

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONSERVAÇÃO FRIGORIFICADA DA MAÇÃ ‘EVA’ ORGÂNICA COM  
APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO**

**LAIS PEIXOTO DA ROCHA SOARES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Botucatu – SP  
Agosto – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONSERVAÇÃO FRIGORIFICADA DA MAÇÃ ‘EVA’ ORGÂNICA COM  
APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO**

**LAIS PEIXOTO DA ROCHA SOARES**

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Botucatu – SP  
Agosto – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S676c Soares, Lais Peixoto da Rocha, 1987-  
Conservação frigorificada de maçã 'Eva' orgânica com aplicação de cloreto de cálcio / Lais Peixoto da Rocha. - Botucatu : [s.n.], 2013  
vii, 57 f. : ils., tabs., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013  
Orientador: Rogério Lopes Vieites  
Inclui bibliografia

1. Maçã - Produtos. 2. Frutas - Conservação. 3. Cloreto de cálcio. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**

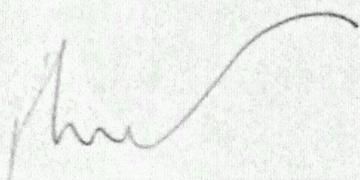
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "CONSERVAÇÃO FRIGORIFICADA DA MAÇÃ 'EVA' ORGÂNICA COM  
APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO"**

**ALUNA: LAIS PEIXOTO DA ROCHA SOARES**

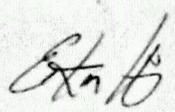
**ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES**

Aprovado pela Comissão Examinadora



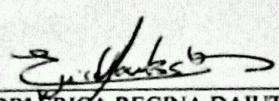
---

PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES



---

PROF. DR. ÉRIKA FUJITA



---

PROF. DR. ÉRIKA REGINA DAIUTO BASTOS

Data da Realização: 29 de agosto de 2013.

*Se não houver frutos, valeu a beleza das flores;*

*Se não houver flores, valeu a sombra das folhas;*

*Se não houver folhas, valeu a intenção da semente.*

(“Henfil”)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Célio e Célia, pelo incentivo, dedicação, amor e apoio.

Ao meu irmão Lucas, a minha família e todos os amigos que apesar da distância, sempre estiveram presente.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Campus de Botucatu.

Ao Professor Dr. Rogério Lopes Vieites, por todos os ensinamentos e compreensão.

Ao departamento de Horticultura, professores e funcionários.

À Capes pelo apoio financeiro.

Ao produtor de maçãs orgânicas da Estância Demetria por conceder os frutos para a realização desse trabalho.

Aos funcionários da Seção de pós-graduação e da biblioteca, pela atenção e por todos os serviços que prestaram sempre de forma solícita.

As pós-doutorandas Érica Daiuto e Érika Fujita pela ajuda e paciência.

Ao meu amigo- irmão Júlio Cesar pelo aprendizado, apoio, incentivo, risadas e ótima convivência.

E a Karina Simões, Érika Correia, Marylia Gabriela, Felipe Vitorio, Kelly Nunes, Leysimar Pitzr, Ana Paula, Edypo Jacob, Maysa Areas, Rai Monteiro, Tiago Alexandre pelo apoio, amizade e bons momentos.

E a todos que me ajudaram neste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	02
1. INTRODUÇÃO.....	03
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
2.1 A Cultura da Macieira.....	05
2.1.1 Aspectos gerais.....	05
2.1.2 Características da cultivar eva.....	07
2.2 Produção e mercado.....	08
2.3 Mercado de orgânicos.....	10
2.4 Pós-colheita de frutas.....	12
2.4.1 Características qualitativas.....	13
2.4.1.1 Antioxidantes.....	14
2.4.1.2 Compostos fenólicos.....	16
2.4.2 Métodos de conservação.....	17
2.4.2.1 Armazenamento refrigerado.....	17
2.4.3 Importância do cálcio e a aplicação fase pós -colheita.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Caracterização da Matéria prima.....	23
3.2 Tratamento com Cloreto de cálcio.....	24
3.3 Análises .....	25
3.3.1 Grupo controle .....	25
3.3.2 Grupo parcela .....	26
3.3.2.1 Análises bioquímicas.....	27
3.3.2.1.1 Preparo das amostras.....	27
3.3.2.1.2 Análise de compostos fenólicos totais.....	28
3.3.2.1.3 Análise da atividade sequestrante do radical DPPH.....	28
3.4 Vida de Prateleira.....	29
3.5 Delineamento estatístico.....	29

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Caracterização da matéria prima.....	30
4.2 Perda de massa fresca.....	31
4.3 Respiração.....	33
4.4 Coloração da casca e da polpa.....	34
4.5 Sólidos solúveis.....	36
4.6 Potencial hidrogeniônico.....	38
4.7 Acidez total titulável.....	39
4.8 Índice de maturação (IM) .....	40
4.9 Vida de prateleira.....	41
5.0 Atividade antioxidante pelo método de DPPH.....	42
5.1 Análise de compostos fenólicos totais .....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6. CONCLUSÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS.....	48

**LISTA DE TABELAS**

Tabela	Página
1. Caracterização das maçãs cv Eva da produção convencional e orgânica.....	30
2. Cor b* da casca em maçãs cv Eva submetidas à aplicação de CaCl <sub>2</sub> , armazenadas durante 20 dias.....	34
3. Luminosidade (%) da polpa de maçã cv Eva submetidas à aplicação de CaCl <sub>2</sub> , armazenadas durante 20 dias.....	35
4. Variação média de cor a* da polpa em maçãs cv Eva submetidas à aplicação de CaCl <sub>2</sub> , armazenadas durante 20 dias.....	36
5. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) das maçãs cv Eva, submetidos à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita.....	37
6. Valores médios de pH, obtidos de maçãs cv Eva, tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio em pós-colheita, durante 20 dias.....	38
7. Acidez Titulável (g de ácido málico 100g <sup>-1</sup> de polpa) obtidos de maçãs cv Eva tratadas com cloreto de cálcio em diferentes concentrações na pós-colheita.....	39
8. Índice de maturação (IM) obtidos de maçãs cv Eva, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.....	40
9. Capacidade antioxidante (%) obtidos de maçãs cv Eva orgânicas, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.....	42
10. Compostos fenólicos totais obtidos de maçãs cv Eva orgânicas, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.....	43

**LISTA DE FIGURAS**

Figura	Página
1. Movimento do cálcio nas plantas.....	19
2. Frutos de maçãs da cultivar Eva. A) frutos de produção orgânica. B) frutos de produção convencional.....	24
3. Perda de massa fresca (%) de maçã cv Eva orgânica e convencional submetidas à imersão em diferentes concentrações de $\text{CaCl}_2$ , armazenada durante 20 dias.....	32
4. Atividade da taxa respiratória de maçã cv Eva orgânica e convencional submetida à aplicação de cloreto de cálcio e armazenada por 20 dias.....	33
5. Vida útil para a comercialização das maçãs cv Eva orgânica e convencional tratadas com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	41

CONSERVAÇÃO FRIGORIFICADA DA MAÇÃ 'EVA' ORGÂNICA COM APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO. Botucatu, 2013. 57p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Autora: Laís Peixoto da Rocha Soares Orientador: Rogério Lopes Vieites

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as modificações na qualidade de maçãs cv. Eva orgânica submetida ao tratamento pós-colheita com cloreto de cálcio. O experimento foi conduzido com maçãs produzidas no município de Botucatu –SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x5 com 3 repetições por dia de análise. Os frutos foram imersos por 15 minutos em  $\text{CaCl}_2$ , constituindo assim os tratamentos: Controle (imersão em água);  $\text{CaCl}_2$  à 1%;  $\text{CaCl}_2$  à 1,5%;  $\text{CaCl}_2$  à 2%;  $\text{CaCl}_2$  à 2,5%. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em bandejas e armazenados em BOD. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x5 com 3 repetições por dia de análise e comparados pelo teste de Tukey a 5%. Os frutos foram analisados no dia zero e a cada cinco dias até o 20º dia de armazenamento. Foram analisados quanto a perda de massa e a taxa de respiração, Coloração da casca e da polpa, pH, Acidez titulável (AT), sólidos solúveis, índice de maturação, atividade antioxidante pelo método DPPH, compostos fenólicos totais e vida de prateleira. Os tratamentos com cloreto de cálcio não influenciaram nos teores de sólidos solúveis, pH, acidez total titulável, no índice de maturação, coloração da casca e da polpa, compostos fenólicos. Os frutos imersos em cloreto de cálcio apresentaram uma menor perda de massa e taxa respiratória que o tratamento controle. A imersão dos frutos em cloreto de cálcio aumentou o período de conservação.

**Palavras - Chave:** *Malus domestica*, pós-colheita, armazenamento.

CONSERVATION OF ORGANICS APPLE 'EVA' FRUITS WITH APPLICATION OF CALCIUM CHLORIDE. BOTUCATU, 2013. 57p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Author: Laís Peixoto da Rocha Soares Adviser: Rogério Lopes Vieites

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) applied in the apple cv. Eva on postharvest. The experiment was conducted with apples, produced in the city of Botucatu – SP- Brazil. The experiment consisted of the immersion of the fruits in different concentrations of  $\text{CaCl}_2$  (1,0%, 1,5%, 2,0%) for 15 minutes and one control (dipping in water). Whole fruits after the treatments were placed in polystyrene trays, stored in B.O.D. for 20 days. The experimental design was completely randomized factorial. In Experiment, we used 5 x 5 (treatments x days of storage), by comparing the means with Tukey test in a ratio of 5% probability. Analyses were performed with an interval of 5 days on the following parameters: color, regarding fresh mass loss, soluble solids, total titratable acidity, pH, respiratory activity, 'Ratio', antioxidant activity (DPPH) and phenolic compounds. The immersion in calcium chloride of apple fruit obtained a least loss of fresh and provided better preservation of apple fruits without interfering in the quality characteristics.

**Keys words:** *Malus domestica*, postharvest, storage.

## **1 INTRODUÇÃO**

A maçã é uma das principais espécies frutíferas cultivadas no Brasil, apresentando importante papel social e econômico. Hoje, o Brasil está entre os 10 maiores produtores mundiais de maçã e a produção brasileira obteve significativo crescimento ao longo dos últimos 30 anos, isto, graças ao aumento da área cultivada, inserção de grandes empresas e pequenos produtores no setor, elevação da produtividade, melhoria da qualidade por meio de tecnificação do processo produtivo e o desenvolvimento de novas cultivares (AGRIANUAL, 2013; PETRI et. al., 2011).

Em 2010, a produção brasileira foi de 1,28 milhões de toneladas. A produção comercial concentra-se principalmente na região Sul e os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Paraná produzem aproximadamente 1.27 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2013).

No estado de São Paulo o cultivo de maçã vem sendo retornando nos últimos anos, graças a cultivar Eva, que tem como característica a baixa exigência em horas de frio, o que a torna adaptável para outras regiões do país, permitindo aos produtores se tornarem competitivos por terem vasta oferta da fruta em épocas diferentes da produção na região sul (IAPAR, 2013; TOMAZELA, 2011).

A produção de maçã visa atender principalmente a comercialização na forma *in natura*, tornando-se a alta qualidade um das exigências dos consumidores, que buscam por alimentos mais saudáveis e com oferta regular ao longo do ano. Diante desse novo cenário a agricultura orgânica desponta como uma alternativa viável para a demanda por frutas isenta de resíduos químicos, tanto no mercado interno quanto no externo, o que tem motivado muitos fruticultores a converter sua produção convencional em orgânica (SGANZERLA; MARTINS; SINGH, 2013).

Hoje a agricultura orgânica cresceu e incorpora novas fronteiras de serviços e produtos. Na fruticultura, a produção no sistema orgânica já é uma realidade com produtores em diversos estados, como São Paulo, Bahia, Pernambuco, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Impulsionado por essa demanda, surgiu à necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de técnicas apropriadas a conservação da qualidade na pós-colheita da maçã orgânica.

A maçã é uma fruta de elevada perecibilidade, devido, sobretudo ao seu comportamento climatérico (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Tornando-se necessária a adoção de medidas que permitam aumentar o seu período de conservação.

O cálcio é o nutriente mais frequentemente associado com a qualidade dos frutos (SAMS, 1999). Apresentando grande influência na manutenção da consistência dos frutos, já que participa de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares (AWAD, 1993).

