçã é uma fonte rica de antioxidantes (estes englobam uma gama enorme de substâncias, entre elas os ácidos fenólicos) que podem desempenhar um papel na redução do risco de várias doenças relacionadas com o stress oxidativo, por exemplo, doença coronária, danos no sistema imunitário, asma e diabetes (BOYER; LIU, 2004).

Os compostos fenólicos presentes neste fruto são o ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, (+) catequina, (-) epicatequina, procianidinas (B1, B2, trímero C1), rutina, quercetinas, floridizina e floretina (KARAMAN et al., 2010). Estes compostos criam muitas vezes problemas no decorrer do processo tecnológico, dado que na presença das PFO sofrem um processo de oxidação resultando no escurecimento dos tecidos, o que geralmente leva à perda de valor comercial do produto (MARTINS; EMPIS, 2000; SANTOS, 2009). A concentração dos compostos fenólicos, que é fortemente dependente da variedade/cultivar de maçãs e sua maturidade, está intimamente associada com as qualidades nutricionais e sensoriais das frutas (WU et al., 2007).

O escurecimento dos produtos vegetais depende diretamente da quantidade de enzimas e substratos, ou seja, de polifenoloxidasas e compostos fenólicos (GONZÁLEZ-BUESA et al., 2011). Além do possível escurecimento, os compostos fenólicos juntamente com açúcares e ácidos orgânicos (principalmente o ácido málico) determinam a qualidade das maçãs (FULEKI; PELAYO; PALABAY, 1994; DOLENC; STAMPAR, 1997). Eles têm um papel importante na manifestação de características de sabor, como doce, amargo, ácido e adstringente, e também de cor (BENGOCHEA et al., 1997; MILLER; RICE-EVANS, 1997).

2.8.7 Polifenoloxidase (PFO)

A polifenoloxidase (PFO; E.C. 1.10.3.1) (1,2-benzenodiol: oxigênio oxiredutase) é uma enzima importante na determinação da qualidade de frutas e vegetais, no período de pós-colheita, na estocagem e no processamento. As injúrias, cortes e outros danos mecânicos que podem ocorrer durante estas etapas permitem a penetração de oxigênio que resulta em um rápido escurecimento devido à oxidação dos compostos fenólicos.

Quando a polifenoloxidase, também chamada de tirosinase, polifenolase, fenolase, catecol oxidase, cresolase ou catecolase, entra em ação, ocorre uma modificação na concentração dos compostos fenólicos, o que irá afetar o potencial antioxidante (NOGUEIRA et al., 2004). Esta enzima tem a habilidade para catalisar reações de oxidação de compostos fenólicos (SHAHIDI; NACZK, 1995), as quais envolvem hidroxilação de monofenóis para o-difenóis e a eliminação de um hidrogênio do o-difenol, originando uma quinona, demonstrando uma atividade cresolase e catecolase da enzima, respectivamente (OSZMIANSKI; LEE, 1990; WHITAKER; VORAGEN; WONG, 2003).

O estágio de maturação da maçã tem influência sobre a PFO; à medida que a fruta se desenvolve o teor de enzima é estável, entretanto sua atividade diminui. Além disso, a enzima está igualmente distribuída nas partes da fruta, mas apresenta maior atividade no endocarpo das maçãs (MURATA et al., 1995).

A PFO pode ser inativada por vários métodos entre os quais se pode citar a aplicação de calor por um tempo suficiente para desnaturar a proteína, diminuição de pH (SHAHIDI; NACZK, 1995) e utilização de substâncias inibidoras, como os sulfitos, ácido ascórbico e compostos tiólicos (NOGUEIRA et al., 2003).

2.8.8 Peroxidase (POD)

A enzima polifenolperoxidase (POD; EC 1.11.1.7) é um indicador da deterioração da qualidade, tais como a perda de sabor e várias reações de biodegradação (JANG; MOON, 2011). Alguns autores afirmam que poderá também contribuir para o escurecimento enzimático com a oxidação de dadores

de hidrogênio na presença de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (TOMÁS-BARBERÁN; ESPÍN, 2001; DEGL'INNOCENTI et al., 2005; OMS-OLIU et al., 2010).

A peroxidase aceita uma vasta gama de dadores de hidrogênio, incluindo polifenóis envolvidos no escurecimento enzimático em frutas (NICOLAS et al., 1994). A participação da POD no escurecimento enzimático ainda não é completamente conhecida, pelo que tem vindo a ser questionável por duas razões: a elevada afinidade da PPO pelo seu substrato natural e os baixos níveis de peróxido de hidrogênio nos tecidos vegetais (DEGL'INNOCENTI et al., 2005; OMS-OLIU et al., 2010; JANG; MOON, 2011).

Segundo Toivonen (2004), o início dos processos de escurecimento oxidativo está associado ao rompimento das membranas dentro das células dos tecidos vegetais. Com este rompimento de membranas ocorrerá a mistura dos substratos polifenólicos com a polifenol oxidase e/ou polifenolperoxidase (DEGL'INNOCENTI et al., 2005; JANG; MOON, 2011). Alguns autores sugerem ainda que a estabilidade da membrana é, potencialmente, o maior fator para controlar as taxas de escurecimento, o que é difícil de evitar em MP porque estes estão sujeitos a cortes (CANTOS et al., 2002). Além do envolvimento no processo de escurecimento enzimático, a POD também está relacionada com processos de cicatrização como, por exemplo, a lignificação (CANTOS et al., 2002).

2.8.9 Características Sensoriais

A aparência da fruta é um fator visual que inclui tamanho, forma, cor, brilho, ausência de defeitos e de sinais de deterioração (BASTOS, 2006), estas características devem satisfazer as necessidades do consumidor que, habitualmente, têm na primeira decisão de compra aquilo que lhe é agradável aos olhos (SILVA et al., 2011).

Chitarra; Chitarra (2005) e Rocha et al., (2005) citam que, se os frutos forem colhidos totalmente maduros, ocorre redução na vida útil e dificuldade no manuseio e transporte, ocasionando perdas qualitativas e quantitativas. Estas perdas, principalmente a qualitativa, representam fator primordial na escolha do

consumidor, pois estão relacionadas a atributos externos, como aparência e defeitos e a internos, como o sabor.

As intervenções que as frutas e hortaliças minimamente processadas sofrem podem afetar a qualidade e conseqüentemente a aceitação destas por parte dos consumidores. Uma alternativa para minimizar os danos causados pelo PM é a utilização de agentes coadjuvantes visando à preservação das características físico-químicas e microbiológicas desses produtos, ofertando ao consumidor produtos de boa aparência e ao mesmo tempo seguros (SILVA, 2013).

Observa-se que na área de alimentos, principalmente em frutas e hortaliças minimamente processadas as exigências são maiores, principalmente com a sanidade e o valor nutritivo destes produtos, além disso, a aparência e características organolépticas ideais são fundamentais na hora da decisão da compra. Quando essas exigências são atendidas, aumenta a aceitação de MP, isso tem contribuído para o crescimento do mercado destes produtos (PINTO, 2007; MIGUEL et al., 2010).

No entanto, a nível sensorial, podem ocorrer algumas modificações nos produtos minimamente processados, principalmente quando se tem em conta o fator tempo, sobretudo quando é adicionado agentes antioxidantes, os quais podem proporcionar aos MP características sensoriais diferentes daquelas encontradas no produto *in natura*. Isso pode provocar o rechaço do consumidor.

Whitaker e Lee (1995) citam que mais de 50 % das perdas em frutas ocorrem como resultado do escurecimento enzimático. Nesse contexto, o escurecimento enzimático torna-se um ponto crítico para a diminuição das perdas comerciais do agricultor e para a indústria de transformação (SILVA; ROSA; VILAS BOAS, 2009).

2.8.10 Características Microbiológicas

Os minimamente processados constituem um ótimo meio de crescimento para os microrganismos devido as lesões nos tecidos e o alto teor de umidade dos vegetais, o que aumenta seu potencial de deterioração. Por serem muito manipulados, esses produtos podem ter a sua carga microbiana aumentada, alterada e eventualmente a agregação de microrganismos patógenos (SILVA et

al., 2011). Dentre os microrganismos encontrados em MP, podem ser destacados as leveduras, coliformes (incluindo fecais), bolores e mesofilos (NGUYEN-THE; CARLIN, 1994).

A segurança e a qualidade de vegetais *in natura* e minimamente processados estão associados à eficácia das substâncias químicas utilizadas na remoção dos microrganismos que podem ser causadores de doenças. O uso de sanitizantes a base de cloro ativo são os mais utilizados com concentrações de 50 ppm a 200 ppm/pH 6,5, estas concentrações podem inativar células vegetativas de bactérias e fungos (SIMONS; SANGUANSRI, 1997). Contudo, apesar do cloro ser um potente desinfetante, com forte propriedade oxidante, estudos tem mostrado que ele pode oxidar incompletamente materiais orgânicos, levando à formação de subprodutos indesejáveis na água de tratamento (SILVA et al., 2011). Além disso, a alta reatividade do cloro com matéria orgânica, na presença de oxigênio, reduz o teor de cloro ativo na água, sendo dessa forma necessária e recomendada a troca da solução sanitizante, após 2 ou 3 usos, quando a concentração do cloro for menor que 100 mg L⁻¹ de cloro ativo (SUSLOW, 1997).

No Brasil não há uma legislação que controle a aplicação de tratamentos químicos e que estabeleça padrões microbiológicos sanitários para alimentos minimamente processados. Como alternativa, é utilizada a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Anvisa, que estabelece padrões microbiológicos sanitários para alimentos, onde está inserido o grupo de alimentos designados como “frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”, cuja tolerância máxima para amostra indicativa é de 5×10^2 NMP.g⁻¹ ou UFC.g⁻¹ de coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* em 25 g de amostra (ANVISA, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das Amostras

Este trabalho foi realizado no Núcleo de Alimentos/Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Clima Temperado, localizada às margens da BR 392 km 78, em Pelotas - RS.

As maçãs cultivares 'Fuji' e 'Gala', safra 2015, provenientes da Rasip Agro Pastoril S/A, localizada na Rodovia BR 116, Km 33, s/n - Zona Rural, Vacaria – RS, foram colhidos quando alcançaram seu ponto de maturação comercial. O transporte destes até o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Clima Temperado foi realizado evitando a exposição dos frutos a altas temperaturas, radiação solar direta e danos mecânicos.

3.2 Preparo das Amostras

As amostras foram preparadas de acordo com o fluxograma da Figura 4, onde as maçãs das cultivares 'Fuji' e 'Gala' calibre 135 (135 frutos compõe uma caixa com capacidade para compor 18 kg do produto) chegaram ao Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita e foram armazenados em câmara fria a 1 °C e umidade relativa (UR) de 90 % – 95 %.

Para montagem do experimento, as maçãs foram sanitizadas mergulhando-as em uma solução resfriada (5 °C a 8 °C) de hipoclorito de sódio 200 ppm/pH 6,5 (o pH deste meio foi ajustado com HCl 1 N) durante 10 minutos. Após, as maçãs foram retiradas e cortadas em oito fatias longitudinais (no formato de gomos), em seguida retirou-se a parte central com as sementes deixando apenas a epiderme.

As fatias de maçã ficaram novamente imersas por um minuto em cada um dos seguintes tratamentos (T): T1: (Controle) água destilada + cloreto de cálcio 1 % (A+CC); T2: L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 % (LC+CC); T3: Eritorbato de sódio 5% + cloreto de cálcio 1 % (ES+CC); T4: Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 % (AE+CC) e T5: Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio (AK+CC). A escolha dos agentes coadjuvantes utilizadas neste experimento foram baseadas em resultados prévios, onde diversas concentrações foram testadas, optou-se pelas concentrações que apresentaram os melhores resultados nos atributos de qualidade ao longo do armazenamento dos frutos MP em câmara (dados ainda não publicados).

A seguir, os frutos foram retirados e colocados em escorredores por 5 minutos para retirar o excesso de solução. Após, colocou-se oito fatias de maçã em bandeja de poliestireno cobertas 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 $\pm 90\%$.

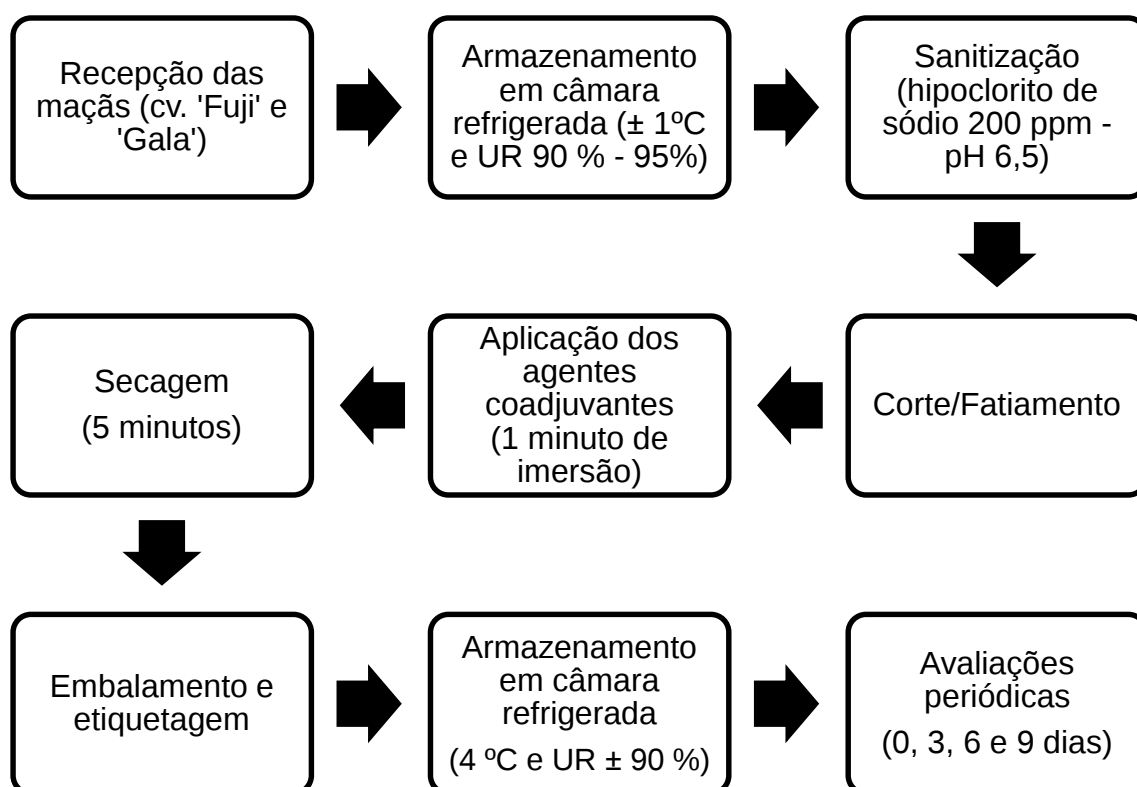


Figura 4: Fluxograma do processo de preparação das amostras de maçãs cv. 'Fuji' e 'Gala' minimamente processadas para realização do presente estudo.

As análises descritas na sequência foram realizadas nas maçãs minimamente processadas: físico-químicas, sensoriais e microbiológicas.

3.3 Análises Físico-Químicas

3.3.1 Perda de Massa

Mensurada conforme Pereira et al., (2006), onde foi tomado do peso da fruta no dia de aplicação do tratamento (P_i) e no dia da avaliação (P_f). A

porcentagem de perda de massa se deu pela seguinte fórmula: Perda de massa (%) = $(P_i - P_f) / P_i \cdot 100$.

3.3.2 Avaliação da cor

A coloração das maçãs minimamente processadas foram mensuradas através do colorímetro Minolta CR-400 com leitura desta variável na porção mediana dos gomos, utilizando sistema de leitura CIE $L^*a^*b^*$, proposto pela *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE), onde L^* expressa a luminosidade ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde; $+b^*$ =amarelo e $-b^*$ =azul). Com esses parâmetros, foram avaliadas as coordenadas cilíndricas Croma, ângulo Hue (convertido em graus) de acordo com Bible; Singha (1993) e o Índice de Escurecimento (IE), calculado de acordo com Fontes et al., (2008).

Os parâmetros Croma, Hue e Índice de Escurecimento foram calculados utilizando as seguintes equações:

$$Croma = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

$$Hue = \arccot \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

$$IE = \frac{[100 (X - 0,31)]}{0,172} \text{ em que: } X = \frac{[a^* + 1,75L^*]}{5,645L^* + a^* - 3,02b^*}$$

3.3.3 Firmeza da Polpa

A firmeza da polpa foi mensurada utilizando penetrômetro eletrônico TA-XT *plus* 40855, com ponteira de 2 mm de diâmetro. A leitura desta variável foi realizada na porção mediana dos gomos de maçã das cv. 'Gala' e 'Fuji', o resultado foi expresso em Newton.

3.3.4 Sólidos Solúveis

Obtido através de refratômetro digital marca ATAGO, modelo PAL-1, o resultado foi expresso em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.5 Potencial Hidrogeniônico

Determinação por método eletrométrico, com o auxílio de um potenciômetro (pHmêtro) da marca Quimis modelo Q400A (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.6 Acidez total titulável

Para esta análise foram utilizadas 10 mL de suco da polpa, adicionadas a 90 mL de água destilada. A titulação da amostra foi realizada 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. A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido málico por 100 g⁻¹ de polpa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.7 Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada através método de Folin-Ciocalteu, o qual baseia-se na transferência de elétrons, em meio alcalino, dos compostos fenólicos para complexos fosfotúngsticos/fosfomolibdênicos, formando complexos azuis que podem ser facilmente mensurados por espectrofotometria numa faixa de 700 a 765 nm (AINSWORTH; GILLESPIE, 2007; MAGALHÃES et al., 2008). Neste contexto, os compostos fenólicos totais foram quantificados pelo protocolo descrito por Swain e Hillis (1959), adaptado a micro volumes. Para extração da amostra, foram homogeneizadas 0,25 g de maçã liofilizada em 10 mL de metanol (P.A.), com o auxílio de um ultra-turrax homogeneizador – IKA, Artur Nogueira, SP por aproximadamente 1. Após, centrifugou-se a 4000 rpm em centrífuga EPPENDORF – Centrifuge 5810 R, a uma temperatura de 1 °C por 30 minutos. O sobrenadante foi coletado e armazenado em eppendorfs a -18 °C. Foi utilizado 35 µL do extrato (diluído 2,57 vezes em metanol P.A.), 180 µL de água ultrapura e 35 µL do reagente Folin-Ciocalteu (0,25 N), após 3 minutos, foi adicionado 50 µL de solução de Na₂CO₃ 1 N. As microplacas foram mantidas no escuro por 2 horas. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro MOLECULAR DEVICES – Spectramax 190 em absorbância de 725 nm. O ácido clorogênico

foi utilizado como padrão para construção da curva de calibração, o teor de compostos fenólicos totais foi expresso em mg de ácido clorogênico/100⁻¹ g de fruta fresca.

3.3.8 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada através de espectrofotometria segundo metodologia adaptada de Brand-Williams et al., (1995). A extração foi igual àquela utilizada para os compostos fenólicos totais de onde foram utilizados 35 µL do sobrenadante (diluído 5,25 vezes em metanol P.A.) e 250 µL de DPPH diluído.

Após 2 horas e 30 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro MOLECULAR DEVICES – Spectramax 190 em absorbância de 515 nm. Os resultados foram expressos em µg Trolox/100 g⁻¹ de fruta fresca.

3.3.9 Atividade enzimática

A determinação da atividade enzimática da PFO e POD foi realizada por método colorimétrico, de acordo com protocolo adaptado de Cano et al., (1997), Toralles et al., (2005) e Oliveira et al., (2007). Foi preparado um extrato utilizando 5 gramas da amostra fresca diluindo em 20 mL de tampão fosfato pH 6,0 adicionado de 0,2 gramas de polivinilpirrolidona, sendo posteriormente triturada com auxílio de ultra turax. O extrato foi centrifugado com posterior coleta do sobrenadante para análise enzimática e de proteína.

3.3.9.1 Polifenoloxidase

Utilizado leitor de microplacas da marca MOLECULAR DEVICES – spectramax 190. Cada microplaca contém 96 poços, onde foram adicionados 55 µL do extrato enzimático, 220 µL da mistura composta por (1,5 mL de tampão fosfato pH 6,5 + 0,5 mL de catecol na concentração de 0,05 M e 2,0 mL de água), a microplaca foi levada para incubação a 37 °C com leitura a 425 nm no tempo zero e tempo de 30 minutos. A atividade enzimática foi calculada com base na quantidade de proteína, onde uma unidade de atividade enzimática foi definida

como a quantidade de enzima que causa o incremento na absorbância de 0,01 min^{-1} , resultados expressos em unidades de enzima/ μg de proteína.

