



**JULIA SENNA CORRÊA TEIXEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS  
NA QUALIDADE DO KIWI cultivar “Hayward”  
MINIMAMENTE PROCESSADO**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**JULIA SENNA CORRÊA TEIXEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS NA QUALIDADE  
DO KIWI cultivar “hayward” MINIMAMENTE PROCESSADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

**LAVRAS - MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Teixeira, Julia Senna Corrêa.

Influência de diferentes tratamentos na qualidade de kiwi  
cultivar “Hayward” minimamente processado/ Julia Senna Corrêa  
Teixeira. – Lavras: UFLA, 2011.

166 p.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Bibliografia.

1. Kiwi. 2. Processamento mínimo. 3. Ozônio. 4. Irradiação. 5.  
Cloreto de Cálcio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.80445

**JULIA SENNA CORRÊA TEIXEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS NA QUALIDADE  
DO KIWI cultivar “hayward” MINIMAMENTE PROCESSADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2011.

Dr. Luís Roberto Batista	UFLA
Dr. Luiz Carlos Nascimento	UNIFAL
Dra. Andréa Luiza Ramos Pereira Xisto	UFLA
Dra. Ivana Aparecida Silveira	UNILAVRAS

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2011**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar o meu caminho, pelas oportunidades oferecidas, pelos amigos, mas, sobretudo, pela certeza de que, com trabalho e seriedade, nenhum obstáculo é intransponível.

Aos meus queridos pais, Fred e Patrícia, exemplos de simplicidade, caráter, bondade e companheirismo. Agradeço imensamente por sempre terem me dado oportunidade de estudar, por acreditarem no meu potencial e por apoiarem as minhas escolhas. Obrigada pelo carinho. Amo vocês!!

Ao meu marido Bruno e meus filhos Henrique e Marina, pelo amor incondicional, carinho, apoio, confiança e por estarem sempre presentes na minha vida. A vocês, todo o meu amor, gratidão e respeito.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade e por disponibilizar a sua infraestrutura na realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pelo apoio. Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial, Tina, Sandra, Creuza, Cidinha e Sr. Miguel, que não apenas me ajudaram a resolver problemas práticos, mas que foram verdadeiros amigos. À Lucilene, secretária da pós-graduação, pela paciência e pela disponibilidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela orientação, ensinamentos, dedicação e pela confiança depositada em mim.

Ao Prof. Luiz Carlos Nascimento, pela disponibilidade, paciência e valiosos conselhos, pela ajuda na realização do trabalho com ozônio.

À Dra. Andréa Luiza Ramos Pereira Xisto e Dra. Juliana Audi Giannoni, pela amizade, força, companheirismo, incentivo e por estarem sempre dispostas a colaborar.

Aos meus amigos Nélio, Daniella e Heloisa , pela valiosa amizade e agradável companhia na montagem dos experimentos e execução das análises.

A todos os colegas da UFLA, principalmente aqueles com quem formamos equipe, fizemos disciplinas ou simplesmente convivemos, em especial aos colegas do Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, pela agradável convivência durante a realização deste trabalho: Ana Carla, Juliana Lima, Juliana Alvarenga, Rita, Marisa, Suzana, Camila, Mariana, Manu, Carol, Edson e André. A todos vocês, muito obrigado pelo carinho!!!!

Desculpem-me os que esqueci. É difícil não cometer omissões ou, mesmo, agradecer nominalmente a todos os que contribuíram, das formas mais diversas, para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A vida moderna, aliada ao interesse por uma dieta saudável, tem provocado uma demanda do mercado por alimentos com características de frescos, prontos para o consumo e apresentando praticidade e conveniência. Em resposta a esta demanda, a indústria de alimentos tem desenvolvido tecnologias de processamento para a conservação das características originais e manutenção da qualidade do produto final. Os kiwis são especialmente apreciados pela aparência atrativa de sua polpa, seu valor nutritivo e por possuir substâncias que auxiliam na prevenção de doenças específicas. Objetivou-se, na realização desta pesquisa avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas de kiwi “Hayward”, minimamente processado, submetido a diferentes doses de irradiação (controle, 0,1KGy; 0,3KGy e 0,5KGy), aplicação de ozônio (controle; 5; 10 e 20 minutos) e a utilização de cloreto de cálcio nas doses: controle, 1%, 2,5% e 5%. Os frutos foram adquiridos no comércio local de Lavras, selecionados, lavados com água corrente, sanificados com NaClO 200 mg.L<sup>-1</sup> e posteriormente, foi realizado o processamento mínimo. De acordo com os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos avaliados no Kiwi cv. “Hayward” foi possível constatar que o tratamento com irradiação proporcionou a manutenção dos teores de vitamina C, frutose e glicose, contudo, não provocou a perda da firmeza (integridade do fruto). A irradiação manteve as características microbiológicas dos frutos. Nos tratamentos com ozônio, os frutos de Kiwis cv. “Hayward”, minimamente processados, demonstraram um menor valor de firmeza a partir do 2º dia e os teores de vitamina C mantiveram-se estáveis, e as condições microbiológicas desses tratamentos favoráveis. Fatias de kiwi “Hayward”, minimamente processados e submetidos à aplicação de cloreto de cálcio mantiveram as características de qualidade e microbiológicas.

Palavras-chave: *Actinidia chinensis Planch.* Processamento mínimo. Irradiação. Ozônio e cloreto de cálcio.

## ABSTRACT

Modern life style, allied to an interest for healthy diet, has been caused a market demand for fresh-like foods, ready for consumption and convenience. In response to this demand the food industry developed mild processes technologies aiming to maintain original characteristics and product final quality. Kiwifruits are especially appreciated for the attractive appearance of the pulp, in addition to its nutritive value and containing substances that help in the prevention of specific diseases. This work was carried through with objective to evaluate the physical, chemical and microbiological characteristics of kiwi "Hayward" minimum processed submitted the different doses of irradiation (control, 0,1KGy; 0,3KGy and 0,5KGy), ozone application (control; 5 `; 10 ` and 20 ` minutes) and the calcium chloride use in the doses: control, 1%, 2.5% and 5%. The fruits had been acquired in it local commerce, selected, washed with current water, sanitized with NaClO 200 mg.L<sup>-1</sup>, and later the minimum processing was carried through. In accordance with the physical, chemical and microbiological parameters evaluated in kiwi "Hayward" were possible to evidence that the treatment with irradiation provided the maintenance of vitamin levels C, fructose and glucose, but, did not prevent the loss of the firmness causing a softening it fruit. However, the irradiation kept the microbiological characteristics of the fruits. Slices minimally processed of kiwi "Hayward" needs the application of calcium chloride to maintining the quality and microbiological characteristics.

Keywords: *Actinidia chinensis Planch.* Fresh-cut. Irradiation. Ozone and calcium chloride.

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	12
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Cultura Do Kiwi</b> .....	15
<b>2.1.1</b>	<b>Histórico</b> .....	15
<b>2.1.2</b>	<b>Características da espécie</b> .....	16
<b>2.1.3</b>	<b>Principais cultivares</b> .....	16
<b>2.1.4</b>	<b>Distribuição geográfica</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>Composição química e valor nutricional</b> .....	19
<b>2.2.1</b>	<b>Vitamina C</b> .....	20
<b>2.2.2</b>	<b>Sólidos solúveis, pH e acidez</b> .....	22
<b>2.2.3</b>	<b>Cor</b> .....	23
<b>2.3</b>	<b>Textura e substâncias pécticas</b> .....	25
<b>2.4</b>	<b>Parede celular</b> .....	26
<b>2.5</b>	<b>Métodos de conservação dos alimentos</b> .....	28
<b>2.5.1</b>	<b>Irradiação</b> .....	28
<b>2.5.2</b>	<b>Aplicação de ozônio em alimentos</b> .....	31
<b>2.5.3</b>	<b>Cloreto de cálcio</b> .....	34
<b>2.6</b>	<b>Processamento mínimo</b> .....	36
<b>2.7</b>	<b>Aspectos microbiológicos</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
	<b>CAPÍTULO 2 Efeito da irradiação gama na conservação do kiwi minimamente processado armazenado sob refrigeração</b> .....	56
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	58
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	61
<b>2.1</b>	<b>Obtenção dos frutos e montagem do experimento</b> .....	61
<b>2.2</b>	<b>Análises físicas e químicas</b> .....	62
<b>2.2.1</b>	<b>Preparo das amostras</b> .....	62
<b>2.2.1.1</b>	<b>pH, sólidos solúveis e acidez titulável</b> .....	63
<b>2.2.1.2</b>	<b>Firmeza</b> .....	63
<b>2.2.1.3</b>	<b>Coloração</b> .....	63
<b>2.2.1.4</b>	<b>Vitamina C</b> .....	64
<b>2.2.1.5</b>	<b>Teor de clorofila total</b> .....	64
<b>2.2.1.6</b>	<b>Frutose, glicose e sacarose</b> .....	64
<b>2.3</b>	<b>Determinação dos constituintes da parede celular</b> .....	65
<b>2.3.1</b>	<b>Extração da parede celular</b> .....	65
<b>2.3.2</b>	<b>Determinação de poliuronídeos</b> .....	65
<b>2.3.3</b>	<b>Determinação de celulose</b> .....	66
<b>2.3.4</b>	<b>Determinação de hemicelulose</b> .....	66

2.4	Análises microbiológicas.....	66
2.4.1	Preparo das amostras.....	67
2.4.2	Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C.....	67
2.4.3	Determinação de <i>Salmonella</i> sp.....	68
2.4.4	Quantificação de fungos filamentosos e leveduras.....	68
2.4.5	Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	68
2.5	Análise estatística.....	69
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	70
3.1	pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT).....	70
3.2	Firmeza.....	73
3.3	Coloração da polpa.....	75
3.4	Vitamina C.....	77
3.5	Teor de clorofila.....	78
3.6	Frutose, glicose e sacarose.....	79
3.7	Parede celular.....	81
3.8	Análises microbiológicas.....	83
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....	88
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	89
	<b>CAPÍTULO 3 Efeito do ozônio na conservação do kiwi</b> <b>minimamente processado, armazenado sob refrigeração</b> .....	95
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	97
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	99
2.1	Obtenção dos frutos e montagem do experimento.....	99
2.2	Análises físicas e químicas.....	100
2.2.1	Preparo das amostras.....	101
2.2.1.1	pH, sólidos solúveis e acidez titulável.....	101
2.2.1.2	Firmeza.....	101
2.2.1.3	Coloração.....	102
2.2.1.4	Vitamina C.....	102
2.2.1.5	Frutose, glicose e sacarose.....	102
2.3	Análises microbiológicas.....	103
2.3.1	Preparo das amostras.....	103
2.3.2	Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C.....	103
2.3.3	Determinação de <i>Salmonella</i> sp.....	104
2.3.4	Quantificação de fungos filamentosos e leveduras.....	104
2.3.5	Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	105
2.4	Análise estatística.....	105
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	106
3.1	Análises físicas e químicas.....	106
3.1.1	pH, sólidos solúveis e acidez titulável.....	106
3.2	Firmeza.....	108
3.3	Coloração da polpa.....	110

3.4	Vitamina C .....	112
3.5	Frutose, glicose e sacarose .....	113
3.6	Análises microbiológicas .....	114
4	CONCLUSÕES .....	118
	REFERÊNCIAS .....	119
	<b>CAPÍTULO 4 Influência do cloreto de cálcio na conservação do kiwi minimamente processado armazenado sob refrigeração</b> ....	123
1	INTRODUÇÃO .....	125
2	MATERIAL E METÓDOS .....	127
2.1	Obtenção dos frutos e montagem do experimento .....	127
2.2	Análises físicas e químicas .....	128
2.2.1	Preparo das amostras .....	128
2.2.1.1	pH, sólidos solúveis e acidez titulável .....	128
2.2.1.2	Firmeza .....	129
2.2.1.3	Coloração .....	129
2.2.1.4	Vitamina C .....	129
2.2.1.5	Teor de clorofila total .....	130
2.2.1.6	Açúcares solúveis totais .....	130
2.2.1.7	Pectina solúvel (PS) .....	130
2.3	Determinação dos constituintes da parede celular .....	131
2.3.1	Extração da parede celular .....	131
2.3.2	Determinação de poliuronídeos .....	131
2.3.3	Determinação de celulose .....	131
2.3.4	Determinação de hemicelulose .....	132
2.4	Análises microbiológicas .....	132
2.4.1	Preparo das amostras .....	132
2.4.2	Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C .....	133
2.4.3	Determinação de <i>Salmonella</i> sp. ....	133
2.4.4	Quantificação de fungos filamentosos e leveduras .....	134
2.4.5	Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos .....	134
2.5	Análise estatística .....	135
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	136
3.1	pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) .....	136
3.2	Coloração .....	139
3.3	Pectina solúvel .....	141
3.4	Açúcares solúveis totais .....	142
3.5	Teores de clorofila .....	143
3.6	Vitamina C .....	144
3.7	Firmeza .....	146
3.8	Parede celular .....	147
3.9	Análises microbiológicas .....	149
4	CONCLUSÕES .....	153

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	154
<b>ANEXOS</b> .....	161

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

O kiwi é um fruto originário da Ásia e foi recentemente disponibilizado ao consumidor brasileiro, o que pode explicar em parte, o seu baixo consumo e seu custo elevado. O fruto é rico em vitamina C, minerais e fibras, a polpa é colorida e atrativa (BUCHWEITZ, 2005). Por ser uma planta de clima temperado, no Brasil ela se adapta melhor em toda a região Sul e até no estado de São Paulo, grande produtor desta fruta. A principal variedade, para fins comerciais é a *Actinidia chinensis* Planch, caracterizada pelo seu pêlo macio.

O frequente consumo de frutas é valorizado pelos benefícios à saúde e pela contribuição para a melhoria da qualidade de vida. A necessidade do mercado consumidor por produtos convenientes ocasionou o surgimento de cadeias de *fast food*, levando ao consumidor alimentos pobres em fibras, vitaminas, minerais e ricos em sal, gordura e açúcar. Um reflexo desses hábitos alimentares fica clara no aumento da incidência de obesidade e de doenças cardiovasculares. Hoje, o consumidor já tem acesso a alimentos ao mesmo tempo convenientes e saudáveis.

Na área dos alimentos, principalmente no que se refere às frutas e hortaliças, observa-se, além das exigências comuns aos demais produtos, uma preocupação crescente com sanidade e valor nutritivo. Essa exigência dos consumidores aliada à busca por alimentos, que mantenham o frescor característico, tem contribuído para o mercado emergente dos produtos minimamente processados. Entre os fatores determinantes do aumento do consumo de produtos minimamente processados citam-se a maior consciência do efeito benéfico desses alimentos para a saúde, a conveniência, a facilidade de preparo e a percepção de que se tratam de produtos de qualidade. Esses fatores

exercem uma forte influência sobre a opção do consumidor pelos produtos. Entretanto, a continuidade da expansão desse mercado dependerá da oferta de produtos diversificados e da manutenção da qualidade e da segurança, que garantirão a confiança do consumidor.

A vida útil dos produtos minimamente processados pode ser aumentada pelo uso de tecnologias desenvolvidas com essa finalidade. Diferentes tratamentos como aditivos químicos, antagonistas do etileno, uso de radiação, uso de ozônio, aplicação de cálcio entre outros, objetivam uniformizar os atributos de qualidade, controlar ou prevenir infecções por insetos ou patógenos e evitar ou controlar as desordens fisiológicas.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a irradiação de frutos e hortaliças pós-colheita tem como principal interesse a redução ou retardo do amadurecimento, brotamento de tubérculos, controle de fitopatógenos pós-colheita e a desinfestação, mas não incluem a eliminação de microrganismos patogênicos ao homem. O seu uso apresenta alguns inconvenientes, pois dependendo da dosagem de radiação, pode ocorrer escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões superficiais, amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor dos produtos.

Durante o processo de amadurecimento dos frutos ocorrem várias transformações, sendo uma das mais importantes o amolecimento da polpa, que está relacionado com a estrutura da parede celular. Há indicação de que as pectinas se solubilizam durante os primeiros estádios do amadurecimento, levando à perda de firmeza (HIGNEY; WILLS, 1981). O cálcio é um componente indispensável na constituição da lamela média da parede celular (POOVAIAH, 1988), portanto, tem relação direta com desordens fisiológicas, e também com efeitos na redução da respiração, mantendo a firmeza de polpa (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SAFTNER; CONWAY; SAMS, 1998) e

reduzindo a incidência de podridões no armazenamento (CONWAY et al., 1994).

Para o controle da microbiota contaminante, deterioradora ou patogênica, presente nos produtos frescos e prontos para o consumo, novas tecnologias têm emergido, dentre elas o uso de ozônio, que é estudado como alternativa à sanificação com solução clorada em muitos alimentos. O ozônio ( $O_3$ ) é um gás que figura como o mais potente oxidante dos agentes sanitizantes usados atualmente, sendo um antimicrobiano poderoso e de amplo espectro de ação, ativo contra todas as formas de microrganismos em concentrações relativamente baixas (KHADRE; YOUSEF, 2001).

Objetivou-se nesta pesquisa, avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas de fatias de kiwi minimamente processadas, submetidas aos tratamentos com irradiação, ozônio e cloreto de cálcio.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cultura Do Kiwi

A espécie *Actinidia chinensis* (Planch) é originária das regiões montanhosas da China e o crescimento selvagem desta planta bem como o consumo dos seus frutos é conhecido há milhares de anos. Progressivamente, as sementes dessa espécie começaram também a chegar aos Estados Unidos da América, em 1904, e à Nova Zelândia, em 1906, introduzidos por McGregor. Em 1910, começaram a surgir os primeiros frutos de kiwi na Nova Zelândia, plantados por Alexander Allison (ASHURST, 1999).

#### 2.1.1 Histórico

O fruto de *Actinidia* tem denominações distintas conforme os países onde é produzido. No entanto, o nome kiwi tem origem neozelandesa e deriva do nome de um pássaro típico daquela região. As semelhanças entre o fruto e a ave são muitas e, por isso, essa foi uma excelente forma de lançar o fruto no mercado não só no país, mas também no exterior (ALBUQUERQUE, 2004).

O início da comercialização do kiwi nos EUA e França deu-se no ano de 1968. Em países como África do Sul, Chile, Brasil, Espanha, Portugal, Itália, Suíça e Argentina, o cultivo de kiwi só é conhecido mais recentemente.