Os efeitos do benéfico da aplicação de cálcio na pós-colheita vem sendo constatados em diferentes frutas, tendo como principais resultados a diminuição da produção do etileno, atraso do amadurecimento, redução da taxa respiratória e manutenção da firmeza da polpa (CARDOSO et al., 2012; BOMFIM et al., (2009); BOTELHO; SOUZA; PERES, 2002; BRACKMANN et al., 2001; MOTA et al., 2002; NEVES; RODRIGUES; VIEITES, 2000; VIEITES et al., 2006; WEBER et al., 2009;).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações na qualidade de maçãs cv. Eva orgânica submetidas a tratamento pós-colheita com cloreto de cálcio.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A Cultura da Macieira**

#### **2.1.1 Aspectos gerais**

A macieira pertence à família Rosaceae, ordem Rosales e subfamília Pomoideae. É uma planta perene que apresenta folhas simples, caducas e estipuladas, com crescimento limitado, podendo apresentar variações na sua superfície, conforme a cultivar, a idade da planta, os tratamentos culturais e as condições climáticas. O crescimento vegetativo está diretamente relacionado à combinação copa/porta-enxerto. Sua inflorescência é uma umbela formada por seis a oito flores. E a fecundação depende da polinização cruzada. A fruta da macieira é proveniente de um ovário ínfero, compondo as partes extracarpelares a maior parte da polpa, constituída principalmente de parênquima. A coloração da epiderme é resultante do teor de antocianinas (HOFFMANN; BERNARDI, 2004).

As espécies atuais tiveram seu início de desenvolvimento, há cerca de 20 mil anos, após o final da última era glacial. Tendo como provável centro de origem a

Cáucaso, região de fronteira entre a Europa e a Ásia, e o leste da China. (BLEICHER, 2006; KREUZ; BENDER; BLEICHER, 1986).

A macieira cultivada comercialmente recebeu vários nomes ao longo do tempo, como *Malus domestica* Borkh, *M. pumilla* Mill., *M. sieverssi* Ledeb, mas *Malus domestica*, é a primeira denominação válida publicada para a macieira cultivada, segundo o Código Internacional de Nomenclatura de plantas cultivadas (HOFFMANN; BERNARDI, 2004; PETRI; LEITE, 2008).

Sendo uma árvore frutífera de clima temperado, a macieira tem como característica passar por um período de dormência no inverno, onde ocorre a queda das folhas no final do ciclo vegetativo. Durante a endodormência, grande parte das cultivares necessita de um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2°C para que a dormência seja superada (PETRI, 2006). Segundo Kluge (2003), o período frio serve para ativar e/ou aumentar as concentrações de giberelinas e citocininas e diminuir a concentração do ácido abscísico, atuando assim na promoção da brotação e crescimento das gemas dormentes.

De acordo com Petri et al.(2011), no Brasil, nos primeiros plantios , foram utilizadas as cvs. Golden Delicious, Starkinson, Blackjon e Melrose, sendo estas rapidamente substituídas por Gala e Fuji. A consolidação dos cultivares Gala e Fuji permitiu atender com qualidade as exigências dos mercados interno e externo, além disso, possibilitou ganhos em produtividade. A coloração vermelha da epiderme, o tamanhos dos frutos, e as características organolépticas agradaram o paladar do consumidor brasileiro, e foram fatores decisivos para o crescimento da produção e substituição da maçã importada (FIORAVANÇO, 2009).

A produção de maçã Gala e Fuji no Brasil tem concentração na região sul, devido à exigência dessas cultivares em horas de frios (>600 horas). Já a cultivar Eva destaca-se para as regiões com temperaturas mais amenas, por ser pouco exigente em inverno hibernal (GOMES, 2007; PETRI et al., 2011).

O desenvolvimento de métodos para a quebra de dormência foi fundamental para o estabelecimento da cultura da macieira no país porque em diversas áreas onde a maçã é cultivada não se satisfaz a exigência de horas de frio e na ausência dessas condições, a brotação e a floração são desuniformes, o que reflete diretamente na produtividade. Se tornando comum o domínio da superação da dormência através da aplicação de produtos químicos, como o cianamida hidrogenada e o óleo mineral, evitando

assim os problemas decorrentes da falta de frio, propiciando uma regular e competitiva produção de maçã no Brasil (FIORAVANÇO, 2009; PETRI et al., 2011). Para o cultivo orgânico o tratamento utilizado na quebra de dormência é à base de Óleo Mineral 80% (Triona B, Assist. etc) e aplicação de Calda Sulfocálcica (PENTEADO, 2010).

Das diversas fases que envolvem a produção de maçã com alta produtividade, está o sistema de polinização, já que a macieira necessita de polinização cruzada no seu cultivo comercial. Plantam-se duas ou mais cultivares no mesmo pomar com período de floração coincidente, havendo uma frutificação efetiva se as condições forem favoráveis para a polinização e fecundação (PETRI, 2006).

Sendo assim, o êxito da produção de maçã no Brasil aconteceu graças à incorporação de tecnologias ao processo produtivo, tanto na fase de produção quanto nas fases de colheita e pós-colheita. Os principais fatores a considerar neste sucesso são as cultivares utilizadas e o desenvolvimento de quebra de dormência (PETRI et al., 2011).

### **2.1.2 Características da cultivar Eva**

A cultivar Eva é originária do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala, foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em 1979, sendo testada a partir de 1987 no sul do estado do Paraná. As plantas têm vigor moderado a baixo, com ramos semi-erectos, de crescimento compacto, do tipo spur. Floresce e frutifica abundantemente em esporões, brindilas e gemas laterais em ramos do ano. Tem baixa exigência em frio, requer entre 300 e 350 horas de unidades de frio e temperaturas em torno de 7°C para brotar e florescer normalmente. A floração ocorre a partir de 1 a 3 semanas após a floração da cv. Anna. Na polinização cruzada, podem ser usadas as cultivares Princesa, Carícia ou Anabela. Os frutos são doces, levemente acidulados, com polpa macia e suculenta. A coloração da epiderme da fruta é vermelho-escarlate. O formato é cônico, e o tamanho é médio. Muito precoce quanto ao início de produção comercial e altamente produtiva. É resistente á mancha foliar da glomerela. Sua colheita acontece nos meses de dezembro e janeiro (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004; IAPAR, 2013).

Em condições de insuficiência de frio produz bem com quebra de dormência artificial, e vem sendo uma opção viável de cultivo em regiões de clima tropical

e no semiárido do nordeste Brasileiro. Mostrando capacidade de adaptação e produção, constituindo uma importante estratégia de oferta de frutas em épocas diferentes das regiões tradicionalmente produtoras no país (CHAGAS et al., 2012; LOPES et al., 2012). Com isso, constata-se que o uso de cultivares menos exigentes em frio, com boa aceitação nos mercados nacionais e internacionais, é viável e resulta em benefícios para o produtor, consumidor e meio ambiente (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004)

## 2.2 Produção e mercado

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas no mundo, se consolidando na pomicultura nas últimas décadas. Segundo Mello (2004), a maçã é a fruta de clima temperado mais importante comercializada para consumo *in natura*, tanto no contexto internacional quanto no nacional.

O cultivo da macieira em escala comercial no Brasil teve início na década de 1970, quando país era tradicional importador de maçãs, ocupando o quinto lugar no hemisfério sul. Através de uma política de incentivos fiscais e de crédito, devido a uma crise do petróleo nos anos 70, o governo brasileiro estimulou o aumento da produção de itens de peso na pauta de importações. No cultivo da macieira o incentivo veio com a criação do Programa de Fruticultura de Clima Temperado (Profit), que beneficiava pequenos e médios produtores (NACHTIGALL, 2004).

O agronegócio da maçã localiza-se no Sul do Brasil, com uma produção de 1.274.069 toneladas, respondendo por 99% da produção nacional. Dentre os maiores estados produtores, Santa Catarina ocupa o primeiro lugar com 680 mil toneladas, seguido do Rio Grande do Sul, com 537.507 toneladas e o Paraná com 56.562 toneladas de maçã produzidas (AGRIANUAL, 2013).

A expansão na área colhida e na produção de maçã nos últimos 40 anos é extraordinária, passando de 2.880 hectares em 1970 para 38.716 hectares em 2010. A produção passou de 30.850 para 1.279.026 toneladas (AGRIANUAL, 2013).

O aumento da produção que ocorreu dos anos 1980 a 2000, fez com que o país passasse de importador a exportador. As exportações passaram a ter saldos positivos na balança comercial em 1999, quando além de abastecer todo o mercado interno, o Brasil ganha status de país exportador. Em julho de 2012, a exportação atingiu

um volume de 76.153 mil toneladas de maçã. Embora tenha ocorrido um aumento na eficiência produtiva o Brasil ainda está muito aquém da china, que ocupa o primeiro lugar na produção de maçã com 35 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2013; FIORAVANÇO, 2009).

Hoje o Brasil, é o sétimo país em volume de produção, tendo seus frutos exportados principalmente para os Países Baixos, Bangladesh, Portugal, Espanha, Irlanda, Alemanha e Reino Unido (AGRIANUAL, 2013).

A maior parte da produção de maçã provém de grandes empresas, que cultivam extensas áreas, com avançado nível de integração vertical nas estruturas de classificação, de câmaras frias e de comercialização. Nesta atividade, estão envolvidos mais de 3 mil produtores, gerando em torno de 150 mil empregos diretos e indiretos. Com o desenvolvimento da cultura da macieira, veio à cadeia do frio, sendo que, atualmente, a capacidade estática de armazenagem, em atmosfera convencional e modificada, é de 705 mil toneladas (MELLO, 2004; PETRI et al., 2011).

A maior parte da produção brasileira provém de três cultivares: Gala, Fuji, e Golden Delicious. A Gala, com 46% da produção total; a Fuji, participando com 45% da produção; a Golden Delicious representa 6% da produção total e outras com 3% (MELLO, 2004). As maçãs brasileiras possuem ótimas características organolépticas, que influenciaram na aceitabilidade dos frutos, tanto pelos consumidores brasileiros, quanto no exigente mercado externo (FIORAVANÇO, 2009).

A época de colheita da maçã no Brasil, dependendo da cultivar e da região produtora, ocorre entre os meses de dezembro a abril. Para ter fornecimento da fruta durante os doze meses do ano, uma parte da maçã colhida é acondicionada em câmaras frigoríficas enquanto que outra parte é comercializada para consumo *in natura* logo após a colheita (BONETI et al., 2006).

De acordo com Mello (2004), cerca de 80% do total de maçã produzida é destinada ao consumo *in natura*. Além do consumo *in natura*, os frutos descartados dos processos de seleção para o mercado de frutas, são utilizados como matéria prima na agroindústria, para obtenção de geleias, sucos, sidras e vinagre (PAGANINI et al., 2004).

Atualmente a cultura da macieira está expandindo-se para outras regiões, inclusive para regiões não tradicionais ao cultivo de frutas de clima temperado, destacando-se os estados da Bahia, Minas Gerais e São Paulo, mas ainda possuem pouca

expressão comercial com um volume de produção de 4.957 mil toneladas (AGRIANUAL, 2013).

O Estado de São Paulo tem uma produção de 942 toneladas, em uma área colhida de 85 hectares no ano de 2010 de acordo com o Agriannual (2013), bem diferente da realidade de décadas passadas, devido, sobretudo a ausência de cultivares adaptadas as condições climáticas que não possibilitava a concorrência com a produção do sul do país. Entretanto nos últimos anos, vários produtores resolveram utilizar no plantio variedades precoces. A cultivar Eva adaptou-se ao clima mais quente, apresentado como grande vantagem para pomicultura paulista, à precocidade da colheita, a fruta é colhida do fim de agosto até meados de janeiro, com picos nos meses de novembro e dezembro, período em que os pomares do sul estão na entressafra, assim os preços se mantêm atrativos. Os produtores pretendem se tornarem competitivos no mercado, aumentando a área de plantio e conseqüentemente dobrarão a produção nos próximos anos, já que os pomares são novos (TOMAZELA, 2011).

O avanço na pomicultura no Brasil culminou com a implementação da Produção Integrada de Maçã, com foco na melhoria da qualidade, na segurança alimentar e na preservação ambiental, atendendo as exigências de um consumidor mais consciente. Esse patamar vem sendo alcançado graças à incorporação de inovações tecnológicas ao sistema produtivo de maçã, tanto na fase de produção quanto nas fases de colheita e pós-colheita. Como o uso de material livre de vírus, porta-enxertos ananizantes, sistemas de polinização, métodos de quebra de dormência, plantios em alta densidade, raleio químico e armazenamento adequado (MELLO, 2004; FIORAVANÇO, 2009; PETRI et al.,2011).