3.3.9.2 Peroxidase

Na determinação da atividade enzimática PO adicionou-se 45 μL do extrato enzimático, 230 μL da mistura composta (1,5 mL do tampão pH 6,5 + 2,0 mL de água destilada + 1,0 mL de peróxido de hidrogênio na concentração de 0,08 % e 0,5 mL de guaiacol na concentração de 1 %, a microplaca foi incubada a 37 °C com leitura a 470 nm no tempo zero e tempo de 15 minutos. A atividade enzimática foi calculada com base na quantidade de proteína, onde uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima que causa o incremento na absorbância de 0,01 min^{-1} , resultados expressos em unidades de enzima/ μg de proteína.

3.3.10. Proteína

A proteína no extrato foi quantificada através método do ácido bicinconínico (BCA) proposto por Smith et al., (1985), com curva padrão de Albumina bovina (BSA). O método de BCA é um ensaio colorimétrico utilizado para determinar a concentração de proteína em uma determinada amostra. Este ensaio é baseado na detecção de algumas ligações peptídicas entre aminoácidos específicos da seguinte forma. As ligações peptídicas das proteínas reduzem o Cu^{2+} presente em um dos reagentes. O ácido bicinconínico liga-se ao cobre reduzido (Cu^{+}), formando uma coloração púrpura que pode ser lida em espectrofotômetro (562 nm).

3.4 Análises Sensoriais

Antes do início do treinamento da análise sensorial o projeto foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas e aprovado por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CAAE - 48625015.1.0000.5317). Dando seguimento, para composição da equipe de

avaliadores das maçãs minimamente processadas cvs. 'Fuji' e 'Gala', foi distribuída uma ficha convite para os funcionários e bolsistas da Embrapa Clima Temperado, sendo 25 pessoas selecionadas e treinadas. Os funcionários que já possuíam experiências anteriores em análise sensorial de frutas foram priorizados.

Após a seleção dos interessados em participar, foi iniciado o treinamento dos julgadores através de explicação das características que cada atributo deveria apresentar. Os atributos treinados nesta fase foram: uniformidade da cor, escurecimento, odor característico, firmeza, crocância, suculência, sabor característico e qualidade geral. Utilizou-se neste treinamento maçãs de aproximadamente 110 g para o processamento mínimo, onde: cortou-se as maçãs longitudinalmente em 8 gomos de aproximadamente 12 g cada, retirou-se as sementes e manteve-se a casca. Estas amostras foram preparadas 5 minutos antes do início do treinamento e apresentavam características do fruto *in natura*, pois desejava-se mostrar aos avaliadores as características ideais das maçãs tratadas com agentes coadjuvantes (estes agentes não deveriam interferir nos atributos sensoriais dos frutos).

Na sequência do treinamento, foram utilizados testes discriminativos (comparação pareada e teste de avaliação de atributos com escala não estruturada com amostra padrão). Os modelos dos testes podem ser visualizados nos apêndices A e B, respectivamente. (O apêndice B está com apenas dois atributos porque o treinamento foi realizado em etapas distintas de atributos).

Para treinar cor e uniformidade da cor, utilizou-se gomos com as mesmas características descritas acima para a amostra padrão e maçãs MP sem a adição de agentes coadjuvantes com diferentes períodos de armazenamento.

No treinamento de firmeza, crocância e suculência, utilizou-se a amostra padrão e amostras tratadas com agentes que não alteravam cor, sabor e odor mas que permitiam uma maior desidratação do fruto. Nesta fase os julgadores deveriam perceber as alterações nos atributos treinados em relação a amostra controle.

Para o treinamento de sabor e odor característico, utilizou-se maçãs tratadas com agentes coadjuvantes que com 3, 6 e 9 dias de armazenamento mantinham a cor mas o odor e sabor característico alterado.

Por fim, a qualidade geral foi treinada, nesta fase haviam maçãs com alterações apenas na cor mas que mantinham os outros atributos, bem como aquelas que mantinham apenas a cor característica mas todos os outros atributos estavam modificados. Desta forma, os julgadores deveriam fazer um mixer dos atributos que na sua percepção eram mais importantes e atribuir a intenção de compra daquela amostra.

Os treinamentos acima descritos ocorreram por um mês (3 encontros por semana) com a cultivar de maçã 'Gala'. O término do período de treinamento da equipe ocorreu quando os treinadores perceberam que os avaliadores conseguiam distinguir diferenças sutis entre os atributos que foram treinados e que posteriormente seriam avaliados (uniformidade da cor, escurecimento, odor característico, firmeza, crocância, suculência, sabor característico e qualidade geral).

Após o treinamento, foi fornecido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido juntamente com a ficha de avaliação contendo o termo descritor para cada um dos atributos avaliados. As fichas eram compostas de escalas não estruturadas de 9 pontos (apêndice C), cujo extremo esquerdo corresponde à menor intensidade e o direito à maior intensidade. Os testes sensoriais foram realizados em cabines com condições de iluminação adequada e com ausência de odores e ruídos com 15 julgadores treinados. Cada julgador recebeu 5 amostras individualmente codificadas de maçã MP tratadas com agentes coadjuvantes em uma bandeja de poliestireno C x L x A (22 x 12 x 3 cm) juntamente com um copo d'água para limpeza do palato entre uma amostra e outra. A disposição das amostras na bandeja foi feita por sorteio e alterada a cada encontro, cada gomo com casca de maçã MP pesava aproximadamente 12 g, estes foram servidos a uma temperatura aproximada de 10 °C entre 9 h – 11 h e 14 h – 16 h, duas vezes por semana (a avaliação do experimento foi feita com 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento dos MP em câmara fria a 4 °C).

Após a implementação e avaliação sensorial do experimento com as maçãs cv. 'Gala', ocorreu outro treinamento com as mesmas características acima descrito para a cultivar 'Fuji'.

3.5 Análises Microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas com o intuito de determinar a qualidade dos produtos minimamente processados de maçã, visando a garantia da saúde do consumidor e a confiabilidade desse segmento do mercado.

Foi investigado a presença de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, como os gêneros *Escherichia*, *Salmonella* e *Shigella*, juntamente com o grupo dos coliformes totais. Avaliou-se também a presença de *Staphylococcus aureus* (família *Micrococcaceae*), *Pseudomonas* sp., fungos filamentosos e leveduras.

As análises foram realizadas em triplicata para cada tratamento (três bandejas de maçã minimamente processada). As bandejas foram desinfetadas com álcool 70% antes de serem abertas, para que o material armazenado no interior das mesmas não fosse contaminado.

Para diluição das amostras, foram utilizados $25 \pm 0,2$ g de maçã e 225 mL de diluente. A mistura foi homogeneizada em BagMixer® por 60 segundos. O diluente utilizado foi água estéril, exceto para a investigação de *Salmonella* sp, para a qual o diluente foi água peptonada tamponada (SIQUEIRA, 1995).

Para a identificação de fungos filamentosos e leveduras, foi transferido 1mL de amostra diluída para placas de Petri estéreis. Sobre estas amostras, foi adicionado cerca de 20 mL do meio ágar batata dextrose (BDA), entre 44 – 46°C. Logo, a mistura foi homogeneizada movendo as placas, suavemente, em forma de oito. Após a solidificação do meio em temperatura ambiente, as placas foram incubadas em estufa a 25°C por um período de 3 a 5 dias. O resultado foi expresso em unidades formadoras de colônia por grama de amostra (UFC g⁻¹) (SIQUEIRA, 1995).

Para determinação da presença de coliformes totais e *Escherichia coli* foi utilizada a técnica de contagem em placas com meio de cultura seletivo para coliformes (Chromocult Coliform Agar – Merck®). Neste meio de cultura, também são selecionadas outras Enterobactérias. Placas contendo o meio de cultura foram inoculadas com 0,1 mL da amostra diluída. O plaqueamento foi realizado com auxílio de plaqueador automático (SpiralPlater System Autoplate 4000®). Posteriormente, as placas foram incubadas em estufa a 37°C por 24 horas. A interpretação dos resultados foi feita conforme as recomendações do fabricante do meio de cultura. Colônias de coloração rósea representam presença de coliformes totais na amostra, colônias roxas azuladas representam presença de *Escherichia coli* (coliformes fecais) e colônias amareladas demonstram presença

de outras *Enterobactérias*. Colônias características de *Escherichia coli*, foram confirmadas utilizando-se o reativo Kovacs. O resultado foi expresso em UFC g⁻¹.

Para identificação de *Staphylococcus aureus*, foram utilizadas placas de Petri contendo ágar Baird-Parker (Merck®) adicionado de telurito de potássio e gema de ovo. Na superfície seca das placas, foi adicionado 0,1 mL da diluição selecionada, utilizando-se plaqueador automático. As placas foram incubadas a 35 °C por 48 horas. As colônias características são negras, lustrosas, de formato convexo, com cerca de 5 mm de diâmetro e rodeadas por um halo claro de 2 a 5 mm de largura. O resultado foi expresso em UFC g⁻¹ (SIQUEIRA, 1995).

Para a contagem de *Pseudomonas* sp, utilizando-se plaqueador automático foi inoculado 0,1 mL da diluição em placas de Petri contendo ágar para isolamento de *Pseudomonas* sp adicionado de glicerol. As placas foram incubadas a 25 °C por 48 horas e o resultado expresso em UFC g⁻¹ (STANBRIDGE; BOARD, 1994).

Para a determinação de *Shigella* sp, foi inoculado 0,1 mL da diluição em placas de Petri contendo ágar Salmonella-Shigella (Himedia), utilizando-se plaqueador automático. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas. A interpretação dos resultados foi feita conforme as recomendações do fabricante do meio de cultura e o resultado expresso como presença ou ausência de *Shigella* sp em 25 g de amostra. A *Shigella* cresce, nesse meio, como colônia de pouca cor.

Para identificação do gênero *Salmonella*, 225 mL de água peptonada tamponada foram adicionados a 25 ± 0,2 g de amostra e homogeneizados em BagMixer®. A mistura foi incubada em estufa a 37°C por 24 horas, para o pré-enriquecimento da amostra (SIQUEIRA, 1995).

A detecção de *Salmonella* sp. foi feita através do método rápido e qualitativo 1,2 – Test da Biocontrol®, conforme orientações do fabricante.

Na primeira etapa do teste 1,2 – Test, foi adicionada a solução 1 (solução de iodo – iodeto) à câmara de inoculação. No transcorrer, foram transferidos 0,1 mL da amostra pré-enriquecida para câmara de inoculação do 1,2 – Test. E por fim, foi feita a adição do reagente 2 (anticorpo) no gel de imobilidade. A incubação do 1,2 – Test foi feita a 37 °C por 14 h a 30 horas. Resultado positivo

se caracteriza pela formação de uma banda em forma de U, no gel do 1,2 – Test e negativo quando não ocorre a presença de banda em forma de U.

Os resultados foram expressos como presença ou ausência de *Salmonella* sp em 25 g de amostra.

3.5.1 Caracterização microbiológica

Nos ensaios envolvendo plaqueamento, utilizaram-se três placas para cada amostra, e o resultado em Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra (UFC g⁻¹) foi a média das contagens. Os cálculos para a determinação de UFC g⁻¹ foram realizados em função do número de colônias típicas contadas e diluição inoculada (SILVA et al., 1997).

3.6 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial composto por cinco tratamentos com antioxidantes e quatro períodos de armazenamento (5 x 4), a unidade experimental, constituída por uma bandeja com oito gomos de maçã com três repetições.

Após a compilação dos dados físico-químicos e sensoriais foi realizada análise de variância ANOVA. Quando esta se apresentou significativa ($p \leq 0,05$), aplicou-se a comparação de médias de tratamento através do teste de Duncan, para as variáveis das análises físico-químicas e de Tukey, para variáveis das análises sensoriais. Estas análises foram realizadas com auxílio do programa STATISTICA 7.0.

Os resultados da análise microbiológica, os quais consistiram em presença ou ausência de contaminação, não foram submetidos à análise estatística.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos tratamentos e dos dias de armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade, sobre maçãs das cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’ minimamente processadas são descritos a seguir.

4.1 Características Físico-Químicas

Observando os valores encontrados para pH nas maçãs minimamente processadas e armazenadas por distintos períodos de armazenamento apresentados na Figura 5, nota-se que o ES+CC obteve os valores superiores em todos os dias de armazenamentos para as maçãs 'Fuji' e 'Gala'.

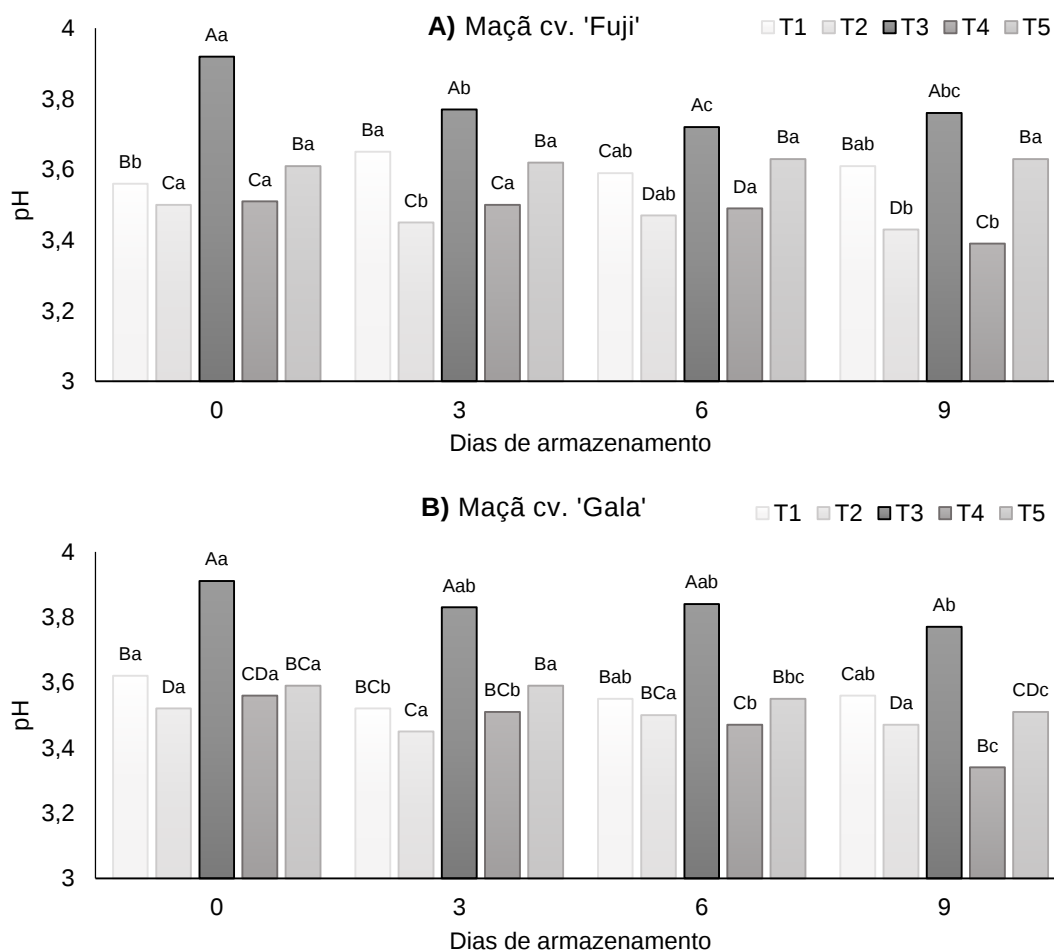


Figura 5: Potencial hidrogeniônico (pH) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Comparando os tratamentos aplicados para cv. 'Fuji' (Figura 5A), ao longo dos dias de armazenamento observa-se que os tratamentos A+CC e LC+CC

apresentaram diferença entre zero e três dias de armazenamento, onde o maior valor encontrado para a A+CC foi no terceiro dia com valor de 3,65, já para a LC+CC o maior valor (3,50) foi no tempo zero sendo que esse difere do nono dia de armazenamento com valor de 3,43. Para o ES+CC as maiores diferenças foram entre o zero (3,92) e o sexto dia de armazenamento com valor de 3,72, como pode se observar na Figura 5A.

Detalhando os tratamentos aplicados para cv. 'Gala' nos dias de armazenamento, as maiores diferenças foram no AE+CC onde se encontrou valores variando de 3,34 no nono dia, valor de 3,47 no sexto dia e valor de 3,56 no tempo zero, como pode se observar na figura 5B.

Após análise dos dados referentes ao pH encontrado nas maçãs minimamente processadas nota-se uma tendência de redução, ao longo do armazenamento indo ao encontro dos resultados encontrados por Pizato et al., (2013) estudando maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. A acidez constitui um fator de grande importância para o sabor e aroma dos frutos e, além disso, o pH influencia no escurecimento oxidativo dos tecidos vegetais. A diminuição do seu valor acarreta redução da velocidade de escurecimento do fruto (FREITAS, 2010).

Avaliando os resultados encontrados para SST na Figura 6, observa-se que as maçãs da cultivar 'Fuji' apresentam valores mais elevados em comparação com a cultivar 'Gala' (Figura 6B) tal resultado vai ao encontro com Macedo, (2014) que ao analisar maçãs 'Gala' e 'Fuji' de diferentes locais teve a mesma comprovação. Para o minimamente processado da maçã cv. 'Fuji' nota-se que no dia zero ocorreu diferença entre o T2 e o T4 com valores de 13,60 °Brix e 14,73 °Brix respectivamente. No terceiro dia de armazenamento o T3 apresentou diferença do T5 (13,36 °Brix), no sexto dia de armazenamento a diferença foi entre o T3 com o valor de 14,70 °Brix e o T2, T4 e T5 com os seguintes valores 13,46°, 13,30° e 13,36 respectivamente.

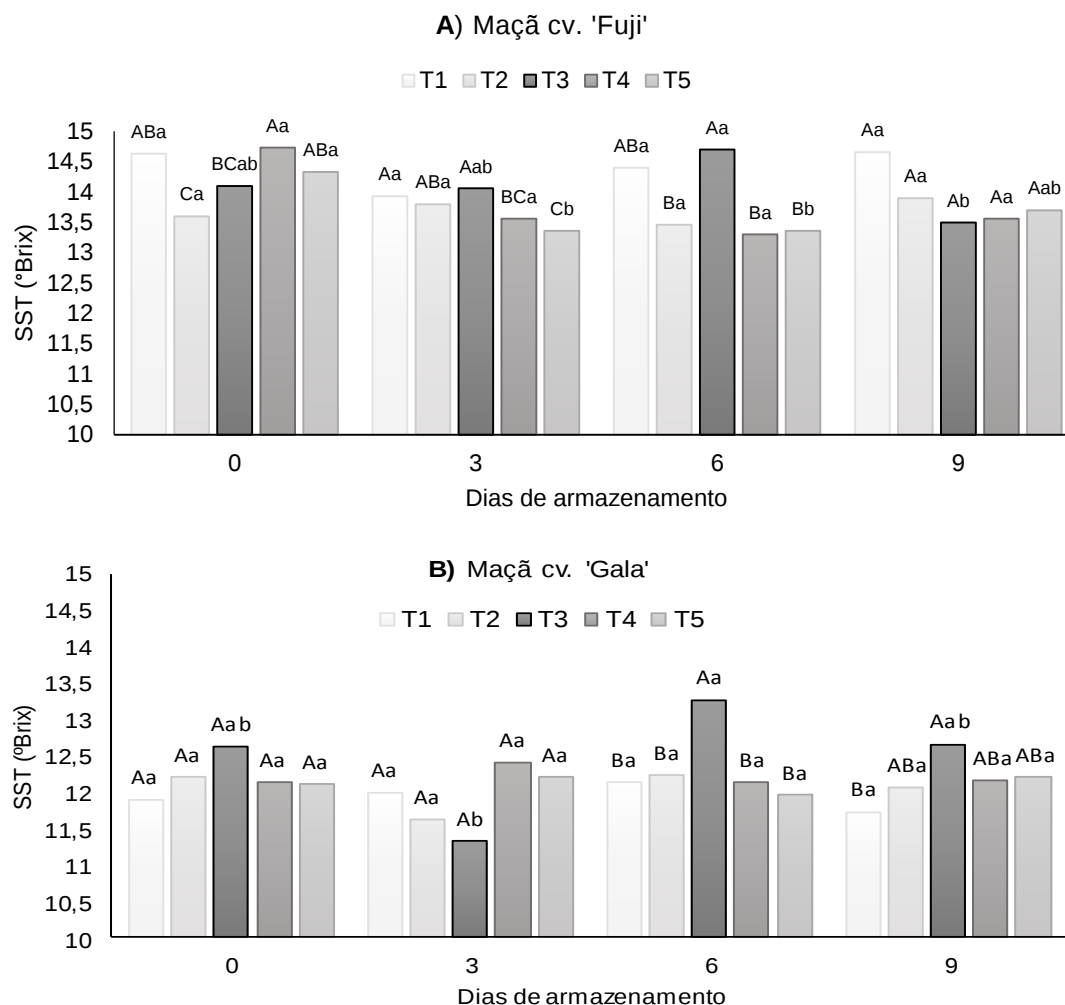


Figura 6: Sólidos Solúveis Totais (SST) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95% por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

O tratamento 3 apresentou diferença no sexto e no nono dia de armazenamento como os valores de $14,70^{\circ}$ e $13,50^{\circ}$ consecutivamente. O tratamento 5 diferiu entre o zero ($14,33^{\circ}$) e o terceiro ($13,36^{\circ}$) dia de armazenamento, como pode ser observado na Figura 6A.