O desenvolvimento desse cultivo dá-se a um ritmo muito considerável. Assim, a Itália em poucos anos, situou-se no primeiro lugar do *ranking* de produção mundial de kiwi, ultrapassando os países pioneiros (China e Nova Zelândia). No Hemisfério Sul, o Chile desempenha um papel importante no desenvolvimento de técnicas de manipulação industrial dos kiwis (ALBUQUERQUE, 2004).

### 2.1.2 Características da espécie

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma planta pertencente à família *Actinidiaceae* e é caracterizado por apresentar raízes carnosas, ramificadas e com tendência a distribuírem-se no substrato superior do solo. Possui caule flexível e sarmentoso quando jovem. À medida que a planta torna-se adulta, os caules lignificados tornam-se lenhosos e resistentes. Os ramos crescem rapidamente, podendo alcançar 6 a 8 metros em um ano. Em determinada fase, a extremidade tende a enrolar-se em uma estaca em apertadas espirais (SAQUET; BRACKMAN, 1995).

O kiwi é uma espécie caducifólia típica de clima temperado e suporta baixas temperaturas, numa época de repouso vegetativo. Nos meses de setembro e outubro inicia-se a brotação. As flores são dióicas e ambas possuem ovário e estames, porém as plantas polinizadoras possuem o ovário atrofiado e as plantas produtoras possuem estames com pólen estéril. A floração ocorre durante os meses de outubro a novembro, sendo que o fruto atinge a maturação fisiológica em abril e maio (MATTIUZ, 1995).

O fruto é uma baga de forma ovóide, esférica ou alongada, dependendo da cultivar. O peso pode chegar a 150 gramas nas cultivares melhoradas geneticamente. Possui película delgada, porém firme, coloração marrom e encoberta de pelos. A polpa é atrativa por apresentar coloração verde-esmeralda, sendo as sementes pardo-escuras muito pequenas e dispostas radialmente (FERGUSON; BOLLARD, 1990).

### 2.1.3 Principais cultivares

Três espécies classificadas de *Actinidia* assumem papel mais importante: *A. deliciosa*, *A. kolomikta* e *A. arguta*. Essas duas últimas são importantes pela

maior resistência ao frio; sua folhagem é ornamental e os frutos não têm valor comercial, devido ao seu tamanho reduzido. *Actinidia deliciosa* é a espécie que apresenta maior importância por produzir frutos com características nutritivas, organolépticas e visuais que os fazem de grande valor comercial (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

As cultivares mais produtivas e plantadas no mundo são de origem neozelandesa, destacando-se *Hayward*, *Bruno*, *Monty*, *Allison*, *Abbot*, *Geensil*, *Gracie*, *Jones* e *Elmwood* como variedades produtoras e *Tomuri*, *Matua* e *M-3* como polinizadoras (ZUCCHERELLI; ZUCCHERELLI, 1987). No Brasil, as principais cultivares produzidas são *Abbott*, *Hayward*, *Bruno* e *Monty*, com destaque para as duas últimas, cultivadas na região Centro-Sul do Paraná. Na Figura 1 é mostrado o corte transversal de cinco variedades de kiwi.

Uma boa cultivar de quivizeiro deve apresentar vigor, rusticidade, produtividade, frutos de tamanho médio a grande e forma regular, oval ou oblonga, tendendo a arredondado, com uma pilosidade suave e facilmente eliminável. A polpa, na fase de maturação, deve possuir cor verde brilhante, aroma acentuado e apresentar sabor equilibrado entre ácidos e açúcares (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

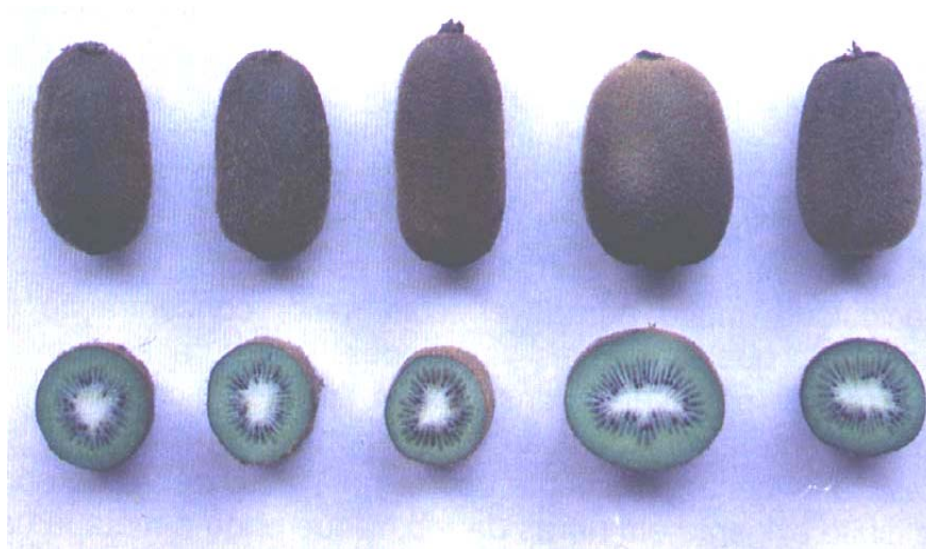


Figura 1 Corte transversal de frutos de cinco cultivares de kiwi

Fonte: Caccioppo (1989)

NOTA: Da esquerda para a direita, kiwis da variedade *Abbot*, *Allison*, *Bruno*, *Hayward* e *Monty*

#### 2.1.4 Distribuição geográfica

Em 1904, as primeiras mudas de kiwi foram levadas da China para a Nova Zelândia, por Alexander Allison. Assim, foram obtidas as primeiras plantas, representando importância comercial. Foram melhoradas geneticamente e obtiveram-se diversas cultivares na Nova Zelândia.

A espécie agrícola expandiu-se pela Europa, no início do século XX, mais precisamente na Inglaterra. A produção agrícola recebeu amplos estímulos na Itália e na França. Mais tarde, expandiu para os Estados Unidos, Grécia, Austrália, Japão e África do Sul (AFONSO; LOPES, 1993; KASTER, 1994). Já na América do Sul, o Chile foi o país pioneiro na introdução do cultivo comercial da espécie. O Instituto Agrônomo de Campinas introduziu o kiwi no Brasil em 1971, sendo cultivado inicialmente em Campos do Jordão – SP, a seguir na região serrana do Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, onde

encontrou ótimo potencial para o seu desenvolvimento (SANTOS, 1989; SCHUCK, 1992; SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

De acordo com Zeni (1991) e Simoneto e Grellmann (1998), no Brasil, a comercialização foi incrementada de forma mais acentuada a partir da década de 80, quando alguns pomares implantados no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo entraram em fase produtiva. Somente nos últimos 10 anos, a cultura vem despertando um interesse crescente em razão dos bons preços alcançados pelo fruto no mercado nacional, pelo potencial produtivo, baixo custo de produção, e aos poucos problemas fitossanitários apresentados (SCHUCK, 1992).

## **2.2 Composição química e valor nutricional**

Por conterem uma variedade de vitaminas e minerais essenciais, as frutas sempre foram consideradas como alimentos reguladores do metabolismo. Do ponto de vista das propriedades funcionais fisiológicas, elas têm sido altamente recomendadas pela sua riqueza em vitamina C, carotenóides, substâncias fenólicas, substâncias sulfuradas, glicosídeos indólicos, frutoligossacarídeos, dentre muitos outros, que pela ação antioxidante. Exercem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem a doenças e ao envelhecimento (SGARBIERI; PACHECO, 1999).

O kiwi contém nutrientes úteis como vitaminas, carotenóides e minerais (WILLS; LIM; GREENFIELD, 1986). Segundo Motohashi et al. (2002), o kiwi é conhecido no folclore chinês pela sua atividade anticancerígena devido à inibição da multiplicação de diversos tipos de células, e conforme Souza, Marodin e Barradas (1996), o fruto possui propriedades terapêuticas no tratamento da constipação e pela sua riqueza em vitamina C potencializa as defesas do organismo na prevenção de enfermidades, como gripes e resfriados.

Na Tabela 1, apresenta-se a composição química do kiwi, da cultivar “Hayward”.

Tabela 1 Composição química de kiwi, cv ‘Hayward’

Composto	Concentração	Composto	Concentração (mg.100 g <sup>-1</sup> )
Água	80-88 %	Niacina	0,05
Proteína	0,11-1,2 %	Cálcio	16-51
Lipídeos	0,07-0,9 %	Magnésio	10-32
Fibra	1,1-3,3 %	Fósforo	22-67
Cinza	0,45-0,74 %	Potássio	185-576
Glicídios	17,5 %	Ferro	0,2-1,2
Vit. C	80-120 mg.100 g <sup>-1</sup>	Sódio	2,8-4,7
Vit. A	175 I.U.100 g <sup>-1</sup>	Cloro	39-65
Vit. B <sub>6</sub>	0,5 mg.100 g <sup>-1</sup>	Manganês	0,07-2,3
Tiamina	0,014-0,02 mg.100 g <sup>-1</sup>	Zinco	0,08-0,32
Riboflavina	0,01-0,05 mg.100 g <sup>-1</sup>	Cobre	0,06-0,16

Fonte: Adaptado de Beever e Hopkirk (1990)

### 2.2.1 Vitamina C

A vitamina C (ácido ascórbico) é um composto hidrossolúvel, sendo também conhecida como ácido L-ascórbico, ácido antiescorbútico, ácido hexurônico, ácido cevitânico, ácido L-xiloascórbico, ascorbil palmitato e ascorbil nicotinato (MERVYN, 1993). É conhecida por prevenir e curar o escorbuto, uma das mais conhecidas doenças da antiguidade (MOSER; BENDICH, 1991). Sabia-se que o escorbuto era causado em virtude da carência

de frutas frescas e vegetais na dieta humana (KOROLKOVAS; BURCKHALTER, 1982).

A quantidade de vitamina C, em produtos naturais, é influenciada por vários fatores, como tipo de solo, forma de cultivo, condições climáticas, procedimentos agrícolas para cultura e armazenagem. Ao longo do processamento, a vitamina C é suscetível às influências desfavoráveis pela ação da luz, altas temperaturas, meios alcalinos, contato com o oxigênio, contato com o frio e umidade do ar (BALSINI, 2003). Juntamente com o mamão, o maracujá e o abacaxi, o kiwi pode ser considerado como um recurso adicional de vitamina C na dieta, ou como substituto das frutas cítricas tradicionais (VINCI et al., 1995).

A vitamina C é um excelente antioxidante e atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, bem como regenerando diferentes substratos de sua forma oxidada para a forma reduzida (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os antioxidantes são compostos químicos com capacidade de reagir com os radicais livres e, assim, restringir os efeitos maléficos ao organismo. O corpo humano tem a capacidade de produzir alguns antioxidantes endógenos, mas a maioria ocorre pela ingestão dos alimentos.

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz constantemente radicais livres. Essas moléculas, geradas *in vivo*, 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, arterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO; LIMA; MACIEL, 2006).

Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes no organismo, podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo. Então, os antioxidantes

são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA et al., 2007).

### **2.2.2 Sólidos solúveis, pH e acidez**

O amadurecimento de frutas, em geral, conduz a um aumento na doçura devido ao aumento no teor de açúcares simples, decréscimo na acidez e da adstringência, respectivamente, pela redução nos teores de ácidos e fenólicos e aumento nas características do *flavor*, principalmente pela emanção de compostos voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos. Esse acréscimo dos açúcares é atribuído, principalmente, à hidrólise do amido, acumulado durante o crescimento do fruto na planta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em kiwis, o amido que se acumula durante o crescimento do fruto é rapidamente hidrolisado durante o amadurecimento, resultando em um rápido acúmulo de açúcares solúveis, particularmente glucose, frutose e sacarose (GIVEN, 1993).

Há sempre uma tendência de o fruto ser colhido no estágio de maturação fisiológica para retardar a perda de firmeza no armazenamento. A Portaria n° 34, de 16 de janeiro de 1998 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1998) recomenda o teor de sólidos solúveis de 6,0° Brix na colheita. O fruto, quando colhido, tem baixo conteúdo de SS e, durante a maturação, separado da planta, irá aumentando até valores de 14% ou mais, quando o mesmo estará apto para consumo (MITCHELL, 1985).

Junqueira (1994) sugere que esse teor deve ser igual ou superior a 6,5° Brix para obter-se pleno desenvolvimento do sabor e aroma característicos. Esse

autor também enfatiza a importância do imediato resfriamento num período máximo de 24 horas após a colheita para manutenção da firmeza dos frutos.

Os ácidos orgânicos, com poucas exceções, tendem a diminuir com a maturação das frutas, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Juntamente com os açúcares, os ácidos orgânicos conferem os sabores característicos das frutas, que variam de acordo com a espécie (FIGUEIREDO, 2000).

### **2.2.3 Cor**

Conforme Lodge e Robertson (1990), como ocorre com a maioria das frutas, o kiwi sofre algumas mudanças químicas, físicas e perdas nutricionais durante o processamento. Em particular a cor, a textura e o sabor são os atributos mais afetados.

A cor desempenha papel importante na aceitação dos alimentos pelo consumidor. A aparência do produto é a primeira impressão que o consumidor tem de um produto alimentício. Se a cor não é aceitável, outros fatores de qualidade, como o sabor e a textura, nem são julgados (FRANCIS, 1995).

Segundo Sanjinez-Argandoña (2005), são usadas técnicas instrumentais por espectrofotômetros para obter avaliações objetivas da cor através dos sistemas de cores (Munsell, Hunter, CIE, CIELab), definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). A luminosidade é representada por  $L^*$  (em que 0 representa preto e 100 representa branco), enquanto que a intensidade da cor é definida pelos parâmetros de croma  $a^*$  e  $b^*$ , em que  $a^*$  varia do vermelho (positivo) ao verde (negativo) e  $b^*$  do amarelo (positivo) ao azul (negativo).

Nos vegetais são encontrados pigmentos pertencentes a três classes principais: carotenóides, antocianinas e clorofila. Assim, a coloração das frutas e

hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides presentes nos cloroplastos e cromoplastos, bem como dos pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e protocianinas) presentes nos vacúolos. Os carotenóides estão presentes por meio dos ésteres de xantofila e caroteno, responsáveis pela cor amarela das frutas maduras: as antocianinas conferem as cores vermelha e violeta, enquanto a clorofila é o pigmento responsável pela cor verde, transformando-se facilmente em feofitina de cor marrom, quando submetida ao aquecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com o decorrer da maturação, o fruto muda gradualmente sua cor de verde-escuro para verde-claro; em seguida, ocorre o surgimento dos pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenóides e antocianinas). Esses poderiam estar presentes junto com a cor verde, sendo revelados somente após a degradação da clorofila, ou serem sintetizados durante a maturação (AWAD, 1993).

As principais alterações de cor observadas nos produtos minimamente processados são catalisadas pela polifenoloxidase (PPO), enzima promotora da oxidação de compostos fenólicos com formação de compostos escuros (LAURILA; KERVINEN; AHVENAINEN, 1998). Essa enzima é a principal responsável pelo escurecimento e perda de qualidade da maçã (ROCHA; MORAIS, 2001; ROCHA; MORAIS, 2003) e pera minimamente processadas (DONG et al., 2000; GORNY et al., 2002). Por outro lado, o incremento da atividade da fenilalanina amônia liase (PAL) como consequência do aumento da concentração de etileno, conduz à biossíntese de compostos fenólicos, aumentando assim o conteúdo de substratos para a PPO (GARCIA; BARRETT, 2002; SALTVEIT, 2000). Alterações de cor decorrentes da oxidação de outros grupos de pigmentos como os carotenos e carotenóides, antocianinas e clorofilas pelas atividades das lipoxigenase, clorofilase ou peroxidase são relevantes

também na deterioração da qualidade visual e /ou nutricional do produto (DORANTES-ALVAREZ; CHIRALT, 2000).

### **2.3 Textura e substâncias pécticas**

O amaciamento de frutos durante o seu amadurecimento implica em modificações de polissacarídeos de parede celular (PC). Os reflexos econômicos desse amaciamento têm estimulado o desenvolvimento de uma série de pesquisas envolvendo o estudo das bases bioquímicas do metabolismo da PC, durante o amadurecimento de frutos. A diminuição na firmeza (textura da polpa) durante o amadurecimento tem sido atribuída a modificações e à degradação dos componentes da parede celular, tais como celulose, hemiceluloses e pectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As substâncias pécticas constituem-se na classe de polissacarídeos da PC que sofrem a mais marcante modificação durante o amadurecimento de alguns frutos, sendo que a solubilização e despolimerização estão associadas ao amolecimento dos frutos (HADFIELD; BENNETT, 1998). A degradação de pectina geralmente é acompanhada por aumento na atividade de hidrolases da PC, tais como poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). Vários estudos relacionam a inibição da ativação da PG, durante o amadurecimento com a extensão da sobrevivência e vida de prateleira do fruto.

Bolin e Huxsoll (1989) estudaram vários pré-tratamentos para aumentar a vida de prateleira de alimentos minimamente processados usando pêssegos, damascos e peras. Utilizando-se a avaliação da textura instrumental e tendo como parâmetro de dureza a força-deformação, os autores constataram que tratamentos por impregnação de sais como  $\text{CaCl}_2$  (cloreto de cálcio) a 2% e  $\text{ZnCl}_2$  (cloreto de zinco) a 1%, seguidos por empacotamento anaeróbio e

estocagem em torno de  $-2^{\circ}\text{C}$ , auxiliaram na conservação da cor e textura firme dos frutos durante o tempo de estocagem.

El-Buluk, Babiker e El Tinay (1995), trabalhando com goiabas, verificaram que a firmeza da fruta estava relacionada à presença de substâncias pécticas e o amaciamento resultou de mudanças degradativas e da solubilização da pectina, devido à ação de enzimas pécticas.