### **2.3 Mercado de orgânicos**

Um produto só pode ser considerado orgânico, quando for produzido em um ambiente de produção orgânica, ou seja,

Onde se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais,

biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

No Brasil a legislação vigente sobre agricultura orgânica é a lei 10.831/2003, regulamentada pelo Decreto 6.323/2007 e várias atribuições são definidas através de Instruções Normativas: - IN 54.Comissões da produção orgânica; IN 64.Sistemas orgânicos de produção animal e produção vegetal (BRASIL, 2007, 2008a, 2008b); IN 17.Extrativismo sustentável orgânico; IN 18.Regulamento técnico para processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos; IN 19.Mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica (BRASIL, 2009a, 2009b).

A agricultura orgânica no Brasil teve início no começo da década de 1970, no município de Botucatu, localizado a 235km de São Paulo, onde um grupo pioneiro instalou o que é considerada a primeira experiência bem-sucedida no país de agricultura orgânica (hoje biodinâmica) em escala comercial, trata-se da Estância Demétria (SGANZERLA; MARTINS; SINGH, 2013).

O cultivo nos moldes da agricultura orgânica vem apresentando um crescimento expressivo no país, segundo a Embrapa (2011) o crescimento médio da área plantada é de 30% ao ano, seguindo assim a tendência mundial, que apresentam em área plantada um crescimento entre 15% e 20%, ganhando a cada dia um espaço maior no mercado devido à exigência e conscientização da sociedade por alimentos mais saudáveis, não maléficis para a saúde e o meio ambiente.

Segundo Willer, Sorensen e Yussefi-Menzler (2008), a agricultura orgânica apresenta dados estatísticos em 132 países, num total mundial de 30,4 milhões de hectares com manejo orgânico, em mais de 700 mil fazendas.

O mercado mundial de orgânicos já movimenta, anualmente, mais de US\$ 40 bilhões, com crescimento médio de 25% ao ano (SGANZERLA; MARTINS; SINGH, 2013). Esse segmento tem crescido a uma taxa média de 10% ao ano no Brasil, 20% ao ano nos Estados Unidos e 25% ao ano na Europa (SOUZA, 2004).

De acordo com Sganzerla, Martins e Singh (2013) a Associação Brasileira de Supermercados (Abras) faturou em 2011, R\$ 1,12 bilhão no segmento, representando um aumento de 8% em relação ao ano anterior. Sendo o estado de São Paulo

o maior mercado consumidor, respondendo por mais de 50% do faturamento nacional dos supermercados.

Apesar do crescimento no mercado de orgânico nas últimas décadas, as vendas de orgânicos representam apenas uma pequena parcela (no máximo 4%) do total de alimentos vendidos. A produção orgânica ainda necessita atingir lucratividade para ser competitiva e sobreviver no atual mercado (MAZZOLENI; OLIVEIRA, 2010; SANTOS, MONTEIRO, 2004).

A cidade de São Joaquim na serra catarinense é responsável por mais de 20% da produção nacional de maçã e vem consolidando uma nova perspectiva para a fruticultura, com a crescente e bem-sucedida cultura da maçã orgânica. Havendo, em 2012, 25 hectares de pomares de maçã orgânica certificada, com uma produção de 15 a 25 toneladas por hectare, alcançando, preço de venda por quilo até quatro vezes superiores ao da fruta cultivada no sistema convencional, recompensando o maior gasto e trabalho na produção e atraindo cada vez mais produtores (SGANZERLA; MARTINS; SINGH, 2013).

Contudo, a fruticultura orgânica ainda se encontra incipiente, o que resulta em oferta muito irregular de produtos nas prateleiras dos supermercados e nas feiras. Entretanto, o mercado ainda não está completamente consolidado, e a evolução do mercado de orgânicos como um todo; e principalmente o segmento de frutas, que ainda se caracteriza como um nicho (BORGES; SOUZA, 2005).

## **2.4 Pós-colheita de frutas**

Para obtenção de frutos de qualidade, a condução dos pomares requer: tempo, conhecimento e o emprego de tecnologia. A maçã é um fruto climatérico que em determinada etapa do ciclo vital, apresentam um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, este aumento ocorre tanto no fruto preso á planta como após a colheita e o amadurecimento só se completa algum tempo após o pico climatérico, tornando-se fundamental colher - lós no ponto certo. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Caso os frutos sejam colhidos antes da maturação, terão uma baixa qualidade gustativa, serão mais suscetíveis a desordens fisiologias e poderão na amadurecer corretamente. Já a colheita de frutos totalmente maduros fisiologicamente

acarretará em menor período de armazenamento e em pouco tempo se tornarão farinhentas e com pouca firmeza de polpa, além de mais suscetíveis a danos mecânicos e fitopatógenos. Devido a isso, utilizam-se diversos testes que permite determinar o momento ideal da colheita com base nas alterações físico-químicas das frutas, para que a colheita ocorra no ponto de maturação adequado (GIRARDI; SANHUEZA; BENDER, 2002).

A conservação pelo maior período possível é necessária, visto que o período de colheita das principais cultivares de maçã é relativamente curto e apenas parte da produção é comercializada ou industrializada no período de safra, necessitando armazenar o restante da produção. Para se tornar possível esta conservação, o setor de frigoconservação trouxe modernas tecnologias, como é o caso de câmaras frias de atmosfera controlada, aumentando significativamente o período de conservação, permitindo regular a oferta e, conseqüentemente, agregando valor à fruta (GIRARDI, 2004).

As frutas a serem armazenadas devem estar perfeitamente frescas e com boa qualidade, isenta de deterioração, contaminação, distúrbios fisiológicos e sem sinais visíveis de ataque de fungos e bactérias (GIRARDI; BRACKMAN; PARUSSOLO, 2004).

De acordo com Borges et al. (2003) o manejo de frutos orgânicos, em muitos aspectos é similar aos frutos convencionais, uma vez que são as mesmas as exigências básicas de cuidados na colheita, higiene, preparo, embalagem, transporte e armazenamento. Na pós-colheita são pequenas diferenças nos procedimentos de manejo a fim de evitar a contaminação dos frutos por substâncias não permitidas pelas normas em vigor para produtos orgânicos, no mais, prevalece as mesmas recomendações que visam a conservação das características de qualidade de consumo pelo maior período possível.

#### **2.4.1 Características qualitativas**

Os atributos de qualidade dos frutos dependem de suas características físicas, físico-químicas e químicas. O que significa englobar propriedades

sensoriais (aparência, textura, sabor, aroma), valor nutritivo e multifuncional (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Atualmente se verifica o crescente interesse pelos antioxidantes naturais devido à sua baixa toxicidade em relação aos antioxidantes sintéticos.

#### **2.4.1.1 Antioxidantes**

De acordo com Sies e Stahl, (1995) os antioxidantes são quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

Para Bianchi e Antunes (1999) os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. O termo radical livre é frequentemente designado para qualquer átomo ou molécula com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, nos orbitais externos, que determina uma atração para um campo magnético, capaz de reagir com qualquer composto situado próximo, passando a ter uma função oxidante ou redutora de elétrons (HALLIWELL, 1999).

A produção excessiva de radicais livres pode conduzir a diversas formas de danos celulares e sua cronicidade pode esta envolvida com o desenvolvimento de diversas doenças (SHAMI; MOREIRA, 2004). Além disso, os radicais livres reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (LACHMAN et al.; 2010, MELO et al., 2008).

A utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta ou mesmo sintéticos é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados nas indústrias de alimentos, cosméticos, bebidas e também na medicina (DOROSHOW, 1983; HALLIWELL et al., 1995). A principal forma de obtenção pelo organismo de antioxidantes consiste na ingestão de compostos com esta atividade através da dieta. O crescente interesse pelos antioxidantes naturais de extratos de plantas é devido à sua baixa toxicidade em relação aos antioxidantes sintéticos. Extratos de frutas, vegetais, cereais e seus subprodutos industriais são ricos em antioxidantes, como por exemplo, ácido

ascórbico, tocoferóis, carotenóides e em compostos fenólicos (MANACH et al., 2004; WOLFE; WU; LIU, 2003).

Os principais antioxidantes dietéticos são algumas vitaminas, compostos fenólicos e carotenóides. Os antioxidantes agem interagindo com os radicais livres antes que estes possam reagir com as moléculas biológicas, evitando que ocorram as reações em cadeia ou prevenindo a ativação do oxigênio a produtos altamente reativos (BERNARDES et al., 2010).

Assim sendo o grande interesse no estudo dos antioxidantes é decorrente, principalmente, do efeito dos radicais livres no organismo. A oxidação é inerente à vida aeróbica e, dessa forma, os radicais livres são produzidos naturalmente. Essas moléculas geradas in vivo estão envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

De acordo com Andrade-Wartha (2007) o conhecimento de substâncias com atividade antioxidante presentes nos alimentos, das quais muitas ainda não foram estudadas suficientemente, destaca-se tanto pela possibilidade de ter aproveitamento como alimentos funcionais quanto pelo fornecimento de compostos nutracêuticos.

Melo et al. (2008) avaliaram a capacidade antioxidante de quinze frutas (abacaxi, acerola, caju, goiaba, laranja cravo, laranja pêra, mamão Formosa, mamão Havaí, manga espada, manga rosa, melancia, melão espanhol, melão japonês, melão orange flesh e pinha). A maioria das frutas avaliadas pode ser classificada como boa ou excelente fonte de antioxidantes naturais, com destaque para acerola, caju, mamão Formosa, mamão Havaí, goiaba, laranja pêra e pinha.

Tremocoldi (2011) ao avaliar a atividade antioxidante em abacate 'Hass' submetido ao tratamento térmico, radiação gama e ultravioleta verificou que o tratamento térmico dos frutos mantém a capacidade antioxidante.

Oliveira et al. (2011) avaliaram a atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da ceasa de minas gerais e constataram que essa frutas contêm compostos fenólicos, ascorbato,  $\beta$ -caroteno, licopeno e  $\beta$ -criptoxantina e constituem fonte potencial de antioxidantes naturais para a dieta humana. A goiaba vermelha foi a fruta que mais se destacou, apresentando os teores mais elevados de compostos fenólicos (159,8 mg de EAG 100 g<sup>-1</sup> de MF), vitamina C (85,9 mg 100 g<sup>-1</sup> de MF) e licopeno (6999,3  $\mu$ g 100 g<sup>-1</sup> de MF), além dos maiores valores para atividade

antioxidante (DPPH• = 49,1% ARR, e PR = 0,41 Abs), sugerindo que a sua inclusão frequente na dieta deve ser estimulada.

#### 2.4.1.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são moléculas heterogêneas que apresentam em sua estrutura vários grupos benzênicos característicos, substituídos por grupamentos hidroxilas (ANGELO; JORGE, 2007; HERNÁNDEZ; PRIETO GONZÁLES, 1999; OLIVEIRA et al., 2009). Encontram-se amplamente distribuídas no reino vegetal, em particular nos frutos e em outras partes dos vegetais.

De acordo com Naczk e Shahidi (2004) Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas São um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina.

Os fenólicos, em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuir para a pigmentação (SHAHIDI; NACZK, 1995). Formam-se em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações ultravioleta (NACZK; SHAHIDI, 2004), condições ambientais adversas, ou por baixas temperaturas (*chilling*) e ataque de microrganismos. Essas condições podem acarretar modificações no metabolismo fenólico, por meio de oxidação de compostos preexistentes ou de aumento da síntese de monômeros ou polímeros. Os tecidos jovens são mais resistentes ao ataque de patógenos que os maduros, em decorrência do tipo e da concentração de fenólicos presentes nos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma (PELEG et al., 1998 citado por SOARES, 2002) e estabilidade oxidativa (NACZK; SHAHIDI, 2004). Está firmemente estabelecido na literatura fitoquímica que as mudanças no sabor de muitos frutos, ocorridas durante o seu amadurecimento, estão associadas a modificações na concentração de taninos. Sabe-se que a adstringência de frutos verdes ocorre em consequência da presença de taninos de peso molecular intermediário, mas no amadurecimento a concentração destes compostos reduz-se por processos de complexação e polimerização (MENEZES; ALVES, 1995).