Para a cv. 'Gala' apenas ao sexto dia de armazenamento teve diferença significativa com o T3 com o valor de $13,26^{\circ}$. Em relação aos tempos de armazenamento o ES+CC deferiu entre o terceiro e o sexto dia com valores de $11,33^{\circ}$ e $13,26^{\circ}$ respectivamente, como pode se observar na figura 6B. Estes

valores de sólidos solúveis estão acima dos observados por Lima (1999), que trabalhando com maçãs 'Gala', observou uma média de 10,76 °Brix.

Segundo Costa; Balbino (2002), existe a possibilidade de aumento dos valores de SST pela perda da umidade, como pode ser observado no presente estudo, porém alguns tratamentos tem uma redução nos valores, o que pode estar associado ao consumo de açúcares, devido ao maior metabolismo respiratório da fruta (PIZATO et al., 2013).

Em relação à acidez titulável (AT) na maçã cv. 'Fuji' (Figura 7A), no primeiro dia de armazenamento, observa-se que o AE+CC foi o agente coadjuvante com maior acidez em contraposto a A+CC, LC+CC e ES+CC. Para o terceiro dia de armazenamento as maiores diferenças foram entre A+CC e AE+CC, com os valores de 0,23 % e 0,30 % de ácido málico/100 g⁻¹, respectivamente. Ao analisarmos os tratamentos nos dias de armazenamento nota-se que as maiores diferenças se deram no ES+CC entre o zero e 6 dias de armazenamento onde o menor valor foi de 0,25 % e 0,30 % de ácido málico/100 g⁻¹, respectivamente.

Analisando a cv. 'Gala' (Figura 7B) tem-se como as maiores diferenças entre os tratamentos no terceiro dia de armazenamento, sendo o ES+CC com o menor valor (0,18 % de ácido málico/100 g⁻¹) e o AE+CC com maior valor (0,26 % de ácido málico/100 g⁻¹). Comparando os tratamentos nos dias de armazenamento a maior diferença encontrada foi para o AE+CC entre o tempo zero (0,23 % de ácido málico/100 g⁻¹) e no nono dia de armazenamento (0,27 % de ácido málico/100 g⁻¹), como pode se observar na figura 7B. Os valores médios de acidez encontrados nos frutos de maçã 'Gala' minimamente processada variaram de 0,27 a 0,18, dados estes semelhantes aos encontrados por Lima (1999) que foram de 0,16 a 0,33.

O teor de acidez titulável é um dos parâmetros mais importantes na avaliação sensorial de maçãs, dado que permite prever com algum rigor o sabor ácido e o aroma dos frutos (PETKOVŠEK et al., 2007). As maçãs possuem um pH ligeiramente ácido, entre 3,35 e 4,27 (VIEIRA et al., 2009; PLANCHO et al., 2004) e teores de acidez entre 0,13 e 1,67 g ácido málico/100 g de peso fresco. Neste contexto, observa-se que mesmo no nono dia de armazenamento das duas cultivares de maçã avaliadas neste estudo, não foi observado valores que extrapolassem esses parâmetros, o que demonstra a manutenção da qualidade

das maçãs minimamente processadas, tratadas com agentes coadjuvantes e armazenamento em câmara refrigerada.

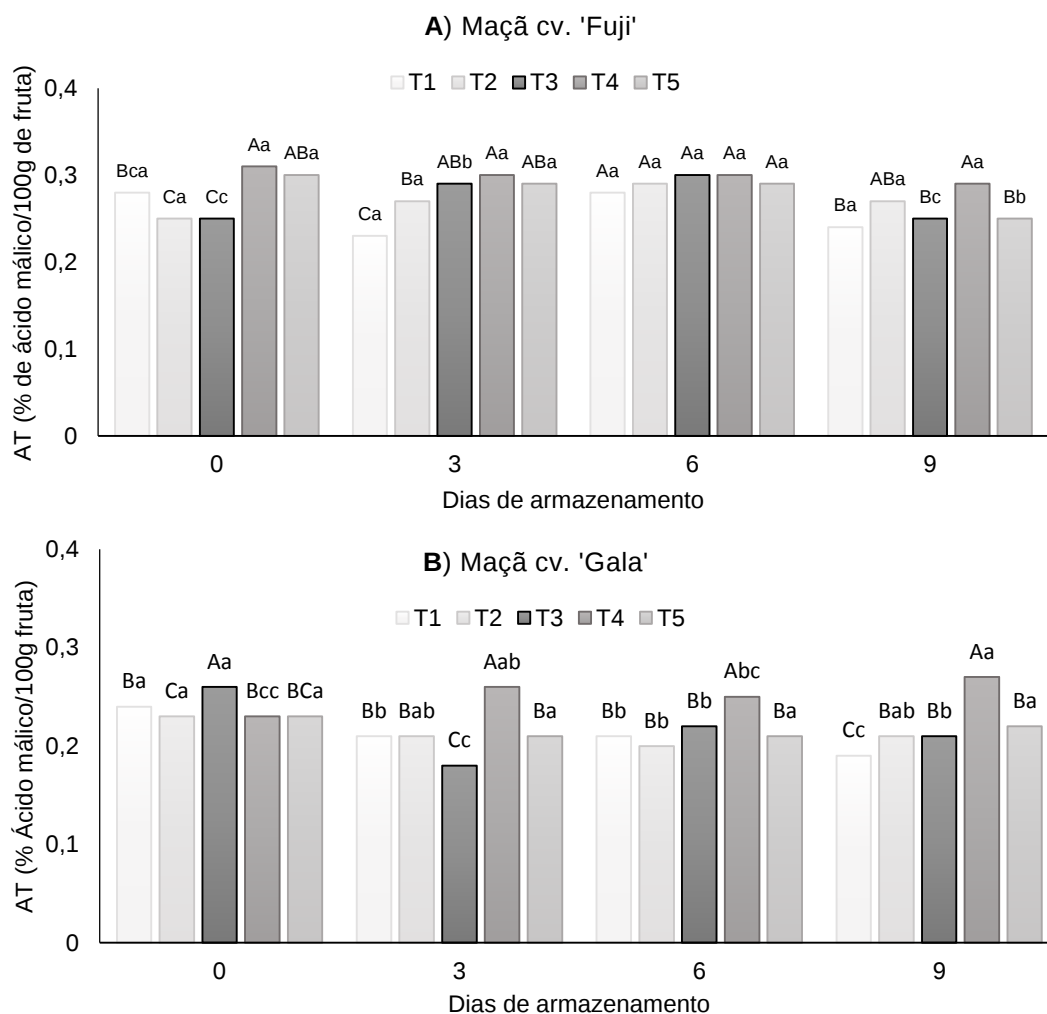


Figura 7: Acidez titulavel (AT) em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

No que diz respeito a firmeza da polpa em maçãs da cv. Fuji minimamente processadas (Figura 8A), o único tempo de armazenamento onde observou-se diferenças significativas entre tratamentos foi no nono dia com os valores variando de 3,38 N no ES+CC a 2,95 N no AK+CC. Esta última informação está em conformidade com os resultados obtidos por Supapvanich, Pimsaga e

Srisujan (2011) que ao trabalharem com maçãs minimamente processadas observaram que a firmeza destas manteve-se constante durante os 7 dias de armazenamento. O único tratamento que apresentou diferença ao longo dos dias de armazenamento foi o AK+CC, onde os valores variaram de 3,41 N e 3,04 N respectivamente, nos dias zero e 6, como pode ser observado na Figura 8A.

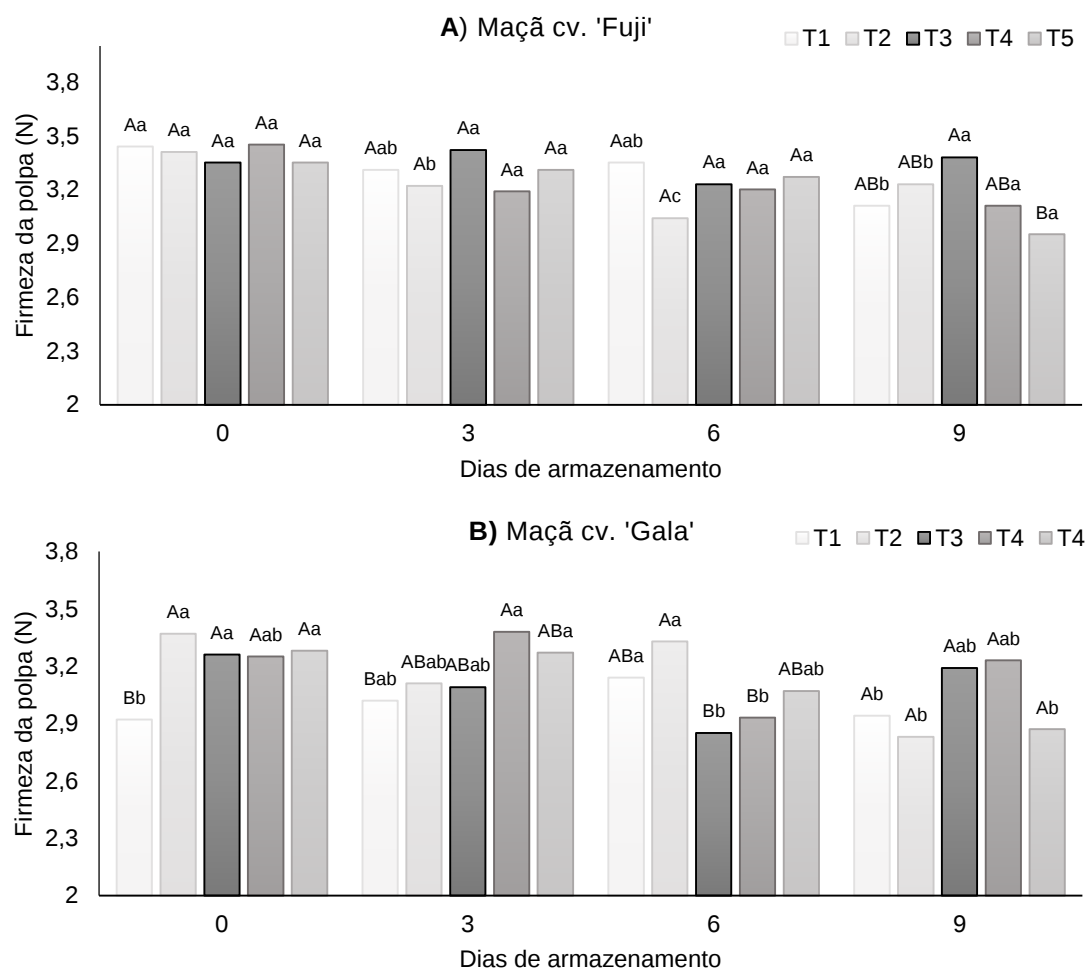


Figura 8: Firmeza da polpa em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

A firmeza da polpa na maçã da cv. 'Gala' variou entre os tratamentos nos 6 primeiros dias de armazenamento. No tempo zero apenas o tratamento 1 (A+CC) diferiu dos demais, mostrando que os tratamentos aplicados

preservaram a firmeza da polpa uma vez que o valor encontrado foi mais baixo em relação aos demais. Já no terceiro dia de armazenamento observa-se que o tratamento AE+CC continuava com a firmeza superior ao do tratamento controle com valores de 3,4 N e 3,1 N respectivamente. No terceiro ponto de avaliação a LC+CC (3,4 N) foi superior ao ES+CC e AE+CC com os valores de 2,9 N e 3,0 N respectivamente, como pode se observar na figura 8B.

A perda de firmeza da polpa ao longo do armazenamento observada principalmente entre os tratamentos da cv. 'Fuji', pode ser consequência do amadurecimento normal que envolve diferentes mecanismos, como perda de turgor celular, alterações nas características dos polissacarídeos da lamela média da parede celular, ação de enzimas hidrolíticas ou mecanismos não enzimáticos, devido a ação do etileno ((CHITARRA; CHITARRA, 2005; SISLER; SEREK, 1997).

A perda de massa em frutas como pode ser observada na Figura 9 é devida a processos de transpiração e respiração estes são determinados pelo gradiente de pressão do vapor de água entre a fruta e o ambiente envolvente (MAGUIRE et al., 2000; VALERO et al., 2013).

Para a cv. 'Fuji', houve diferença estatística entre LC+CC e ES+CC com 0, 3 e 9 dias de armazenamento, sendo ES+CC o agente coadjuvante com a perda de massa menos significativa. Ao longo dos nove dias de armazenamento verifica-se uma tendência de aumento na perda de massa das maçãs minimamente processadas. A perda de umidade dos produtos não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente pelas alterações nas textura. Alguma perda é tolerada, mas aquela responsável pelo murchamento ou enrugamento deve ser evitada. Na cultivar 'Gala' a diferença entre os agentes coadjuvantes é percebida apenas nos 3 primeiros dias de armazenamento, sendo que no 3º dia a diferença encontrada é entre A+CC e LC+CC com menor perda de massa e AK+CC com a maior.

Mesmo havendo diferença entre os agentes ao longo dos nove dias de armazenamento, essa perda de massa não é muito significativa pois em ambas as cultivares a perda de massa é inferior a 1 %. Esses resultados reforçam os discutidos posteriormente na avaliação sensorial, onde os julgadores não perceberam perda de suculência em nenhum dos tratamentos ao longo dos nove dias de armazenamento.

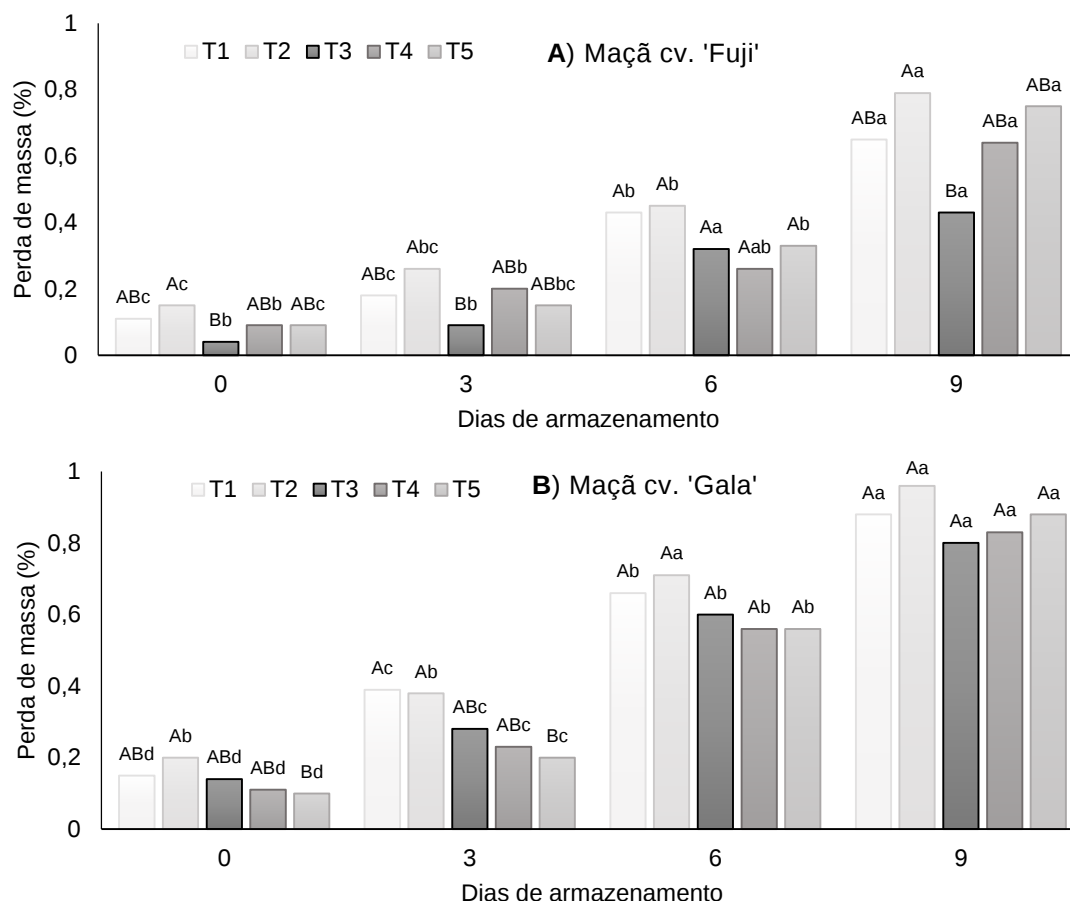


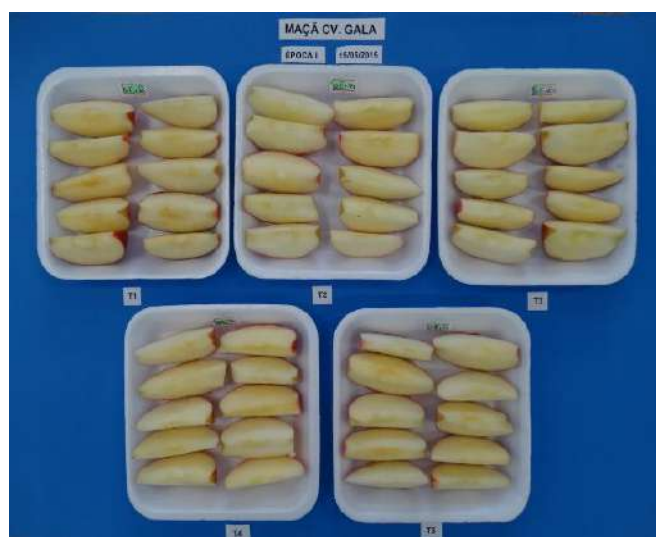
Figura 9: Perda de massa em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$). T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Finger e Vieira (1997) afirmam que a perda de peso máxima, sem o aparecimento de murchamento ou enrugamento da superfície oscila entre 5 % e 10 % e que a perda de peso para os produtos varia em função da espécie e do nível de exigência do consumidor. No entanto, uma perda de água é inevitável, pois a retirada de calor da respiração por resfriamento externo gera gradiente de potencial hídrico, levando água da superfície do produto para a superfície de resfriamento, identificada como condensação na parte interna do produto (ALBERTINI, 2011).

Os resultados discutidos a seguir referem-se as variáveis de cor das maçãs minimamente processadas. Nas Figuras 10 e 11, pode ser observado a

ação dos agentes coadjuvantes quanto a inibição do escurecimento ao longo do armazenamento em câmara refrigerada das maçãs minimamente processadas das cultivares 'Gala' e 'Fuji'.