As substâncias pécticas atuam como material cimentante e encontram-se, principalmente, depositadas na parede celular, sendo responsáveis pela firmeza dos frutos. Essas derivam-se do ácido poligalacturônico e ocorrem na forma de pectina, protopectina, ácidos pectínicos e ácidos pécticos. As protopectinas são convertidas em pectina solúvel e causam o amaciamento nos frutos, com o avanço do amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

#### **2.4 Parede celular**

A presença de parede celular é uma característica intrínseca das células vegetais. Essa parede desenvolve-se em camadas, depositadas durante seu crescimento e senescência. A célula vegetal apresenta parede primária e secundária, e uma lamela média, rica em pectato de cálcio, presente na junção das paredes de células vizinhas. A parede celular primária é formada na fase de crescimento, sendo considerada não especializada. Enquanto a parede celular secundária forma-se após cessar o crescimento celular, podendo tornar-se uma estrutura altamente especializada, dependendo de sua localização (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Dentre suas maiores funções estão a essencialidade na maioria dos processos de crescimento, desenvolvimento, manutenção e reprodução. Além de ser em responsável por: resistência mecânica das estruturas vegetais; promoção da junção das células; exoesqueleto, controlando a forma e permitindo altas

pressões de turgência e proteção contra agressões físicas e químicas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Os constituintes da parede celular primária e da lamela média podem ser classificados em vários tipos de moléculas poliméricas: polissacarídeos pécnicos, celulose, hemicelulose e proteínas, os quais variam em conteúdo e estrutura química dependendo da espécie de fruto e do estágio de desenvolvimento (BROWNLEADER et al., 1999; WAKABAYASHI, 2000).

A celulose é o carboidrato mais abundante na natureza, estando presente em quantidades de 20-40% da matéria seca de todas as plantas superiores. É insolúvel em água e constituído por cadeias lineares contendo três a cinco mil resíduos de D-glicose unidos por ligações  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4), constituindo o arcabouço esquelético que dá suporte às outras moléculas da parede celular primária. Pode ser encontrada nas formas amorfa e cristalina sendo essa última livre de lignina e hemicelulose. Devido a sua linearidade e a sua natureza estereoregular, as moléculas de celulose se associam formando grandes fibras chamadas de microfibrilas, unidas através de pontes de hidrogênio intra e intermoleculares (ALBERT et al., 1983; VAN SOEST, 1982).

A hemicelulose é constituída, principalmente, de xiloglucanas e contribuem com aproximadamente 20-25% dos constituintes da parede celular primária. Em geral, as xiloglucanas estão ligadas a microfibrilas de celulose, pectinas e lignina através de pontes de hidrogênio formando ligações cruzadas que estabilizam a parede celular (WAKABAYASHI, 2000). Seu esqueleto de açúcares neutros é constituído por ligações  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) e os resíduos de glicose podem ser substituídos por resíduos de xilose via ligações  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6). O comprimento estimado desta cadeia é de 400-600 nm (BAUMANN et al., 2007; BROWNLEADER et al., 1999).

Pectinas ou poliuronídeos são geralmente considerados polissacarídeos ricos em ácido galacturônico que ocorrem na lamela média e em outras

membranas da parede celular. De um modo geral, são constituídas por polímeros lineares de ligações  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) de ácido galacturônico e resíduos de ramnogalacturonanas I e II, consistindo em unidades de ácido galacturônico alternadas com unidades específicas de ramnose. Nessa região ocorre perda da linearidade, devido a leves dobraduras da cadeia principal. Ainda os resíduos de ramnose carregam outros açúcares como D-galactose, D-arabinose, D-fucose, 2-O-metilfulcose, D-apiose e outros, variam em proporções, dependendo da sua fonte (BROWNLEADER et al., 1999; MEBASHI; JAMLIAN; FARAHNAKY, 2005; WILLATSA; KNOXB; MIKKELSENC, 2006).

## **2.5 Métodos de conservação dos alimentos**

### **2.5.1 Irradiação**

A irradiação é uma técnica segura de proteção de alimentos que vem sendo utilizada há meio século nos Estados Unidos, França, Inglaterra e Alemanha. Dependendo da dose aplicada, a irradiação pode duplicar ou triplicar o tempo de estocagem de produtos alimentícios, permitindo o transporte por longas distâncias (LAGUNAS-SOLAR, 1995). A grande vantagem da irradiação é a eliminação de agentes patogênicos e microrganismos deterioradores de alimentos e outros, que são prejudiciais à saúde humana, como a salmonela.

Os alimentos são empacotados, irradiados e não precisam ser mais manipulados diretamente até chegar ao consumidor final, podendo ser armazenados por longos períodos. A irradiação, utilizada isoladamente ou em conjunto com outras técnicas de preservação, pode facilitar o alcance dos objetivos de segurança de alimentos e redução de perdas pós-colheita (SANTIN, 2000; TAPE, 1996). A aplicação efetiva de tecnologia para o processamento

mínimo de frutos e hortaliças depende, portanto, do conhecimento das características intrínsecas e microbiológicas que ocorrem nos mesmos.

Segundo Wiley (1997), a ionização com radiações gama permite a desinfecção de produtos minimamente processados já embalados. A irradiação a doses baixas (1,0 kGy ou menor) tem sido sugerida como uma técnica de processamento mínimo para prolongar a vida útil de algumas frutas e hortaliças (KADER, 1986). Vegetais cortados e embalados, irradiados com doses na ordem de 1,0 kGy exibiram atraso de vários dias na sua decomposição, quando armazenados a 10°C (URBAIN, 1986).

Vieites, Evangelista e Silava (2000), trabalhando com melão minimamente processado e irradiado, verificaram que as doses de 0,1 e 0,2 kGy apresentaram resultados mais positivos no controle do amadurecimento, na prevenção de doenças e na maior durabilidade do produto. O'Beirne (1989) descreve que, no processo de irradiação de alimentos, apenas os raios gama entram em contato com o alimento, sem qualquer risco de contaminação radioativa. As doses de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado. A dose de 1 Kilogray (kGy) corresponde à absorção de 1 Kilojoule por quilograma de produto irradiado. As doses normalmente aplicadas aos alimentos situam-se entre 0,1 a 7,0 kGy.

O uso da irradiação gama como tecnologia de conservação de alimentos está basicamente ligado a três fatores: tipo de alimento a ser irradiado, dose a ser aplicada e tempo de exposição do alimento à fonte irradiadora (VIEITES, 1998), assim como a fatores mais intrínsecos: tipo do tecido, porção da célula exposta ao processo, volume nuclear, idade das células irradiadas, conteúdo de água presente nas células e também a fatores bióticos, como temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar (GROSSMAN; CRAIG, 1982) antes e, principalmente, durante e depois do processo de irradiação.

A irradiação gama pode estender a vida de prateleira de muitos frutos perecíveis, pelo controle da deterioração causada por microorganismos, atraso do amadurecimento e da senescência propriamente dita (URBAIN, 1986). Damayanti, Sharma e Kundu (1992), prolongaram o período de conservação pós-colheita, em abacaxis cv. 'Queen', pelo controle de fungos causadores de podridões, utilizando doses de radiação gama entre 0,05 e 0,25 kGy.

Germano, Arthur e Wiendl (1996), trabalhando com abacates da variedade 'Fortuna', conseguiram, através da aplicação de radiação gama, um incremento no armazenamento refrigerado de quatro dias para dose de 0,08 kGy e de oito dias para dose de 0,1 kGy, que inicialmente era de sete dias. Cia et al. (2000) recomendam doses de radiações gama entre 0,5 e 2 kGy, no controle de *Botritis cinerea*, em uva 'Itália'.

Segundo United Fresh Fruit–Vegetable Association (1986), para utilizar-se radiações ionizantes na desinfecção de alimentos e no aumento da conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, alguns critérios devem ser levados em conta, a saber: o alimento precisa ter tolerância mais elevada do que o inseto ou o microorganismo; o tratamento requerido deve ser tão ou mais econômico que outros tratamentos efetivos; o tratamento deve ser compatível com os aspectos legais estabelecidos pelas autoridades sanitárias, isso é, deve ser inócuo à saúde do consumidor; e, sobretudo, obedecer à legislação vigente do país importador.

Atualmente, todas as normas para o emprego dessa tecnologia estão descritas na Resolução nº 21 (BRASIL, 2001), segundo a qual, qualquer alimento pode ser irradiado desde que sejam observados os limites mínimos e máximos da dosagem aplicada, sendo que a dose mínima deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a máxima, inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou atributos sensoriais do alimento.

A Food and Agricultural Organization - FAO (1993) estima que 25% de toda a produção mundial é perdida pela ação de insetos, bactérias e roedores. O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos, por si só, não soluciona todos os problemas de perdas, pois, ao contrário dos métodos químicos convencionais, a irradiação não possui efeito residual, devendo-se preservar em condições assépticas o alimento após ser irradiado, evitando, assim, uma nova reinfestação (GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS - GCIIA, 1991).

### **2.5.2 Aplicação de ozônio em alimentos**

O ozônio é empregado em tecnologia moderna, reconhecido por ser eficaz na obtenção de vários alimentos, com redução ou mesmo eliminação de microrganismos, além de melhorar as condições de processamento de muitos produtos, atendendo às novas tendências de mercado. Como tecnologia emergente, há a necessidade de estudos aprofundados para seu emprego, buscando melhor padronização e quantificação (WEBB, 2007).

O ozônio ( $O_3$ ) é uma forma alotrópica instável do oxigênio ( $O_2$ ), o qual foi descoberto pelo pesquisador europeu Schonbein, que, em 1839, produziu ozônio sintético a partir da eletrólise do ácido sulfúrico (KHADRE; YOUSEF, 2001; KHADRE; YOUSEF; KIM, 2001). Esse é cerca de 50 % mais denso que o oxigênio, apresenta-se como um gás incolor e de odor pungente, tem massa molecular igual a 48 uma, liquefaz-se a  $-112^\circ C$ , possui ponto de congelamento de  $-251,4^\circ C$ , e sua decomposição ocorre rapidamente, sendo uma reação explosiva quando em temperaturas acima de  $100^\circ C$ , ou ambiental, na presença de catalisadores (KHADRE; YOUSEF; KIM, 2001; KIM; YOUSEF; DAVE, 1999).

A aplicação de ozônio vem ganhando espaço no processamento de alimentos devido ao seu alto poder sanificante e pela sua rápida degradação, não deixando resíduos nos alimentos tratados. Essas propriedades intrínsecas permitem a ingestão de alimentos ozonizados sem riscos à saúde (HORVÁTH, BILITZKY; HUTTNER, 1985; RICE et al., 1996). Decorrente dessas vantagens, o ozônio já vem sendo utilizado na manipulação e no processamento de alimentos de origem vegetal e animal com garantia na higiene, cor, odor e aspecto visual, sem deixar resíduos que possam provocar reações indesejáveis.

O ozônio melhora a qualidade e realça o sabor da maioria dos alimentos perecíveis, pois oxida os pesticidas e neutraliza os gases de amônia e etileno produzidos durante os processos de amadurecimento e decomposição (JAKSCH et al., 2004). Os pesticidas *methyparathion*, *parathion*, *diazinon* e *cypermethrin*, largamente utilizados em frutas, são totalmente oxidados pelo ozônio, em concentrações de 1,4ppm por cinco minutos (WU et al., 2007).

Com o objetivo de conservar os alimentos, o ozônio pode ser utilizado na forma gasosa em câmaras frigoríficas, silos e depósitos de alimentos, protegendo e conservando cereais, frutas, hortaliças, carnes e laticínios. Como a maioria das perdas pós-colheita e as perdas decorrentes da manipulação excessiva de alimentos ocorrem por ação de bactérias, fungos e infestações por insetos, a injeção direta de gás ozônio em depósitos mantém o ambiente limpo e esterilizado, o que assegura maior tempo de armazenamento e vida útil dos alimentos. De outra maneira, o ozônio pode também ser utilizado dissolvido em água na lavagem de alimentos, a exemplo do que ocorre nos Estados Unidos na etapa de lavagem de carcaças de frangos, em abatedouros frigoríficos.

A inativação de bactérias pelo ozônio é um processo complexo, pois o ozônio ataca vários constituintes celulares como proteínas, lipídeos insaturados e enzimas da membrana celular, peptoglicanas da parede celular, enzimas e ácidos

nucléicos do citoplasma; além de proteínas peptoglicanas da capa dos esporos bacterianos e capsídeos virais (KHADRE; YOUSEF; KIM, 2001).

A exposição de champignons (*Agaricus bisporus*) a um ambiente contendo 100 ppm de gás ozônio, durante 0, 15 e 30 minutos, causa menor escurecimento externo e um retardamento do escurecimento interno no armazenamento em bandejas de poliestireno (ESCRICHE et al., 2001). Por outro lado – e de forma positiva –, essas concentrações de ozônio não causaram efeitos perceptíveis nas características de textura, maturação e perda de peso dos champignons. Em outro estudo, Yuk et al. (2007) ao avaliarem as condições microbianas também em champignons, obtiveram uma redução de 0,94 e 0,34 Log na contagem de *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*, respectivamente, ao utilizarem 3ppm de ozônio, durante cinco minutos.

O ozônio é permitido na Europa, como desinfetante de água para o consumo humano desde 1893. Nos Estados Unidos, apenas em 1982 o FDA (*Food and Drug Administration*), por considerá-lo substância *GRAS* (*Generally Recognized as Safe*), liberou seu uso no processo de lavagem de garrafas para comercialização de água. No entanto, como agente conservante de alimentos seu primeiro uso foi em 1909, na forma gasosa, em câmaras frias de estocagem de carnes. De qualquer modo, o ozônio como desinfetante não atingiu maiores proporções na indústria de alimentos, principalmente, devido ao seu custo em relação a outras substâncias como, por exemplo, o cloro, que, por ser barato e eficiente, passou a ser o agente primordial na indústria mundial para esse fim (UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1997).

O problema é que os compostos clorados vêm sofrendo restrições desde 1975, quando se descobriu que sua aplicação em materiais orgânicos pode gerar compostos organoclorados (Trihalometanos – THM), os quais são potencialmente cancerígenos (WEI; COOK; KIRK, 1985). O reconhecimento oficial do ozônio como agente sanificante seguro, que se deu em 1997 pelo EPRI

(*Electric Power Research Institute*), criou oportunidades adicionais para a sua aplicação na indústria de alimentos e outros setores (GUZEL-SEYDIM; BEVER JÚNIOR; GREENE, 2004; YUAN, STEINER; NOVAK, 1999). Como consequência, ainda em 1997, foi aprovada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos a utilização legal de ozônio na água usada na lavagem de carcaças da indústria de processamento de frangos. No Brasil, entretanto, o emprego de ozônio na indústria alimentícia ainda é limitado, não havendo até o momento uma legislação específica para seu uso em alimentos.

### **2.5.3 Cloreto de cálcio**

A adoção de tecnologias adequadas na pós-colheita visa, basicamente, reduzir as perdas quantitativas e qualitativas de frutos e hortaliças, mantendo suas condições ótimas de consumo. Essas tecnologias compreendem a interrupção ou o retardamento de determinadas reações metabólicas. Portanto, o manuseio pós-colheita de frutos e hortaliças requer o conhecimento do tempo desejável de armazenamento, respostas do produto às condições de armazenamento e especificação da qualidade, de acordo com a utilização final do produto; isso é, industrialização ou consumo *in natura* (SHEWFELT, 1986). A não observância de técnicas adequada causa perdas irreparáveis ao produto, levando-o à depreciação, tanto no valor nutritivo quanto no econômico.

O cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) tem provocado efeitos desejáveis no retardamento da senescência e no controle de desordens fisiológicas em alguns frutos e hortaliças. Para Awad (1993), a utilização desse cátion tem sido alvo de muita atenção, visto que produz efeitos positivos, tanto no adiamento da maturação e da senescência, mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular, como no controle de distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos.

O  $\text{Ca}^{+2}$  atua formando ligações covalentes entre as moléculas de pectina, tornando-as resistentes à ação de enzimas e inibindo a conversão do 1-aminociclopropenocarboxílico (ACC) para etileno, controlando a senescência (MATTOO; SUTTLE, 1991).

Estudos têm demonstrado que a taxa de amolecimento do fruto após a colheita é afetada pelo conteúdo de cálcio nos tecidos do fruto na colheita e pela taxa de respiração (BANGERTH; DILLY; DEWEY, 1983). Em frutos climatéricos, a respiração é o processo dominante a afetar a maturação. As taxas de respiração são controladas pela concentração de etileno na polpa (YANG; ADAMS; LIZADA, 1980). As taxas de produção de etileno e de respiração são inversamente relacionadas à concentração de cálcio na polpa dos frutos (YUEN, 1994).

Baixas concentrações de cálcio no fruto podem ser superadas pela sua aplicação na pós-colheita. Esse tratamento aumenta o seu nível na lamela média e ajuda a manter a rigidez do tecido (CHUKWU; OLORUNDA; FERRIS, 1995). O  $\text{Ca}^{+2}$  influencia na textura, firmeza e no amadurecimento do fruto, mantendo a firmeza e atrasando o amadurecimento (CHEOUR; WILLEMONT; ARUL, 1990).

A importância do cálcio na ampliação da vida pós-colheita tem sido estudada para diversas frutíferas, com obtenção de excelentes resultados. O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares. Sob deficiência desse nutriente, há uma deterioração acentuada das membranas, com alteração em sua arquitetura, mudanças na fluidez e permeabilidade à passagem de água (POOVAIAH, 1986; POOVAIAH, 1988).

De acordo com Chen, Zhang e Wu (1991), a aplicação de  $\text{CaCl}_2$  (4 %) a vácuo, em pera doce *Pyrus bretschneideri* 'Xiang-li', promoveu a inibição da respiração, reduziu a produção de etileno, álcool, etilacetato, acetaldeído e

acetona dos frutos, além de reduzir a perda de ácido ascórbico e, por outro lado, aumentou a firmeza dos frutos, resultando na redução dos defeitos na casca ao final do armazenamento (80 dias a 0 - 1 °C, seguidos por 6 dias a 18-20 °C).

A imersão de frutos de maçã em solução aquosa de  $\text{CaCl}_2$  (2 %) durante 3 minutos, mantém a firmeza da polpa e a acidez titulável mais elevada, em frutos armazenados em atmosfera controlada (BRACKMANN et al., 1994).

O estudo de Ochei, Basiouny e Woods (1994) indica que o tratamento com  $\text{CaCl}_2$  (2 %) sob refrigeração, aumentou a firmeza e atrasou o amadurecimento de frutos de pêsego.