Quanto à existência dos compostos fenólicos na natureza, esses podem ser classificados em: pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza. Na família dos compostos fenólicos pouco distribuídos na natureza estão um número reduzido deles, embora estes sejam encontrados com certa frequência. Neste grupo estão os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol. Alguns compostos fenólicos não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais, são aqueles presentes sob a forma de polímeros, na qual estão os taninos e as ligninas. Na família dos compostos largamente distribuídos na natureza estão os fenólicos encontrados geralmente em todo o reino vegetal, mas às vezes podem estar localizados em uma só planta (SOARES, 2002).

Essas substâncias agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de ácidos graxos e de óleos (ALI et al., 2009; CUVELIER et al., 1992; MAILLARD et al., 1996). Compostos típicos que possuem atividade antioxidante incluem a classe de fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados (ácidos benzóico, cinâmico e seus derivados), flavonóides, tocoferóis, fosfolipídios, aminoácidos, ácido fólico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis e cumarinas (ANGELO; JORGE, 2007; JAYAPRAKASHA, 2000; OLIVEIRA et al., 2009; SOARES, 2002).

## **2.4.2 Métodos de conservação**

### **2.4.2.1 Armazenamento refrigerado**

No armazenamento sob refrigeração, o produto é resfriado pela remoção de seu calor e não pela transmissão de frio para ele. É o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas frescas. Se não for usado o processo de armazenamento a frio, em muitos produtos perecíveis, a qualidade comestível, aumenta após a colheita e depois decai rapidamente. A temperatura baixa retarda o processo de

senescência, reduzindo a respiração, havendo em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A conservação da fruta ocorre pelo controle das condições de temperatura e umidade e da circulação de ar na câmara. Sendo o controle da respiração o princípio básico do sistema de refrigeração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

E a primeira etapa para este objetivo é a rápida remoção do calor que a fruta traz do campo, através do pré-resfriamento, devendo ser realizado logo após a colheita, é um processo muito importante onde a temperatura da polpa da fruta é baixada rapidamente, reduzindo assim o processo respiratório, a perda de água e, indiretamente, o desenvolvimento de podridões. Já a temperatura de armazenamento da maçã fica na faixa entre  $-1^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$ . O limite mínimo de temperatura para ser utilizado com segurança depende da variedade de maçã, devendo-se evitar temperaturas que possam causar distúrbios fisiológicos pelo frio (chilling) e temperaturas de congelamento (BRACKMANN et al., 2004).

De acordo com Brackmann et al. (2004), a ocorrência de umidade relativa muito baixa é comum no interior de câmaras frigoríficas, causando perdas de peso, murchamento, amarelecimento e um aspecto esponjoso à fruta (não-crocante). Essas perdas também estão relacionadas com a temperatura e a taxa de circulação de ar. Portanto, deve-se manter uma umidade no interior da câmara entre 90% e 96%. Na fase final do período de armazenamento, a perda de água das maçãs aumenta em virtude da maturação avançada das frutas que transpiram mais. Com relação circulação do ar, esta deve ser suficiente para manter uma uniformidade razoável da temperatura e da umidade na câmara.

Atualmente, mais de 40% da produção nacional de maçã é armazenada por esse sistema (GIRARDI, 2004).

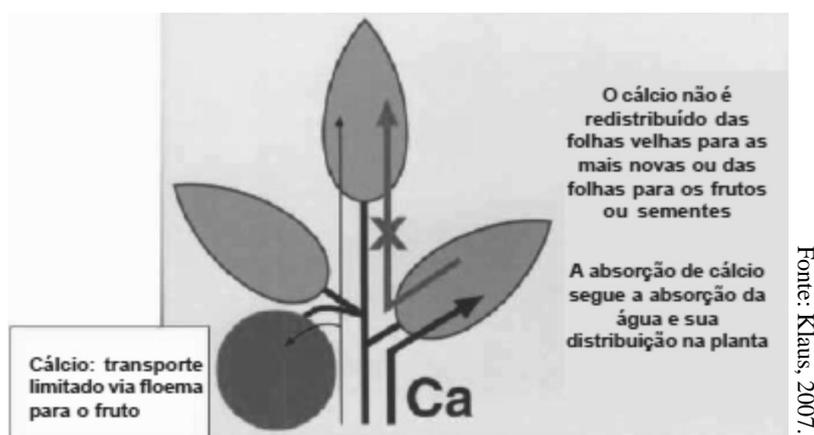
Associados a refrigeração, outros métodos devem ser utilizados na conservação das maçãs, tais como as técnicas de alteração da composição normal da atmosfera: o armazenamento pela atmosfera controlada (AC) e a atmosfera modificada (AM), tendo como resultado o prolongamento do período de conservação de maçãs, graças ao retardamento do amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### 2.4.3 Importância do cálcio e a aplicação na fase pós-colheita

Exercendo na planta três tipos de funções: estrutural, regulador enzimático e de mensageiro secundário (MALAVOLTA, 2006). O cálcio é considerado um dos elementos minerais mais importantes, sendo fator determinante da qualidade final dos frutos (LIV, 1998).

O cálcio é absorvido pelas raízes como  $\text{Ca}^{2+}$ , seu movimento no xilema é unidirecional, ou seja, caminha no sentido das raízes para a parte aérea, ocorrendo pouco movimento na direção contrária. Em órgãos como frutos e turbéculos (drenos) o cálcio é transportado no floema, o que resulta em muitos casos em mau desenvolvimento e deformação nestes órgãos, relacionados à baixa mobilidade do cálcio no floema (MALAVOLTA, 2006; VITTI; LIMA; CICARONE, 2006).

Klaus (2007) exemplifica melhor como este mineral atua. O cálcio é absorvido pelas plantas junto com a água do solo, por fluxo de massa, e se desloca principalmente para os órgãos de transpiração, acumulando-se nas folhas, sendo limitado o seu transporte, via floema, para os frutos. Assim, ele não é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas, nem das folhas para os frutos ou sementes (Figura 1).



**Figura 1.** Movimento do cálcio nas plantas.

A maior parte de cálcio nos tecidos vegetais encontra-se imobilizado no apoplasto (parede celular e espaços intercelulares) e nos vacúolos,

associado com as membranas e organelas citoplasmáticas (mitocôndrias, retículo endoplasmático) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Este nutriente constitui a parede celular e lamela média dos vegetais. Os seus íons ligam as pectinas, que são formadas por cadeias de ácido poligalacturônico com inserções de raminose, à parede celular. As pontes de cálcio entre os ácidos pectínicos ou entre esses e outros polissacarídeos dificultam o acesso e a ação de enzimas pectolíticas produzidas pelo fruto, que causam amolecimento dos tecidos, e daquelas produzidas pelos fungos e bactérias que causam deterioração (CONWAY et al., 1992).

O cálcio apresenta grande influência na manutenção da consistência dos frutos, já que participa de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares (AWAD, 1993). O efeito positivo do cálcio é obtido mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular, assim como no controle de distúrbios fisiológicos e na manutenção da qualidade do produto final e na sua capacidade de armazenamento depois da colheita (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para a obtenção de boa produtividade e de frutas de qualidade, a macieira requer solos com boa fertilidade. O estado nutricional da macieira é influenciado por uma série de fatores, como tipo de cultivar e porta-enxerto, tipo e manejo do solo, fatores climáticos, tipo de sistema de condução e de plantio, fatores climáticos, entre outros. A extração anual de macronutrientes por uma planta adulta de macieira ocorre na seguinte ordem: potássio > nitrogênio > cálcio > magnésio > fósforo. (NACHTIGALL; BASSO; FREIRE, 2004).

Martins, Faria e Farias (2010) avaliaram como os diferentes sistemas de produção de macieiras (produção integrado, convencional, em transição do convencional para o orgânico e orgânico), influenciaram o teor de nutrientes no solo, no tecido foliar e na fruta, através de características químicas. No sistema orgânico, o nível de cálcio (Ca) no solo era menor que nos demais sistemas, apresentando uma diferença no teor de cálcio de  $32,73 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ . A mesma tendência se refletiu nos níveis de Ca encontrados nas folhas e na polpa das frutas quando comparados aos demais sistemas. Sendo constatado que os teores de cálcio, estão abaixo do mínimo, em todos os sistemas de produção.

Dentre os minerais o cálcio é o que apresenta maior envolvimento com desordens fisiológicas. No processo fisiológico, pode alterar a respiração e atuar em vários eventos metabólicos nos tecidos vegetais, como no reforço dos componentes estruturais das células, conferindo-lhe resistência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De forma geral os problemas ligados a uma má suplementação de cálcio na planta surgem nos frutos após a colheita e durante o armazenamento. Causando anualmente sérias perdas econômicas, em órgãos como frutos e hortaliças, devido a desordens fisiológicas e podridões relacionadas ao teor inadequado de cálcio em seus tecidos (RICARDO, 1983). No caso da maçã, os distúrbios fisiológicos mais conhecidos relacionados à baixa quantidade de cálcio são: o *bitter pit*, depressão lenticelar, Jonathan spot, degenerescência interna e colapso interno (NACHTIGALL; BASSO; FREIRE, 2004).

A deficiência de cálcio pode ser suprida durante a fase de crescimento, ou no fruto na fase pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O cloreto de cálcio, como um sal clorado, tem grande potencial como agente na melhoria da qualidade pós-colheita, tendo seu uso aprovado no processamento de produtos orgânicos através da Instrução Normativa nº 18 (BRASIL, 2009a).

Visando o aumento do conteúdo de cálcio em frutos, vários trabalhos relatam os resultados positivos da imersão em cloreto de cálcio.

Neves; Rodrigues e Vieites (2000) verificaram o efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) na qualidade pós-colheita da maçã cv. Gala. Os frutos de maçã tratados com imersão em solução de cloreto de cálcio à 2% obtiveram melhores resultados em relação a perda de massa e firmeza da polpa, proporcionando um maior tempo de conservação.

Brackmann; Ceretta e Vizzotto (2001) constataram em maçãs, que o cálcio a 20 g L<sup>-1</sup> reduziu em 44,6 e 47,8 % a ocorrência de podridões para as cultivares Golden Delicious e Fuji, respectivamente, em relação a frutos não tratados. Supõe-se que o mecanismo pelo qual o aumento de cálcio no tecido reduziu a incidência de podridões, seja a manutenção da firmeza de polpa relacionada aos íons de cálcio na parede celular, tornando-a menos acessível a enzimas que causam a perda da firmeza e a degradação pelas enzimas produzidas por fungos.

Trabalhando com mangas, Evangelista; Chitarra e Chitarra (2002) avaliaram que pulverizadas na pré-colheita com cloreto de cálcio, nas concentrações 0, 2,5

e 5%, em três épocas de desenvolvimento (40, 60 e 90 dias após a floração). Os autores observaram que na ausência de aplicação de cálcio, os frutos-controle (testemunha) da mangueira, no dia da colheita, apresentaram desestruturação da parede celular e dissolução da lamela média.

Botelho; Souza e Peres (2002) estudaram o efeito da aplicação pós-colheita do cloreto de cálcio em goiaba 'Branca de Kumagai', e obtiveram como resultados um aumento do período de conservação pós-colheita, redução da taxa respiratória e redução da suscetibilidade dos frutos a distúrbios fisiológicos causados por baixas temperaturas. E o tratamento na concentração de 0,5% de cloreto de cálcio foi o mais eficiente, e as demais doses (1,5%; 2,5% e 3,5%) reduziram a conservação pós-colheita dos frutos.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da matéria prima**

Foram utilizados frutos de maçã da cultivar Eva, produzidas em sistema de cultivo orgânico, provenientes do Estância Demétria, no município de Botucatu –SP, localizado a latitude de 22°58'14'S e longitude de 48°26'32'W. O experimento foi conduzido no laboratório de Frutas e Hortaliças do departamento de Horticultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu, SP, com a safra 2012/2013 dos frutos. Neste experimento também foi realizada a caracterização físico-química de frutos da maçã cv. Eva do sistema de produção convencional, obtidas de produtores do município de Botucatu – SP (Figura 2). Para os frutos de maçã da produção convencional não foi realizada aplicação de  $\text{CaCl}_2$ .



**Figura 2.** Frutos de maçãs da cultivar Eva. A) frutos de produção orgânica. B) frutos do cultivo de produção convencional.

Após a colheita os frutos foram levados ao laboratório onde foi feita uma seleção quanto ao tamanho e a ausência de doenças e injúrias mecânicas, visando à uniformidade do lote. Em seguida todos os frutos (sistema orgânico e convencional) foram lavados em água corrente e higienizados com a imersão dos mesmos em solução de vinagre por 5 minutos. No manejo pós-colheita de frutas o vinagre está entre as substâncias permitidas pelas normas em vigor para produtos orgânicos (BRASIL, 2009).