0 dias



3 dias



6 dias



9 dias

Figura 10: Ação dos agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) sobre a inibição do escurecimento em maçãs da cultivar 'Gala' minimamente processadas e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

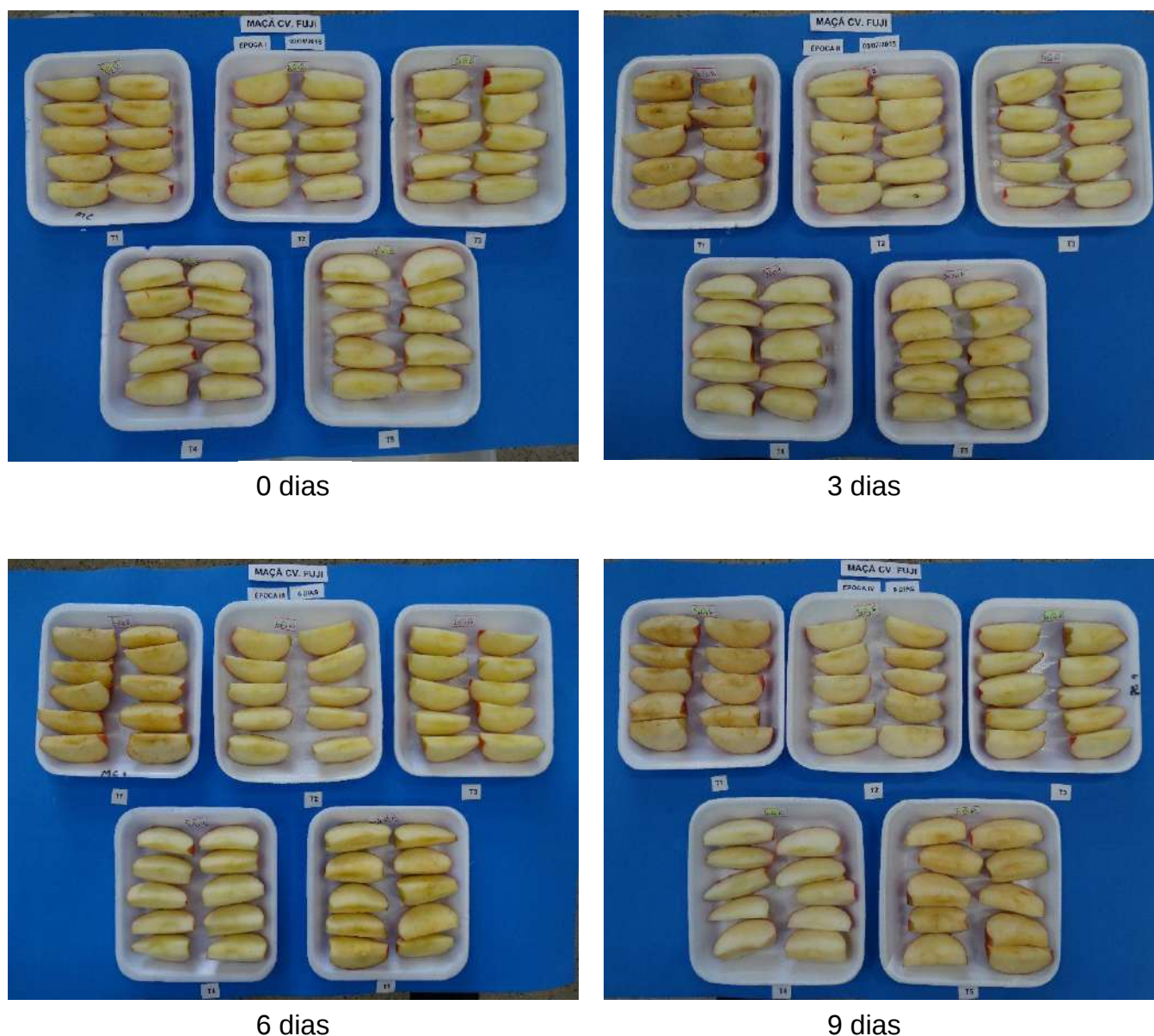


Figura 11: Ação dos agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) sobre a inibição do escurecimento em maçãs da cultivar ‘Fuji’ minimamente processadas e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Os valores de L^* demonstram o quão claro (maior valor) ou quão escuro (menor valor) é um produto. Nas maçãs MP cv. ‘Fuji’ (Figura 12A) observa-se que a LC+CC, ES+CC e o AE+ CC foram os agentes antioxidantes que mantiveram os maiores valores para L^* com 0 e 9 dias de armazenamento se comparados com a testemunha (A+CC). O ES+CC foi o único agente

coadjuvante que se sobressaiu no quesito luminosidade ao longo dos 9 dias de armazenamento se comparado com A+CC, onde foram observados os menores valores para esta variável. Os resultados de luminosidade no presente trabalho foram semelhantes ao encontrados por Perez Gago, Serra e Del-Río (2006) que também demonstraram que o uso de antioxidantes proporcionou maior inibição do escurecimento enzimático.

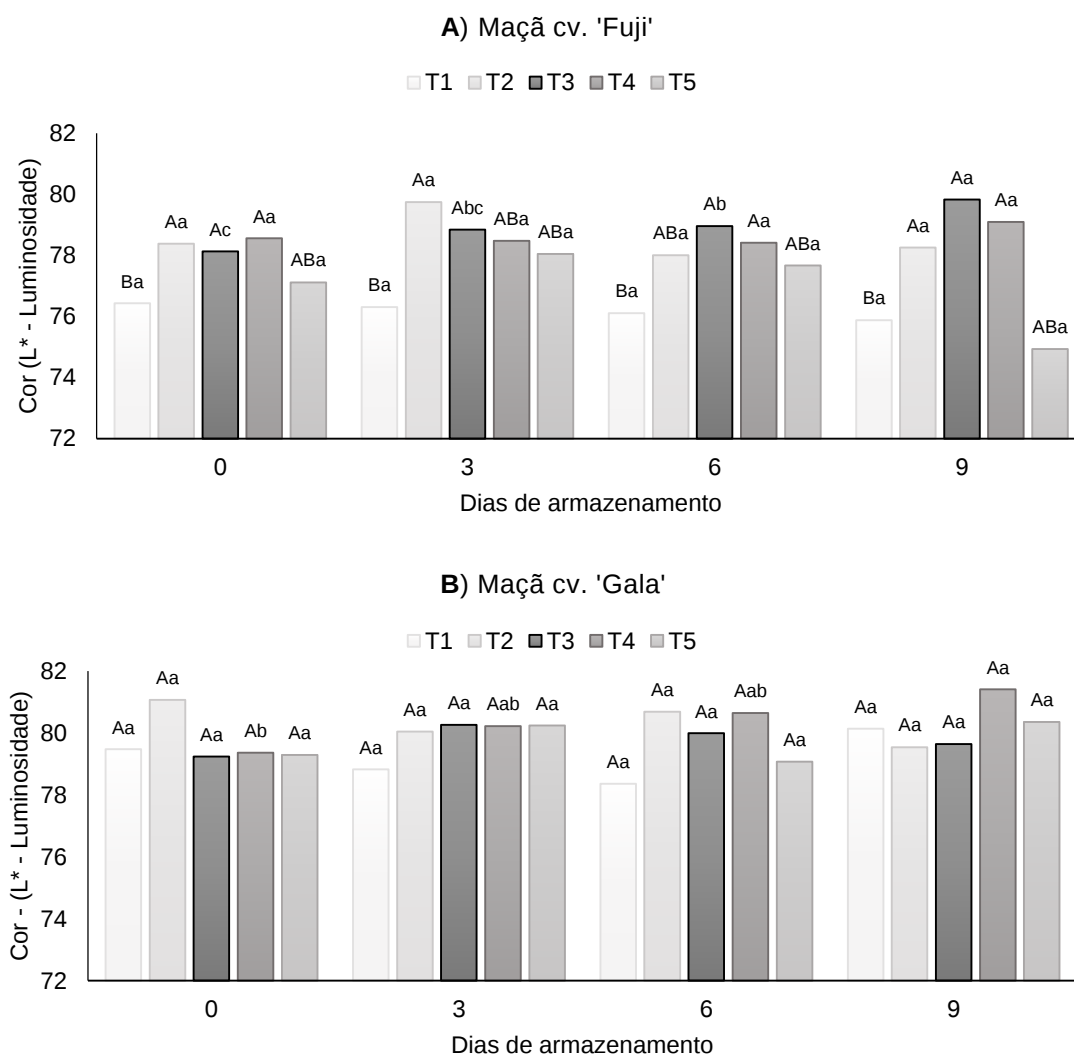


Figura 12: Valor de L* - luminosidade em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbrico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Já na cv. 'Gala' (Figura 12B) apenas o AE+CC apresentou diferença estatística entre 0 e 9 dias de armazenamento; com valores de 79,36 e 81,41 respectivamente. Quando compara-se os agentes coadjuvantes entre as épocas não verifica-se diferença estatística entre nenhum deles. Isso denota que não houve um escurecimento muito acentuado nesta cultivar.

O valor a^* varia do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$). Na avaliação que concerne as épocas de armazenamento a cv. 'Gala' (Tabela 2) não apresentou diferença estatística já na cv. 'Fuji' (Tabela 3) o único agente coadjuvante que apresentou variação foi AK+CC. Este agente a partir dos 6 dias de armazenamento tende a ter coloração mais avermelhada.

Tabela 2: Valor de a^* em maçãs cv. 'Gala' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por 0, 3, 6 e 9 dias em câmara refrigerada a 4 °C e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Tratamentos	Cor (a^*)							
	0		3		6		9	
T1	a	-2,03 A	a	-1,69 A	a	-1,53 A	a	-2,52 AB
T2	a	-3,64 B	a	-2,93 AB	a	-3,37 A	a	-3,35 BC
T3	a	-3,94 B	a	-3,83 B	a	-2,26 A	a	-2,03 A
T4	a	-3,24 AB	a	-3,18 AB	a	-3,20 A	a	-3,95 C
T5	a	-3,38 AB	a	-3,89 B	a	-2,45 A	a	-2,77 ABC

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Tabela 3: Valor de a^* em maçãs cv. 'Fuji' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por 0, 3, 6 e 9 dias em câmara refrigerada a 4 °C e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

		Cor (a^*)							
Tratamentos		0		3		6		9	
T1	a	-2,16	A	a	-1,51	A	a	-1,42	A
T2	a	-3,43	B	a	-3,04	B	a	-3,17	BC
T3	a	-3,97	B	a	-3,77	C	a	-3,52	CD
T4	a	-3,78	B	a	-3,94	C	a	-3,94	D
T5	b	-3,26	B	b	-3,22	B	a	-2,64	B

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Quando comparamos os agentes coadjuvantes apenas entre os dias de armazenamento, observamos na cv. 'Gala' que a LC+CC e o ES+CC foram os únicos tratamentos que diferiram estatisticamente da testemunha no primeiro dia de avaliação. No entanto, no sexto dia, não houve diferença estatística entre os agentes coadjuvantes utilizados neste experimento. Esse comportamento mudou aos 9 dias de armazenamento pois verifica-se que apenas o ES+CC e o AE+CC diferiram. Na cv. 'Fuji' os agentes coadjuvantes mantiveram diferença estatística da testemunha até o sexto dia de armazenamento.

Os valores de b^* quando aumentam indicam uma coloração mais amarelada na polpa dos frutos. Na cultivar 'Fuji' (Figura 13A) não houve uma tendência dos agentes coadjuvantes, no entanto, a partir do sexto dia de armazenamento, o ES+CC e o AE+CC foram os agentes com menores valores para os valores de b^* se compararmos com AK+CC, dessa forma, podemos concluir que esses agentes mantiveram a cor amarela em uma tonalidade mais clara. Este resultado é esperado, pois tons mais claros passam a impressão de um escurecimento menor na polpa das maçãs minimamente processadas. Aos 9 dias de armazenamento, T1, T2 e T5 apresentaram tonalidades mais escuras, o que poderia provocar uma menor aceitabilidade do produto. Ao longo dos nove

dias de armazenamento, apenas T1, T3 e T4 não mantiveram estatisticamente a mesma tonalidade de cor.

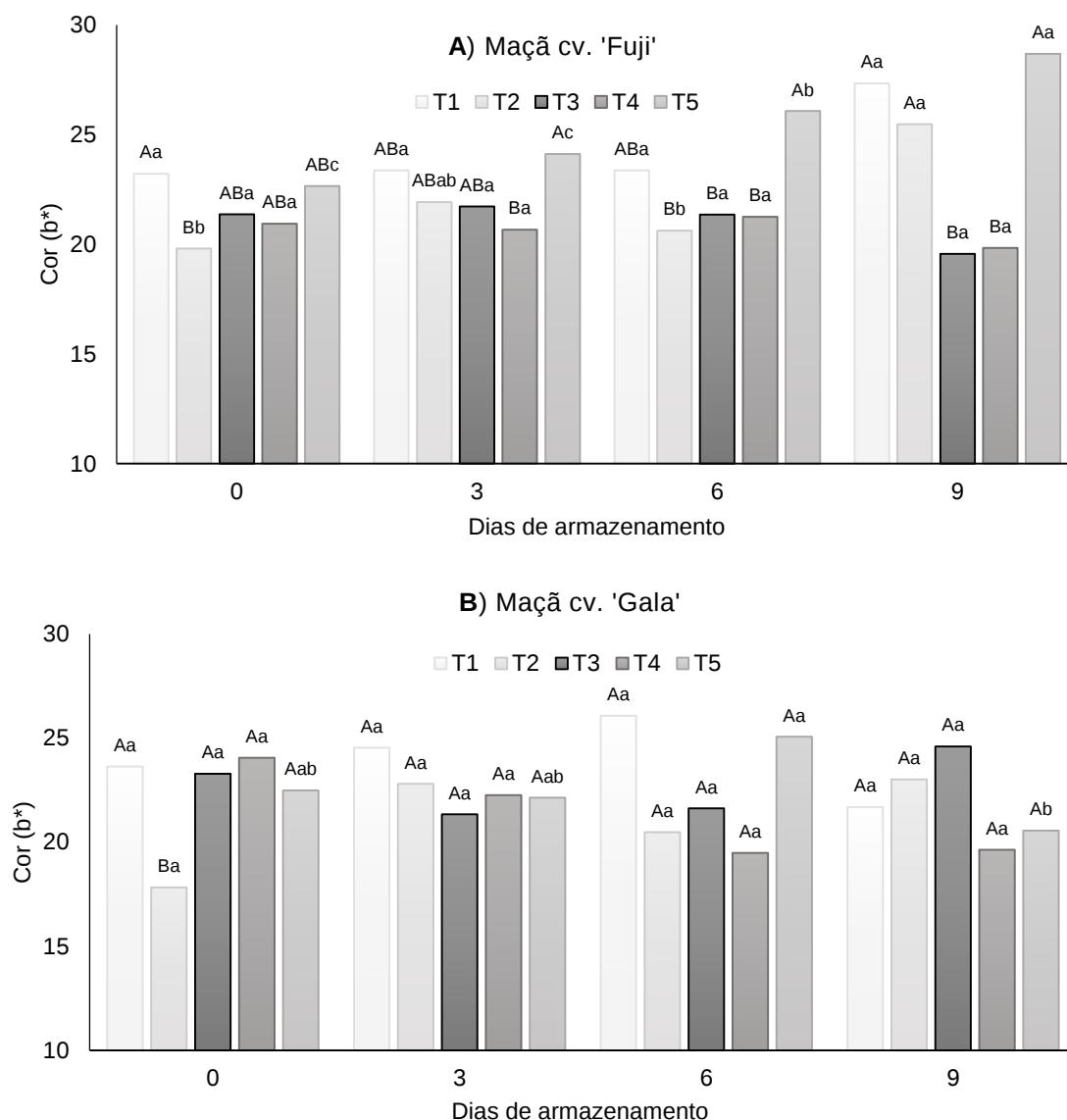


Figura 13: Valor de b^* em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^\circ\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Na cv. 'Gala' (Figura 13B) houve diferença estatística entre os agentes coadjuvantes apenas no primeiro dia de armazenamento, sendo T2 com o menor valor e ao longo dos nove dias, a diferença observada foi no T5 que apresentou um decréscimo nos valores de b^* entre o 6º e o 9º dia.

Com relação aos valores da tonalidade da cor ou matiz expressos como ângulo Hue, observou-se que houve diferença estatística entre os tratamentos coadjuvantes de pós-colheita utilizados (T1, T2, T3, T4 e T5), apresentados na Figura 14.

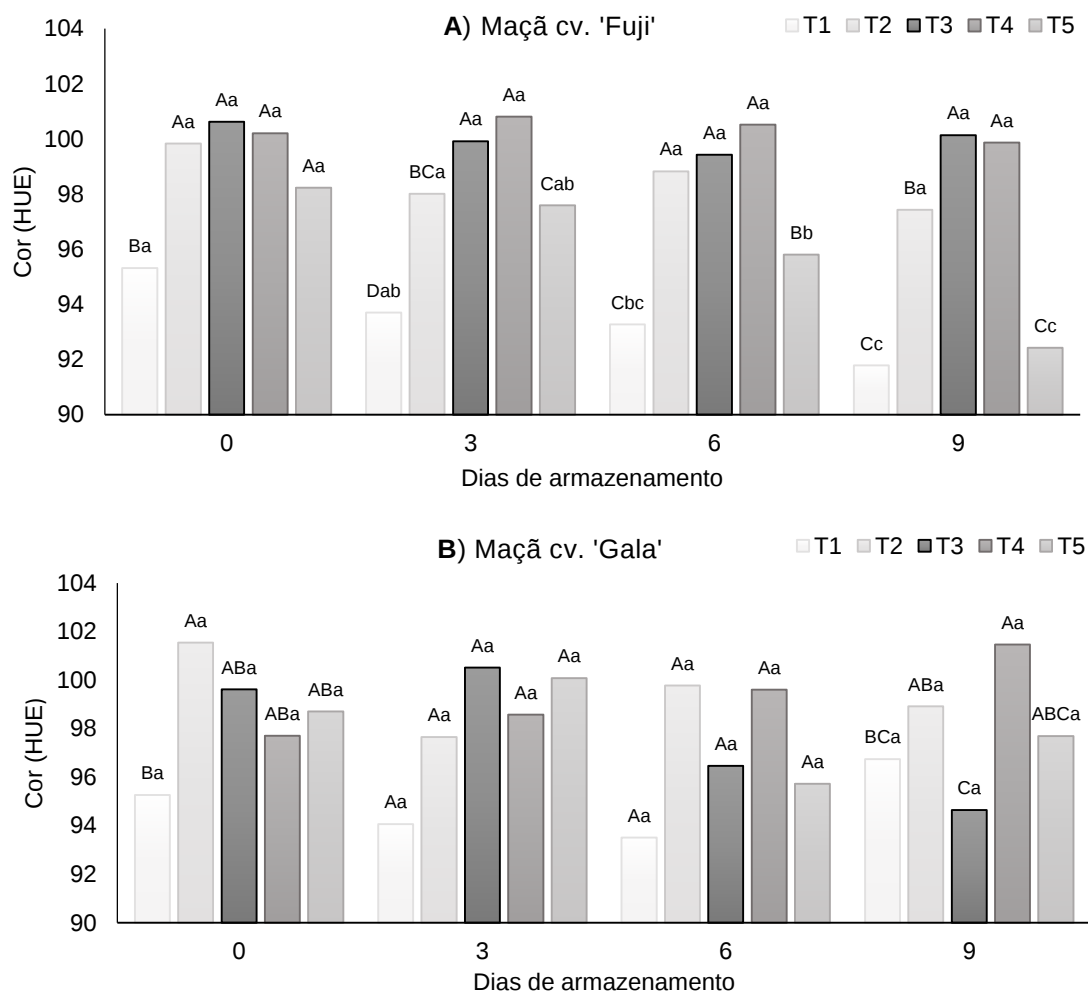


Figura 14: Ângulo HUE em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Na cultivar “Fuji”, (Figura 14A) o ES+CC e o AE+CC proporcionaram as amostras de maçã minimamente processadas maiores valores de ângulo Hue aos 3 e 9 dias de armazenamento, cuja variação nestes tratamentos foram de 99,92 a 99,87. Situação inversa é verificada na testemunha em todos os dias de

avaliação sendo que no nono dia T5 apresentou comportamento semelhante. Gonzalez-Buesa *et al.* (2011) relataram diminuição do valor do ângulo Hue ao longo dos 9 dias de armazenagem de pêssegos cv. ‘Andross’ minimamente processados. O ângulo Hue se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, podendo variar de 0° a 360°, sendo que valores abaixo de 90° correspondem a cor amarela e valores acima tons esverdeados. Este acontecimento também foi observado por Raybaudi-Massilia *et al.* (2007), que ao trabalharem com maçãs cv. ‘Fuji’ minimamente processadas obtiveram menores valores no controle.

Na cultivar ‘Gala’ (Figura 14B) houve diferença estatística no primeiro dia de avaliação apenas entre T1 e T2, já aos 9 dias essa diferença foi observada entre T3 e T4, situação incomum para o ES+CC (T3) visto que nas variáveis L*, a* e b* este agente coadjuvante foi um dos que mais se destacou na preservação da cor das maçãs minimamente processadas. Mesmo o ES+CC tendo apresentado resultados semelhantes a testemunha, não verificou-se diferença estatística em nenhum dos tratamentos ao longo dos nove dias de armazenamento em câmara refrigerada. Os valores de ângulo Hue praticamente mimetizam a tendência inversa dos valores de a*, ou seja, o prolongamento do tempo de armazenamento dos frutos, antes e depois do processamento, favorece o aumento dos valores de a*, havendo tendência inversa para os valores do ângulo Hue. Assim, o tratamento que mais contribuiu para evitar o escurecimento com menores valores de a*, também é aquele que proporciona os maiores valores do ângulo Hue, ou seja, o tratamento ES+CC e o AE+CC.

Quanto a matiz croma, que indica a intensidade da cor, não houve diferença estatística entre os tratamentos e os dias de armazenamento nas maçãs cv. ‘Gala’. Nas maçãs da cultivar ‘Fuji’, os resultados mais significativos podem ser observados no sexto e no nono dia de armazenamento (Figura 15). No sexto dia, os agentes coadjuvantes que apresentaram os melhores resultados foram a LC+CC, ES+CC e o AE+CC em contraposto a A+CC (testemunha) e o AK+CC. No nono dia, os tratamentos que mantiveram o menor escurecimento foram o ES+CC e o AE+CC. Ao longo dos nove dias de armazenamento, com exceção do ES+CC e o AE+CC, os outros agentes coadjuvantes apresentaram um aumento gradativo no escurecimento da polpa das maçãs. A LC+CC apresentou bons resultados apenas até o sexto dia.