## **2.6 Processamento mínimo**

Frutas e hortaliças minimamente processadas são produtos frescos, higienizados, submetidos a uma ou mais alterações físicas, tais como descascamento, fatiamento e corte, tornando-os prontos para consumo ou preparo (WILEY, 1994).

O processamento mínimo oferece produtos com qualidade, frescos e a conveniência, no caso de frutas é que permite a avaliação imediata de sua qualidade interna. Além dessas vantagens contribui para o aumento da rentabilidade dos produtores, fixação de mão de obra nas regiões produtoras e facilita o manejo do lixo. No entanto, o processamento gera um produto de maior valor final e de maior perecibilidade, que pode ser um fator determinante na decisão de compra do produto.

O processamento mínimo causa injúrias mecânicas e ferimentos, induzindo respostas fisiológicas e bioquímicas acentuadas, em relação àquelas observadas em produtos intactos descascados. Essas injúrias ou ferimentos diminuem a qualidade e o tempo de vida útil do produto, por acelerar as mudanças degradativas durante a senescência (WATADA et al., 1990).

O processamento mínimo é um segmento da indústria de horticultura que vem apresentando crescente participação no mercado de produtos frescos, desde a sua introdução nos Estados Unidos da América (EUA) (CENCI, 2000). Em 1997, a venda desses produtos, nos EUA, alcançaram 8 bilhões, com previsão de crescimento (AGRIANUAL, 2000). As indústrias de produtos minimamente processados aumentaram de 6 bilhões, em 1996, para 20 bilhões, em 2002, ou seja, triplicaram em cinco anos (DURIGAN, 2004).

No Brasil, este nicho de mercado começou a ser explorado em 1994 e, em apenas um ano, cresceu 58,9% em volume consumido no varejo do país. Em 1996, movimentou cerca de 400 milhões em venda (CHITARRA, 2000).

O consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas (MP) tem aumentado no cenário mundial. Nos EUA, a indústria do setor movimenta valores da ordem de 10-12 bilhões de dólares por ano e, segundo as estatísticas, o comércio desses produtos é responsável por, aproximadamente, 10% do volume total de frutas e hortaliças comercializadas na forma fresca, naquele país, projetando-se, para os próximos 10 anos, algo em torno de 20% (INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION - IFPA, 2009).

O mercado para frutas e hortaliças minimamente processadas é extremamente dinâmico e a cada ano surgem novidades. As saladas oferecidas no mercado norte-americano de hoje lembram muito pouco as que eram comercializadas há cinco ou dez anos. O “mix” de frutas e hortaliças, que era o principal destaque nos EUA no ano de 2004, já está ultrapassado e, atualmente, as empresas estão oferecendo grande variedade de saladas de folhosas com kits combinados com tomate-cereja, torradas (“croutons”) e molhos variados (MORETTI, 2008). Ainda segundo Moretti (2008), verifica-se, no mercado norte-americano, a partir de 2007, com consolidação constatada em 2008, uma nova tendência para o processamento mínimo: saladas combinadas com ingredientes de origem animal. Assim, é comum encontrar, nas gôndolas de

muitos supermercados, saladas mistas de alface, tomate e rúcula com kits completos com fiambre de peru e ovos cozidos, além de bacon e queijo.

Dentre os produtos hortícolas MP mais encontrados no mercado nacional, atualmente, estão a cenoura lavada e ralada, a couve picada, o pimentão lavado e cortado, o alho descascado, a abóbora picada sem casca e sementes, o feijão de corda debulhado e o feijão-vagem lavado e cortado (FREIRE JÚNIOR, 2008).

Alterações características em produtos minimamente processados são aumentos da taxa respiratória e a produção de etileno; acúmulo de compostos fenólicos solúveis, e aumento da atividade das enzimas fenilalanina amônia-liase (FAL, EC 4.3.15), polifenoloxidase (PFO, EC 1.14.18.1), peroxidases (POD, EC 1.11.1.7) e catalase (CAT, EC 1.11.1.6), que estariam relacionadas com a lignificação da parede celular e escurecimento enzimático do tecido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Dentre os efeitos bioquímicos e fisiológicos estimulados pelo processamento mínimo, o aumento da taxa respiratória e a síntese de etileno são os que mais afetam a estabilidade do produto. A resposta ao processamento leva, também, à uma série de eventos complexos, de forma a reparar os danos causados durante o processamento. O processamento mínimo causa degradação e injúria que, atingindo as membranas, aumentam a sua permeabilidade (WATADA; KO; MINOTTI, 1996)

A ascensão da taxa respiratória e da produção de etileno em produtos minimamente processados pode ser reduzida por armazenamento em baixa temperatura associado à atmosfera modificada por embalagens apropriadas. Por exemplo, inflorescências de brócoli armazenadas em atmosfera modificada apresentam uma redução das taxas respiratórias, com manutenção dos níveis de clorofila, textura e atributos sensoriais, retardando sua senescência de tal maneira que, 96 horas após o armazenamento a 10° C, os ramos permaneciam

verdes e os não armazenados apresentavam cerca de 99% de descoloração (CANTWELL, 2000).

As mudanças nos níveis de clorofila em produtos minimamente processados estão relacionadas com o aumento da síntese de etileno provocada pela diminuição da integridade da membrana ocorrida durante o processamento, ou mesmo durante a senescência. A cor verde dos tecidos vegetais é um atributo de qualidade que é afetado pela ação do etileno.

Existem evidências sugerindo que um controle fino da taxa respiratória e de síntese de etileno com o uso de atmosfera modificada poderiam regular o nível e a atividade das enzimas, retardando, assim, a senescência do produto minimamente processado, e mantendo a sua qualidade comercial por mais tempo (WATADA; KO; MINOTTI, 1996).

Outro aspecto importante a ser considerado em produtos minimamente processados é a presença e atividade de microrganismos deterioradores, que podem crescer durante a estocagem sob refrigeração e causar doenças de origem alimentar. O crescimento microbiano pode ser reduzido em alimento minimamente processado pelo controle de pH, por baixas temperaturas e por atmosfera modificada (FANTUZI; PUSCHMANN; VANETTI, 2004).

Assim, torna-se necessário estudar o processamento mínimo de alimentos largamente utilizados pela população, bem como o de produtos consumidos regionalmente, mas com potencial de expansão.

## **2.7 Aspectos microbiológicos**

As frutas e hortaliças apresentam características químicas diferentes, que se refletem na composição da microflora presente em cada uma. As hortaliças apresentam elevada quantidade de água e de nutrientes e pH neutro. Assim, as bactérias tornam-se os microrganismos preponderantes nestes alimentos, pois

seu crescimento é mais rápido que o de microrganismos eucariotas. Entre as bactérias, as gram-negativas são as mais isoladas, sendo que as famílias pseudomonáceas e enterobacteriaceae representam a maioria, principalmente os gêneros *Pseudomonas* e *Erwinia*. O gênero *Pseudomonas* apresenta atividade pectinolítica, mas não resiste a altas concentrações de CO<sub>2</sub> (DE PAULA 2005).

As frutas apresentam maiores quantidades de açúcar e pH mais ácidos (4,6 ou menos), o que desfavorece o crescimento de bactérias, que não sejam as lácticas. Portanto, os fungos prevalecem nesses alimentos. Os microrganismos gram-positivos incluem as bactérias ácido-lácticas, principalmente do gênero *Leuconostoc* e diversas leveduras. As bactérias lácticas crescem em temperaturas superiores a 2°C. O metabolismo microbiano pode afetar a composição atmosférica no interior da embalagem, contribuindo para a alteração fisiológica do produto (PORTE; MAIA, 2001).

As alterações microbiológicas que ocorrem em vegetais variam segundo a composição da microflora de cada alimento que, por sua vez, está relacionada com outros fatores. O ambiente, a manipulação, a água disponível e a umidade, a temperatura, a atmosfera e a acidez são os mais importantes. De maneira geral, as alterações são causadas por: mesófilos, bactérias ácido lácticas, coliformes totais e termotolerantes, bactérias pectinolíticas, leveduras e fungos (SOUZA, 2000).

A manipulação permite a contaminação cruzada pelos trabalhadores, e determinados recipientes com superfícies desiguais ou salientes podem rasgar hortaliças e cascas de frutas. Esses danos provocam a liberação do suco nutritivo, que permite o crescimento microbiano nos equipamentos e nos próprios alimentos. Tratamentos como cortes, que expõem grandes superfícies (em rodela, por exemplo), podem provocar proliferação microbiana 6 a 7 vezes superiores que em alimentos intactos. Mesmo microrganismos não deteriorantes

em outras condições, podem ocasionar a degradação do produto após a perda da proteção natural que as cascas representam (BEUCHAT, 2002).

As frutas e hortaliças apresentam atividade de água ( $A_w$ ) em torno de 0,95 ou maior, permitindo o crescimento de muitos microrganismos. Baixa umidade no interior da embalagem dificulta o crescimento de bactérias, mas promove a rápida desidratação do alimento e pode selecionar fungos. Já alta umidade facilita a condensação de gotículas sobre os produtos, servindo como meio difusivo de microrganismos e como caldo de cultivo (dissolve carboidratos liberados dos alimentos) (SOUZA, 2000).

A temperatura é, provavelmente, o fator mais importante que afeta o crescimento de microrganismos. Como as frutas e hortaliças são cultivadas e colhidas em temperatura ambiente, nos países de clima quente como o Brasil é comum a predominância de bactérias mesofílicas. Entretanto, o tratamento de refrigeração que ocorre na maioria dos alimentos minimamente processados pode modificar esse quadro, contribuindo para a predominância de psicotróficos. Temperaturas de refrigeração exercem efeito de redução da proliferação microbiana em frutas e hortaliças (WATADA; KO; MINOTTI, 1996).

A atmosfera no interior da embalagem afeta não apenas o metabolismo do alimento, como visto anteriormente, mas é fundamental na seleção da microflora presente. O  $CO_2$  interfere no metabolismo celular dos microrganismos mais sensíveis, como os gram-negativos, aeróbios e bactérias psicotróficas (entre as quais *Pseudomonas*) e fungos filamentosos. Entretanto, altas concentrações podem selecionar anaeróbios facultativos ou obrigatórios, como as bactérias lácticas e as bactérias acéticas ou de eucariotas unicelulares (WATADA; KO; MINOTTI, 1996).

Possivelmente, o  $CO_2$  aumenta a fase lag e o tempo de geração no ciclo de crescimento dos microrganismos, mas outros mecanismos são propostos. O primeiro refere-se ao  $CO_2$  como agente que desloca o oxigênio, mas quando esse

é substituído por nitrogênio, o mesmo efeito bacteriostático não ocorre. Dessa forma, parece que a redução do oxigênio disponível não constitui fator limitante do crescimento dos microrganismos, mas sim a presença de CO<sub>2</sub>. O segundo mecanismo proposto é a acidificação do meio. Quando o CO<sub>2</sub> é dissolvido em solução, algumas reações primárias ocorrem (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Como os alimentos minimamente processados incluem-se na faixa de pH favorável para a formação de ácido carbônico, esse ácido moderado alteraria o pH do meio e retardaria a proliferação microbiana. Entretanto, esse mecanismo também não é amplamente aceito, porque outros ácidos que provocam o mesmo efeito acidificante nas células, não exercem o efeito bacteriostático do ácido carbônico. Outro mecanismo envolve o poder penetrante do CO<sub>2</sub> nas células, cerca de 30 vezes mais rápido que o oxigênio. Esse efeito, junto com os íons bicarbonato afetariam a estrutura da membrana celular, desidratando-a e aumentando sua permeabilidade a íons que desbalanceariam o meio intracelular. O último mecanismo seria o efeito inibitório de CO<sub>2</sub> sobre enzimas do metabolismo energético de microrganismos. Altas concentrações de CO<sub>2</sub> inibem a ação de oxaloacetato descarboxilase, da fumarato e succinato desidrogenase e da citocromo c oxidase, aumentando a formação de succinato. Também eleva a atividade da ATPase mitocondrial. O aumento da ATPase mitocondrial aumenta o desacoplamento na fosforilação oxidativa da cadeia respiratória, resultando no decréscimo do total de ATP formados, e por conseguinte de toda a energia necessária para o crescimento (ROSA, 2002).

O enriquecimento da atmosfera de armazenamento com CO<sub>2</sub>, em temperatura de 6 a 10°C produz crescimento mais lento da flora mesofílica em comparação com atmosfera contendo ar, além de crescimento mais rápido da flora acidoláctica. Isto porque o CO<sub>2</sub> inibe alguns tipos de microrganismos, mas não apresenta efeito direto sobre outro (FARBER et al., 2003).

Alteração é qualquer modificação que torne o alimento indesejável para consumo. A degradação microbiológica é apenas uma das alterações, sendo as maiores perdas causadas por danos físicos.

As alterações microbiológicas podem ser classificadas como pré-colheita ou de campo e alterações pós-colheita. Todavia essas classificações podem levar a equívocos, visto que algumas alterações podem iniciar no período de pré-colheita, mas serem agravadas na pós-colheita. Por isso, outra forma de classificar as alterações microbiológicas seria mediante os sintomas apresentados (podridão úmida, podridão branda aquosa e podridão negra). Entretanto, mais uma vez a classificação deixa dúvida, pois o mesmo microrganismo pode produzir diversas alterações e diferentes microrganismos podem provocar as mesmas lesões. Assim, a melhor forma de classificar as alterações microbiológicas é a descrição do tipo de alteração pelo sintoma, complementada com o nome do microrganismo envolvido (SCOTT, 1989).

Os microrganismos empregam diversos mecanismos para suplantar as defesas naturais das plantas. Um dos principais é a produção de enzimas pectinolíticas, como a pectinametilesterase e a poligalacturonase, e em segundo plano, hemicelulases, celulasas e proteinases. Essas enzimas causam a liquefação dos tecidos. Os microrganismos mais comuns que produzem essas enzimas são a *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas marginalis*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Fusarium*, e *Colletotrichum* apenas o *P. marginales*, mas o gênero *Pseudomonas* são produtores de pectinases, o que significa que frutas e hortaliças são alvos dessas enzimas deterioradoras microbianas (UENOJO; PASTORE, 2007).

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, T.; LOPES, V. Um fruto exótico. **Alimentar**, Lisboa, v. 8, n. 35, p. 49-52, 1993.
- ALBERT, B. et al. **Molecular biology of the cell**. New York: Garland, 1983.
- ALBUQUERQUE, R. Fruta com nome de passarinho. **Revista Natureza**. São Paulo, n. 201, p. 70-74, 2004.
- ASHURST, P. R. **Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas singás**. Zaragoza: Acribia, 1999.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BALSINI, I. **Análise sensorial e retenção de vitamina C em brócolis submetido a diferentes processos de cocção**. Curitiba. 2003. – p123.  
Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- BANGERTH, F.; DILLY, D. R.; DEWEY, D. H. Effects of postharvest Ca<sup>+</sup> treatment on internal breakdown of respiration of apple fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 97, p. 679 - 682, 1983.
- BAUMANN, M. J. et al. Structural evidence for the evolution of xyloglucanase activity from xyloglucan endo-transglycosylases: biological implications for cell wall metabolism. **The plant cell**, Norwich, v. 19, p. 4077-4090, 2007.
- BEEVER, D. J.; HOPKIRK, G. Fruit development and fruit physiology. In: WARRINGTON, I. J.; WESTON, G. C. **Kiwifruit: science and management**. , Auckland: Ray Richards in association with the society, 1990. p. 97-126.
- BEUCHAT, L. R. Ecological factor influencing survival and growth of humans pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infections**, Paris, v. 4, n. 4, p. 413-423, Apr. 2002.
- BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Storage stability of minimally processed fruit. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 13, p. 281-292, 1989.

BUCHWEITZ, P. R. **Avaliação da pré-secagem osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005. 223 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BRACKMANN, A. et al. Efeito do pré-resfriamento e tratamento pós-colheita sobre a qualidade de maçãs, cv. Golden Delicious e Fuji, durante o armazenamento em atmosfera normal e controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 7-14, 1994.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 21**, de 26 de janeiro 2001. Disponível em: <[http://anvisa.org.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://anvisa.org.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 24 mar. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 34, de 16 de janeiro de 1998. Normas de identidade e qualidade do kiwi. **Diário Oficial [da] República Federativa da União**, Brasília, 19 jan. 1998.

BROWNLEADER, M. D. et al. Molecular aspects of cell wall modifications during ripening. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 39, n. 2, p. 149-164, 1999.

CACCIOPPO, O. **L'Actinidia**. Lisboa: Prensa, 1989. 123 p.

CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Palestras...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 147-155.

CENCI, S. A. Pesquisa em processamento mínimo de hortaliças no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Palestras...** Viçosa, MG: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 110-116.

CHEN, F. H.; ZHANG, W. Y.; WU, G. B. The effects of postharvest infiltration of calcium on respiration ethylene production, volatile substances and quality of 'Kwerle Sweetpear' fruit. **Acta Horticulturae**, California, v. 18, n. 4, p. 365-368, 1991.

CHEOUR, F.; WILLEMONT, C.; ARUL, J. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 115, p. 789 - 792, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p. (Textos Acadêmicos).

CHUKWU, E. U.; OLORUNDA, A. O.; FERRIS, R. S. B. Extension of ripening period of Musa fruit using calcium chloride infiltration, 'Semperfresh' and 'Brilloshine' 1 coating. **Musafrika**, Ibadan, v. 12, p. 14-15, 1995.

CIA, P. et al. Efeito da irradiação na conservação de uva 'Itália'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 62-67, 2000.

CONWAY, W. S. et al. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay maintaining quality in apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 1, p. 49-53, 1994.

DAMAYANTI, M.; SHARMA, G.J., KUNDU, S. C. Gamma radiation influences postharvest disease incidence of pineapple fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 807-808, 1992.

DE PAULA, N. R. F. **Caracterização da qualidade físico-química e microbiológica de produtos minimamente processados comercializados em gôndolas de supermercados**. 2005. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

DONG, X. et al. Extending shelf life of fresh-cut pears. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 1, p. 181-186, 2000.

DORANTES-ALVAREZ, L.; CHIRALT, A. Color of minimally processed fruits and vegetables as affected by some chemical and biochemical changes. In: ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A. **Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications**. Maryland: Aspen, 2000. p. 111-126.

DURIGAN, J. F. O. Panorama do processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, MG. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 137-139.

EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. E.; EL TINAY, A. H. Biochemical and physical in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, Barking, v. 54, p. 279-282, 1995.