### 3.2 Tratamentos com cloreto de cálcio

No experimento os tratamentos foram realizados com o uso de cloreto de cálcio. Os frutos originários da produção orgânica, foram imersos em solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) por 15 minutos, sendo os tratamentos constituídos pela utilização de diferentes concentrações do sal. O tratamento controle foi imerso em água destilada por igual período.

Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos pós-colheita:

T1 – Testemunha orgânica;

T2 – Solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 1%;

T3 – Solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 1,5%;

T4 – Solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 2%;

T5 – Solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 2,5%;

Após a imersão, os frutos foram colocados em bancada e secos naturalmente em temperatura ambiente, sendo posteriormente acondicionados em bandejas de polietileno e armazenados sob refrigeração em B.O.D a temperatura de  $0\pm 1$  °C e umidade relativa de  $60\pm 6\%$  durante 20 dias. Foram utilizados 75 frutos com 3 repetições por dia de análise para cada tratamento e as avaliações foram realizadas a cada 5 dias, totalizando cinco avaliações. O experimento foi dividido em 2 grupos: o grupo controle (não destrutivo) e o grupo parcela (destrutivo).

### 3.3 Análises

Os frutos foram analisados ao 0, 5, 10, 15 e 20 dias de armazenamento. As determinações da qualidade dos frutos foram obtidas através das seguintes avaliações:

#### 3.3.1 Grupo Controle

Para as avaliações do grupo controle, além dos tratamentos citados no item 3.2, também foram utilizados os dados dos frutos de maçã oriundos do sistema de cultivo convencional, estes foram imersos em água destilada por 15 minutos, estando, portanto, como um controle do sistema de produção convencional.

Perda de massa fresca: Para a análise de perda de massa fresca as maçãs foram pesadas em uma balança semianalítica marca Marte<sup>®</sup> – carga máxima de 3200g e precisão de 0,1g. As repetições foram pesadas no início do experimento ( $P_i$ ) e a cada 5 ( $P_f$ ), permitindo o cálculo da perda de massa fresca em porcentagem, através da seguinte fórmula:  $PM = [(P_i - P_f) / P_i] \times 100$ .

Respiração: A curva de respiração foi obtida pela avaliação dos frutos a cada 5 dias. A determinação da taxa de respiração foi feita de forma indireta, em respirômetro, pela

medida do CO<sub>2</sub> liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth; Zuchini e Pompeo (1976). A taxa de respiração foi calculada pela seguinte fórmula:

$$TCO_2 = \frac{2.2 \times (A-B) \times V1}{P \times T \times V2}$$

Onde,

TCO<sub>2</sub>= Taxa de respiração em ml de CO<sub>2</sub> Kg de fruta-1 hora-1;

B= Volume gasto em ml de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio-padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub> - branco;

A= Volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO<sub>2</sub> da respiração;

V1= Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO<sub>2</sub> (ml);

P= Massa dos frutos (kg);

T= Tempo das reações metabólicas (hora);

V2 = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (ml);

2,2 = devido ao equivalente de CO<sub>2</sub> (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

### 3.3.2 Grupo Parcela

Coloração da casca e polpa: para verificação das mudanças da coloração foram utilizados 3 frutos por tratamento por dia de análise, totalizando 75 frutos durante a condução do experimento. As análises foram realizadas com o auxílio do colorímetro da marca konica minolta®. A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L, a\* b\* conforme a Comissão Internatinal de E'clairage (CIE) onde L expressa em porcentagem valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a\* representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e b\* as cores amarela (+) ou azul (-). O aparelho foi calibrado com placa branca padrão de cerâmica A leitura foi feita na polpa e na casca dos frutos em 3 pontos diferentes. Para uma homogeneidade nas amostras, as leituras foram realizadas no terço médio dos frutos.

pH: determinado por potenciometria utilizando-se o potenciômetro, conforme técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz ( IAL, 2008).

Sólidos solúveis: determinada através de leitura refratométrica direta em graus de Brix (°Brix), em três amostras, com refratômetro de bancada tipo Pallete, marca ATAGO – PR 32, de acordo com os procedimentos descritos por IAL (2008).

Acidez titulável (AT): O conteúdo de acidez titulável, foi expresso em gramas de ácido málico por 100 gramas de polpa, e determinado através da titulação de 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 95 mL de água destilada, seguido da titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, utilizando-se a fenolftaleína como indicador, seguindo a metodologia recomendada pelo IAL (2008).

Índice de maturação (IM): foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

### **3.3.2.1 Análises bioquímicas**

No decorrer do período de avaliação (0, 5, 10, 15 e 20° dia) amostras de maçãs de todos os tratamentos foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer, para a realização das análises enzimáticas.

#### **3.3.2.1.1 Preparo das amostras**

As amostras de maçã foram maceradas em nitrogênio líquido e armazenadas no freezer. O preparo dos extratos etanólicos utilizada à mistura de solvente etanol: água (80:20 v/v). Em seguida, foram pesados 1.0 g da maçã em tubos tipo Falcon no qual se adicionou 10 mL de etanol (80%). Os tubos contendo os extratos das amostras foram centrifugados a 4000xg durante 40 minutos a 4°C. Após a centrifugação, foi realizada a retirada do sobrenadante, estes colocados em frascos âmbar, até o momento das análises.

### 3.3.2.1.2 Análise de compostos fenólicos totais

Determinado pelo método de espectrofotométrico de Folin Ciocalteau (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA, 1999). Para realização das análises, uma alíquota de 0,3 mL de extrato da amostra mais 0,2 mL de água destilada, totalizando 0,5 mL foi transferida para os tubos de ensaio, sendo a quantificação realizada conforme descrito pelos autores. A leitura da absorbância foi realizada a 740nm em espectrofotômetro. Um branco foi conduzido nas mesmas condições. Os extratos das amostras foram obtidos em triplicata. E os resultados foram comparados à curva padrão de ácido gálico e expressos em mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>.

### 3.3.2.1.3 Análise da atividade sequestrante do radical DPPH

A medida da atividade sequestrante do radical DPPH foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Mensor et al. (2001). Na forma de radical, o DPPH possui uma absorção característica a 517nm, que desaparece à medida que ele vai sendo reduzido pelo hidrogênio doado por um composto antioxidante. A mistura de reação foi constituída pela adição de 0,5 mL dos extratos etanólicos das amostras, 3 mL de etanol P.A. e 0,3 mL do radical DPPH em solução de etanol e incubada por 45 minutos, em local escuro e temperatura ambiente. A redução na atividade antioxidante foi determinada pela equação:

$$AA \% = \{ [(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) / Abs_{branco}] \times 100 \}$$

O controle negativo foi realizado substituindo-se o volume do extrato por igual volume do solvente utilizado na extração. O branco da amostra foi preparado substituindo o volume da solução de DPPH por igual volume de solvente.

### **3.4 Vida de Prateleira**

Para verificar o tempo de vida de prateleira, os frutos de todos os tratamentos foram observados em função do número de dias que permaneceram em condições aceitáveis para comercialização.

### **3.5. Delineamento estatístico**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x5 (compreendidos por cinco tratamentos e cinco períodos de avaliações) com 3 repetições por dia de análise. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade pelo programa Assistat versão 7.6 beta. Para perda de massa foi empregada análise de regressão polinomial no software Excel 2007 da Microsoft.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização da matéria prima

A caracterização de maçãs da cv. Eva da produção convencional e da produção orgânica (ambas higienizadas e tendo como tratamento a imersas em água por 15') ao longo dos 20 dias de armazenamento encontra-se na tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização da matéria prima: maçãs cv. Eva da produção convencional e orgânica.

Características Avaliadas	Maçã cv. Eva convencional					Maça cv. Eva Orgânica				
	Dias de Armazenamento									
	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
<b>Sólidos solúveis</b>	14,2	13,2	14,77	13,9	11,97	13,9	14,97	15,37	15,77	15,53
<b>pH</b>	3,74	3,95	3,70	3,76	3,76	3,73	3,81	3,72	3,74	3,67
<b>Acidez total titulavel</b>	0,69	0,40	0,57	0,46	0,55	0,69	0,70	0,67	0,62	0,84
<b>Índice de Maturação</b>	35,30	33,57	26,07	30,58	21,64	20,53	21,45	23,41	25,69	18,54
<b>DPPH</b>	93,86	93,12	92,42	92,64	87,88	85,17	91,31	91,30	85,28	89,28
<b>Fenóis totais</b>	45,80	39,77	44,49	42,05	43,46	46,48	43,87	43,59	42,57	43,73

\*não foram realizados teste de média nestes dados.

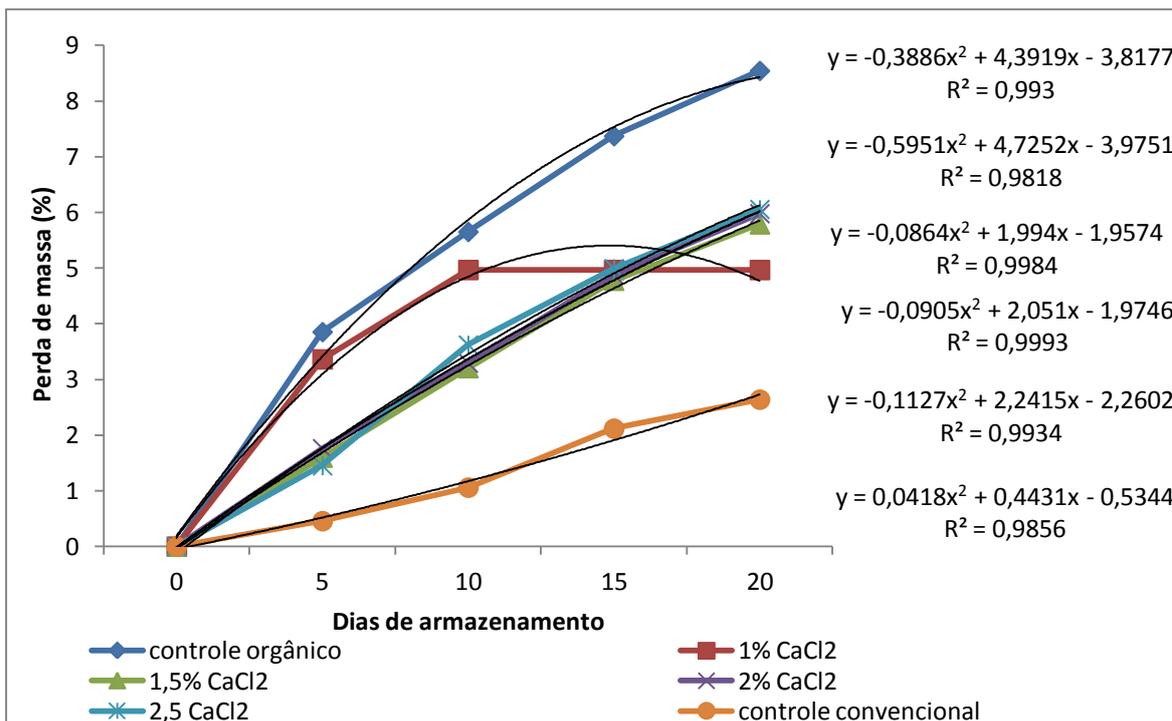
De acordo com Figueiredo (2000), os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças, a acidez total e o potencial hidrogeniônico.

Enquanto o pH mede a concentração hidrogeniônica da solução, a acidez determina o percentual de ácidos orgânicos. Na maioria dos frutos, o teor de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento e o pH é concomitantemente modificado (CHITARRA; CHITARRA, 2005), concordando parcialmente com os dados da tabela 1, onde o teor de acidez titulável diminuíram para os frutos da produção convencional e aumentaram para os frutos da produção orgânica durante o amadurecimento.

As diferenças encontradas nas características de qualidade são reflexos do sistema de cultivo, onde o preparo do solo, a adubação aplicada e manejo do pomar de maçãs são realizados de forma diferente.

#### **4.2 Perda de massa fresca**

Houve efeito significativo entre os fatores estudados (Figura 3). A perda de massa fresca (%) foi crescente ao longo do experimento nos diferentes tratamentos realizados. As maiores porcentagem de perdas de massa ocorreram a partir do 15º dia.



**Figura 3.** Perda de massa fresca (%) de maçã cv Eva orgânica e convencional submetidas à imersão em diferentes concentrações de CaCl<sub>2</sub>, armazenada durante 20 dias.