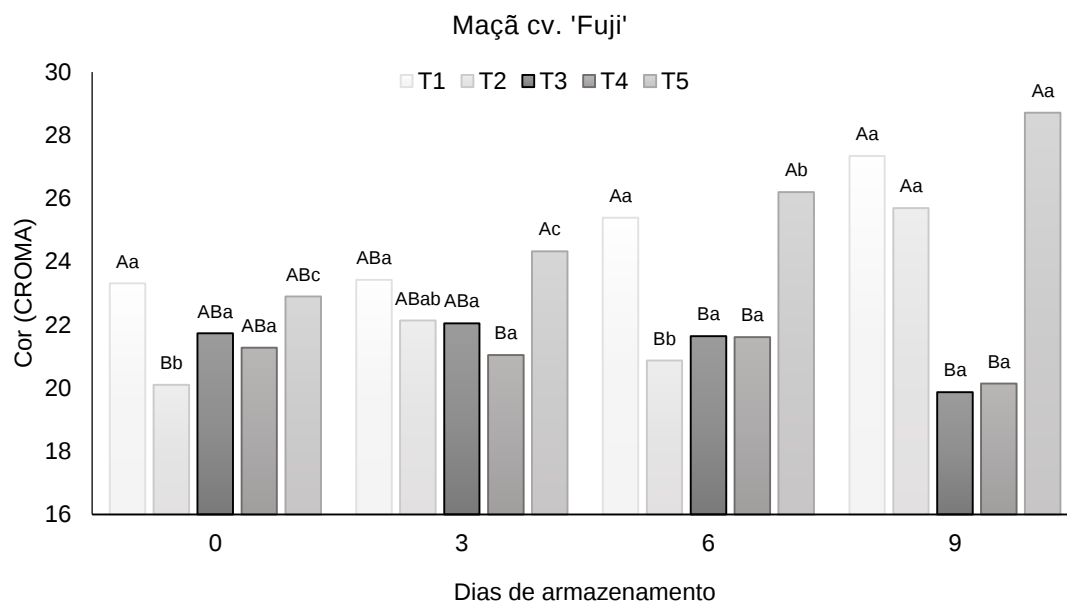


Figura 15: Matiz CROMA em maçãs cv. 'Fuji' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas por diferentes períodos (E1, E2, E3 e E4) em câmara refrigerada a 4 °C e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

O índice de escurecimento das maçãs minimamente processadas cv. 'Gala' não apresentou diferença estatística ao nove dias de armazenamento, já na cv. 'Fuji', o índice de escurecimento pode ser observado na Figura 16. Os agentes coadjuvantes com os melhores resultados no terceiro e sexto dia de armazenamento foram a LC+CC, ES+CC e AE+CC, no nono dia, os resultados dos dias anteriores se mantiveram, no entanto, a LC+CC apresentou um pequeno aumento neste índice. Ao avaliar os tratamentos ao longo dos dias, verifica-se um gradativo aumento no escurecimento da polpa na A+CC e no AK+CC. A LC+CC apresentou um escurecimento mais acentuado apenas no nono dia de armazenamento, isso porque a polpa da maçã começou a ficar avermelhada, gerando assim um provável rechaço do consumidor. Ao avaliar a matiz croma e índice de escurecimento, podemos verificar comportamento bastante semelhante entre os agentes coadjuvantes testados.

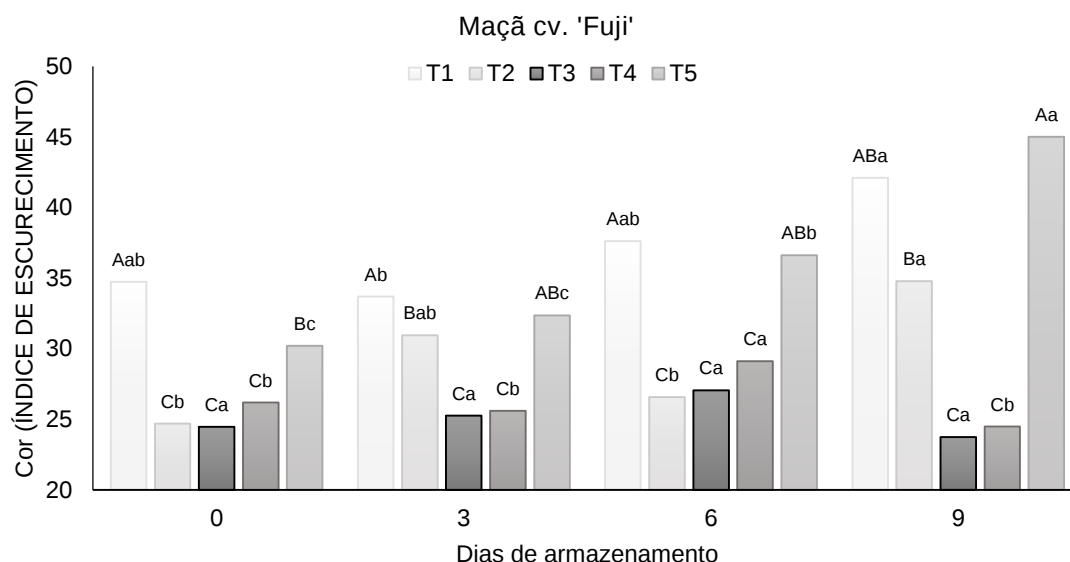


Figura 16: Índice de escurecimento em maçãs cv. 'Fuji' minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Ao avaliar a quantidade de fenólicos totais nas amostras de maçãs da cv. 'Fuji' MP (Figura 17A) no tempo zero, observa-se que o tratamento controle apresenta a menor quantidade de compostos fenólicos ($121,51 \text{ mg de ácido clorogênico}/100 \text{ g}^{-1}$) em contraposto ao ES+CC e o AE+CC com $153,45$ e $150,32 \text{ mg de ácido clorogênico}/100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente. No terceiro e no sexto dia de armazenamento, o ES+CC e o AE+CC são os agentes coadjuvantes com as maiores concentrações de compostos fenólicos. Já no último dia de armazenamento apenas o ES+CC se apresenta no topo com valor de $141,14 \text{ mg de ácido clorogênico}/100 \text{ g}^{-1}$.

Comparando os tratamentos entre os tempos de armazenamento, verificamos que ocorre o decréscimo na concentração dos compostos fenólicos na LC+CC e no AK+CC até o sexto dia de armazenamento. Já o ES+CC e o AE+CC começam a decair apenas no nono dia de armazenamento. Essa tendência de redução nos compostos fenólicos totais, ocorre provavelmente pela oxidação desses compostos pelas polifenoloxidasas (MISHRA; GAUTAM;

SHARMA, 2012), como consequência do metabolismo de maturação e senescência.

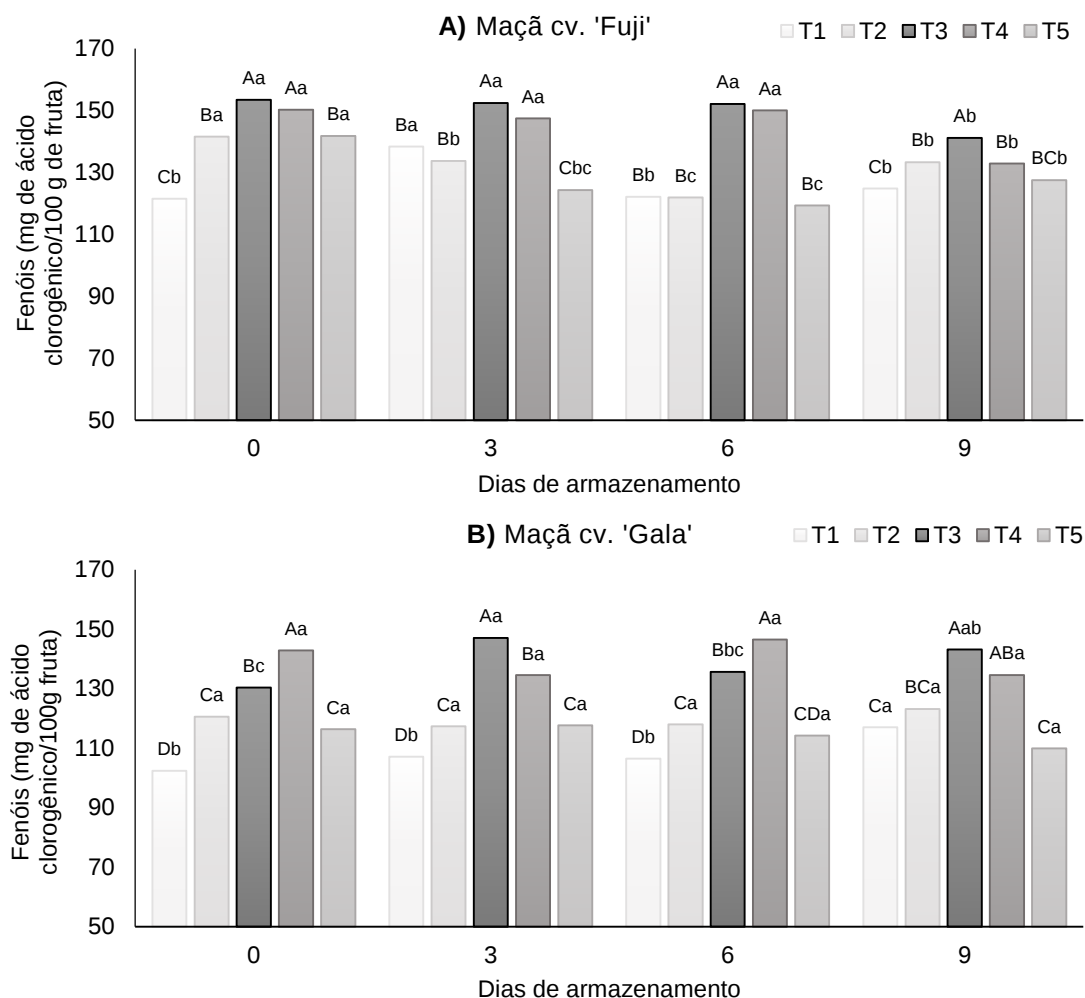


Figura 17: Fenóis em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Nas maçãs da cv. 'Gala' MP (Figura 17B) o agente coadjuvante que apresentou as maiores concentrações de fenóis totais no primeiro dia de avaliação foi o AE+CC (142,88 mg de ácido clorogênico/100 g⁻¹) diferindo dos demais, já no terceiro dia armazenamento foi o ES+CC que apresentou o maior valor, 147,05 mg de ácido clorogênico/100 g⁻¹, também diferindo dos demais. No

sexto e nono dia o ES+CC e o AE+CC continuaram com as maiores concentrações de compostos fenólicos totais.

Nesse estudo observa-se que a cultivar 'Fuji' apresenta valores mais elevados para compostos fenólicos totais que a cultivar 'Gala', os quais são explicados por diferentes autores, que dizem que a cultivar tem importância na concentração dos fenóis em maçãs (GUO et al., 2013; VRHOVSEK et al., 2004), principalmente, entre maçãs para consumo *in natura* e industrial que usualmente apresentam maior concentração de fenóis sendo classificadas como adstringentes e/ou amargas (SANONER et al., 1999; TSAO et al., 2003). Há um grande número de variedades de maçãs com variações de perfil fenólico que afetam as características sensoriais de seus produtos (ALONSO-SALCES et al., 2004).

A partir da quantificação da atividade antioxidante através do radical DPPH, observa-se que nas maçãs MP da cv. 'Fuji' (Figura 18A), os tratamentos que apresentam a maior capacidades de sequestrar o radical DPPH são ES+CC (254,36 mg trolox/100 g fruta fresca) e AE+CC (235,52 mg trolox/100 g fruta fresca) sem diferença significativa entre si, já quando se compara com os demais tratamentos A+CC, LC+CC e AK+CC essa diferença é verificada, isso acontece para 0, 3 e 6 dias de armazenamento. No nono dia, a LC+CC (77,68 mg trolox/100 g fruta fresca) difere do ES+CC, AE+CC e AK+CC com valores de 157,06, 131,99, e 117,83 mg trolox/100 g fruta fresca, respectivamente. Em comparativo dos tratamentos ao longo do armazenamento, observa-se uma queda no passar dos dias partindo de valores de 254,36 mg trolox/100 g fruta fresca no ES+CC a 238,52 mg trolox/100 g fruta fresca no AE+CC no tempo zero e chegando a valores de 151,94 mg trolox/100 g fruta fresca no ES+CC e 143,43 mg trolox/100 g fruta fresca no AE+CC, no sexto dia de armazenamento, mostrando a instabilidade desses compostos ao longo do tempo de armazenamento.

Avaliando a atividade antioxidante das maçãs MP da cv. 'Gala' (Figura 18B) observa-se que o ES+CC e o AE+CC tiveram maior atividade antioxidante para todos os períodos de armazenamento, com diferença significativa entre si. O ES+CC manteve os maiores valores em todos os períodos de armazenamento, sendo o maior valor 269,99 mg trolox/100 g fruta fresca no tempo zero e 204,18 mg trolox/100 g fruta fresca no nono dia de armazenamento.

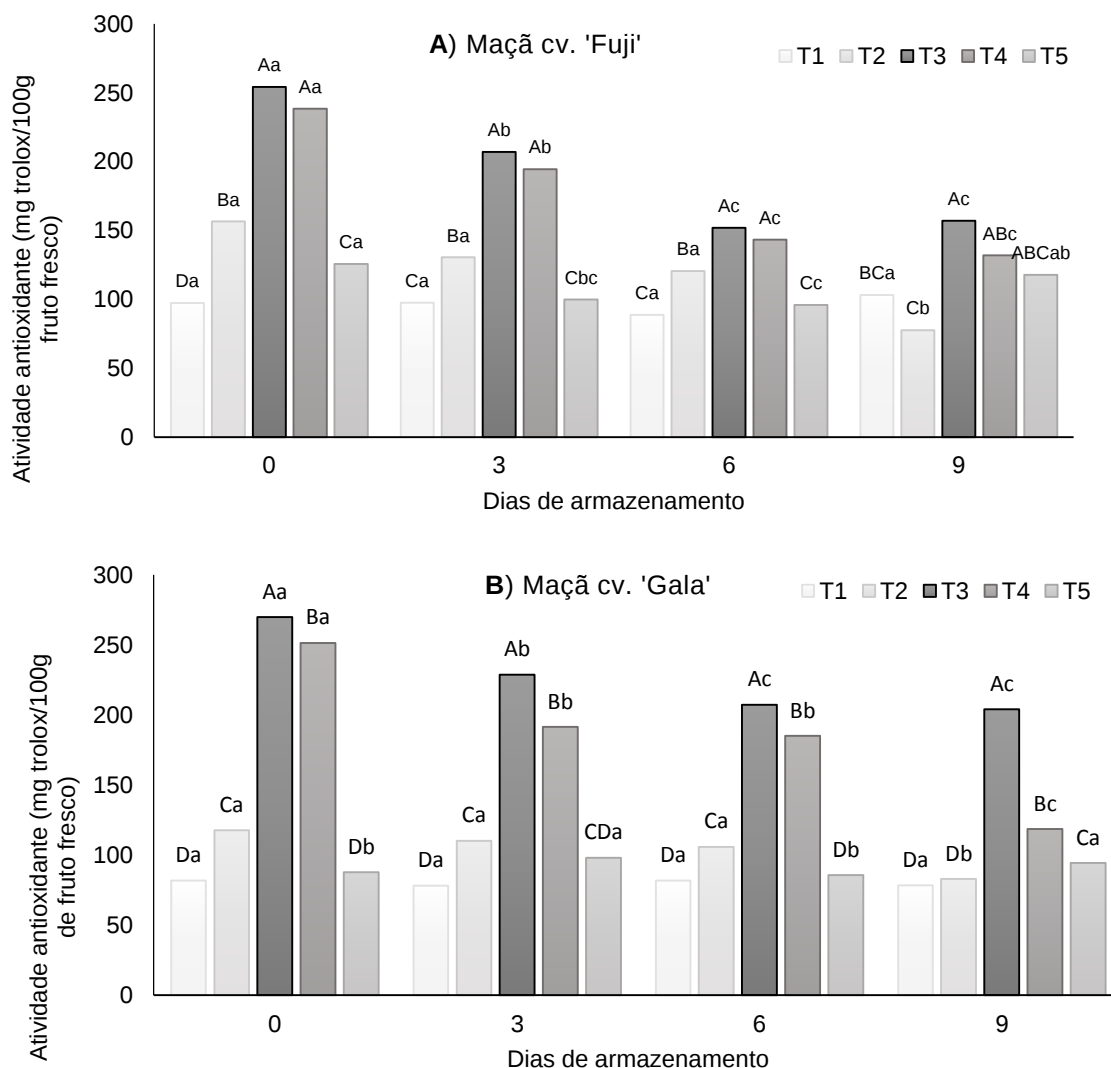


Figura 18: Atividade antioxidante em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbrico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Já o AE+CC foi o segundo agente com os melhores resultados mas também apresentando queda na atividade ao longo dos dias de armazenamento. Em relação a manutenção da atividade antioxidante ao longo dos dias de armazenamento, os agentes que apresentaram valores mais elevados no primeiro dia de avaliação (ES+CC e AE+CC) também são os que mais apresentaram queda na atividade ao longo do armazenamento. Esse

comportamento pode ser observado tanto na cv. 'Fuji' quanto na cv. 'Gala'. Os resultados encontrados para os agentes coadjuvantes nesse estudo estão de acordo com os Gularte et al., (2007) em maçãs da cv. 'Fuji'. As propriedades antioxidantes estão muito relacionadas com a cultivar, com as condições de cultivo, como o ambiente e técnicas de manejo (SCALZO et al., 2005), além do grau de maturação na colheita, quanto mais madura a fruta, menor o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante (WANG; LIN, 2000; SIRIWOHARN et al., 2004; CASTREJON et al., 2008).

De modo geral pode-se observar que o ES+CC e o AE+CC conseguiram preservar os compostos do metabolismo secundário nas maçãs MP ao longo do armazenamento, mostrando a eficiência desses tratamentos frente aos demais, principalmente em comparação ao tratamento controle. Isso demonstra que esses produtos podem ser usados pela indústria de maçãs minimamente processadas para a preservação desses compostos.

O agente coadjuvante que apresentou os menores valores na atividade da enzima polifenoloxidase na cv. 'Fuji' (Figura 19A), foi a LC+CC com 0, 3 e 9 dias de armazenamento em câmara refrigerada. Entre os outros agentes coadjuvantes e a testemunha (A+CC), não observou-se diferença muito acentuada entre eles nos dias de avaliação. Na cv. 'Gala' (Figura 19B), a LC+CC, ES+CC e AE+CC foram os antioxidantes com menor atividade desta enzima até o terceiro dia de armazenamento, já no 6º dia apenas LC+CC manteve a tendência de baixa atividade enzimática sendo que no final das avaliações, apenas A+CC apresentou elevada atividade enzimática, uma vez que neste tratamento não foi utilizado nenhum agente coadjuvante. Segundo Chang et al., (2000) existe uma variação significativa entre a atividade da PFO em diferentes cultivares. Isso poderia explicar o diferente comportamento dessa enzima nestas duas cultivares de maçã visto que os experimentos e as análises foram feitas nas mesmas condições. Jeong et al. (2008), trabalhando com maçãs cv. 'Fuji' armazenadas a 4 °C, observou um aumento da atividade enzimática até o terceiro dia de armazenamento. Depois deste período, observaram um decréscimo da atividade enzimática. O aumento acima descrito não foi observado até o terceiro dia mas sim um decréscimo na atividade enzimática até o sexto dia de armazenamento em câmara refrigerada.