ESCRICHE, I. et al. Effect of ozone treatment and storage temperature on physicochemical properties of mushrooms (*Agaricus bisporus*). **International journal of food science & technology**, Oxford, v. 7, n. 3, p. 251-258, 2001.

FANTUZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 207-211, abr./jun. 2004.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Production yearbook**. Roma, 1993. v.47, 254 p.

FARBER, J. N. et al. Microbial safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh cut produce. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, p. 142-160, 2003.

FERGUSON, A. R.; BOLLARD, E. G. Domestication of the kiwifruit. In: WARRINGTON, I. F.; WESTON, G. C. **Kiwifruit: science and management**. Auckland: Horticultural Science, 1990. p. 165-256.

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 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FRANCIS, F. J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, p. 149-155, 1995.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FREIRE JÚNIOR, M. Uso de revestimentos comestíveis em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. p. 38-42.

GARCIA, E.; BARRETT, D. M. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: LAMIKANRA, O. **Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology and market**. Boca Raton: CRC, 2002. p. 267- 303.

GERMANO, R. M. A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Persia americana* Mill, Variedades Fortuna e Quintal por irradiação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 249-253, 1996.

GIVEN, N. K. Kiwifruit. In: SEYMOUR, G.; TAYLOR, J. E.; TUKER, G. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 235-254.

GORNY, J. R. et al. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 271-278, 2002.

GROSSMANN, H. H.; CRAIG, R. The effect of gamma irradiation of seeds on germination and plant morphology of *Pelargonium X Hortorum* L. H. Bailey. **Journal of American Society Horticultural Sciences**, Alexandria, v. 1, n. 107, p. 72-75, 1982.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção ou realidade**. Vienna, 1991. 38 p.

GUZEL-SEYDIM, Z. B.; BEVER JÚNIOR, P. I.; GREENE, A. K. Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in the presence of food components. **Food Microbiology**, London, v. 21, n. 4, p. 475-479, 2004.

HADFIELD, K. A.; BENNETT, A. B. Polygalacturonases: many genes in search of a function. **Plant Physiology**, Washington, v. 117, p. 337-343, 1998.

HIGNEY, C. J.; WILLS, R. B. H. Calcium movement regulating factor in the initiation of tomato fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v. 4, n.16, p. 550-551, 1981

HORVÁTH, M.; BILITZKY, L.; HÜTTNER, J. Bactericidal, sterilizing and other effects in lower organisms. In: \_\_\_\_\_. **Ozone**. Budapest: Science, 1985. cap. 3, p. 69-74.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Fresh production**. Disponível em: <[www.fresh-cuts.org](http://www.fresh-cuts.org)>. Acesso em: 29 out. 2009.

JAKSCH, D. et al. The effect of ozone treatment on the microbial contamination of pork meat measured by detecting the emissions using PTR-MS and by enumeration of microorganisms. **International Journal of Mass Spectrometry**, Amsterdam, v. 239, p. 239-214, 2004.

JUNQUEIRA, P. **Fisiologia pós-colheita do kiwi**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1., 1994, Farroupilha. **Anais...** Farroupilha: Embrapa, 1994. p. 17-23.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KASTER, L. C. A situação da cultura do kiwi no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1., 1994, Farroupilha. **Anais...** Farroupilha: Embrapa, 1994. p. 1-2.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E. Sporicidal action of ozone and hydrogen peroxide: a comparative study. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 71, n. 2-3, p. 131-138, 2001.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J. G. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1241-1252, 2001.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62, n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KOROLKOVAS, A.; BURCKHALTER, J. H. **Química farmacêutica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982.

LAGUNAS-SOLAR, M. C. Radiation processing of foods: an overview of scientific principles and current status. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 58, n. 2, p. 186-192, 1995.

LAURILA, E.; KERVINEN, R.; AHVENAINEN, R. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. **Postharvest News and Information**, Oxfordshire, v. 9, n. 4, p. 53-66, 1998.

LODGE, N.; ROBERTSON, G. L. Processing of kiwifruit. In: WARRINGTON, I. J.; WESTON, G. C. **Kiwifruit: science and management**. New Zealand: Society for Horticultural Science, 1990. chap. 17, p. 460-483.

MATTIUZ, B. **Enraizamento de estacas de kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.)**. 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1995.

MATTOO, A. K.; SUTTLE, C. J. **The plant hormone ethylene**. Florida : C. R. C, 1991. 337 p.

MESBAHI, G.; JAMALIAN, J.; FARAHNAKY, A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 731-738, jul. 2005.

MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 89-94, Mar./Apr. 2006.

MERVYN, L. **Dicionário de vitaminas: um guia completo das vitaminas e da vitaminoterapia**. 2. ed. São Paulo: Ground, 1993. 94 p.

MITCHELL, F. G. Biología del fruto y respuesta al etileno. **Curso de producción, manejo e industrialización del Kiwi**. Santiago: [s. n.], 1985. p. 156-173.

MORETTI, C. L. Panorama internacional do processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. p. 28-33.

MOSER, U.; BENDICH, A. V. Vitamin C. In: BENDICH, A.; MOSER, U. **Handbook of vitamins**. 2<sup>nd</sup> ed. Nova York: Dekker, 1991.

MOTOHASHI, N. et al. Cancer prevention and therapy with kiwifruit in Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 81, p. 357-364, 2002.

O'BEIRNE, D. Irradiation of fruits and vegetables: applications and issues. **Professional Horticulture**, Oxford, v. 3, p. 12-19, 1989.

OCHEI, C. O.; BASIOUNY, F. M.; WOODS, F. M. Calcium mediated post harvest changes in storage ability and fruit quality of peaches. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 106, p. 266-269, 1994.

POOVAIAH, B. W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. **Hortscience**, Alexandria, v. 23, n. 2, p. 267-271, 1988.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 16, n. 1, p. 86-89, 1986.

PORTE, A.; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **B. Ceppa**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 105-118, jan./jun. 2001.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ROCHA, A. M. C. N.; MORAIS, A. M. M. B. Influence of controlled atmosphere storage on polyphenoloxidase activity in relation to colour changes of minimally processed 'Jonagored' apple. **International Journal of Food Science and Technology**, Manchester, v. 36, n. 6, p. 425-432, 2001.

ROCHA, A.M.C.N.; MORAIS, A. M. M. B. Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by colour changes. **Food Control**, Vurrey, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2003.

ROSA, O. O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. 2002. 202 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAFTNER, R. A.; CONWAY, W. S.; SAMS, C. E. Effect of postharvest calcium chloride treatments on tissue water relations, cell wall calcium levels and postharvest life of 'Golden Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 23, n. 5, p. 893-897, 1998.

SALTVEIT, M. E. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 1, p. 61-69, 2000.

- SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas**: avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade. 2005. 157 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- SANTIN, M. **La irradiación de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 2000. 175 p.
- SANTOS, A. M. Kiwi no Brasil: um cultivo que requer cautela. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 36-40, 1989.
- SAQUET, A. A.; BRACKMAN, A. A cultura do kiwi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 177-182, 1995.
- SCHUCK, E. Cultivares de quivi. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 9-12, 1992.
- SCHUCK, E.; PETRI, J. L. Efeito do thiadizuron no peso médio dos frutos de kiwi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14, n. 2, p. 185-188, 1992.
- SCOTT, V. N. Interaction of factors to control microbial spoilage of refrigerated foods. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 52, n. 6, p. 431-432, June 1989.
- SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, p. 7-19, 1999.
- SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 70-78, May 1986.
- SIMONETO, P. R.; GRELLMANN, E. O. Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da serra do nordeste do Rio Grande do Sul. **Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**, Veranópolis, n. 7, p. 7, 1998.
- SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar./abr. 2007.
- SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quivi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104 p.

SOUZA, R. A. M. Perspectivas do mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 1-22, 2000. Supl.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **“Fisiologia vegetal”**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TAPE, N. W. **Protegendo nossas colheitas**. Vienna: ICGFI, 1996. Documento do ICGFI sobre Política de Segurança de Alimentos.

UNITED FRESH FRUIT VEGETABLE ASSOCIATION. **Food irradiation for the produce industry**. Alexandria, 1986. 11 p.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Code of federal regulations**: title 9, poultry products; temperatures and chilling and freezing procedures. Washington: Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, 1997. Part 381.66.

URBAIN, W. M. **Food irradiation**. London: Academic, 1986. p. 170-215.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Oregon: OeB Books, 1982.

VIEITES, R. L. **Conservação pós-colheita do tomate através do uso da radiação gama, cera e saco de polietileno, armazenados em condições de refrigeração e ambiente**. 1998. 131 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.; SILAVA, A. P. Radiação gama na manutenção da qualidade do melão minimamente processado. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1. p. 101-114, 2000.

VINCI, G. et al. Ascorbic acid in exotic fruits: aliquid chromatografic investigation. **Food Chemistry**, Barking, n. 53, p. 211-214, 1995.

WAKABAYASHI, K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. **Journal of Plant Research**, Tokio, v.113, n. 1111, p. 231-237, 2000.

WATADA, A. E. et al. Phisiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 116-122, May 1990.

WATADA, E. A.; KO, N. P.; MINOTTI, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 115-125, 1996.

WEBB, J. **Uso de ozônio para prolongar a vida dos alimentos**. Disponível em: <<http://www.aguaonline.com.br/matéria.asp?codigo=1045>>. Acesso em: 2 jun. 2007.

WEI, C. I.; COOK, D. L.; KIRK, J. R. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technology**, Chicago, v. 39, p. 107-115, 1985.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

WILEY, R. C. Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 1-14.

WILLATS, W. G. T, KNOX, J. P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. **Trends in Food Science & Technology**, Toronto, v. 17, p. 97-104, Mar. 2006.

WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H. Composition of Australian foods: leafy, stem and other vegetables. **Food Technology in Australia**, Canberra, v. 38, n. 10, p. 416-421, Oct. 1986.

WU, J. et al. Removal of residual pesticides on vegetable using ozonated water. **Food Control**, Vurrey, v. 18, n. 5, p. 466-472, 2007.

YANG, S. F.; ADAMS, D. O.; LIZADA, C. L. Mechanism and regulation of ethylene biosynthesis. **Proceedings...** Berlin: Springer Verlag, 1980. p. 239-248.

YUAN, J.; STEINER, E.; NOVAK, J. Ozone processing: historical perspectives, system integration, and potential food applications. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL OZONE ASSOCIATION, 14., 1999, Detroit. **Proceeding...** Detroit: IOA, 1999. p. 337-341.

YUEN, C. M. C. Calcium and fruit storage potential. **Proceedings...** Chiang Mai: ACIAR, 1994. p. 218-225.

YUK, H. et al. Effect of combined ozone and organic acid treatment for control of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on enoki mushroom. **Food Control**, Vurrey, v. 18, n. 5, p. 548-553, 2007.

ZENI, E. **Análise da viabilidade do kiwi em Farroupilha**. Caxias do Sul: Centro de Ciências Sociais Aplicadas da UCS, 1991. 48 p.

ZUCCHERELLI, G.; ZUCCHERELLI, G. **La actinida (Kiwi)**. Madrid: Mundi-Prensa, 1987. 228 p.

## CAPÍTULO 2

### **Efeito da irradiação gama na conservação do kiwi minimamente processado armazenado sob refrigeração**

#### **RESUMO**

Objetivou-se, nesta pesquisa, visar o processamento mínimo utilizando diferentes doses de irradiação sobre a qualidade física, química e microbiológica de Kiwi minimamente processado, facilitando o consumo, além de encontrar a dose ideal de irradiação que proporcione total segurança alimentar com relação aos microrganismos, aumentando assim, o período de vida útil dos frutos e mantendo as características de qualidade. Os frutos foram adquiridos no Ceasa - Contagem (MG), de acordo com o grau de maturação, tamanho, cor e ausência de injúrias. Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da UFLA e lavados com detergente neutro, sanificados com hipoclorito de sódio 200 mg.L<sup>-1</sup> e descascados manualmente, com posterior corte em fatias, utilizando-se facas afiadas para minimizar a agressão do corte. Posteriormente, foram acondicionados em embalagens rígidas de polipropileno e tampados com o mesmo material. Os frutos foram separados em quatro lotes e transportados para o Centro de Desenvolvimento e Tecnologia Nuclear (CDTN-BH), para a realização da irradiação em condições refrigeradas. Os frutos foram irradiados em doses controle, 0,1; 0,3 e 0,5 kGy. Após o processo, eles foram novamente transportados para a UFLA e armazenados, a 0±1°C e a 90± 5% UR, por 8 dias. As análises foram realizadas a cada dois dias, determinando-se pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SS), firmeza de polpa, coloração da polpa, vitamina C, clorofila total, açúcares frutose, glicose, sacarose, celulose, hemicelulose, poliuronídeos e análises microbiológicas. Após 8 dias de armazenamento, verificou-se que a irradiação manteve os menores valores de pH, SS, AT, firmeza, valor L\* e a\* e o maior teor de vitamina C, valor b\*, ocorrendo, entretanto, variações significativas nos teores de clorofila, frutose, glicose e sacarose. As doses aplicadas contribuíram para a eficiência no controle microbiológico.

Palavras-chave: Kiwi cv. “Hayward”. Irradiação. Processamento mínimo.

## ABSTRACT

This research aimed at using different doses of irradiation on the physical, chemical and microbiological the quality of Kiwi minimally processed, to facilitated the processing steps and the minimum consumption, besides finding the optimal dose of radiation that provides total security with respect to food microorganisms, increasing thus, the self-life of fruits and maintaining the quality. The fruits were acquired in the the Ceasa - Contagem (MG), and selected according to the degree of maturation, size, color and no injury. Later, were transported to the Laboratories of Postharvest Physiology of Fruits, washed with detergent and manually peeled, with posterior cut in slices, using sharp knives to minimize the aggression of the cut. Later, they were conditioned packaged in rigid polypropylene and covered with the same material. The fruits were divided into four lots and transported to the CDTN-BH, to perform the irradiation. The fruits were ir radiated at doses of 0,1; 0,3 and 0,5 kGy. After the process, they were again transported to UFLA and storage,  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90\pm 5\%$  UR, for 8 days. The analyses were performed every two days, determinated pH, acidity (AT), soluble solids (ST), firmness, color(L\* and a\*), vitamin C, chlorophyll, sugars fructose, glucose, sacarose, cellulose, hemicellulose, polyuronid and microbiological analysis. After 8 days of storage, it was verified that the irradiation promoted the lesser values of pH, SS, AT, firmness, L\* value and a\* and more values of vitamin C, occurring, however, significant variations in values of chlorophyll, fructose, glucose and sacarose. The applied doses still contributed for the efficiency in the microbiological control.

Keywords: Kiwi cv. "Hayward". Irradiation. Minimally processed.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de frutas e hortaliças está passando, atualmente, por profundas alterações, provocadas pela estabilização da economia e por mudanças nos hábitos dos consumidores. Essas mudanças têm ocorrido nas últimas décadas, devido à crescente busca da população por uma alimentação mais saudável, por meio do consumo de frutas e hortaliças frescas com qualidade (VANETTI, 2000). Essa nova tendência, aliada ao uso de novas tecnologias na indústria de alimentos, permitiu uma demanda crescente de alimentos mais convenientes e frescos, que sejam menos processados e prontos para o consumo: os produtos minimamente processados (MATTIUZ; DURIGAN; SARZI, 2003).

O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, descascamento e corte, visando obter um produto fresco e conveniente para o preparo e consumo (BURNS, 1995). A durabilidade desse tipo de produto é extremamente baixa se comparada ao produto inteiro, considerando que nas superfícies do corte, as células e a membrana celular são destruídas e ocorre alteração no metabolismo celular. Essa alteração no metabolismo, que inclui aumento na respiração e produção de etileno, resulta em redução drástica na vida pós-colheita do produto pré-processado. De acordo com Brecht (1995), quanto maior a gravidade da injúria nos tecidos, maior é a velocidade de deterioração do produto minimamente processado.

Dados disponíveis para o Brasil indicam que parte da produção nacional de frutos e hortaliças é perdida, principalmente após a colheita, por falta de tratamento e manuseio adequados, vulnerabilidade ao ataque de microrganismos, e falta de estocagem frigorificada. Tais perdas pós-colheita variam de 30 a 50 %. Esses valores representam um descarte aproximado de 15 milhões de toneladas/ano (DI RIENZO, 2001).

Uma alternativa para estimular o consumo desse fruto seria o processamento mínimo, que pode ser definido, segundo o International Fresh-Cut Produce Association - IFPA (2009), como qualquer fruta ou hortaliça ou, ainda, qualquer combinação delas, que tenha sido alterada fisicamente a partir de sua forma original, embora mantenha o seu estado fresco. Independentemente do tipo, ele é selecionado, lavado, descascado e cortado, resultando num produto 100% aproveitável que, posteriormente, é embalado ou pré-embalado.

A contaminação desses produtos ocorre durante as operações de corte e fatiamento, nos quais patógenos presentes na superfície da matéria-prima ou nas mãos dos manipuladores passam para o produto (ROSA, 2002; CARVALHO, 2002). Assim, o manuseio sob condições inadequadas de higiene durante o processamento, associado aos danos nos tecidos e a higienização insatisfatória dos equipamentos contribuem para a elevação da população microbiana em vegetais. Tal fato aumenta o risco da presença de patógenos e de microrganismos deterioradores nesses produtos (FANTUZI; PUSCHAMANN; VANETTI, 2004).

Associada aos procedimentos pós-colheita normalmente empregados, as radiações gama, em doses mínimas, têm comprovado ser um excelente método para prolongar a vida comercial das frutas, retardando os processos de amadurecimento e senescência, bem como reduzindo significativamente o apodrecimento causado por fungos e bactérias patogênicas (KAFFERSTEIN; MOY, 1993).

A irradiação de alimentos consiste na exposição de um dado material, de origem vegetal e/ou animal, à radiação ionizante, proveniente tanto de uma máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas. As fontes de  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$  são permitidas para uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, disponibilidade e custo, sendo que a fonte de  $^{60}\text{Co}$  é a que tem maior aceitação por apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em

água, proporcionando assim maior segurança ambiental (EHLERMANN, 1990; FOOD IRRADIATION, 1996).