As menores perdas de massa foram nos frutos do tratamento controle convencional, onde no final dos 20 dias de armazenamento apresentavam perdas de 2,64%. Já no controle com frutos orgânicos, foi observada a maior porcentagem de perda de massa fresca chegando a 8,5% no final do período de armazenamento. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), para a redução da qualidade da maioria das frutas e hortaliças, são necessárias perdas na umidade entre 5 e 10%. Estando os resultados do controle orgânico e do tratamento com CaCl<sub>2</sub> 1% fora dos limites aceitáveis a partir do 10º dia.

Os frutos que foram imersos em solução de CaCl<sub>2</sub> independentemente da concentração utilizada, tiveram menores porcentagem de perda de massa quando comparados ao controle orgânico.

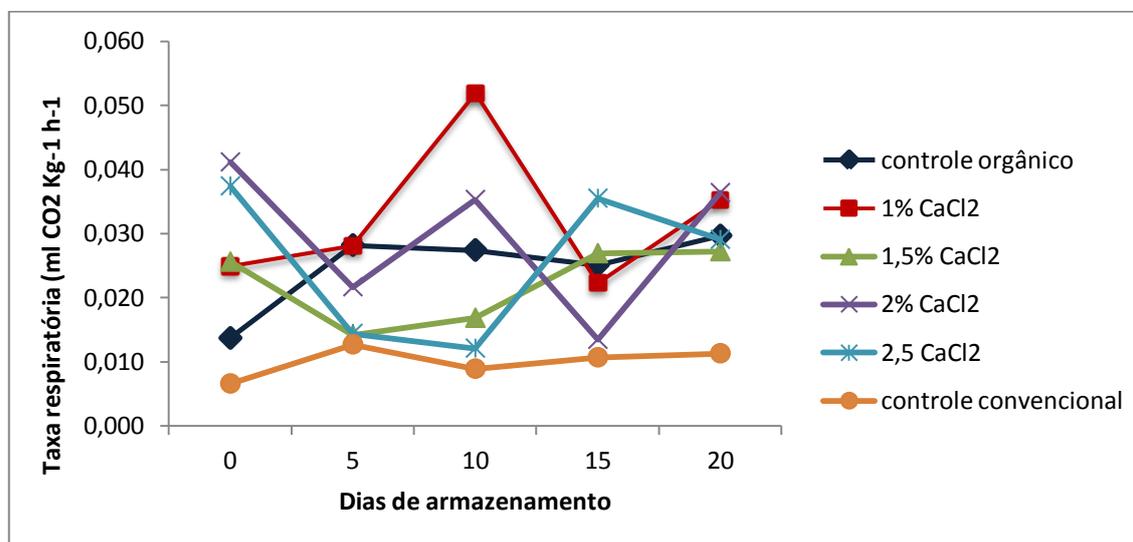
Martins, Faria e Farias (2010) verificou que maçãs cultivadas no sistema orgânico apresentaram menores teores de Ca nas frutas do que as frutas de maçãs no sistema de produção convencional. Pode-se observar neste trabalho que as frutas de maçãs orgânicas tratadas com imersão em CaCl<sub>2</sub> (T2; T3; T4; T5), tiveram menores perdas de massa fresca quando comparada as maçãs orgânicas imersas em água (T1), levando a concluir que houve absorção do cálcio pelo fruto.

Os tratamentos imersos em solução de cloreto de cálcio não apresentaram diferenças estatísticas entre eles. Porém, os frutos tratados com cloreto de cálcio a 2% e 2,5% apresentaram maiores perdas de massa no final do armazenamento com valores em torno de 6%.

### 4.3 Respiração

Na Figura 4, pode-se observar que os frutos apresentam comportamento respiratório climatérico. Todos os tratamentos tiveram uma redução na taxa respiratória e conseqüentemente um atraso no pico respiratório, quando comparados aos controles orgânico e convencional.

Diversos autores relatam que o benefício do cálcio na redução da respiração, e conseqüentemente o atraso na senescência dos frutos, é devido, sobretudo ao seu papel na permeabilidade das membranas e paredes celulares, e também sua atuação no metabolismo secundário (CONWAY et al., 1992; AWAD, 1993; KLAUS, 2007).



**Figura 4.** Atividade respiratória de maçã cv Eva orgânica e convencional submetida à aplicação de cloreto de cálcio e armazenada por 20 dias.

Os frutos dos tratamentos controle orgânico e convencional e os frutos tratados com 1% de CaCl<sub>2</sub>, apresentaram pico respiratório no 5º e 10º dia de avaliação, respectivamente.

As maçãs cv Eva orgânica submetidas ao tratamento com 2% de  $\text{CaCl}_2$  tiveram os melhores resultados, pois apresentaram um maior atraso no pico climatérico, que ocorreu no 20º dia de armazenamento, ficando evidente uma redução da respiração. E os tratamentos com 1,5% e 2,5% de  $\text{CaCl}_2$  na solução, apresentaram pico respiratório no 15º dia. As aplicações de cálcio nos frutos produzem efeitos positivos, como a diminuição da respiração e da produção de etileno (AWAD, 1993).

#### 4.4 Coloração da Casca e da Polpa

A coloração é um atributo de qualidade importante, por ser o principal fator de atração para o consumidor. A maçã cv Eva tem como característica uma epiderme de coloração vermelho-escalate com estrias leves sobre fundo creme-amarelado lembrando a coloração da cv Gala quando maduras (BERNADI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

Os parâmetros de luminosidade (L) e variações da cor ( $a^*$ ), referentes à cor da epiderme da maçã cv Eva orgânica mostram que a interação não foi significativa, através da aplicação do teste F. Apresentando médias de 47,16; 49,60; 49,11; 50,59; 51,02; 53,83, para os tratamentos T1; T2; T3; T4; T5 e T6 respectivamente, não foram observados uma mudança relevante na luminosidade (L) da casca em relação tanto aos tratamentos no decorrer dos dias, esta medição levou em conta uma escala que vai de 0 a 100, onde 0 é ausência de luminosidade (preto) e 100, luminosidade total (branco); A cor da superfície ( $a^*$ ) também demonstrou comportamento constante para os diferentes tratamentos e dias de armazenamento, com a manutenção da coloração vermelha na superfície das frutas, não havendo aumento nos valores com o incremento das doses de cloreto de cálcio.

Em relação às variações da cor de fundo ( $b^*$ ), foram observadas diferenças estatísticas somente entre as médias dos frutos nos tratamentos (Tabela 2). Na qual, o controle convencional diferiu dos demais tratamentos, demonstrando uma maior degradação da clorofila, com isso sua cor de fundo se apresentou mais amarela quando comparado aos frutos dos demais tratamentos. De acordo com Iglesias et al. (2008) apud Chagas et al. (2012) a coloração da epiderme de maçãs não é considerada um índice de

maturação, pois se desenvolve precocemente e varia grandemente em função de fatores ambientais e das cultivares.

**Tabela 2.** Variação média de cor b\* da casca em maçãs cv Eva submetidas à aplicação de CaCl<sub>2</sub>, armazenadas durante 20 dias.

<b>Tratamentos</b>	
	<b>média</b>
<b>Controle orgânico</b>	4,97 b
<b>1% CaCl<sub>2</sub></b>	5,23 b
<b>1,5% CaCl<sub>2</sub></b>	5,12 b
<b>2% CaCl<sub>2</sub></b>	5,31 b
<b>2,5% CaCl<sub>2</sub></b>	5,24 b
<b>Controle convencional</b>	6,05 a
<b>CV%</b>	9,56

Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. \* dados transformados.

Os resultados de cor da polpa, referentes ao L, dos frutos de maçãs orgânicas tratados com solução de cloreto de cálcio, mostraram que a interação dos fatores (doses x tempo) não foi significativa, e ocorreram diferenças entre as médias dos tratamentos nos dias de armazenamento (Tabela 3). Com relação às médias dos frutos nos tratamentos não foi observada diferença significativa. No primeiro dia de análise os frutos apresentaram maior luminosidade (L) quando comparada aos demais dias de armazenamento. No decorrer do armazenamento observou valores estáveis da luminosidade, sendo que os menores valores foram no 15º dia. Chagas et al.(2012) avaliando a coloração em maçãs cv Eva verificaram que a luminosidade da casca apresentou média de 45,23 e a polpa uma luminosidade mais pálida com 85,20 corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

**Tabela 3.** Valores médios da L da polpa de maçã cv Eva submetidas à aplicação de CaCl<sub>2</sub>, armazenadas durante 20 dias.

<b>Médias</b>	<b>Dias de Armazenamento</b>				
	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>Tratamentos (T1,T2,T3,T4,T5,T6)</b>	87,01a	85,70ab	85,90ab	82,76b	84,26ab
<b>CV%</b>	5,13				

Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A coloração  $b^*$  da polpa, que avalia o grau de variação entre o azul e amarelo ( $b^*$  negativo = azul e  $b^*$  positivo = amarelo), não apresentaram interação significativa entre as doses de  $\text{CaCl}_2$  e os dias de armazenamento, mantendo a coloração amarela da polpa constante com valores em média de 24,04 ( $b^*$  positivo).

Em relação à cor  $a^*$  houve interação significativa, estas apresentadas na tabela 4.

**Tabela 4.** Variação média de cor  $a^*$  da polpa em maçãs cv Eva submetidas à aplicação de  $\text{CaCl}_2$ , armazenadas durante 20 dias.

Tratamentos	Dias de Armazenamento				
	0	5	10	15	20
<b>Controle orgânico</b>	-5,15 bB	-2,70 aA	-2,80 aA	-1,85 aA	-1,73 aA
<b>1% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	-5,15 bB	-3,26 aA	-3,76 aA	-2,89 aA	-2,74 aA
<b>1,5% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	-5,15 bB	-3,26 aA	-3,76 aA	-2,89 aA	-2,72 aA
<b>2% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	-5,15 bC	-3,71 aB	-3,85 aB	-2,14 aAB	-3,27 aA
<b>2,5% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	-5,15 bB	-3,64 aA	-3,47 aA	-3,12 aA	-3,21 aA
<b>Controle convencional</b>	-3,21 aA	-4,07 aA	-2,94 aA	-3,62 aA	-3,49 aA
<b>CV%</b>	15,82				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com frutos orgânicos independente das doses utilizadas diferiram do controle convencional no dia 0. Apenas os frutos tratados com cloreto de cálcio a 2%, apresentaram uma maior variação da cor  $a^*$ . Observaram-se valores negativos de  $a^*$  para todos os tratamentos durante os 5 períodos (0,5, 10,15,20) de avaliação indicando a presença do componente de cor verde. Verificando como tendência uma diminuição dos valores de  $a^*$  ao longo do armazenamento. O aumento dos valores de  $a^*$ , representa a passagem da coloração verde para vermelho.

#### 4.5. Sólidos Solúveis

Verificou-se que não houve interação dupla significativa entre os fatores (tratamentos X dias), não sendo, portanto aplicado teste de comparação de médias (Tabela 5).

Observou que ocorreu diferença, através da aplicação do teste F, apenas na média no decorrer dos dias de armazenamento. Os tratamentos com diferentes

concentrações de cloreto de cálcio (1%, 1,5%, 2%, 2,5%) não diferiram do controle orgânico.

**Tabela 5.** Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) das maçãs cv Eva, submetidos à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento					Média
	0	5	10	15	20	
Controle orgânico	13,9	14,97	15,37	15,77	15,53	15,11 a
1% CaCl <sub>2</sub>	13,9	15,83	16,23	15,47	15,53	15,71 a
1,5% CaCl <sub>2</sub>	13,9	15,23	16,17	15,13	14,43	15,37 a
2% CaCl <sub>2</sub>	13,9	14,5	15,47	14,7	15,73	14,86 a
2,5%CaCl <sub>2</sub>	13,9	15,33	15,5	15,23	14,33	14,86 a
<b>Média</b>	13,9 b	15,17 a	15,75 a	15,26 a	15,83 a	
<b>CV%</b>	7,04%					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Não houve interação entre tratamento e dias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir do 5º dia de armazenamento, observa-se um aumento nos teores de sólidos solúveis (°Brix), devido á solubilização dos polissacarídeos insolúveis (amido) em açúcares solúveis (KRAMER, 1973), esta tendência está relacionada ao avanço do amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os teores de SS nos frutos orgânicos imersos em solução de cloreto de cálcio variaram de 13,9 a 15,77 °Brix, não diferindo do tratamento controle, demonstrando, assim que as diferentes concentrações utilizadas como tratamento não tiveram influência significativa neste atributo de qualidade. WERNER et al. (2009) , trabalhando com cloreto de cálcio (1%, 2% e 3%) em frutos de goiabas Cortibel também verificaram este comportamento em relação os teores de SS, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos e períodos estudados.