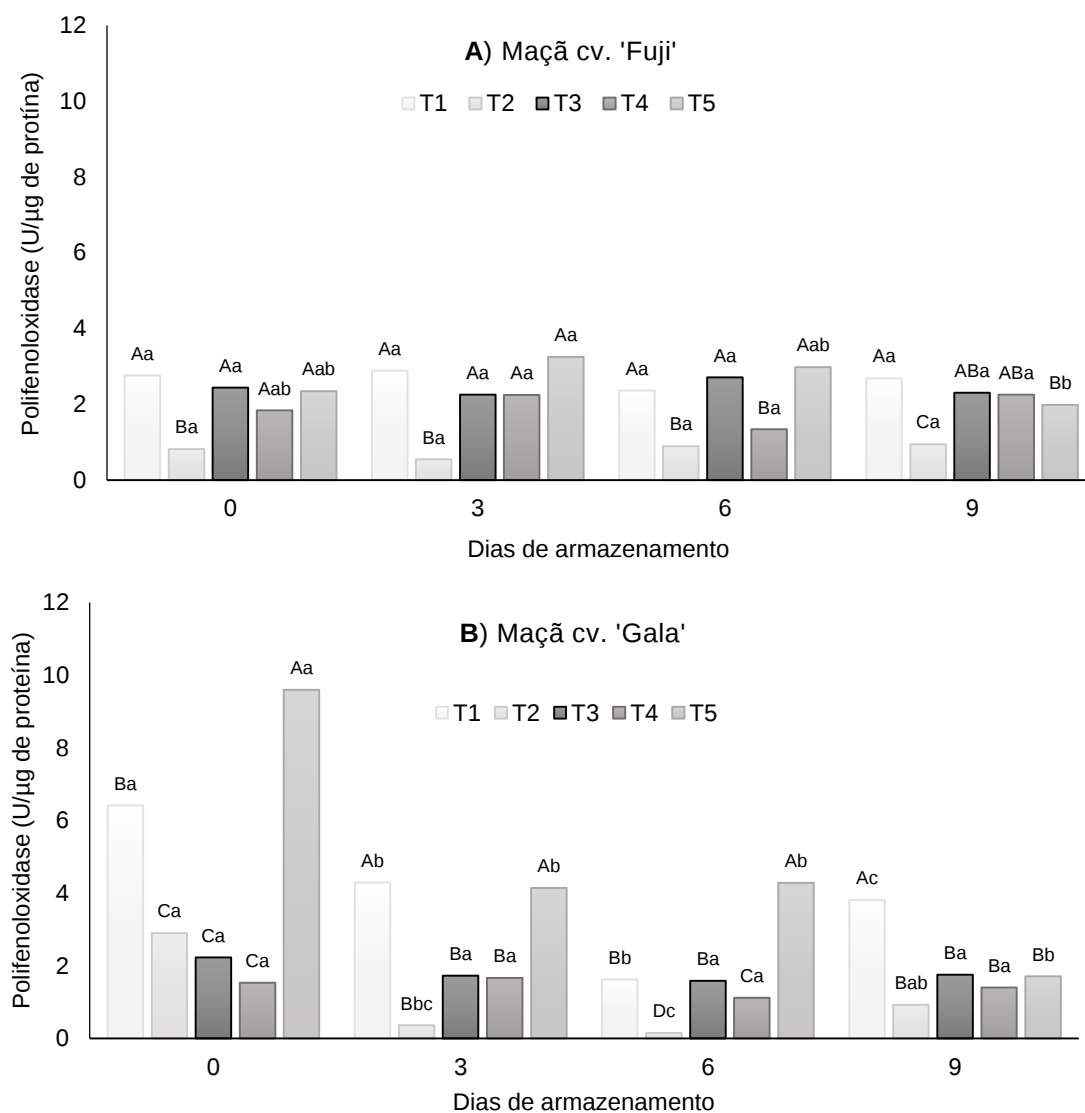


Figura 19: Polifenoloxidase em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

A atividade da enzima peroxidase foi afetada significativamente pela interação entre os dias de armazenamento e tratamentos coadjuvantes. Os agentes coadjuvantes com maior efetividade na inibição da enzima peroxidase com 0 e 3 dias de armazenamento foram LC+CC, ES+CC e AE+CC nas duas cultivares de maçã avaliadas neste experimento, já no sexto dia de armazenamento, a maior inibição ficou por conta do LC+CC e ES+CC, na cv.

‘Fuji’ (Figura 20A), situação semelhante pode ser observada no nono dia de armazenamento, no entanto, o agente com maior poder de inibição foi o LC+CC, seguido por ES+CC. A menor inibição da enzima peroxidase ocorreu nas maçãs tratadas com AK+CC e A+CC (testemunha).

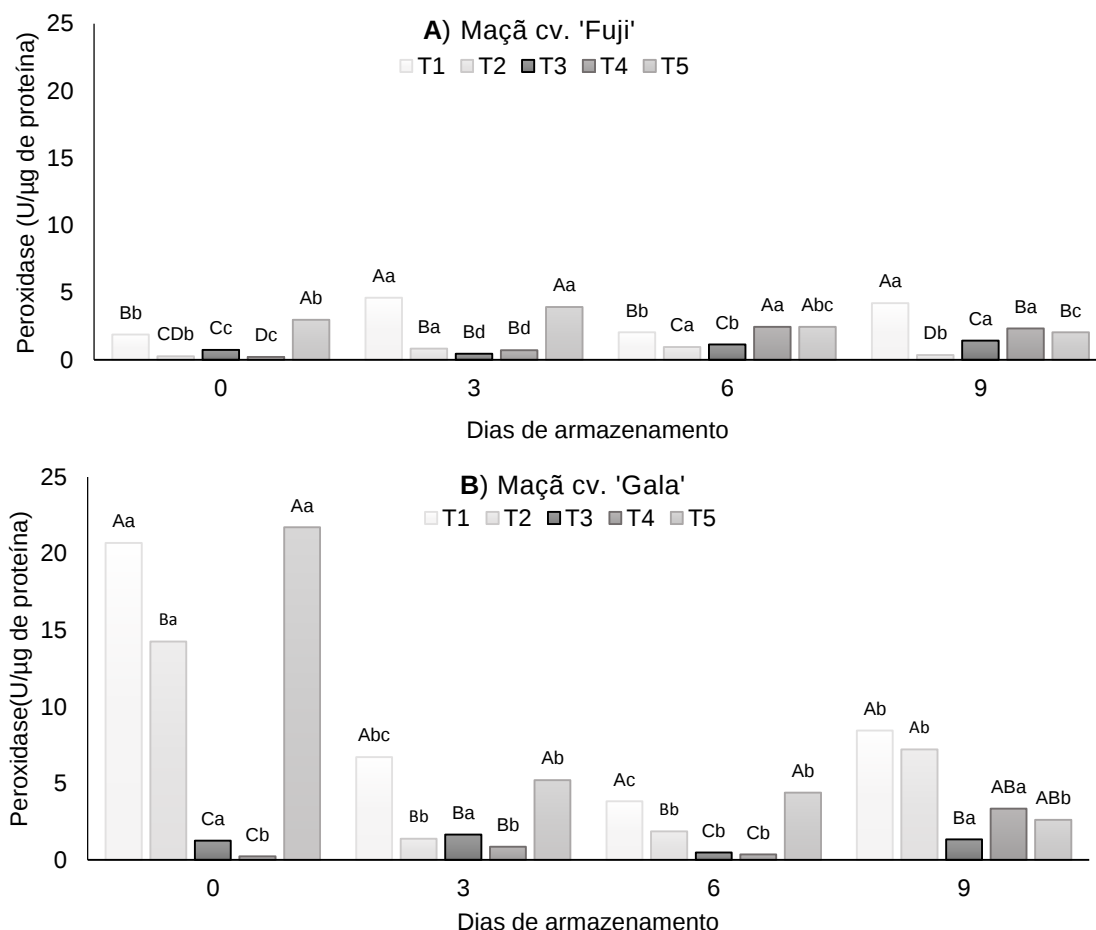


Figura 20: Peroxidase em maçãs A e B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima temperado, Pelotas, RS, 2016.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (T) nos dias de armazenamento e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos de armazenamento pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

T1 (Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 %); T2: (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %); T3: (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %); T4: (Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 %) e T5: (Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio).

Quando avaliamos a cv. ‘Gala’ (Figura 20B) observamos uma grande atividade enzimática na testemunha (A+CC), LC+CC e no AK+CC em contraposto ao ES+CC e o AE+CC, no terceiro e sexto dia de armazenamento, a LC+CC, ES+CC e AE+CC foram os agentes mais eficientes na inibição da

enzima peroxidase, no entanto, apenas ES+CC manteve maior ação inibitória da enzima peroxidase com 9 dias de armazenamento em contraposto a A+CC e a LC+CC. Ao avaliar o comportamento dos agentes coadjuvantes ao longo dos dias de armazenamento em câmara refrigerada, observamos que há um decréscimo na atividade da enzima peroxidase até o sexto dia de armazenamento. No nono dia apenas o AK+CC mantém a tendência de queda.

4.2 Análise Sensorial

Na avaliação sensorial os julgadores atribuíram notas aos atributos relacionados com a aparência (uniformidade da cor, escurecimento), sabor característico, odor característico, textura (firmeza, crocância e suculência) e qualidade geral das maçãs cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’ minimamente processadas. As escalas não estruturadas utilizadas variaram de zero (menor intensidade) a nove (maior intensidade). Não foi verificada diferença estatística nos atributos firmeza da polpa, suculência e crocância em nenhum dos tratamentos e épocas avaliadas neste experimento, cujo as médias para a cv. ‘Gala’ foram, 7,12, 7,09 e 7,19 e para a cv. ‘Fuji’ 7,11, 7,02 e 6,99 respectivamente.

Para o atributo uniformidade da cor da cv. ‘Gala’ (Figura 21.1A) apenas a A+CC (testemunha) e o AK+CC apresentaram aumento de desuniformidade ao longo dos nove dias de armazenamento. Situação muito semelhante pode ser observado na cv. ‘Fuji’ (Figura 21.1B), no entanto, esta cultivar apresentou um escurecimento superior a cv. ‘Gala’ na testemunha (A+CC). As médias atribuídas pelos avaliadores na uniformidade da cor aos nove dias de armazenamento na A+CC da cv. ‘Gala’ foi de 5,75, enquanto na cv. ‘Fuji’, os avaliadores atribuíram uma média de 4,83.

Quando o atributo avaliado foi escurecimento da polpa, verificamos que A+CC, em ambas as cultivares tiveram um escurecimento perceptível mais acentuado. Esse resultado era esperado, pois quando as células da maçã são danificadas e nenhum agente é utilizado para inibir a ação das enzimas POD e PFO, estas degradam os compostos fenólicos, ocorrendo a produção de polímeros de coloração marrom (melaninas). No entanto, na cv. ‘Fuji’ (Figura

21.2B), o AK+CC também apresentou um aumento no escurecimento ao longo do armazenamento mas este escurecimento foi inferior a testemunha (A+CC).

No que se refere a odor característico, na cv. 'Gala' (Figura 21.3.A) os avaliadores atribuíram a menor média a LC+CC porque este tratamento deixou sabor residual de enxofre, porém, os outros agentes coadjuvantes não obtiveram notas superior a 4, com exceção do ES+CC no sexto dia de armazenamento, onde a média de aceitação deste atributo foi de 5,89. Na cv. 'Fuji' (Figura 21.3.B), o ES+CC e a testemunha (A+CC) foram os agentes coadjuvantes com a maior aceitação, em contraposto a LC+CC, que em todas as épocas foi o agente coadjuvante com menor aceitação. Verifica-se também que no terceiro dia de armazenamento, com exceção da A+CC, os outros tratamento avaliados obtiveram baixa avaliação.

Quanto ao sabor característico nas cultivares 'Fuji' e 'Gala' (Figuras 21.4A e 4B), verifica-se T1, T3, T4 e T5 não sofreram interferência negativa quanto a esse atributo ao longo do armazenamento. A LC+CC não obteve bons resultados no terceiro e sexto dia de armazenamento, contudo, esse atributo teve uma aceitação um pouco melhor apenas no primeiro e nono dia de avaliação. Fuentes (2010) executou experimento com maçãs cv. 'Fuji' minimamente processadas e também observou que a utilização de 0,5 % de L-cisteína sobre estas gerou sabor estranho no produto, fazendo com que o mesmo fosse rejeitado pelos julgadores.

No último atributo avaliado, a qualidade geral, solicitou-se aos avaliadores que englobassem a percepção de todos os atributos anteriormente avaliados e atribuíssem uma nota de 1 a 9 para as amostras. Na cultivar 'Gala' (Figura 21.5.A) T3, T4 e T5 foram os agentes coadjuvantes com melhor desempenho, sendo novamente a LC+CC o agente coadjuvante com o pior desempenho. Provavelmente os julgadores tenham rejeitado as maçãs tratadas com este aminoácido por ele ter apresentado um baixo sabor e odor característico. Esses atributos são importantes na aceitação de um produto. Na cv. 'Fuji' (Figura 21.5.B) os agentes com melhor desempenho foram ES+CC e o AE+CC em todos os períodos avaliados, já T1, T2 e T5 apresentaram um decréscimo na qualidade geral ao longo do armazenamento.

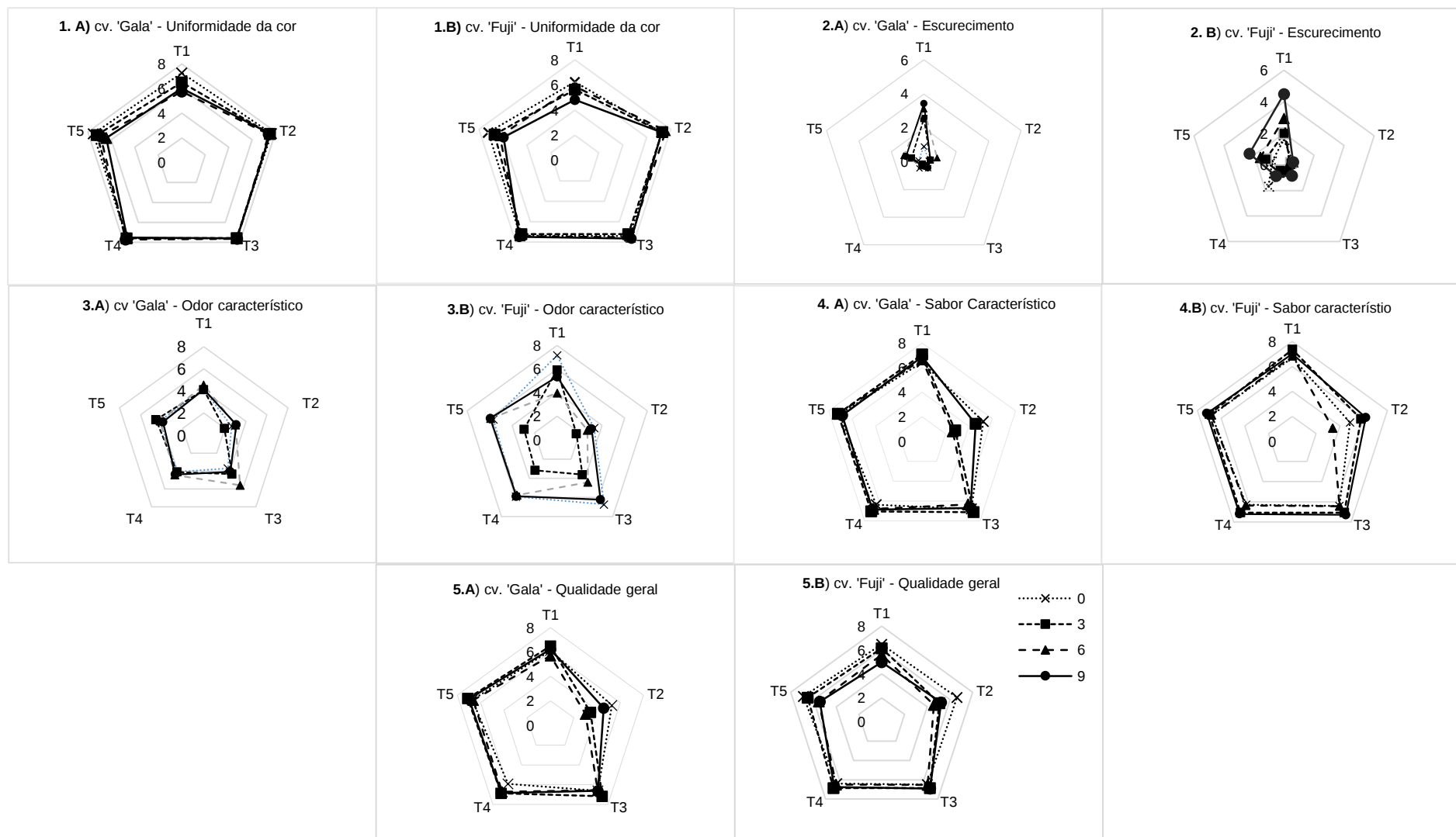


Figura 21: Avaliação sensorial em maçãs 1.A, 1.B, 2.A, 2.B, 3.A, 3.B, 4.A, 4.B, 5.A e 5B minimamente processadas, tratadas com diferentes agentes coadjuvantes (T1, T2, T3, T4 e T5) e armazenadas em câmara refrigerada por 0, 3, 6 e 9 dias a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 %. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

T1: Controle - água destilada + de cloreto de cálcio 1 % (A+CC); T2: L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 % (LC+CC); T3: Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 % (ES+CC); T4: Ácido eritórlico 3 % + cloreto de cálcio 1 % (AE+CC) e T5: Ácido kójico 0,07 % + 1 % de cloreto de cálcio (AK+CC).

4.3 Análise microbiológica

Nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 são apresentados os resultados das avaliações microbiológicas das maçãs cultivares 'Gala' e 'Fuji' minimamente processadas, tratadas com agentes coadjuvantes e posteriormente armazenadas em câmara refrigerada por até nove dias. Em 100% das amostras de maçãs analisadas verificou-se ausência de *E. coli*, estando em conformidade com a legislação vigente, bem como de *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas* sp. Estudos realizados por Santos et al. (2010) que visou avaliar as condições higiênicas sanitárias de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas no município de Campinas – SP também não detectaram a presença de bactérias do gênero *Salmonella*.

Em relação a contagem de coliformes totais, índice para avaliar as condições higiênicas do processo, 100 % das amostras de maçãs 'Fuji' apresentaram contagens não significativas ($< 1,0 \times 10^2$ UFC g⁻¹) em todos os tratamentos e dias de armazenamento. Enquanto que, verificaram-se contagens significativas ($> 1,0 \times 10^2$ UFC g⁻¹) em amostras de maçãs 'Gala' dos T1 e T3, em 0, 6 e 9 dias de armazenamento. Essas contagens elevadas de coliformes totais indicam que o processamento mínimo das maçãs não ocorreu em condições ambientais higiênicas-sanitárias satisfatórias, visto que as frutas foram sanitizadas antes do descasque e corte.

Como ainda não existe uma legislação sanitária para os produtos minimamente processados, os resultados das análises microbiológicas deste trabalho foram comparados com os Padrões Microbiológicos Sanitários, especificados pela Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. A tolerância máxima para este tipo de produto é de 5×10^2 NMP g⁻¹ (2,7 ciclos log), para coliformes, a 45 °C e a ausência de *Salmonella* em 25 g do produto (BRASIL, 2001).

A presença de fungos foi significativa em todos os tratamentos para ambas cultivares de maçã, ocorrendo aumento de sua incidência com o tempo

de escala do processamento, sendo detectadas concentrações de até $4,9 \times 10^3$ UFC g⁻¹ em amostras de maçãs 'Fuji' do T5 com 9 dias de armazenamento. O crescimento de fungos filamentosos na superfície das maçãs é indesejável pois muitos são capazes de produzir enzimas, as quais podem deteriorar as frutas. Infere-se que, o crescente aumento da presença de fungos, durante o período de avaliação das frutas, decorra de contaminação do ambiente laboratorial onde as maçãs foram processadas. Essa situação demonstra a necessidade de rígido controle de higiene que deve existir nos locais onde são manipuladas as frutas minimamente processadas em estabelecimentos comerciais.