A irradiação gama pode estender a vida de prateleira de muitos frutos perecíveis, pelo controle da deterioração causada por microrganismos, atraso do amadurecimento e da senescência propriamente dita (URBAIN, 1986).

Devido á importância de uma melhor vida útil de kiwis minimamente processados e buscando aumentar sua vida útil, com o presente trabalho objetivou-se estudar a conservação, mediante a aplicação de radiação gama em kiwis, bem como avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos mesmos.

## **2 MATERIAL E METÓDOS**

### **2.1 Obtenção dos frutos e montagem do experimento**

Os frutos utilizados neste experimento foram kiwis da cultivar “Hayward”, provenientes do Ceasa - Contagem (MG). Transportados para Lavras e para o Laboratório Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Inicialmente, os frutos foram lavados com detergente neutro em água corrente para a retirada do calor de campo e de sujidades da superfície. Foram, então, novamente selecionados quanto à maturação, à uniformidade de tamanho e cor, sanidade, ausência de defeitos, injúrias, cortes e abrasões. Sanitizados com hipoclorito a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Os frutos foram descascados manualmente, com posterior corte em fatias transversais, utilizando-se facas afiadas para minimizar a agressão do corte. Posteriormente, foram acondicionados em embalagens rígidas de polipropileno e tampados com o mesmo material. Os frutos foram separados em quatro lotes, acondicionados em caixas de poliestireno de 100 litros com gelo, hermeticamente fechadas e transportadas para o Centro de Desenvolvimento e Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte, MG, para a realização da irradiação.

As mesmas condições foram utilizadas para os frutos controle, no intuito de provocar os mesmos estresses causados pela viagem, porém, esses frutos não foram irradiados. A irradiação consistiu na submissão dos frutos já embalados em uma sala fechada, sendo os raios gamas liberados pela fonte cobalto-60, em doses de 0,1; 0,3 e 0,5 kGy, e os tempos de exposição de 2’57”, 8’51” e 14’46”, respectivamente, tempo suficiente para alcançar a dose.

Após submeter os frutos aos tratamentos, os mesmos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA. Os kiwis minimamente processados foram imediatamente armazenados em câmara fria, à temperatura de  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\pm 5\%$  UR, por 8 dias e as avaliações foram realizadas nos períodos de 0, 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial  $4\times 5$ , correspondente às quatro doses de irradiação (controle; 0,1; 0,3 e 0,5 kGy) e cinco tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias). Cada parcela experimental foi composta por três embalagens contendo seis fatias aleatórias do fruto em cada.

## **2.2 Análises físicas e químicas**

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento Ciência dos Alimentos da UFLA e na Embrapa – CTAA, no Rio de Janeiro.

### **2.2.1 Preparo das amostras**

Inicialmente, foram realizadas as determinações de cor e firmeza em partes distintas do kiwi minimamente processado em fatias. Posteriormente, amostras de 10g de cada produto foram retiradas e, em seguida, feita a homogeneização, em 50 mL de água destilada, utilizando-se um homogeneizador de tecidos (politron). O homogenato foi filtrado em tecido de organza, sendo utilizado o filtrado para a determinação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. Amostras foram congeladas em nitrogênio líquido, para a realização das demais análises.

### **2.2.1.1 pH, sólidos solúveis e acidez titulável**

As análises de pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) foram realizadas em homogenato filtrado, após trituração da polpa do fruto em homogeneizador de tecidos na proporção 1:5 (10 g da polpa diluídos em 50 mL de água destilada). A determinação de AT (% de ácido cítrico) foi realizada por titulação com solução de NaOH 0,1N, utilizando-se como indicador a fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Tecnal (Tec 3MP), segundo a Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2002). Os SS foram determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro digital Atago PR-100, com compensação de temperatura automática a 25°C (AOAC, 2002).

### **2.2.1.2 Firmeza**

A firmeza foi determinada em três pontos da superfície da fatia transversal de kiwi, com o auxílio de um texturômetro modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda P/3N, que mediu a força de penetração dessa nos frutos, à velocidade de 5mm/s e distância de penetração de 5 mm, valores esses previamente fixados. Foi utilizada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza do kiwi foi expressa em Newton (N).

### **2.2.1.3 Coloração**

Determinou-se a coloração com o auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D<sub>65</sub> e no sistema CIE L\* e a\*. A coordenada L\* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a\* pode assumir

valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente. As leituras foram feitas em três pontos aleatórios das fatias transversais do fruto de cada repetição (MINOLTA, 1994).

#### **2.2.1.4 Vitamina C**

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico, por 100g de polpa.

#### **2.2.1.5 Teor de clorofila total**

O teor de clorofila total foi determinado após homogeneização, em homogeneizador de tecidos, 5g do material em 25 mL de acetona (BRUINSMA, 1963). A leitura da absorbância foi efetuada a 652 nm e os resultados expressos em  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , segundo a equação adotada por Engel e Poggiani (1991).

$$\text{Clorofila total} = [(A_{652} \times \text{volume extrator} / \text{TE} \times 100)]$$

$A_{652}$  = leitura da absorbância a 652nm;

v = volume final do extrato clorofila – acetona;

TE = tomada de ensaio (peso da amostra em mg).

#### **2.2.1.6 Frutose, glicose e sacarose**

A identificação e a quantificação dos açúcares (glicose, frutose sacarose) foram realizadas por cromatografia em fase líquida, HPLC (High Performance

Liquid Chromatography). A coluna utilizada foi a HPX 87P e a pré-coluna 125-0119, ambas da marca BIORAD (SCOTT, 1992). A vazão da fase móvel foi de  $0,8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  e a temperatura da coluna de  $80^\circ\text{C}$ . Na fase móvel, utilizou-se água desmineralizada, deionizada e filtrada a  $0,22 \text{ mm}$ . O tempo de retenção foi de 15 minutos.

### **2.3 Determinação dos constituintes da parede celular**

Para a determinação dos constituintes da parede celular foram realizadas as seguintes análises.

#### **2.3.1 Extração da parede celular**

A parede celular foi extraída do material, pesando-se 50 g e triturando-se em homogeneizador de tecidos tipo politron, com 200 mL de álcool 92,8%. Em seguida, filtrou-se em organza, lavando-se com álcool 92,8% duas vezes, logo depois, com álcool etílico absoluto e, finalmente, com acetona PA. O processo de extração foi feito com álcool fervente. O material da parede celular foi colocado em placa de Petri para secagem e armazenado em frascos até a sua utilização, segundo Mitcham e McDonald (1992).

#### **2.3.2 Determinação de poliuronídeos**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 5 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 72% (p/v). Após repouso por 2 horas, à temperatura ambiente, completou-se o volume para 50 mL, com água destilada, filtrando-se em seguida. Para a determinação, utilizou-se o método carbazol e os resultados

foram expressos em porcentagem de açúcar péctico, segundo Bitter e Muir (1962), no material da parede celular.

### **2.3.3 Determinação de celulose**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 5 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 72%. Após repouso por 2 horas, à temperatura ambiente, completou-se o volume para 50 mL, com água destilada, filtrando-se em seguida. Para a determinação, utilizou-se o método Antrona, segundo Dische (1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar celulósico no material da parede celular.

### **2.3.4 Determinação de hemicelulose**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 10 mL de ácido trifluoracético (TFA 2N), permanecendo em banho-maria por 2 horas, a 100°C. Depois, completou-se o volume para 50 mL com água destilada, filtrando-se em seguida. Tomou-se uma alíquota de 1 mL para doseamento, utilizando-se o método antrona, segundo Dische (1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de hemicelulose no material da parede celular.

## **2.4 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo International Commission on Microbiological Specification for Foods Method - ICMSFM (2000) e Silva et al. (2007).

#### **2.4.1 Preparo das amostras**

Amostras de 25g de cada produto foram retiradas e, em seguida, foi feita a homogeneização, em 225 mL de água peptonada 1% (p/v) esterilizada e realizadas diluições decimais em séries consecutivas, para proceder às análises microbiológicas. Todos os tratamentos foram homogeneizados em liquidificador doméstico, durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%). Em seguida, foram feitas as diluições para a inoculação nos diferentes meios de cultura utilizados (SILVA et al., 2007).

#### **2.4.2 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C**

Os coliformes a 35°C foram quantificados, utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 1 mL das diluições adequadas da amostra, em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST); os tubos foram incubados em estufa, a 35°C, por 48 horas. Foram considerados tubos positivos para coliformes a 35°, aqueles que apresentassem turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g. Os coliformes a 45°C foram quantificados usando-se, também, a técnica do NMP. As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, com auxílio de uma alça de repicagem para tubos, contendo o meio de cultura caldo *Escherichia coli* (EC), adicionados de tubos de Durhan. Os tubos foram incubados em banho-maria, a 45°C, por 48 horas e foram considerados positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em logaritmo decimal por grama (log NMP/g) (SILVA et al., 2007).

### **2.4.3 Determinação de *Salmonella* sp.**

Foram pesados 25 g de amostra e adicionados em erlenmeyers, contendo 225 mL de água tamponada, e incubados, a 37°C, por 18 horas. Posteriormente, realizou-se o enriquecimento da amostra utilizando os caldos Tetrionato e Rapaport, com incubação, a 37°C, por 24 horas. Para o plaqueamento, foi utilizado o meio Rambach, incubado a 37°C, por 24 horas. Colônias suspeitas foram isoladas e transferidas para tubos contendo ágar ferro tríplice açúcar (TSI) e ágar lisina de ferro (LIA), sendo incubados, a 37°C, por 24 horas e, posteriormente, submetidos à provas bioquímicas (SILVA et al., 2007).

### **2.4.4 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos e as leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se nas placas, alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Utilizou-se meio ágar batata dextrose (BDA), acidificado com ácido tartárico a 10% (p/v). As placas foram incubadas em estufa BOD, a 25°C, por cinco dias. Após esse período, foram realizadas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia, por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

### **2.4.5 Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos**

Os microrganismos aeróbios psicrotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se, nas placas alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Foi utilizado o meio ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa BOD, a 7°C, por 10 dias. Após esse

período, foram feitas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia, por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

## **2.5 Análise estatística**

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com fatorial 4x5 (4 doses de irradiação – controle; 0,1; 0,3 e 0,5 KGy e 5 tempos de armazenamento – 0; 2; 4; 6 e 8 dias) com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por uma bandeja com oito fatias do fruto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Foi realizada análise de variância com desdobramento das interações significativas e comparação de média pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SILVA; FERREIRA; BEARZOTI, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT)

Para a variável pH e AT verificou-se efeito significativo do tempo. Foi observado, durante o período de armazenamento, que o pH tendeu a um ligeiro acréscimo no 2º e 4º dia, com posterior declínio a partir do 6º dia.

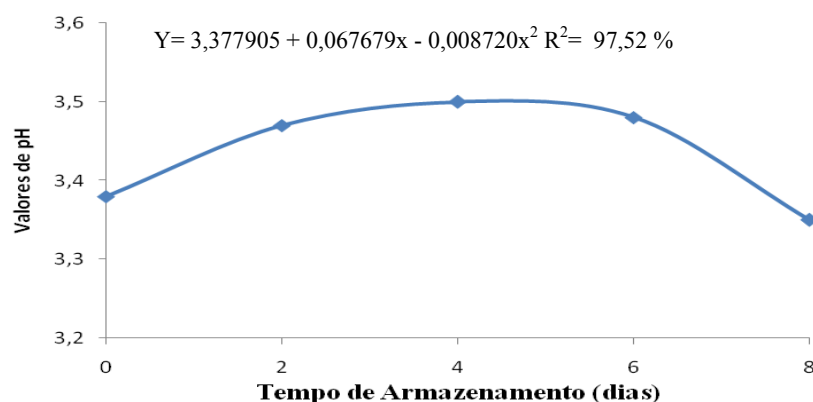


Gráfico 1 Valores médios de pH em Kiwis minimamente processados e irradiados em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

Calore e Vieites (2003) irradiaram pêssegos intactos com as doses 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 kGy e também observaram uma diminuição nos valores de pH, durante os 15 dias de armazenamento a 1°C.

O valor mínimo de pH encontrado para os tratamentos com irradiação foi de 3,35 e o máximo de 3,48. Leite (2006), trabalhando com abacaxi “Smoth Cayene” minimamente processado e irradiado com 2,0 kGy, em embalagem Pet e armazenamento a 8°C, encontrou valores de pH 4,01, valores esses superiores aos do presente trabalho, que também tenderam a decrescer com o armazenamento.

Femenia et al. (2009), estudando efeito da temperatura na parede celular de kiwi em diferentes estádios de amadurecimento encontraram valores de pH de 5,3. Valores esses superiores aos do presente trabalho.

O pH (potencial hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ), em um dado material. Portanto, para avaliar a verdadeira acidez do fruto é necessário determinar a quantidade de ácido presente por outros métodos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve efeito significativo da interação entre tempo de armazenamento e doses de irradiação para a variável sólidos solúveis. Os tratamentos com irradiação (controle, 0,1KGy, 0,3KGy e 0,5KGy) apresentaram uma estabilização nos teores de sólidos solúveis até o 8º dia de armazenamento, e a dose 0,3KGy apresentou redução nos teores de açúcares, no decorrer do armazenamento (Tabela 1).

A redução observada nos teores de SS justifica-se, provavelmente, pelo consumo de substrato no metabolismo respiratório dos kiwis minimamente processados.

Os teores de SS, por ocasião do processamento, foram em média 13ºBrix, concordando com Massantini e Kader (1995), que recomendaram que os kiwis devem apresentar o teor de SS em torno de 13,5 – 13,0 para a execução das etapas do processamento mínimo nesses frutos.

Pilon (2007), estudando a conservação de abacaxi minimamente processado, tratado com cloreto de cálcio, solução de glúten e radiação gama encontrou valores (10,40º a 13,67ºBrix).

Tabela 1 Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de kiwi minimamente processados submetidos ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	14,33aA	13,08aB	13,33aB	12,00aC	13,33aB
0,1 KGy	14,33aA	13,50aB	13,25aB	12,83aB	13,00aB
0,3 KGy	14,33aA	12,67aB	13,83aA	12,92aB	10,25cC
0,5 KGy	14,33aA	13,33aA	13,50aA	13,25aA	11,66bB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Houve efeito significativo do tempo para a variável AT, sendo que até o 4º dia de armazenamento observou-se um aumento nos valores de acidez, com posterior decréscimo.

Os ácidos orgânicos, com poucas exceções, tendem a diminuir com a maturação das frutas, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Juntamente com os açúcares, os ácidos orgânicos conferem os sabores característicos das frutas, que variam de acordo com a espécie (FIGUEIREDO, 2000).

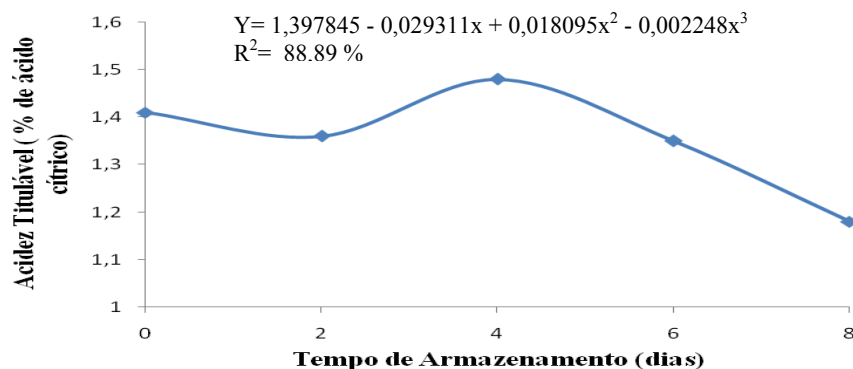


Gráfico 2 Valores médios de AT de kiwi minimamente processados e irradiados em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Segundo Wildman e Lugh (1981), o teor de ácidos totais do Kiwi varia de 1,0 a 1,5% de ácido cítrico. Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os valores observados por esses autores.

Heiffig, Del Aguila e Kluge (2006), caracterizando kiwi cv “Hayward” minimamente processado, encontraram valores entre 1,08% a 1,35% de ácido cítrico. Os dados de acidez do presente concordam com esse autor.

### **3.2 Firmeza**

A firmeza dos kiwis minimamente processados foi influenciada significativamente pelas doses de irradiação e tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ), isoladamente. Com base nos dados observados no Gráfico 3, pode-se notar que os kiwis minimamente processados perderam a firmeza da polpa ao longo do período de armazenamento.

A perda da consistência dos frutos durante o armazenamento é resultado da continuidade dos processos de maturação e amadurecimento (KADER, 1999). Vários autores já constataram que as menores doses de irradiação são as mais indicadas para manter-se as características de qualidade (FRATESCHI, 1999; THOMAS, 1986).

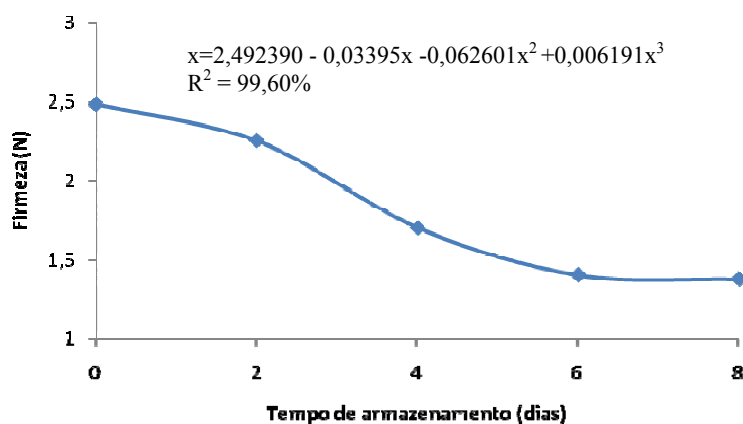


Gráfico 3 Valores médios de firmeza de kiwi minimamente processado e irradiado, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Heiffig, Del Aguila e Kluge (2006), observaram que kiwi “Hayward” minimamente processado apresentou uma perda da firmeza a partir do terceiro dia de avaliação, encontrando valores em torno 3,60N, valores esses superiores aos encontrados neste trabalho.

Em estudos realizados por Manoel e Vieites (2002), notou-se que, mamões minimamente processados apresentaram textura mais mole, com aumento da dose de irradiação.