Valores semelhantes de sólidos solúveis em maçã cv. Eva foram verificados por Chagas et al.(2012) quando avaliaram os atributos de qualidade das cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista, para as maçãs cv. Eva os teores de sólidos solúveis ficaram em média 15,22.

#### 4.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

Entre os tratamentos e o período de dias analisados (0,5,10, 15,20), não houve interação dupla significativa nos valores de pH (Tabela 6). No entanto, foi constatada, através da aplicação do teste F, interação significativa para o período de armazenamento.

Observou-se que os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  e o tratamento controle apresentaram maiores valores de pH no 5º dia, havendo uma diminuição do valor a partir do 15º dia, que se manteve constante até o final do armazenamento.

**Tabela 6.** Valores médios de pH, obtidos de maçãs cv Eva, tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio em pós-colheita, durante 20 dias.

Tratamentos	Dias de Armazenamento					Média
	0	5	10	15	20	
<b>Controle orgânico</b>	3,73	3,81	3,72	3,74	3,67	3,73 a
<b>1% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	3,73	3,78	3,74	3,62	3,57	3,68 a
<b>1,5% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	3,73	3,72	3,59	3,56	3,66	3,65 a
<b>2% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	3,73	3,84	3,7	3,68	3,63	3,71 a
<b>2,5% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	3,73	3,73	3,67	3,57	3,67	3,67 a
<b>Média</b>	3,73 ab	3,78 a	3,68 bc	3,63 c	3,64 c	
<b>CV%</b>	2,23%					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Não houve interação entre tratamento e dias de armazenamento pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas médias gerais dos tratamentos, verificou-se que as frutas orgânicas tratadas com  $\text{CaCl}_2$  não diferiram do controle. Foi observado que houve pouca variação no pH em função dos tratamentos recebidos. Neste experimento, foram encontrados valores de pH variando de 3,57 a 3,84. Bomfim et al. (2009) trabalhando com manga e Cardoso et al. (2012) com morangos também não observaram diferenças significativas para o pH submetidos a diferentes doses de cloreto de cálcio.

Ao longo dos dias de armazenamento o pH apresentou como comportamento um decréscimo nos valores, passando de 3,78 no 5º dia para 3,64 no 20º dia de avaliação, podendo está relacionado ao aumento da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005) neste período.

#### 4.7 Acidez Total Titulável

Os tratamentos com cloreto de cálcio nas diferentes concentrações utilizadas e o controle, não apresentaram diferenças significativas nos valores de acidez titulável, havendo uma manutenção ou pequena elevação desses valores ao longo do experimento (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido málico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtidos de maçãs cv Eva tratadas com cloreto de cálcio em diferentes concentrações na pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento					média
	0	5	10	15	20	
Controle orgânico	0,69	0,70	0,67	0,62	0,84	0,70a
1% CaCl <sub>2</sub>	0,69	0,80	0,63	0,65	0,96	0,75a
1,5% CaCl <sub>2</sub>	0,69	0,90	0,68	0,67	0,75	0,73a
2% CaCl <sub>2</sub>	0,69	0,81	0,53	0,58	0,80	0,68a
2,5% CaCl <sub>2</sub>	0,69	0,79	0,66	0,68	0,83	0,73a
<b>média</b>	0,68 b	0,80 a	0,63b	0,64 b	0,84 a	
<b>CV%</b>	14,13%					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos dos tratamentos com 2% de CaCl<sub>2</sub> tiveram os menores valores de AT. O decréscimo nos teores de acidez titulável no 10° e 15° dias e posterior aumento no 20° dia de avaliação. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com avanço da maturação, esse comportamento pode ser notado nos frutos de maçãs. Um menor consumo dos ácidos orgânicos pode significar um maior período de conservação das maçãs orgânicas com qualidade. Estando este aumento da AT atrelado a uma diminuição nos valores de pH dos frutos de maçã, durante o período de armazenamento.

Paganini et al. (2004), trabalhando com maçãs cv Eva produzidas em Santa Catarina, verificou que os valores de acidez foram em média de 0,41 g 100mL<sup>-1</sup> a classificando assim como doce, discordando dos resultados encontrados neste trabalho. No entanto, Chagas et al. (2012) avaliando os atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições da região leste paulista verificou que a cultivar Eva apresenta em média 0,63

g 100mL<sup>-1</sup>, caracterizando-as como ácidas. Sugerindo que os valores de AT dependem não só da cultivar, mas principalmente das condições edafoclimáticas na qual é produzida.

#### 4.8 Índice de Maturação (IM)

O IM é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O comportamento da referida relação, nos diferentes tratamentos, pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 8.** Índice de maturação (IM) obtidos de maçãs cv Eva, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Tratamentos	Dias de Armazenamento					média
	0	5	10	15	20	
Controle orgânico	20,53	21,45	23,41	25,69	18,54	21,93a
1% CaCl <sub>2</sub>	20,53	19,87	25,66	23,88	17,71	21,53a
1,5% CaCl <sub>2</sub>	20,53	17,93	23,87	22, 84	22,10	21,45a
2% CaCl <sub>2</sub>	20,53	17,82	29, 87	25,67	19,78	22,73a
2,5% CaCl <sub>2</sub>	20,53	19,53	23,60	23,98	17,47	21,02a
<b>média</b>	20,53b	19,32b	25,28a	24,41a	19,12b	
<b>CV%</b>	15,01%					

Médias seguidas pela mesma não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.]

Observou-se que não houve diferença significativa tanto entre os diferentes tratamentos, quanto no período de armazenamento. Havendo diferença apenas nos na média do índice de maturação no período de armazenamento.

O índice de maturação variou principalmente em função da AT. Nota-se que nos tratamentos os valores do índice de maturação ao longo do armazenamento passou de 20,53 para 17,47 no último dia de avaliação.

No 20º dia de análise, verificou-se um decréscimo nos valores de IM para todos os tratamentos, isso se deve ao fato de que houve aumento para a acidez titulável. Como o IM reflete, sobretudo a doçura do fruto, pode-se concluir pelos dados apresentados, que o 15º dia de avaliação em todos os tratamentos, apresentavam frutos com maior doçura, característica que torna a fruta mais atrativa para consumidor.

#### 4.9 Vida de prateleira

Na Figura 5, pode-se verificar a vida de útil dos frutos de maçãs para comercialização. Os frutos dos tratamentos testemunhas (convencional e orgânico) apresentaram a partir do 20º dia de avaliação, uma degradação na aparência, além de incidência de doença. Nota-se que para os frutos imersos nos tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  em todas concentrações testadas (1, 1,5, 2, 2,5%), apresentaram maior período pós-colheita, com a conservação dos frutos em média por 30 dias.



**Figura 5.** Vida útil para a comercialização das maçãs cv Eva tratadas com cloreto de cálcio em pós-colheita.

De acordo com Awad (1993) o cálcio apresenta grande influência na manutenção da consistência dos frutos, já que participa de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares. Aplicações de cálcio nos frutos produzem efeitos positivos tanto no adiantamento do amadurecimento e da senescência, mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno, como no controle de distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos.

Brackmann; Ceretta e Vizzotto (2001) verificaram a eficiência do cloreto de cálcio a 1,5% ao reduzir a incidência de podridões em maçãs das cultivares Gala e Fuji durante armazenamento refrigerado.

## 5.0 Atividade antioxidante pelo método de DPPH

A tabela 9 apresenta os valores da capacidade antioxidante (%) para maçãs cv Eva orgânicas submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio (1, 1,5, 2, 2,5%). Os resultados mostram que a interação foi significativa para os frutos dos diferentes tratamentos ao longo dos dias de armazenamento.

**Tabela 9.** Capacidade antioxidante (%) obtidos de maçãs cv Eva orgânicas, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Tratamentos	Dias de Armazenamento				
	0	5	10	15	20
Controle orgânico	85,17 aA	91,31 aA	91,30 aA	85,28 abA	89,28 aA
1% CaCl <sub>2</sub>	84,42 aA	89,54 aA	90,19 abA	76,25 cB	90,28 aA
1,5% CaCl <sub>2</sub>	82,44 aB	89,65 aA	91,02 abA	92,15 aA	74,08 bC
2% CaCl <sub>2</sub>	82,72 aBC	75,67 bC	84,00 bAB	83,92 bAB	90,57 aA
2,5 CaCl <sub>2</sub>	84,14 aB	84,67 aB	87,05 abAB	92,00 aA	83,93 aB
CV%	3,62				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que no dia zero a atividade antioxidante não variou entre os tratamentos aplicados. A partir do 5º dia houve diferença estatística entre os tratamentos; os frutos imersos em 2 % CaCl<sub>2</sub>, apresentavam valores inferiores aos demais tratamentos. No 15º dia de avaliação os tratamentos controle, 1,5 e 2,5% CaCl<sub>2</sub>, tiveram as maiores porcentagem de capacidade antioxidante com 85,28, 92,25, 92%, respectivamente.

Para os controles orgânico não houve diferenças estatísticas significativas ao decorrer dos dias, apesar de ser notada uma queda nos valores da capacidade antioxidante. Do quinto para o 10º dia os frutos que receberam os tratamentos com CaCl<sub>2</sub> apresentaram uma maior capacidade antioxidante.

Os frutos imersos em 1,5%  $\text{CaCl}_2$  apresentaram picos de 91,02% no 10º dia havendo uma acentuada diminuição para 20º dia onde a capacidade antioxidante para 74,08%. Os frutos tratados com cloreto de cálcio, de modo geral, tiveram um acréscimo na capacidade antioxidante ao longo dos dias de armazenamento. Rodriguez, Lopez e Garcia (2010) trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos.

De acordo com Kaur e Kapoor (2001) os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando, dessa forma, a capacidade antioxidante do alimento. Os frutos de maçãs cv Eva possuem alta capacidade antioxidante, estas características foram mantidas (controle orgânico, 2,5% de  $\text{CaCl}_2$ ) ou apresentaram um acréscimo ao longo do experimento (1%, 2% ).

### 5.1 Análise de compostos fenólicos totais

Os resultados do teor de compostos fenólicos totais dos frutos de maçã cv Eva tratados com imersão em cloreto de cálcio mostram que a interação não foi significativa, e não ocorreu diferença entre as médias dos frutos dos diferentes tratamentos, (Tabela 10).

**Tabela 10.** Compostos fenólicos totais ( $\text{mg}$  ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  polpa) obtidos de maçãs cv Eva orgânicas, submetidas à imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Tratamentos	Dias de Armazenamento					média
	0	5	10	15	20	
<b>Controle orgânico</b>	46,48	43,87	43,59	42,57	43,73	44,05 a
<b>1% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	46,48	44,08	44,29	43,91	40,74	43,90 a
<b>1,5% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	46,48	44,33	41,58	43,45	43,09	43,79 a
<b>2% <math>\text{CaCl}_2</math></b>	46,48	45,68	42,58	43,42	42,89	44,21 a
<b>2,5 <math>\text{CaCl}_2</math></b>	46,48	43,73	43,25	41,44	42,91	43,56 a
<b>média</b>	46,48 a	44,34 b	43,06 bc	42,96 bc	42,67 c	
<b>CV%</b>	3,07					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso do cloreto de cálcio nas diferentes concentrações testadas não tiveram influencia no comportamento dos teores de compostos fenólicos totais, pois não diferiram do tratamento controle.

Com relação às médias dos frutos dentro dos dias de análises, observou-se diferença estatística significativa no dia zero de armazenamento, sendo que todos os tratamentos tiveram uma tendência à diminuição ao longo do armazenamento. Essa diminuição poder ser atribuída a uma série de alterações químicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento. Estes incluem hidrolises de glicosídeos por glicosidases, oxidação de fenóis por fenoloxidases e polimerização de fenóis livres (ROBADS et al., 1999).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda por produtos orgânicos, estimulada pela busca do consumidor por alimentos mais saudáveis, faz com que muitos agricultores adotem e até mesmo migrem para o cultivo orgânico, a fim de atender essa fatia do mercado.

Com o cultivo orgânico vem à necessidade de novas pesquisas que se adequem a este sistema de produção. Neste intuito, o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de cloreto de cálcio na pós-colheita da maçã orgânica com a finalidade de estender a qualidade e conservação do produto.

No experimento a maior perda de massa foi observada no controle orgânico, seguida pelos frutos imersos em diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$ , sendo os menores valores verificados no frutos de cultivo convencional sem imersão em cloreto de cálcio.