Tabela 4: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Gala', tratamento 1 (água destilada + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

D.A.	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
0	R2	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
0	R3	$2,7 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^1$	-	-
3	R1	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$2,7 \times 10^1$	-	-
3	R2	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	-	-
3	R3	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	-	-
6	R1	$1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
6	R2	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
6	R3	$1,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
9	R1	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
9	R2	$2,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-
9	R3	$1,4 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação $< 1,0 \times 10^2$ indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 5: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Gala’, tratamento 2 (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

D A	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ¹	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ¹	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,3 X 10 ¹	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 6: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Gala’, tratamento 3 (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

D A	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,3 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ¹	-	-

3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	1,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ¹	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ¹	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,3 X 10 ¹	-	-
9	R2	2,7 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,7 X 10 ¹	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,7 X 10 ¹	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 7: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Gala’, tratamento 4 (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	9,0 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ¹	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	9,3 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ¹	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,0 X 10 ¹	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ¹	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,3 X 10 ¹	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,0 X 10 ¹	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ¹	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de

colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 8: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Gala’, tratamento 5 (Ácido fólico 0,07 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,3 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,7 X 10 ¹	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,0 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ²	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ¹	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,0 X 10 ¹	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ¹	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 9: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Fuji’, tratamento 1 (água destilada + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,3 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,0 X 10 ¹	-	-

0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,7 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	8,0 X 10 ¹	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	9,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,3 X 10 ²	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,9 X 10 ²	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,4 X 10 ²	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,2 X 10 ²	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,3 X 10 ²	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,7 X 10 ³	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 10: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Fuji’, tratamento 2 (L-cisteína 0,6 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,0 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,0 X 10 ¹	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ¹	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,0 X 10 ¹	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,0 X 10 ¹	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,4 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,5 X 10 ²	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,5 X 10 ²	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,1 X 10 ²	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,4 X 10 ²	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,4 X 10 ³	-	-

9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,4 X 10 ²	-	-
---	----	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------	---	---

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 11: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar ‘Fuji’, tratamento 3 (Eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a ± 4 °C e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	9,7 X 10 ¹	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,3 X 10 ²	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,8 X 10 ²	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,4 X 10 ²	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,6 X 10 ²	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	8,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,8 X 10 ³	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,2 X 10 ³	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,9 X 10 ²	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,9 X 10 ³	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,4 X 10 ³	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,8 X 10 ³	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 12: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 4 (Ácido eritórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	6,9 X 10 ²	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ²	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,1 X 10 ²	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,0 X 10 ²	-	-
3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,2 X 10 ²	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ¹	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,3 X 10 ²	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	7,4 X 10 ²	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,1 X 10 ²	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ³	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,3 X 10 ³	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,4 X 10 ³	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

Tabela 13: Análises microbiológicas de maçãs minimamente processadas da cultivar 'Fuji', tratamento 5 (Ácido kójico 0,07 % + cloreto de cálcio 1 %), armazenadas em câmara refrigerada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e U.R. de 90 % - 95 % por 0, 3, 6 e 9 dias. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

DA	R	CT UFC g ⁻¹	EC UFC g ⁻¹	OE UFC g ⁻¹	ST UFC g ⁻¹	P UFC g ⁻¹	F UFC g ⁻¹	S	SH
0	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ²	-	-
0	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	5,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,1 X 10 ²	-	-
0	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,7 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,1 X 10 ²	-	-
3	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,5 X 10 ²	-	-

3	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,2 X 10 ²	-	-
3	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,3 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,2 X 10 ²	-	-
6	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,1 X 10 ³	-	-
6	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,1 X 10 ³	-	-
6	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ³	-	-
9	R1	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	2,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	1,7 X 10 ³	-	-
9	R2	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	3,7 X 10 ³	-	-
9	R3	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	< 1,0 X 10 ²	4,9 X 10 ³	-	-

1: Cada repetição biológica (R) refere-se à média dos resultados de análises em 5 repetições de placas; 2: (-) representa ausência de colônia; 3: resultados com a representação < 1,0 x 10² indicam que a metodologia utilizada não detecta valores inferiores de contaminação; 4: UFC g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama de amostra; 5: DA - dias de armazenamento; 6: R – repetição biológica; 7: Análise quantitativa de coliformes totais (CT), outras enterobactérias (OE), *Escherichia coli* (EC), fungos (F), *Staphylococcus aureus* (St), *Pseudomonas* sp (P), presuntiva de *Salmonella* sp (S) e *Shigella* sp (Sh).

5. CONCLUSÃO

As maçãs minimamente processadas cv. ‘Gala’ e ‘Fuji’ tratadas com eritorbato de sódio 5 % + cloreto de cálcio 1 % não apresentaram perda de qualidade significativa nas avaliações físico-químicas e mantiveram melhor aparência e qualidade sensorial, enquanto o ácido eriórbito 3 % + cloreto de cálcio 1 % pode ser utilizado como segunda opção, por apresentar um comportamento ligeiramente inferior ao eritorbato de sódio ao longo do armazenamento em câmara refrigerada.

As maçãs cv. ‘Gala’ e ‘Fuji’ minimamente processadas neste experimento foram classificadas como microbiologicamente seguras, de acordo com a legislação brasileira, mas constatou-se um aumento na presença de fungos durante os períodos de armazenamento, demonstrando a necessidade de um rígido controle de higiene nos locais onde são manipuladas as frutas minimamente processadas.

6. REFERÊNCIAS

ABPM. **Associação Brasileira de Produtores de Maçã**. Imprensa Nacional e Internacional, n. 229, 2010. Disponível em: <http://www.abpm.org.br>. Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

AGAPOMI. **Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã**. Disponível em: <<http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/safra-2015.pdf>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2015.

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetable. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.179-187, jun. 1996.

AINSWORTH, E.A., GILLESPIE, K.M. Estimation of total Phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. **Nat Protoc** 2(4): 875-877, 2007.

ALBERTI, A. Compostos fenólicos da maçã: Extração, perfil e classes fenólicas, atividade antioxidante, processamento e avaliação termoanalítica. 140f. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Curitiba. 2014.

ALONSO-SALCES, R. M.; BARRANCO, A.; BEATRIZ, A.; BERRUETA, L. A.; GALLO, B.; VICENTE, B. Polyphenolic profiles of basque cider apple cultivars and their technological properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 10, p. 2938-2952, 2004.

ALTUNKAYA, A.; GÖKMEN, V. Effect of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (*L. sativa*). **Food Chemistry**, 117, 122–126. 2009.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 12**, de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 06 de janeiro de 2015.

ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B. Caracterização de parede celular de melão minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** (Mossoró, RN), v. 5, n. 2, p. 46 – 53, 2010.

ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, Florianópolis, 2002. p. 691-732.

ARIAS, R.; LEE, T.C.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. **J. Agric. Food Chem.**, v.48, n.5, p.1697-1702, 2000.

ARRUDA, M. C. Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. Piracicaba. 71p. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

ASIF, M. H.; PATHAK, N.; SOLOMOS, T.; TRIVEDI, P. K. Effect of low oxygen, temperature and 1-methylcyclopropene on the expression of genes regulating ethylene biosynthesis and perception during ripening in apple, South African **Journal of Botany**, Peitermaritzburg, v. 75, n. 1, p. 137-144, 2009.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 50(5), 369-389. 2010.

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

BEAULIEU, J. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; FERNANDES, T. D.; FONSECA, S.C.; BRECHT, J. K. Fresh-cut kale: quality assessment of portuguese storage supplied product for development of a MPA system. California: University of California. **Postharvest Horticulture**, 19, 145-151 p. 1997.

BENGOCHEA, M. L.; SANCHO, A. I.; BARTOLOME, B. Phenolic composition of industrially manufactured purees and concentrates from peach and apple fruites. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45, 4071-4075. 1997.

BENTLEY, R. From *miso*, *sake* and *shoyu* cosmetics: a century of science for kojic acid. **Nat Prod Rep** 23:1046-62, 2006.

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

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F.; SANT'ANNA, P. R.; LONGO, O. C.; BARONE, F. M. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. **RAP — Rio de Janeiro** 45 (4):1199-222, jul./ago. 2011.

BOTH, V.; BRACKMANN, A.; THEWES, F. R.; FERREIRA, D. F.; WAGNER, R. Effect of storage under extremely low oxygen on the volatile composition of 'Royal Gala' apples. **Food Chemistry**, London, v. 156, p. 50-57, Aug. 2014.

BOYER, J.; LIU, R. Apple phytochemicals and their health benefits. **Nutrition Journal**, 3(1), 5. 2004.

BRACKMANN, A. et al. Manutenção da qualidade pós-colheita de maçãs 'Royal Gala' e 'Galaxy' sob armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2478-2484, 2008.

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; DAL'COL LÚCIO, A.; PINTO, J. A. V.; ANESE, R. O. Tolerância da maçã 'Fuji' a baixas temperaturas durante o armazenamento em atmosfera controlada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1489-1496, out./dez. 2011.

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; PINTO, J. A. V.; VENTURINI, T. L.; DAL COL LÚCIO, A. Tolerância de maçã 'Gala' a baixas temperaturas durante o armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1909-1915, 2010.

BRACKMANN, A.; GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J.; CARON FILHO, O. R. Armazenamento refrigerado. In: César Luis Girardi. (Org.). Pós-colheita de maçãs. 1ed. Brasília-DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. v. 3, p. 58-66. 2004.

BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; NEUWALD, D. A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I. Temperatura e otimização da atmosfera controlada para o armazenamento de maçã 'Gala'. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 505-508, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C., Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie** (London), v. 28, p. 25-30, 1995.

BRECHT, J. K. Physiology of light lyprocessed fruits and vegetables. **Hortscience**. Wageningen, v. 30, p. 18-22, 1995.

BRECHT, J. K.; CHAU, K. V.; FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; SILVA, F. M.; NUNES, M. C. N.; BENDER, R. J. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, p. 87-101, 2003.

BRECHT, J.K., SALTVEIT, M.E., TALCOTT, S.T., SCHNEIDER, K.R., FELKEY, K. & BARTZ, J.A. Fresh-cut vegetables and fruits. **Horticultural Reviews**, v. 30, p. 185–251. 2004.

BULENS, I.; VAN DE POEL, B.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; DE PROFT, M. P.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Influence of harvest time and 1-MCP application on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of 'Jonagold' apple. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 11–19, Oct. 2012.

BURDOCK, G.A. SONI, M.G. CARABIN.I.G. Evaluation of Health Aspects of Kojic Acid in Food. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.33, p.80–101, 2001.

CAMILO, A. P.; DERNARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no Sul do Brasil. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 113-168.

CANO, M. P.; DE ANCOS, B.; MATAALLANA, M. C.; CAMARA, M.; REGLERO, G. & TABERA, J. (1997). Differences among Spanish and Latin- American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, 59, 411–419.

CANTILLANO, R. F. F.; RIBEIRO, J. A.; SEIFERT, M. NOGUEIRA, D. Avaliação físico-química de pêssegos cv. Eldorado minimamente processados e armazenados sob refrigeração. **IX Simpósio de Alimentos para a Região Sul**. Passo Fundo. 2015.

CANTOS, E.; TUDELA, J.; GIL, M.; ESPÍN, J. Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. **Journal of agricultural and food chemistry**, 50(10), 3015–23. 2002.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, **Palestras**. Viçosa: UFV, 2000. p. 150-173.

CARVALHO, H. A. Utilização de atmosfera modificada na preservação pós-colheita de goiaba 'Kumagai'. 118p. **Tese** (Doutorado) Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras. Lavras. 1999.

CASTREJON, A. D. R.; EICHHOLZ, I.; ROHN, S.; KROH, L. W. HUYSKENS-KEIL, S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. **Food Chemistry**, Washington, v. 109, p. 564–572, 2008.

CASTRO-GIRÁLDEZ, M.; FITO, P. J.; CHENOLL, C.; FITO, P. Development of a dielectric spectroscopy technique for the determination of apple (Granny Smith) maturity. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 2010. v. 11(4), p. 749-754.

CAVALINI, F. C. Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. 90p. **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Quiróz. Piracicaba, 2008.

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.

CHANG, S.; TAN, C.; FRANKEL, E. N.; BARRETT, D. M. Low-Density Lipoprotein Antioxidant Activity of Phenolic Compounds and Polyphenol Oxidase Activity in Selected Clingstone Peach Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, p. 147 – 151, 2000.

CHEN, J.S.; WEI, C.I.; MARSHALL, M.R., Inhibition mechanism of kojic acid on polyphenol oxidase. **Journal Agricultural and Food Chemistry**., v. 39, p. 1897–1901, 1991.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. atual. eampl. v. 1, 783 p. UFLA, Lavras. 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320 p.

CHONG, K. L.; PENG, N.; YIN, H.; LIPSCOM, G. G.; CHUNG, T-S. Food sustainability by designing and modelling a membrane controlled atmosphere storage system. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 114, n. 3, p. 361-374. Feb. 2013.

CILLIERS, J. J. L.; SINGLETON, V. L. Caffeic acid autooxidation and the effects of thiols. **J. Agric. Food Chem.**, v. 38, p. 1789-1796, 1990.

CÓRDOVA, K.R.V. Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial. 148 f. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba – PR. 2006.

COSTA, A. C.; ANTUNES, P. L.; ROMBALDI, C. V.; GULARTE, M. A. Controle do escurecimento enzimático e da firmeza de polpa em pêssegos minimamente processados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.1094-1101, jun, 2011.

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUUR A, F. C. A. U. (Ed.). *Mamão: pós-colheita*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 12-18. 2002.

COUNSELL, J. N.; HORNIG, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. England: Applied Science, Cap. 7, 1981.

CZELUSNIAK, C.; OLIVEIRA, M. C. S.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C.; WOSIACKI, G. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físico-químicos. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas – SP, v.6, n.1, p. 25-31, jan/jun. 2003.

DEGL'INNOCENTI, E.; GUIDI, L.; PARDOSSI, A.; TOGNONI, F. Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Acephala*). **Journal of agricultural and food chemistry**, 53(26), 9980–4. 2005.

DOBZRAŃSKI, B., RABCEWICZ, J., E RYBCZYŃSKI, R. **Handling Apple: transport techniques and efficiency vibration, damage and bruising texture, firmness and quality**. 1^o ed., (pp. 1-234). 2006.

DOGAN, S; DOGAN, M. Determination of kinetic properties of polyphenol oxidase from *Thymus* (*Thymus longicaulis subsp. chaubardii* var. *chaubardii*). **Food Chemistry** 88 (2004) 69–77

DOLENC, K.; STAMPAR, F. An investigation of the application and conditions of analyses of HPLC methods for determining sugars and organic acids in fruits. **Research reports of Biotechnical Faculty**, University of Ljubljana. 69, 99-106. 1997.

DURIGAN, J. F.; CASSARO, K. P. Hortaliças minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, 18: p. 159-161. 2000.

ECHEVERRÍA, G.; FUENTES, T.; GRAELL, J.; LARA, I.; LÓPEZ, M. L. Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology: A comparison of two seasons. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 29-44, Jan. 2004.

ECHEVERRIA, G.; GRAELL, J.; LÓPES, M. L. Effect of harvest date and storage conditions on quality and aroma production of "Fuji" apples. **Food Science and Technology International**, b. 8, p. 351-360, 2002.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Boletim da Maçã** – nº 1 Disponível em:

<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_maca_n1.pdf>
Acesso em 20 de dezembro de 2015.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Boletim Agropecuário** N° 31. Disponível em:
<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario.pdf>
Acesso em 20 de dezembro de 2015.

EPAGRI – **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.**
Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br>>. Acesso em 14 de abril de 2006.

ESTEVES, M. T.C.; CARVALHO, V. D.; CHITARRA, M, M. I . F.; CHITARRA, A. B.; PAULA, M. B. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Pisidiumguajava*L.) na maturação. **7º Congresso Brasileiro de Fruticultura.** v.2 p. 477-489. Florianópolis. 1983.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.109-120, 2011.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas.** Pelotas: Editora UFPel, 311p. 1996.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS** - FAOSTAT: statistics database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases.** 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>
Acesso em: dezembro de 2015.

FAWBUSH, F.; NOCK, J. F.; WATKIN, C. B. Antioxidant contents and activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP) - treated 'Empire' apples in air and controlled atmosphere storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 52, n. 1, p. 30-37. Apr. 2009.

FELICIANO, R., ANTUNES, C., RAMOS, A., SERRA, A., FIGUEIRA, M., DUARTE, C., CARVALHO, A., BRONZE, M. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal.Part 1 – Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. **Journal of Functional Foods**, 2(1),35–45. 2010.

FERRER, A.; REMÓN, S.; NEGUERUELA, A. I.; ORIA, R. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. **Scientia Horticulturae**, v. 105, p. 435 – 446, 2005.

FIORAVANÇO, J. C.; GIRARDI, C. L.; CZERMAINSKI, A. B. C.; SILVA, G. A.; NACHTIGALL, G. R. OLIVEIRA, P. R. D. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal.** Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Agosto, doc. 71, p. 61. 2010.

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, 2008.

FRANCESCATTO, P. Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus Domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas – da formação das gemas à colheita dos frutos. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 239p. Florianópolis/SC. 2014.

FREITAS, I. R. Goma xantana como carreadora de solução conservadora e cloreto de cálcio aplicado à maçã minimamente processada. Monografia (Especialização em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

FRIEDMAN, M.; BAUTISTA, F. F. Inhibition of polyphenoloxidase by thiols in the absence and presence of potato tissue suspensions. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 43, p. 69–76, 1995.

FULEKI, T.; PELAYO, E.; PALABAY, R. B. Sugar composition of varietal juices produced from fresh and stored apples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 42, 1266-1275. 1994.

GARCIA, E.; BARRET, D. M. Preservative treatments for fresh cut fruits and vegetables. In: LAMIKANRA, O. (Ed.). **Fresh-cut fruits and vegetables**. Florida: CRC Press, 2002. p. 267-304. 2002.

GIRARDI, C. L.; ROMBALDI, C. V. Sistemas de produção de pêssgo de mesa da Região da Serra Gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, (**Sistemas de produção, 3**). 2003.

GIRARDI, C.; BENDER, R. J. Colheita e pós-colheita. In: EMBRAPA Uva e Vinho. **Produção integrada de maçãs no Brasil**. Nov. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/colheita.htm>>. Acesso em: dezembro de 2015.

GIRNER, J.; ORTEGA, M.; MESEGUE, M.; GIMENO, V.; BARBOSA-CANOVAS, G. V.; MARTIN, O. Inactivation of peach polyphenoloxidase by exposure to pulsed electric fields. **Journal of Food Science**. v. 67, n. 4, p. 264-267, 2002.

GOMES, A. J.; LUNARDI, C. N.; GONZALEZ, S.; TEDESCO, A. C. The antioxidant action of *Polypodiumleucotomos* extract and kojic acid: reactions with reactive oxygen species. **Braz J Med Biol Res**, v.34, p.1487-1494, 2001.

GONZÁLEZ-BUESA, E.; ARIAS, E.; SALVADOR, M. L.; ORIA, R.; FERRERMAIRAL, A. Suitability for minimal processing of non-melting clingstone peaches. **International Journal of Food Science and Technology**. Londrina, v. 46, p. 819 – 826, 2011.

GORNY, J. R.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A. A. Quality Changes in Fresh-cut Peach and Nectarine Slices as Affected by Cultivar, Storage Atmosphere and Chemical Treatments. **Journal of Food Science**. v. 64, n. 3, p. 429-432, 1999.

GRAELL, J.; LÓPEZ M.L.; FUENTES, G.; ECHEVERRÍA, G.; LARA, I. Quality and volatile emission changes of 'Mondial Gala' apples during preharvest period and posterior storage in air or controlled atmosphere. **Food Science and Technology International** 14: 285-294, 2008.

GREAT FOODS BRASIL. Ácido eritórico e eritorbato de sódio. Disponível em: <<http://www.eritorbatodesodio.com.br/eritorbato-de-sodio-2/>> Acesso em: 03 de janeiro de 2015.

GUO, J.; YUE, T.; YUAN, Y.; WANG, Y. Chemometric classification of apple juices according to variety and geographical origin based on polyphenolic profiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 28, p. 6949-6963, 2013.

GULARTE, J. P. A.; PEREIRA, M. C.; VIZZOTTO, M. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em produtos da cadeia produtiva da maçã. **XVI Congresso de Iniciação Científica, Pesquisa e Responsabilidade Ambiental**. UFPel. Pelotas, 2007.

GWANPUA, S. G.; VERLINDEN, B. E.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; BULENS, I.; VAN DE POEL, B.; VAN IMPE, J.; NICOLAÏ, B. M.; GEERAERD, A. H. Kinetic modeling of firmness breakdown in 'Braeburn' apples stored under different controlled atmosphere conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 67, p. 68-74, May 2012.

HAMPSON, C. R.; KEMP, H. Characteristics of important commercial apple cultivars. In: FERRE, D. C.; WARRINGTON, I.J. Apples: botany, production and uses. **Wallingford: CABI Publishing**. p. 61-89. 2003.

HARBONE, J.B. **Plant Biochemistry**. Academic Press. EUA, p. 387-437, 1997.

HOANG, N. T. T.; GOLDING J. B.; WILKES M. A. The effect of postharvest 1-MCP treatment and storage atmosphere on 'Cripps Pink' apple phenolics and antioxidant activity. **Food Chemistry**, London, v. 127, n. 3, p. 1249-1256. Aug. 2011.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201510.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201510.pdf)> Acesso em: 10 de dezembro de 2015.

IGLESIAS, I., ECHEVERRÍA, G., LOPEZ, M. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several 'Fuji' apple strains. **Scientia Horticulturae**, 137, 138–147. 2012.

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 on line em:

<http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=selesee&id=1&orderby=1&page=4>. Acesso em 20 de janeiro de 2015.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C; MOREIRA, R. C; KLUGER, R. A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. Universidade de São Paulo (USP-ESALQ), **Horticultura Brasileira**. 22, 79-86p. 2004.

JANG, J.H.; MOON, K.D. Inhibition of polyphenol oxidase and peroxidase activities on fresh-cut apple by simultaneous treatment of ultrasound and ascorbic acid. **Food Chemistry**, Washington, v. 124, p. 444 – 449, 2011.

JENSEN, E.N., BUCH-ANDERSEN, T., RAVN-HAREN, G. AND DRAGSTED, L. Mini-Review: The Effects of Apples on Plasma Cholesterol Levels and Cardiovascular Risk—A Review of the Evidence. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, 34-41. 2009.

JIANG, Y.; FU, J. Inhibition of polyphenol oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid. **Food Chemistry**, London, v. 62, n. 1, p. 49-52, 1998.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11. Ed. São Paulo: Nacional, 1993. 777p.

KARAMAN, S.; TÜTEM, E.; SÖZGEN BASKAN, K.; APAK, R. Comparison of total antioxidant capacity and phenolic composition of some apple juices with combined HPLC-CUPRAC assay. **Food Chemistry**, v. 120, n. 4, p. 1201-1209, 2010.