Tabela 2 Valores médios de firmeza (N) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Firmeza
Controle	1,74 b
0,1 kGy	1,83 a
0,3 kGy	1,95 a
0,5 kGy	1,86 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

As concentrações de irradiação (0,1; 0,3 e 0,5 kGy) não diferenciaram estatisticamente entre si, porém apresentaram maiores valores quando comparadas com o controle (Tabela 2).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a textura é definida como o conjunto de propriedades do alimento, composto por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força.

Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor ou modificações na estrutura e composição da parede celular, pela ação de numerosas enzimas que ocorrem durante o amadurecimento dos frutos. Essas alterações ainda são mais intensas em frutas e hortaliças minimamente processadas nas quais, durante o processamento mínimo, ocorrem retiradas da casca e o corte, aumentando a taxa respiratória e a transpiração do produto.

### **3.3 Coloração da polpa**

Nos kiwis minimamente processados e irradiados, observou-se efeito significativo do tempo para os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$ . O valor  $L^*$  representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). O valor  $L^*$  apresentou um decréscimo acentuado até o 6º dia, com ligeiro aumento ao final do armazenamento, comprovando um escurecimento ou aparência de fruto translúcido durante esse período.

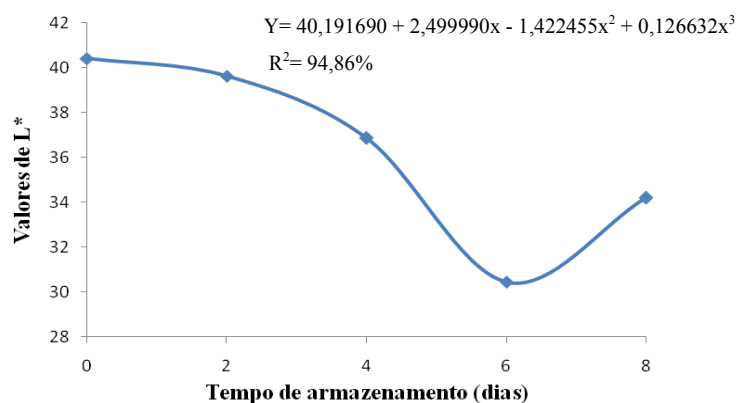


Gráfico 4 Valores médios de L\* em kiwi minimamente processado e irradiado em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

Iemma (2001), ao estudar a qualidade de diferentes doses de radiação gama na conservação de mandioquinha salsa minimamente processada e embalada a vácuo, observou um decréscimo no valor L\* durante o período estudado.

Pimentel (2007) também relatou um escurecimento de goiabas “Pedro Sato”, irradiadas a 0,15 KGy, 0,225 KGy, 0,450 KGy e 0,675 KGy.

Segundo Della Modesta (1989), a aparência é uma característica sensorial do alimento, composta de cor, brilho, tamanho e forma, sendo mais marcante o impacto visual causado pela cor. A cor está relacionada com a qualidade dos alimentos frescos, constituindo-se como primeiro critério aplicado para sua aceitação ou rejeição.

O valor a\* representa a variação do verde ao vermelho. Os valores de a\* das fatias de kiwi minimamente processado oscilaram ao longo do período de armazenamento. Do 2° ao 6° dia foi observado aumento mais acentuado seguido de decréscimo até o 8° dia.

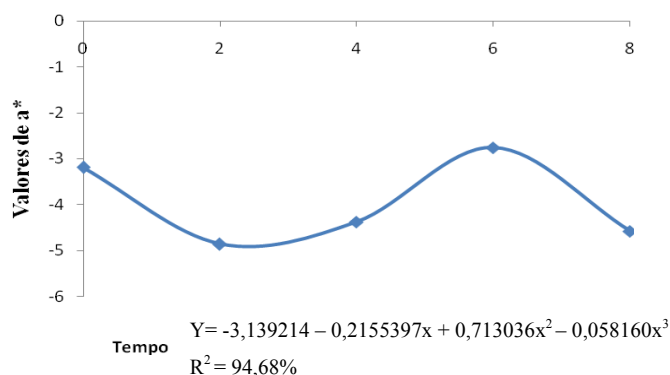


Gráfico 5 Valores médios de a\* de kiwi minimamente processado e irradiado em diferentes concentrações, armazenados a  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Femenia et al. (2009), estudando efeito da temperatura na parede celular de kiwi em diferentes estádios de amadurecimento, encontraram valores de L\* e a\* em torno de 44,1 e -10,4, respectivamente. Valores esses superiores aos do presente trabalho.

### 3.4 Vitamina C

O teor de vitamina C foi influenciado significativamente pela interação entre tratamento e tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Houve um aumento nos valores de vitamina C com a evolução do período de armazenamento (Tabela 2).

A variedade Hayward contém, normalmente, entre 65 mg (NISHIYAMA et al., 2004) e 80 mg (OKUSE; RYUGO, 1981; VISSER; BURROWS, 1983) de vitamina C por 100 g de fruto, com algumas exceções: 107 mg ácido L-ascórbico/ 100 g kiwi (CASTALDO et al., 1992). Esse teor de vitamina C confere ao kiwi um potencial antioxidante enorme, sendo, assim, um fruto bom para a saúde em geral.

Os valores de vitamina C deste trabalho estão de acordo com os encontrados por Castaldo et al. (1992), estudando a composição nutricional de kiwi italiano.

Segundo Cotter et al. (1991), o teor de ácido ascórbico pode variar grandemente dependendo da cultivar, maturidade, época do ano e o método de determinação do ácido ascórbico.

Tabela 3 Valores médios de vitamina C (mg/100g) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	87,35aA	40,15cC	33,29dD	61,48cB	85,32cA
0,1 KGy	87,35aC	95,60bB	83,60bC	86,54bC	118,02aA
0,3 KGy	87,35aC	96,85bB	71,46cD	90,74bC	107,90bA
0,5 KGy	87,35aC	112,69aA	114,24aA	104,60aB	102,07bB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

### 3.5 Teor de clorofila

O teor de clorofila foi influenciado pela interação entre as doses de irradiação e tempo de armazenamento. Com o tempo de armazenamento, os teores de clorofila total do controle e 0,5 KGy apresentaram ligeiro decréscimo com o armazenamento.

A partir do 6º dia de armazenamento as fatias de kiwi minimamente processadas e irradiadas com 0,1 KGy e 0,3 KGy apresentaram aumento nos teores de clorofila, quando comparadas com as fatias tratadas com 0,5 KGy e controle. Possivelmente, as doses de radiação aplicadas conferiram parcialmente ao kiwi minimamente processado a manutenção desse pigmento (Tabela 3).

Silva (2005), analisando as características de qualidade em abacaxi irradiado com doses de 100 e 150 Gy, e armazenamento a 12°C, encontrou resultados satisfatórios de coloração da casca e teores das clorofilas a, b e total na casca, quando comparado com controle.

Tabela 4 Valores médios de clorofila total (mg/100g) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	3,92aA	2,74aB	2,44aC	2,67bB	2,22bD
0,1 KGy	1,89dD	2,68aB	2,35aC	2,84aB	3,65aA
0,3 KGy	2,44cC	1,68bD	2,55aC	3,01aB	3,63aA
0,5 KGy	2,67bA	2,59aA	1,85bC	1,81cC	2,25bB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

### 3.6 Frutose, glicose e sacarose

Estes açúcares foram influenciados significativamente pela interação tratamento e tempo de armazenamento. Apresentaram resultados diferenciados quanto aos seus teores, com ligeiros decréscimos e posteriores aumento no decorrer do armazenamento.

Os carboidratos são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do peso seco total desses. Eles são importantes fontes de energia e compõem a parte estrutural das células (KAYS, 1991). Os carboidratos de menor peso molecular (açúcares mono e dissacarídeos) são compostos sólidos geralmente solúveis em água e cristalizáveis, o que pode levar a alteração da consistência e da retenção de água nos alimentos.

Segundo Wildman e Lugh (1981), o kiwi, quando maduro, contém cerca de 5,8% de frutose, 4,2% de glucose, 2,8% de sacarose, ficando o teor total de açúcares em torno de 12,8%. Os valores de frutose e glicose deste trabalho estão próximos aos encontrados por esse autor.

O sabor doce, em conjunto com mudanças de coloração e textura, é um dos principais parâmetros de qualidade dos frutos, sendo um dos mais exigidos pelos consumidores. Durante o amadurecimento, o adoçamento pode ser originado pelo acúmulo de sacarose originada pela fotossíntese, ou por hidrólise de carboidratos de reserva. Frutos não climatéricos são incapazes de sintetizar grandes quantidades de açúcares após a colheita, a não ser em proporções muito pequenas, como é o caso da laranja. Alguns frutos climatéricos, como a banana (CORDENUNSI; LAJOLO, 1995) e o kiwi (REDGWELL; HARKER, 1995) apresentam grandes quantidades de amido no fruto ainda verde, que são degradadas durante o amadurecimento, após a colheita, resultando em quantidades significativas de sacarose no fruto maduro.

Tabela 5 Valores médios de frutose, glicose e sacarose (%) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Frutose (%)					
Tempo de Armazenamento (dias)					
Tratamento	0	2	4	6	8
Controle	5,15aC	4,70cD	4,79bD	5,66aA	5,40aB
0,1 KGy	5,15aA	5,30aA	4,48cC	4,79bB	4,74bB
0,3 KGy	5,15aB	5,32aA	4,51cC	4,42cC	4,88bB
0,5 KGy	5,15aC	5,12bC	5,05aC	5,71aA	5,41aB
Glicose (%)					
Controle	4,93aA	3,86cC	4,28bB	5,05aA	4,99aA
0,1 KGy	4,93aA	4,88aA	4,34bC	4,33cC	4,63bB
0,3 KGy	4,93aA	4,68bB	3,94cD	3,80dE	4,36cC
0,5 KGy	4,93aA	4,98aA	4,53aB	4,92bA	4,98aA
Sacarose (%)					
Controle	0,57aA	0,50bB	0,46aC	0,55aA	0,56aA
0,1 KGy	0,57aB	0,75aA	0,23bE	0,48bD	0,53aC
0,3 KGy	0,57aA	0,49bB	0,48aB	0,41cC	0,49bB
0,5 KGy	0,57aA	0,24cB	0,15cC	0,00dD	0,00cD

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5% de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

### 3.7 Parede celular

Houve efeito significativo da interação tratamento e tempo de armazenamento para os componentes da parede celular. As doses de 0,3 e 0,5 KGy e controle apresentaram aumento nos teores de celulose, ao final do armazenamento em relação os demais tratamentos.

Foi possível observar para os valores de hemicelulose, que as fatias controle e tratadas com 0,1 e 0,5 KGy e as não tratadas decresceram com o armazenamento; sendo que a dose 0,3 KGy obteve o maior teor de hemicelulose. Para poliuronídeos, o tratamento controle e a dose 0,1 KGy apresentaram aumento acentuado no decorrer do armazenamento.

Tabela 6 Valores médios de celulose, hemicelulose e poliuronídeos (%) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Celulose (%)					
Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	26,57bC	25,29cC	31,20bB	34,75aA	33,23bA
0,1 KGy	31,51aC	38,86aA	34,90aB	21,91cD	23,37cD
0,3 KGy	28,35bB	26,01cC	29,23bB	31,50bA	31,72bA
0,5 KGy	29,48aB	30,14bB	29,79bB	30,30bB	38,93aA
Hemicelulose (%)					
Controle	12,28aA	9,63bC	10,12cC	10,86bB	7,33dD
0,1 KGy	11,41bB	12,56aA	13,12aA	10,50bC	9,13bD
0,3 KGy	11,34bA	9,25bB	9,19dB	11,83aA	11,65aA
0,5 KGy	9,19cC	12,55aA	11,35bB	9,54cC	8,21cD
Poliuronídeos (%)					
Controle	5,86dE	6,59bD	7,48cC	10,12bB	13,28aA
0,1 KGy	7,48cB	5,86cD	6,57dC	7,66cB	9,38bA
0,3 KGy	15,28aA	8,63aB	8,65bB	7,99cC	5,33dD
0,5 KGy	9,22bC	8,31aD	11,71aB	12,83aA	7,48cE

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

A hemicelulose é um grupo heterogêneo de polissacarídeos, constituído por açúcares neutros que se ligam à superfície da celulose. Elas podem formar correntes que reúnem microfibrilas de celulose em uma rede coesa ou podem funcionar como um revestimento deslizante, para impedir o contato direto entre microfibrilas (REDGWELL; FISCHER, 2002).

O amadurecimento é marcado por modificações textuais, associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, que culminam com a redução da firmeza. À medida que o fruto vai atingindo a sua maturidade, as substâncias pécticas da parede celular vão sendo solubilizadas, transformando a pectina insolúvel (protopectina) em pectina solúvel, resultando no amaciamento ou perda de firmeza da polpa. Esse amolecimento ocorre em razão da diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas, decorrentes da decomposição

da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (FACHIN, 2003).

No presente trabalho o teor de celulose alcançou 38,96% nos frutos, valores esses inferiores aos do tomate (51,54%), avaliado por Pires (2009).

### **3.8 Análises microbiológicas**

Considerando que, no país, ainda não existe uma legislação específica para os produtos minimamente processados, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde, estabelece, para frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, o limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7 ciclos log) de coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella*, em 25 g de produto.

Houve um acréscimo nas contagens de coliformes totais, termotolerantes, fungos filamentosos e aeróbios psicotróficos para o tratamento controle, ocorrendo uma multiplicação desses microrganismos durante o armazenamento refrigerado. A contagem de *Salmonella* foi ausente ao longo do armazenamento.

Bruno et al. (2005), trabalhando com mamão minimamente processado comercializado em Fortaleza, encontraram valores entre  $10^2$  e  $10^5$  UFC/g de fungos filamentosos e leveduras, valores próximos ao encontrados neste trabalho (Tabela 7).

Tabela 7 Contagem de fungos filamentosos e leveduras e microrganismos aeróbios psicrotróficos em kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$6,8 \times 10^1$	$3,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^3$
0,1KGy	< 10	< 10	$2,2 \times 10^2$
0,3KGy	< 10	< 10	< 10
0,5KGy	< 10	< 10	< 10
Microrganismos Aeróbios Psicrotrofos (log UFC/g)			
Controle	< 10	$1,25 \times 10^2$	$2,20 \times 10^3$
0,1KGy	< 10	< 10	$1,3 \times 10^2$
0,3KGy	< 10	< 10	< 10
0,5KGy	< 10	< 10	< 10
Fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$6,8 \times 10^1$	$3,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^3$
0,1KGy	< 10	< 10	$2,2 \times 10^2$
0,3KGy	< 10	< 10	< 10
0,5KGy	< 10	< 10	< 10
Microrganismos Aeróbios Psicrotrofos (log UFC/g)			
Controle	< 10	$1,25 \times 10^2$	$2,20 \times 10^3$
0,1KGy	< 10	< 10	$1,3 \times 10^2$
0,3KGy	< 10	< 10	< 10
0,5KGy	< 10	< 10	< 10

Vieites et al. (2001), trabalhando com mamão minimamente processado e irradiado, observaram nas testemunhas que a contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos aumentaram de  $> 50$  para  $15 \times 10^6$  UFC/g durante o período de armazenamento (10 dias).

Bruno et al. (2005), avaliando o mamão minimamente processado comercializado em Fortaleza, encontraram valores maiores quando comparados a este trabalho, variando entre  $10^7$  e  $10^8$  UFC/g. As maiores contagem de microrganismos neste trabalho foram encontrados no tratamento controle, e para os demais tratamentos, todos estão dentro da legislação brasileira.

Segundo Silva e Gandra (2001), a presença desse microrganismo é muito importante pelas seguintes razões: sua presença em produtos processados pode indicar deficiência de processamento ou condições higiênicas inadequadas do processo; suas enterotoxinas, uma vez presente no alimento, poderão causar intoxicação alimentar. Essa bactéria tem sido isolada na região nasal, mãos e orofaringe de manipuladores em diversos estabelecimentos e áreas de produção industrial (HOBBS; ROBERTS, 1999), o que indica a sua possível presença durante a manipulação de produtos minimamente processados.

Tabela 8 Contagem de coliformes totais, termotolerantes e *Salmonella SP* kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com irradiação, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Coliformes Totais (log NMP/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$2,1 \times 10^2$	$3,6 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$
0,1KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,3KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,5KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Coliformes Termotolerantes (log NMP/g)			
Controle	$2,1 \times 10^1$	$2,4 \times 10^2$	$9,3 \times 10^3$
0,1KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,3KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,5KGy	< 0,3	< 0,3	< 0,3
<i>Salmonella sp</i> (log NMP/g)			
Controle	ausência	ausência	Ausência
0,1KGy	ausência	ausência	Ausência
0,3KGy	ausência	ausência	Ausência
0,5KGy	ausência	ausência	Ausência

Berbari, Paschoalino e Silveira (2001) consideram elevadas as contagens de coliformes a  $35^{\circ}\text{C}$  acima de  $10^3$  NMP/g. Tendo em vista que produtos minimamente processados já deveriam ter sofrido algum tipo de assepsia (como lavagem em água corrente, e/ou sanificação), contagens elevadas de coliformes totais podem indicar processamento em condições higiênicas insatisfatórias. No presente trabalho, somente nas fatias de kiwi não irradiadas foi observado aumento do coliforme  $35^{\circ}\text{C}$ .

O índice de coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$  é empregado como indicador de contaminação fecal, visto presumir-se que a população desse grupo é constituída

principalmente de *E. coli*, que tem seu habitat exclusivamente no trato intestinal (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

As análises de coliformes a 35°C e 45°C e a pesquisa de *Salmonella sp.* foram realizadas com o objetivo de verificar a qualidade e a segurança microbiológica dos kiwis minimamente processados, com base no padrão microbiológico especificado pela pertinente resolução, considerando-se, ainda, coliformes como microrganismos indicadores. Estes, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal e sobre a provável presença de patógenos.

Neste trabalho houve ausência de *Salmonella sp.*, indicando que este experimento foi conduzido dentro dos padrões de higiene e segurança alimentar (Tabela 8).