A imersão em cloreto de cálcio diminuiu a perda de massa e proporcionou um atraso no pico respiratório, que refletiu em maior período de conservação dos frutos para a comercialização. Nos frutos o uso do cloreto de cálcio não diferiu significativamente do controle nas características de qualidade avaliadas (SS, pH, AT, IM).

Estes resultados podem estar atrelados às condições da baixa umidade relativa no armazenamento e ao curto período de avaliação.

Sabendo-se da importância do papel do cálcio na permeabilidade das membranas e paredes celulares, portanto na consistência dos frutos, outros experimentos podem ser realizados para testar outras concentrações, diferentes tempos de imersão e também outras maneiras de aplicação.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que:

- O uso de cloreto de cálcio nos frutos orgânicos de maçã proporcionaram menor perda de massa fresca e um atraso no pico climatérico.
- A imersão dos frutos de maçãs orgânicas em cloreto de cálcio não teve influencia nos teores de sólidos solúveis, pH, índice de maturação, cloração da epiderme, composto fenólicos
- Os tratamentos com cloreto de cálcio proporcionaram melhor conservação dos frutos de maçãs orgânicas sem interferir nas características de qualidade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2013: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2013. 480 p.

ALI, S. S.; KASOJU, N.; LUTHRA, A.; SINGH, A.; SHARANABASAVA, H.; SAHU, A.; BORA, U. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Research International* 41:1–15, 2009.

ANDRADE-WARTHA, E. R. S. **Capacidade antioxidante *in vitro* do pedúnculo de caju (*Anacardium Occidentale* L.) e efeito sobre as enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal**, 2007. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M., DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.113-123, 2006.

BERNARDES, N. R.; PESSANHA, F. F.; OLIVEIRA, D. B. Alimentos Funcionais: Uma breve revisão. **Ciência e Cultura** - Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB, v.6, n. 2. Novembro, 2010.

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil**: maçã: produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 32-46.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 29-36.

BLEINROTH, E. W.; ZUCHINI, A. G.; POMPEO, R. M. Determinação das características e mecânicas de variedades de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 29-81, 1976.

BORGES et al. Aspectos Gerais da Produção Orgânica de Frutas. In: STINGHETA, P. C.; MUNIZ, J.N. **Alimentos Orgânicos** – Produção, tecnologia e certificação. Viçosa: UFV, 235-288p. 2003.

BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. Produção Orgânica de Frutas. **Comunicado Técnico**, Cruz das Almas – BA, n.133, 2005. 1-4 p.

BOTELHO, R.V.; SOUZA, N.L.; PERES, N.A.R. qualidade pós-colheita de goiabas ‘branca de kumagai’, tratadas com cloreto de cálcio. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 063-067, abril 2002.

BOMFIM, M.P. et al. Caracterização físico-química de manga cv Bourbon Submetidas à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, vol. 10, n. 1, p. 26-35, 2009.

BONETI, J. I. da S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 37-58.

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; VIZZOTTO, M. O uso de Cloreto de Cálcio e da Cal para o tratamento pós-colheita de podridões em maçãs. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 23, Agosto, 2001.

BRACKMANN, A.; GIRARDI, C.L.; BENDER, R.J.; CARON FILHO, O.R. Armazenamento refrigerado. . In: GIRARDI, C.L. **Frutas do Brasil: maçã – pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 58-66.

BRASIL. **Decreto n. 6.323**, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, DF, 2007.

Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2007/Decreto/D6323.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/Decreto/D6323.htm)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.18**, Regulamento técnico para o processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos. Brasília, DF, 2009 a. Disponível em:<

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_018\\_de\\_28-05-2009.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_018_de_28-05-2009.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.19**, de 28 de maio de 2009 b. Mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica, Brasília, DF. 2009. Disponível em:<

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_019\\_de\\_28-05-2009.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_019_de_28-05-2009.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.54**, de 22 de outubro de 2008 a. Comissões da Produção orgânica, Brasília, DF. 2008b.

Disponível em:<

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_054\\_de\\_22-10-2008.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_054_de_22-10-2008.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 64**, de 18 de dezembro de 2008 b. Sistemas orgânicos de produção animal e produção vegetal. Disponível em:

<[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_064\\_de\\_08-12-2008.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_064_de_08-12-2008.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei n. 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Lei\\_n\\_010\\_831\\_de\\_23-12-2003.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Lei_n_010_831_de_23-12-2003.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

CARDOSO, L.M. et al. Qualidade pós-colheita de morangos cv. ‘diamante’ tratados com cloreto de cálcio Associado a hipoclorito de sódio. **Alim. e Nutrição**. Araraquara. v.23, n. 4, p. 583-588, 2012.

CHAGAS, E. A. et al. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1764-1769, out, 2012.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 2005. **Pós- Colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 785p.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; McGUIRE, R.G.; KELMAN, A. Calcium treatment of Apples and Potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, St. Paul, v.76, n.4, p. 329-334, 1992.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, Tokyo, n.398, p.31-39, mar. 1995.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of the antioxidative activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 59, n. 2, p. 324-325, 1992.

DOROSHOW, J. H. Effect of anthracycline antibiotics on oxygen radical formation in rat heart. **Cancer Research**, Baltimore, v. 43, n. 2, p. 460-472, 1983.

EMBRAPA. **Empresa Meio Ambiente**. Estudo sobre agricultura orgânica, 2011. Disponível em: <http://www.organicnet.com.br/2011/06/embrapa-publica-estudo-sobre-agricultura-organica/> .Acesso em: abril de 2013.

EVANGELISTA, R.M.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas Tommy Atkins<sup>®</sup> tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.254-257, 2002.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio**, 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FIORAVANÇO, J. C. Maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação – a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 56- 67, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec6-0309.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2013.

GIRARDI, C.L. Introdução. In: GIRARDI, C.L. **Frutas do Brasil: maçã – pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 9.

GIRARDI, C.L.; BRACKMANN, A.; PARUSSOLO, A. Colheita e Armazenamento. In: GIRARDI, C.L. **Frutas do Brasil: maçã – pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 148-154.

GIRARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V., BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e Rastreabilidade na Produção Integrada de Maçãs. **Circular Técnica**, Bento Gonçalves-RS : Embrapa Uva e Vinho, n.31, jun-2002. 24p.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. 2007. São Paulo: Nobel. 13º edição. 446p.

HALLIWELL, B. Oxidative stress and câncer: have we moved forward. **Biochemical Journal**, London.v. 401, n.1,p 1-11. Feb 1999.

HERNANDEZ, A. M.; PRIETO GONZALES, E. A. Plantas que contienen polifenoles. **Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas**, Habana, v. 18, n. 1, p. 12-14, 1999.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 17-24.

IAL. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 4 ed. led digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

IAPAR, 2013. Instituto Agrônomo do Paraná. Macieira **IAPAR 75 Eva**. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/eva.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/eva.pdf). Acesso em: 01 jun. 2013.

JAYAPRAKASHA, F.K.; JAGANMOHAN RAO, L. Phenolic constituents from lichen *Parmotrema stipiteum* (Nyl.) Hale and their antioxidant activity. *Z. Naturforsch*, v. 55C, p. 1018-1022, 2000.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KLAUS, B. Cálcio nos solos e nas plantas. Reserarch Centre Hanninghof, Yara International, Alemanha. **Informações agrônômicas**, n. 117, 2007.

KLUGE, R. A. Macieira. IN: KLUGE, R. A., CASTRO, P. R. C. **Ecofisiologia de Fruteiras**: Abacateiro, Acerola, Macieira, Perreira e Videira. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2003. p.44-64.

KREUZ, C.L.; BENDER, R.J.; BLEICHER, J. História e importância econômica da macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual da Cultura da Macieira**. Florianópolis: EMPASC, 1986. p. 13-25.

LACHMAN, J., ORSAK, M., HEJTMANKOVA, A., KOVAROVA, E. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 52-58, 2010.

LIV, S. A. Effects of calcium in ripening climacteric fruits. **Fruits Technology**, New York, v. 25, n. 3, p. 1104-1109, 1998.

LOPES, P. R. C., OLIVEIRA, I. V. M., SILVA-MATOS, R. R. S., CAVALCANTE, I. H. L. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1277-1283, 2012.

MAILLARD, M. N. et al. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v. 29, n. 3, p. 238-244, 1996.

MALAVOLTA, E. Função do macro e micronutriente. In: \_\_\_\_\_ **Manual de Nutrição Mineral de Plantas** São Paulo: editora Agronômica Ceres, 2006, p. 223-249.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MARTINS, C.M., FARIA, J.L.C., FARIAS, R.M. Sistema de produção de macieira influenciam o teor de nutrientes no solo, no tecido foliar e na fruta. *Revista da FZVA, Uruguaiana*, v.17, n.1, p.14-26. 2010.

MAZZOLENI, E. M., OLIVEIRA, L.G. Inovação tecnológica na agricultura orgânica: estudo de caso da certificação do processamento pós-colheita. **RESR**, Piracicaba, São Paulo, v.48, n.3, p567-586. 2010.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MELLO, L. M. R. Aspectos socioeconômicos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 10-16.

MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**, Fortaleza: EMBRAPA, CNPAT, 1995. 20 p.

MENSOR, L. L. et al. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001.

MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C; PEREIRA, M.C.T.P; CECON,P.R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24,n.1, 2002.

NACHTIGALL, G. R. Introdução. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 9.

NACHTIGALL, G.R.; BASSO, C.; FREIRE, C.J.S. Nutrição e adubação de pomares. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 63-77.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, 2004.

NEVES, L.C., RODRIGUES, A.C., VIEITES, R.L. Cloreto de Cálcio na pós-colheita da maçã frigoarmasenada. **Rev. Bras. De Agrociência**, v.6 n°2, 120-122. 2000.

OLIVEIRA, M. A. et al. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar Fuerte, armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p.777-780, 2000.

PAGANINI, C., NOGUEIRA, A., DENARDI, F., WOSIACKI, G. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001/2002). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, 2004.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura orgânica: formação e condução**. 2º Ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010. 309p.

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

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-1166, 2008.

PETRI, J.L., LEITE, G.B., COUTO, M., FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume especial, E. 048 - 056, 2011.

POOVAIAH, B. H. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, n. 40, v. 1, p. 86-89, 1986.

RICARDO, C. P. P. Aspectos da fisiologia do cálcio nas plantas. **Garcia de Orta-Série de Estudos Agronômicos**, Lisboa, v.10, n.1/2, 1983.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Hong Kong, v. 66, p. 401-436, 1999.

RODRIGUEZ, L.; LOPEZ, L.; GARCIA, M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). **ACTA**, Bogotá, n. 21, p. 16-34, 2010.

SANTOS, G.C., MONTEIRO, M. Sistema Orgânico de Produção de Alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15,n.1, p. 73-86, 2004.

SAMS, C.E. Preharvest factors affecting post harvest texture. **Post harvest Biology and Technology**, v.15, p. 249-254, 1999.

SGANZERLA, E., MARTINS, R.M., SINGH, D. **Alimentos orgânicos no Brasil: história, cultura e gastronomia**. Esplendor: Curitiba. 2013. 208p.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods of Enzymology**, New York, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15,n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, J.L. Agricultura Orgânica: produção, pós-colheita e mercado. **Frutal**. 2004. 212p.

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

TOMAZELA, M.J. Maçã ganha sabor nos pomares paulistas. **Estadão**. São Paulo, 26 Jan. 2011. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,maca-ganha-sabor-nos-pomares-paulistas,671133,0.htm>. Acesso em: abril de 2013.

TREMOCOLDI, M.A. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e cor em abacate ‘hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos**. 2011. 102 f.(Dissertação de Mestrado), Faculdade de Agronomia –UNESP, Botucatu, 2011

TRESSLER, D.K.; JOSLYN, M.A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: Conn. Avi, 1961. 1028 p.

VITTI, G. C., LIMA, E. CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa- MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, p.300-305, 2006

VIEITES, R. L. et al. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciênc. Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, abr./jun. 2006.

WERNER, E.T. et al. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba cortibel. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.511-518, 2009.

WILLER, H., SORENSEN, N., YUSSEFI-MENZLER, M.. The world of organic agriculture: statistics & emerging trends 2008. Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM, 2008. Disponível em: <http://orgprints.org/13123/4/world-of-organic-agriculture-2008.pdf>. Acesso em: 22 agost. 2010.

WOLFE, K.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant activity of apple peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 609-614, 2003.