KEVANY, B. M; VAN AGTMAEL, R.; DILLEY, D. R.; GOLDING, J.B. Postharvest Temperature affects colour development in "Rome" apples. **Acta Hort.** (ISHS), 628, 623-625. 2002.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, P. A. Shelf life of peach treated with 1-methylcyclopropene. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n1, p 69-72, 2002.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

KOMATSU, H. Red Fuji in Japan – choosing the best strain for your business strategy. **Compact Fruit Tree**, Middleburg, v. 31, n. 2, p. 44–45, 1998.

KONTUREK, P. C.; KANIA, J.; GESSNER, U.; KONTUREK, S. J.; HAHN, E. G.; KONTUREK, J. W. Effect of vitamin C-releasing acetylsalicylic acid on gastric mucosal damage before and after *Helicobacter pylori* eradication therapy. **Europe Journal Pharmacol.** Dec 15;506(2):169-77. 2004.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality control for the food industry**. Connecticut: Avi, v.2, p.157-227. 1973.

KUMAR, S.; MISHRA, B.; SAXENA, S.; BANDYOPADHYAY, N.; MORE, V.; WADHAWAN, S.; HAJARE, S.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Inhibition of pericarp browning and shelf life extension of litchi by combination dip treatment and radiation processing. **Food Chemistry**, 131, 1223–1232. 2012.

LARSSON, S. C.; BERGKVIST, L.; NÄSLUND, I.; RUTEGÅRD, J.; WOLK, A. Vitamin A, retinol, and carotenoids and the risk of gastric cancer: a prospective cohort study. **American Journal of Clinical Nutrition**, 497–503. 2007.

LIMA, L.C. Armazenamento de maçã cv. Royal Gala sob refrigeração e atmosfera controlada. 1999, 96p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MAGALHÃES, L.M.; SEGUNDO, M.A.; REIS, S.; LIMA, J.L.F.C. Methodological aspects about in vitro Evaluation on antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, 613:1-19, 2008.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science and Technology**, 6, 195–200. 1995.

MARTINS, M. M., EMPIS, J. **Produtos Hortofrutícolas Frescos ou Minimamente Processados - Processamentos Mínimos**, 1ª Edição, Sociedade Portuguesa de Inovação, Lisboa, 101 pp. 2000.

MAYER, A.M.; HAREL, E. Polyphenol oxidases in plants. **Phytochemistry** v. 18, p. 193-215, 1979.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Perfil sensorial e aceitação de melão amarelo minimamente processado submetido a tratamentos químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, (Campinas, SP), v. 30, n. 3, p. 589 – 598, 2010.

MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C. A. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. **Food Chemistry**, 60, 331-337. 1997.

MISHRA, B. B.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Browning of fresh-cut eggplant: Impact of cutting and storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 67 p. 44–51, 2012.

MOHAMAD, R.; MOHAMED, M.S.; SUHAILI, N.; SALLEH, M.M.; ARIFF, A.B. Kojic acid: Applications and development of fermentation process for production. *Biotechnol. Mol. Biol. Rev.* 5(2): 24-37, 2010.

MOHSEMIM, N. N. Physical properties of plant and animal materials. 2 ed. New York: Gordon and Breach, 891p. 1986.

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.

MOSTAFAVI, H. A.; MIRMAJLESSI, S. M.; FATHOLLAHI, H. F.; SHAHBAZI, S.; MIRJALILI, S. M. Integrated effect of gamma radiation and biocontrol agent on quality parameters of apple fruit: An innovative commercial preservation method. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 91, p. 193-199, Oct. 2013.

MOTA, F.S.; ALVES, E.G.P. Regiões edafoclimáticas preferenciais para a macieira no Rio Grande do Sul. **Horti Sul**, v. 1, n. 3, p. 18-24, 1990.

MURATA, M.; TSURUTANI, M.; TOMITA, M.; HOMMA, S.; KANEKO, K. Relationship between apple ripening and browning: changes in polyphenol content and polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 5, p. 1115 -1121, 1995.

NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 169 p. il. (Frutas do Brasil, 37). 2004.

NASCIMENTO, E.F.; MORETTI, C.L.; ZUCHETTO, M.C.; MATTOS, L.M. Avaliação da temperatura de comercialização de hortaliças minimamente processadas no mercado varejista do Distrito Federal. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43., 2003, Recife. **Anais...** Botucatu: Sociedade de Olericultura do Brasil, p.195.2003.

NGUYEN, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

NICOLAS, J.; RICHARD-FORGET, F.; GOUPY, P.; AMIOT, M.; AUBERT, S. Enzymatic browning reactions in apple and apple products Enzymatic Browning Reactions in Apple and Apple Products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 34(2), 109–157. 1994.

NOGUEIRA, A.; LEQUERE, J. M.; DRILLEAU, J. F.; SALMON, J. M. Competition entre microorganismes et PPO/polyphenols vis à vis de l'oxygène. In J. F. DRILLEAU (Ed.), **Cidre et polyphenols: les polyphenols natifs des pommes à cidre. Presence, devenir et rôle**. Rapport final Du Programme Interregional de Recherche Bretagne & Pays de la Loire (2001–2003) n° 691, operation n° AOCAZ3 (pp. 1–16). Le Rheu: INRA, 2004.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R. A.; SIMÕES, D. R. S.; DRILLEAU, J. F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, p. 289-298, 2003.

NOHYNEK, G.J. et al. An assessment of the genotoxicity and human health risk of topical use of kojic acid [5-hydroxy-2-(hydroxymethyl)-4H-pyran-4-one]. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, p.93-105, 2004.

NULTSCH, W. **Botânica geral**. Trad. De P. L. de Oliveira. Porto Alegre: Artes médicas Sul. 489p. 2000.

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

OLIVEIRA, M. S.; DORS, G. C.; SOUZA-SOARES, L. A.; BADIALE-FURLONG, E. Atividade antioxidante e antifúngica de extratos vegetais. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.18, n.3, p. 267-275, 2007.

OMS-LIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R. MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 57, p. 139-148, 2010.

OMS-OLIU, G.; ROJAS-GRAÜ, M.; GONZÁLEZ, L.; VARELA, P.; SOLIVA-FORTUNY, R.; HERNANDO, M.; MUNUERA, I.; FISZMAN, S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: **A review. Postharvest Biology and Technology**, 57(3), 139–148. 2010.

OSZMIANSKI, J.; LEE, C.Y. Enzymic oxidative reaction of catechin and chlorogenic acid in a model system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 38, n. 5, p.1202–1204, 1990.

PAGANI, A. A. C.; ARAGÃO, C. T.; MORAIS, A. B. L.; MACHADO, C. T.; SILVA, G. F. Efeito da biopelícula de alginato de sódio em maçã minimamente processada. **Revista GEINTEC**. Vol. 2, n.5, p.436-444. São Cristóvão/SE –2012.

PARVEZ, S.; KANG, M.; CHUNG, H.S.; CHO, C.; HONG, M.C; SHIN, MK , BAE H. Survey and mechanism of skin depigmenting and lightening agents. **Phytother. Res.** 20:921–934, 2006.

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.

PEREZ-GAGO, M. B.; SERRA, M.; DEL-RÍO, M. Color changes of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 84-92, 2006.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: A cultura da macieira. EPAGRI. Florianópolis, p. 229-260. 2006.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.48-56, 2011.

PINELA, J.; BARREIRA, J. C. M.; BARROS, L.; ANTONIO, A. L.; CARVALHO, A. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, I. C. F. R. Postharvest quality changes in fresh-cut watercress stored under conventional and inert gas-enriched modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**. 112, 55–63. 2016.

PINTO, D. M. Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano. Lavras. 127p. **Dissertação** (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras. 2007.

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.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technol.**, v. 40, p. 86-89, 1986.

RAHMAN, S. M. E.; JIN, Y-G.; OH, D-H. Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf life and sensory quality of shredded carrots. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdã, v. 28, n. 3, p. 484-491, 2011.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; SOBRINO-LÓPEZ, A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Shelf-life extension of fresh-cut "Fuji" apples at different ripeness stages using natural substances. **Postharvest Biology and Technology**, v.45, n.2, p.265-275, 2007.

RECH, S.; CARIO, S. A. F.; AUGUSTO, C. A. Avaliação conjuntural da produção e comercialização da maçã em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul: aspectos comparativos. **Indic. Econ. FEE**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 89-106, 2014.

RENSBURG, E. van; ENGELBRECHT, A. H. P. Effect of calcium salts on susceptibility to browning of avocado fruit. **J. Food Sci.**, v. 51, n. 4, p. 1067-1068, 1986.

RHO, H.S.; BAEK, H.S.; YOU, J.W.; KIM, S.; LEE, J.Y.; KIM, D.H.; CHANG, I.S. New 5-Hydroxy-2-(hydroxymethyl)-4H-pyran-4-one Derivative Has Both Tyrosinase Inhibitory and Antioxidant Properties. **Bull. Korean Chem. Soc.** 28(3): 471-473, 2007.

RIBEIRO, J. A.; SEIFERT, M.; NORA, L.; CANTILLANO, R. F. F. Avaliação físico-química de maçãs cv. Fuji minimamente processadas, tratadas com antioxidantes e armazenadas sob refrigeração. **IX Simpósio de Alimentos para a Região Sul**. Passo Fundo. 2015.

RICHARD-FORGET, F. M.; GOUPY, P. M.; NICOLAS, J. J. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. II. Kinetic studies. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 2108-2113, 1992.

ROCCULI, P.; ROMANI, S.; ROSA, M.D. Evaluation of physicochemical parameters of minimally processed apples packed in non-conventional modified atmosphere. **Food Research International** v. 37, 329-335 p. 2004.

ROCHA, R. H. C.; NASCIMENTO, S. R. C.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; SILVA, E. O. Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n. 3, p. 386-389, 2005.

RODRIGUES, A. P.; CARVALHO, A. S.; SANTOS, A. S.; ALVES, C. N.; DO NASCIMENTO S. N. R. J. L.; SILVA, E. O. Kojic acid, a second ary metabolite from *Aspergillus* sp., acts as aninducer of macrophage activation. **Cell Biol. Int.** **35**: 335–343, 2011.

ROLLE, R. S. **Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: a technical guide**. Bangkok: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 86. 2010.

RUDELL, D. R.; BUCHANAN, D. A.; LEISSO, R. S.; WHITAKER, B. D.; MATTHEIS, J. P.; ZHU, Y.; VARANASI, V. Ripening, storage temperature, ethylene action, and oxidative stress alter apple peel phytosterol metabolismo. **Phytochemistry**, London, v. 72, n. 11-12, p. 1328–1340. Aug. 2011.

SALATA, A. C; CARDOSO, A. II.; EVANGELISTA, R. M.; MAGRO, F. O. Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado. **Hortic. Bras.** [online]. vol.32, n.4, pp. 391-397. 2014

SANONER, P.; GUYOT, S.; MARNET, N.; MOLLE, D.; DRILLEAU, J.F. Polyphenols profiles of french cider apple varieties (*Malus domestica* sp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n.12, p. 4847-4853, 1999.

SANTOS, P. S. **Aplicação da espectroscopia de infravermelho próximo na avaliação de alguns atributos de qualidade em Pêra 'Rocha' e Maçã 'Gala'**. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2009.

SANTOS, T. B. A.; SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; PEREIRA, J. L. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 13, n. 2, p. 141 – 146, 2010.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in fresh-cut pears.J. **Food Science.**, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; TELES, C. S.; COPPELMANS, S. A. Efeitos da embalagem e da temperatura de estocagem na qualidade de couve minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 185-190, 2003.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, Los Angeles, v. 21, p. 207–213, 2005.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1995.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**. Florida: CRC Press, 2004, p. 558.

SHEWFELT, R.L.; THAI, C.N.; DAVIS, J.W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **J. Food Sci.**, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

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, M. M. Agentes coadjuvantes na preservação das características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de pêssego [*Prunus persica* (L.) Batsch] minimamente processado. Pelotas. 98f. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; VOLAS BOAS, E. V. B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **B.CEPPA**, Curitiba v. 27, n. 1, p. 83-96 jan./jun. 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SILVA, V. V.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 197-202, 2003.

SIMONS, L. K.; SANGUANSRI, P. Advances in the washing of minimally processed fruits and vegetables. **Food Australia**, Sydney, v.49, n.2, p. 75-80, 1997.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ). Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159p.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C. E.; PEREIRA, C. B. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 8.021-8.030, 2004.

SMITH, P. K.; KROHN, R. I.; HERMANSON, G. T.; MALLIA, A. K.; GARTNER, F. H.; PROVENZANO, M. D.; FUJIMOTO, E. K.; GOEKE, N. M.; OLSON, B. J.; KLENK, D. C. Measurement of protein using bicinchoninic acid. **Analytical Biochemistry**. Oct;150 (1):76-85. 1985.

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.

SON, S. M.; MOON, K. D.; LEE, C. Y., Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. **Food Chemistry**, v. 73, p 23-30, 2001.

STANBRIDGE, L. H.; BOARD, R. G. A modification of the *Pseudomonas* selective medium, CFC, that allows differentiation between meat *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae*. **Letters in applied microbiology**, v.18, p.327-328, 1994.

SUSLOW, T. **Postharvest chlorination: basic properties and key points for effective distribution. University of California**, 1997. In: 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.

SWAIN, T.; HILLIS, W. T. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. **Science of Food and Agriculture** (London), v.10, p.135-144, 1959.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4.ed. p.819, 2009.

TERUEL, B. J. M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.199-220, abr-jun, 2008.

TIRZITIS, G.; BARTOSZ, G. Review: Determination of antiradical and antioxidante activity: basic principles and new insights. **Acta Biochimica Polonica**. Vol. 57, 139–142. 2010.

TOIVONEN, P. Postharvest Storage Procedures and Oxidative Stress. **Hort Science**, 39(2002), 938–942. 2004.

TOMÁS-BARBERÁN, F.; ESPÍN, J. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 81(9), 853–876. 2001.

TORALLES, R. P.; VENDROSCOLO, J. L.; VENDROSCOLO, C. T.; DEIPINO, F. A. B. ANTUNES, P.L. Properties of polyphenol oxidase and peroxidase from Granada clingstone peaches. **J. Food Technol.** 8(3): 233-242, 2005.

TROMP, J. Dormancy. In: TROMP J.; WEBSTER A. D.; WERTHEIM S. J. (Ed.). *Fundamentals of temperate zone tree fruit production*. Leiden: Backhuys Publishers BV, 2005. p. 65-73.

TSAO, R.; YANG, R.; YOUNG, J. C.; ZHU, H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 21, p. 6347-6353, 2003.

VARELA, P., SALVADOR, A., FISZMAN, S. Shelf-life estimation of “Fuji” apples: Sensory characteristics and consumer acceptability. **Postharvest Biology and Technology**, 38(1), 18–24. 2005.

VASQUES, A. R.; BERTOLI, S. L.; VALLE, R. de C. S. C.; VALLE, J. A. B. Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 759-765, 2006.

VIEIRA, J. H.; FATIBELLO-FILHO, O. Determinação indireta de n-acetil-l-cisteína por injeção em fluxo empregando Ce(IV) eferroína. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 5, 797-800, 2005.

VRHOVSEK, U.; RIGO, A.; TONON, D.; MATTIVI, F. Quantitation of polyphenols in different apple varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p. 6532-6538, 2004.

WANG, S. Y.; LIN, H. S. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 140-146, 2000.

WAPS – World Apple and Pear Association. **Country Report**. Brussels, 2009. Disponível em: < http://www.wapa-association.org/asp/page_1.asp?doc_id=448 > Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

WATADA, A. E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v.44, p.116-122, 1990.

WATKINS, C. B. Storage disorders of controlled atmosphere stored Empire apples. **New York Fruit Quarterly**, v. 18, n. 3, p.19-22, 2010.

WEBER, A.; BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P. Atmosfera controlada para armazenamento de maçã Maxi Gala. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 294-301, Apr./June 2013.

WHITAKER, J. R.; LEE, C. Y. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. In: (Ed.). Enzymatic browning and its prevention. Washington: **American Chemical Society**, p. 2-7.1995.

WILEY, R. C. Minimally processed refrigerated fruits e vegetables. New York: **Chapman & Hall**, 1994. 368p.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest**, 5th edition, CABI, Australia, 227pp. (2007).

WONG, D. W.S.; TILLIN, S. J.; HUDSON, J. S.; PAVLATH, A. E. Gas exchange in cut apples with bilayer coatings. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, n.10, p.2278-2285, 1994.

WU, J.; GAO, H.; ZHAO, L.; LIAO, X.; CHEN, F.; WANG, Z.; E HU, X. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, 103(1), 88-93. 2007.

YAM, K. L.; PAPADAKIS, S. E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. **Journal of Food Engineering** v. 61, p. 137–142, 2004.

ZAMBIAZI, R. **Apostila de química bromatológica I**: Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 97p. 2004.

Apêndice A

Modelo de Teste Pareado

Treinamento de julgadores

Nome:.....data: ____/____/____

Instruções: Você vai receber várias amostras de maçã minimamente processada para avaliar o sabor.

Prove primeiro a amostra padrão (P) e após identifique em cada par a amostra idêntica ao padrão, fazendo um círculo em volta do código.

Pares Código das amostras

1º Par _____

2º Par _____

3º Par _____

Comentários:

Apêndice B

Modelo de Teste de avaliação de atributos com escala não estruturada com amostra padrão
Treinamento de julgadores

Nome: _____ Data: ____/____/201____

Você está recebendo amostras codificadas de fatias de maçã minimamente processada. **Compare cada uma com o controle quanto ao atributo especificado.**

Expresse a diferença utilizando a escala abaixo registrando com um traço vertical de acordo com a sua percepção.

1. APARÊNCIA: observe e avalie

1.1 – UNIFORMIDADE DA COR – refere-se à homogeneidade da coloração da maçã recém-cortada.

	desuniforme	ligeiram.	regular	moderadam.	uniforme
_____		_____			
_____		_____			
_____		_____			

1.2 – ESCURECIMENTO – refere-se ao escurecimento que ocorre em maçãs cortadas devido à oxidação.

	sem	pouco	regular	moderadam.	escuro
_____		_____			
_____		_____			
_____		_____			

2. ODOR: sinta o odor e avalie

1.1 – ODOR CARACTERÍSTICO DE MAÇÃ - refere-se ao odor característico da fruta recém-cortada.

	sem	pouco	regular	moderadam.	escuro
_____		_____			
_____		_____			
_____		_____			

Se você marcou **SEM ODOR CARACTERÍSTICO** de maçã, que odor você percebeu?

Observações:

Muito obrigado pela sua colaboração!!!

Apêndice C

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO/UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – UFPel
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - PPGCTA
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MAÇÃS MINIMAMENTE PROCESSADAS

Nome: _____ Data: ____/____/201____

Você está recebendo amostras codificadas de fatias de maçã minimamente processada. Avalie cuidadosamente cada uma delas conforme instruções abaixo. Registre com um traço vertical a sua impressão nas escalas de cada um dos atributos a serem avaliados.

1. APARÊNCIA: observe e avalie

1.1 – UNIFORMIDADE DA COR – refere-se à homogeneidade da coloração da maçã recém-cortada.

	desuniforme	ligeiram.	regular	moderadam.	uniforme

1.2 – ESCURECIMENTO – refere-se ao escurecimento que ocorre em maçãs cortadas devido à oxidação.

	sem	pouco	regular	moderadam.	escuro

2. ODOR: sinta o odor e avalie

2.1 – ODOR CARACTERÍSTICO DE MAÇÃ - refere-se ao odor característico da fruta recém-cortada.

	nenhuma	ligeiro	regular	moderado	muito

Se você marcou **SEM ODOR CARACTERÍSTICO** de maçã, que odor você percebeu?

3. TEXTURA: sinta a textura e avalie

3.1 – FIRMEZA – refere-se à força necessária para romper a polpa da maçã com uma mordida com os dentes molares.

	nenhuma	ligeiro	regular	moderado	muito
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				

3.2 – CROCÂNCIA – refere-se à crocância característica quando realizada 3 mordidas com os dentes molares.

	nenhuma	ligeiro	regular	moderado	muito
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				

3.3 – SUCULÊNCIA – refere-se à suculência da fruta recém cortada.

	sem	ligeiro	regular	moderado	muito
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				

4. SABOR: saboreie e avalie

4.1 – SABOR CARACTERÍSTICO – refere-se ao sabor da fruta recém cortada.

	sem	ligeiro	regular	moderado	muito
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				

Se você marcou **SEM SABOR CARACTERÍSTICO** de maçã, que sabor você percebeu? _____

5. QUALIDADE GERAL: englobando todos os atributos anteriores diga o quanto gostou
5.1 - QUALIDADE GERAL

	Péssima	ruim	regular	boa	ótimo

Observações:

Muito obrigado pela sua colaboração!!!