#### **4 CONCLUSÕES**

Sob as condições experimentais estudadas pode-se concluir que as fatias de kiwis, minimamente processadas e irradiadas, encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente quanto aos padrões microbiológicos. Os tratamentos com irradiação mantiveram os teores de vitamina C, frutose, glicose, contudo, a irradiação proporcionou um ligeiro escurecimento das fatias de kiwi minimamente processadas e uma perda de firmeza, ocasionando um amaciamento nessas fatias.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry**. 17<sup>th</sup> ed. Washington, 2002. 1410 p.
- BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p. 197-201, maio/ago. 2001.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 5, n. 4, p. 330-334, 1962.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/>>. Acesso em: 16 nov. 2010.
- BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits e vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n.1, p. 18-22, 1995.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, New York, v. 2, p. 241-249, Apr. 1963.
- BRUNO, L. M. et al. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processados comercializados em Fortaleza (CE). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 75-84, jan./jul. 2005.
- BURNS, J. K. Lightly processed fruits and vegetables: Introduction to the Colloquium. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 14-17, 1995.
- CALORE, L.; VIEITES, R. L. Conservação de pêssegos ‘Biuti’ por irradiação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 53-57, dez. 2003. Suplemento.
- CASTALDO, D. et al. Composition of italian kiwi (*Actinidea chinensis*) puree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 4, p. 594-598, 1992.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Starch breakdown during banana ripening: Sucrose Synthase and Sucrose Phosphate Synthase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 2, p. 347-351, 1995.

COTTER, R. L. et al. A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 66, n. 3, p. 291-300, May/Apr. 1991.

DELLA-MODESTA, R. C. **Análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1989. 72 p.

DI RIENZO, C. A importância das câmaras frias na hortifruticultura. **Tecnologia da Refrigeração**, São Paulo, n. 5, p.16-22, 2001.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

EHLERMANN, D. A. E. Food irradiation: In: SPIESS, W. E. L.; SCHURBERT, H. Engineering and food: preservation processes and related techniques. **Applies Science**, London, v. 2, p. 760-773, 1990.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39-45, jun. 1991.

FACHIN, D. **Temperature and pressure inactivation of tomato pectinases: a kinetic study**. 2003. 133 f. Proefschrift (Doctorats in de Toegepaste Biologische Wetenschappen door) - Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 2003.

FANTUZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 207-211, abr./jun. 2004.

FEMENIA, A. et al. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. **Food Science and Technology**, London, v. 42, p. 106-112, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

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 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FOOD IRRADIATION. **A guidebook:** agriculture service division. 2. ed. Rome: FAO, 1996. 232 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FRATESCHI, P. W. B. **Radiação gama com 60 cobalto na conservação pós-colheita de goiaba branca.** 1999. 141 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

HEIFFIG, L. S.; DEL AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Caracterização físico-química e sensorial de frutos de kiwi minimamente processado armazenados sob refrigeração. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 8, n. 1, p. 26-32, jul. 2006.

HOBBS, S. J.; ROBERTS, D. **Higiene y toxicología de los alimentos.** 3. ed. Zaragoza: Acribia, 1999. 478 p.

IEMMA, J. **Efeito da radiação gama na conservação da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) minimamente processada e embalada a vácuo.** 2001. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 181 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS METHOD (ICMSFM). **Microorganisms in foods.** 2<sup>nd</sup> ed. Toronto: University of Toronto, 2000. 436 p.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION . **Fresh production**. Disponível em: <www.fresh-cuts.org>. Acesso em: 29 out. 2009.

KADER, A. A. Fruit maturity ripening on quality relationships. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 485, p. 203-208, 1999.

KÄFERSTEIN, F. K.; MOY, G. G. Public health aspects of food irradiation. **Journal of Public Health Policy**, Burlington, v. 14, n. 2, p. 149-163, 1993.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

LEITE, D. T. S. **Avaliação dos efeitos da radiação gama na qualidade do abacaxi (Ananas comosus (L.) Meer) cv. Smooth Cayenne minimamente processado, armazenado em diferentes temperaturas e embalagens**. 2006. 91 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MANOEL, L.; VIEITES, R. L. Radiação gama na conservação de mamões minimamente processados, armazenados sob refrigeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., Porto Alegre, 2002. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. p. 1987-1990.

MASSANTINI, R.; KADER, A. A. Conservazione e mantenimento qualitativo delle fette di kiwi. **Industrie Alimentari**, Piemonte, v. 34, p. 357-360, 1995.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’: avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 409-413, 2003.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Tokio, 1994. 49 p.

MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of “Keit” and “Tomy Atkins” mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Tokio, v. 117, n. 6, p. 914-924, Dec. 1992.

NISHIYAMA, I. et al. Varietal differences in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other Actinidia species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 17, p. 5472-5475, 2004.

OKUSE, I.; RYUGO, K. Compositional changes in the developing 'Hayward' kiwifruit in California. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 1, p. 73-76, Jan./Feb. 1981.

PILON, L. **Conservação de abacaxi minimamente processado utilizando como coadjuvantes cloreto de cálcio, película comestível e radiação gama**. 2007. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PIMENTEL, R. M. A. **Qualidade pós-colheita da goiaba vermelha (Psidium guajava L.) submetida ao tratamento quarentenário por irradiação gama**. 2007. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PIRES, C. R. F. **Transformações químicas, físicas e bioquímicas de tomates submetidos à aplicação de ácidos húmicos e cultivados em diferentes substratos orgânicos**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

REDGWELL, R. J.; HARKER, R. Softening of kiwifruits discs: effect of inhibition of galactose loss from cell walls. **Phytochemistry**, Oxford, v. 39, n. 6, p. 1319-1323, 1995.

REDGWELL, R. R.; FISCHER, M. Fruit texture, cell wall metabolism and consumer perception. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Sheffield: Sheffield Academic, 2002. p. 152-500.

ROSA, O. O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. 2002. 202 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SCOTT, F. W. HPLC determination of carbohydrates in foods. In: NOLLET, L. M. L. **Food analysis by HPLC**. New York: M. Dekker, 1992. p. 259-74.

SILVA, E. C.; FERREIRA, D. F.; BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 687-696, jul./set. 1999.

SILVA, J. M. **Efeitos da radiação gama ( $^{60}\text{Co}$ ) na conservação pós-colheita do abacaxi cv. Smooth Cayene.** 2005. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

SILVA, W. P.; GANDRA, E. A. Estafilococos coagulase positiva: patógenos de importância em alimentos. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 122, p. 32-40, 2001.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas:** métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

THOMAS, P. Radiation preservation of feed of plant origin: subtropical fruits: citrus, grapes and avocados. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 24, n. 1, p. 53-89, 1986.

URBAIN, W. M. **Food irradiation.** London: Academic, 1986. p. 170- 215.

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 44-52.

VIEITES, R. L. et al. Avaliação da contaminação microbiana do mamão minimamente processado e irradiado. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 65-70. mar. 2001.

VISSER, F. R.; BURROWS, J. K. **Composition of New Zealand foods:** characteristic fruits and vegetables. New Zealand: Department of Science and Industrial Research, 1983. (DSIR Bulletin, 235).

WILDMAN, T.; LUGH, B. S. Effect of sweetener types on quality and composition of canned kiwi nectars. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 2, p. 387-390, 1981.

### CAPÍTULO 3

#### **Efeito do ozônio na conservação do kiwi minimamente processado, armazenado sob refrigeração**

#### **RESUMO**

A tecnologia de produtos minimamente processados tem sido uma alternativa de viabilização, redução de perdas e agregação de valor aos produtos hortícolas. Propõe-se, neste trabalho, o estudo da associação de tecnologias no processamento mínimo do Kiwi, com o uso do ozônio e armazenamento sob refrigeração, visando inibir o crescimento microbiano e desacelerar a senescência do Kiwi e preservar o valor nutricional e a vida útil do produto. Os frutos foram adquiridos no Ceasa, Contagem-MG, transportados para o Laboratório Pós-Colheita do Departamento Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Esses foram selecionados, lavados, sanificados e embalados para posterior transporte para a Universidade de Alfenas (UNIFENAS), onde foram submetidos ao tratamento de ozônio por 5, 10 e 20 minutos. Retornando novamente para a UFLA, foram armazenados sob refrigeração para posteriores análises. Avaliaram-se pH, sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza, coloração da polpa, vitamina C, frutose, glicose, sacarose e análises microbiológicas. A firmeza e a coloração da polpa decresceram no decorrer do armazenamento. O teor de vitamina C aumentou no tratamento controle e 5 minutos ao final do armazenamento. Os teores de frutose e glicose foram afetados com a aplicação do ozônio, proporcionando uma redução nesses teores. As condições microbiológicas foram mantidas, sendo detectada contaminação microbiana somente no tratamento controle.

Palavras-chave: *Actinidia chinensis Planch.* Processamento mínimo. Ozônio.

## ABSTRACT

The minimally processed technologies products were alternative viability and the reduction of losses and aggregation of value to the hortícolas products. With this, the present work considers the study of the association of technologies in the minimally processed of the Kiwi, with the use of ozone and storage under refrigeration, aiming at to inhibit the microbiano growth and to decelerate of senescence the Kiwi, preserved, also, the nutricional values and shelf life of product. The fruits were acquired in the local commerce of Cultivate, MG, and selected according to the degree of maturation, size, color and no injury. Later, were transported to the Laboratories of Postharvest Physiology of Fruits. These were selected, washed, sanitizados and packed for posterior transport for the University of Alfenas (UNIFENAS), where, this were submitted to the ozone treatment for 5, 10 and 20 minutes. Returning again for UFLA, these were stored under refrigeration for analyses posterior. Evaluated pH, soluble solids, acidity, firmness, color (L\* and a\*), vitamin C, fructose, glucose, sacarose and microbiological analysis. The firmness and color decreased during the storage. The values of vitamin C maintained unstable. The microbiological conditions were maintaining, being not detected contamination microbiana.

Keywords: *Actinidia chinensis Planch.* Fresh cut. Ozone.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade vem buscando novos produtos que atendam às suas necessidades, tanto na qualidade quanto na praticidade. Na área dos alimentos, principalmente no que se refere às frutas e hortaliças, observa-se, além das exigências comuns aos demais produtos, uma preocupação crescente com a sanidade e o valor nutritivo desses, ressaltando sua aparência e características sensoriais ideais. Essas exigências dos consumidores aliadas à busca por alimentos que mantenham seu frescor característico tem contribuído para o mercado emergente dos produtos minimamente processados.

A conservação de produtos vegetais minimamente processados torna-se crítica exatamente em virtude das injúrias mecânicas causadas nos tecidos pelas operações de descasque e corte. O que leva à aceleração do metabolismo, aumento na taxa respiratória e produção de etileno e conseqüente decréscimo da vida útil do alimento, pois o produto injuriado amadurece mais rapidamente, tornando-se mais susceptível ao ataque de microrganismos. Os fatores que determinam a qualidade desses produtos estão relacionados com sua composição química e segurança (DURIGAN et al., 2002).

A microbiologia é fator essencial na avaliação da qualidade de alimentos minimamente processados, sendo necessário considerar as conseqüências de todas as práticas envolvidas na produção, processamento, armazenamento e distribuição desses produtos, para estabelecer os riscos de contaminação por patógenos passíveis de causar danos à saúde do consumidor (ROSA et al., 2001). A degradação da qualidade dos produtos minimamente processados e refrigerados, implicam na perda de umidade, danos mecânicos, alteração microbiana e mecanismos catalíticos dos tecidos (WILEY, 1997).

Em 1997, o ozônio foi reconhecido oficialmente como agente sanificante seguro de alimentos, o que ampliou o seu potencial de aplicação no

tratamento pós-colheita de frutas, hortaliças e grãos. Por seu alto poder oxidativo e sua maior rapidez de ação, o ozônio é um agente bactericida potente, além de inativar fungos, leveduras e vírus. Outra vantagem é que ele não deixa resíduos, haja vista sua capacidade de autodecompor-se em oxigênio molecular ( $O_2$ ).

O ozônio ( $O_3$ ) é um gás que figura como o mais potente oxidante dos agentes sanitizantes usados atualmente, sendo um antimicrobiano poderoso e de amplo espectro de ação, ativo contra todas as formas de microrganismos em concentrações relativamente baixas (KHADRE; YOUSEF; KIM, 2001). O ozônio é uma molécula formada pela adição de um átomo de oxigênio ao oxigênio molecular. É gerado comercialmente pela transformação do  $O_2$ , por meio de uma descarga elétrica tornando-se uma molécula muito reativa e instável. Por isso, degrada-se rapidamente retornando ao  $O_2$  e lançando um átomo de oxigênio livre, o qual combina com outro oxigênio livre para formar outro  $O_2$  ou reage com outras partículas químicas, oxidando-as (GUZEL-SEYDIM; BEVER JÚNIOR; GREENE, 2004). A autodecomposição do ozônio torna-o vantajoso em virtude de não deixar resíduos nos alimentos e não ser poluente para o ambiente.

Assim, o emprego de ozônio, como alternativa de sanitização de frutas e hortaliças, em pós-colheita, apresenta potencial para o atendimento das normas de produção integrada e orgânica, as quais preconizam preferencialmente os métodos físicos e biológicos nessa etapa da cadeia produtiva (BRASIL, 2008).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de ozônio nas características físicas, químicas e microbiológicas em kiwi minimamente processado.

## **2 MATERIAL E METÓDOS**

### **2.1 Obtenção dos frutos e montagem do experimento**

Os frutos utilizados neste experimento foram kiwis da cultivar “Hayward”, provenientes do Ceasa - Contagem (MG). Transportados para Lavras e para o Laboratório Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Inicialmente, os frutos foram lavados com detergente neutro em água corrente para a retirada do calor de campo e de sujidades da superfície. Foram, então, novamente selecionados quanto à maturação, à uniformidade de tamanho e cor, sanidade, ausência de defeitos, injúrias, cortes e abrasões. Sanitizados com hipoclorito de sódio  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Os frutos foram descascados manualmente, com posterior corte em fatias transversais, utilizando-se facas afiadas para minimizar a agressão do corte. Posteriormente, foram acondicionados em embalagens rígidas de polipropileno e tampados com o mesmo material. Os frutos foram acondicionados em caixas de isopor de volume de 100 litros com gelo, hermeticamente fechadas e transportadas para o Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos, Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas-MG.

Durante o experimento as fatias de kiwi foram colocadas em uma cuba ultrassônica, em aço inoxidável, marca Sercon, modelo USC 5080, com frequência de 37 kHz e temperatura ambiente, cobertas com água até o volume de 10 L e, no fundo da cuba, foi colocado um difusor de ozônio, acoplado à extremidade de saída do gerador de ozônio, com a finalidade de produzir bolhas finas para facilitar a ação do gás. Em seguida, o gerador foi acionado com

frequente agitação da amostra, uma vez que a concentração de ozônio é maior quando próxima do difusor. Durante o experimento, alíquotas da água do sistema foram coletadas e analisadas quanto ao teor de ozônio. Cada tratamento foi retirado de acordo com o período proposto.

As mesmas condições foram utilizadas para os frutos controle, no intuito de provocar os mesmos estresses causados pela viagem, porém, esses frutos não foram tratados.

Após submeter os frutos aos tratamentos, os mesmos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento Ciência dos Alimentos da UFLA. Os kiwis minimamente processados foram imediatamente armazenados em câmara fria, à temperatura de  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\pm 5\%$  UR, por 8 dias e as avaliações foram realizadas nos períodos de 0, 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial  $4\times 5$ , correspondente a quatro tempos de exposição (controle; 5, 10 e 20 minutos) e cinco tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias). Cada parcela experimental foi composta por três embalagens.

## **2.2 Análises físicas e químicas**

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento Ciência dos Alimentos da UFLA e na Embrapa – CTAA, no Rio de Janeiro.

### **2.2.1 Preparo das amostras**

Inicialmente, foram realizadas as determinações de cor e firmeza em partes distintas do kiwi minimamente processado em rodela. Posteriormente, amostras de 10g de cada produto foram retiradas e, em seguida, feita a homogeneização, em 50 mL de água destilada, utilizando-se um politron. O homogenato foi filtrado em tecido de organza, sendo utilizado o filtrado para a determinação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. Amostras foram congeladas em nitrogênio líquido, para a realização das demais análises.

#### **2.2.1.1 pH, sólidos solúveis e acidez titulável**

As análises de pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) foram realizadas em homogenato filtrado, após trituração da polpa do fruto em homogeneizador de tecidos na proporção 1:5 (10 g da polpa diluídos em 50 mL de água destilada). A determinação de AT (% de ácido málico) foi realizada por titulação com solução de NaOH 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Tecnal (Tec 3MP), segundo a Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2002). Os SS foram determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro digital Atago PR-100, com compensação de temperatura automática a 25°C (AOAC, 2002).

#### **2.2.1.2 Firmeza**

A firmeza foi determinada em três pontos da superfície da fatia de kiwi, com o auxílio de um texturômetro modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda P/3N, que mediu a força de penetração dessa nos frutos, à velocidade de 5mm/s e

distância de penetração de 5 mm, valores esses previamente fixados. Foi utilizada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza do kiwi foi expressa em Newton (N).

### **2.2.1.3 Coloração**

Determinou-se a coloração com o auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D<sub>65</sub> e no sistema CIE L\* e a\*. A coordenada L\* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a\* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente. As leituras foram feitas em três pontos aleatórios das rodela do fruto de cada repetição.

### **2.2.1.4 Vitamina C**

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

### **2.2.1.5 Frutose, glicose e sacarose**

A identificação e a quantificação dos açúcares (glicose, frutose sacarose) foram realizadas por cromatografia em fase líquida, HPLC (High Performance Liquid Chromatography). A coluna utilizada foi a HPX 87P e a pré-coluna 125-0119, ambas da marca BIORAD (SCOTT, 1992). A vazão da fase móvel foi de 0,8 mL.min<sup>-1</sup> e a temperatura da coluna de 80°C. Na fase móvel, utilizou-se água

desmineralizada, deionizada e filtrada a 0,22 mm. O tempo de retenção foi de 15 minutos.

### **2.3 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo International Commission on Microbiological Specification for Foods Method - ICMSFM (1983) e Silva et al. (2007).

#### **2.3.1 Preparo das amostras**

Amostras de 25g de cada produto foram retiradas e, em seguida, foi feita a homogeneização, em 225 mL de água peptonada 1% (p/v) esterilizada e realizadas diluições decimais em séries consecutivas, para proceder às análises microbiológicas. Todos os tratamentos foram homogeneizados em liquidificador doméstico, durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%). Em seguida, foram feitas as diluições para a inoculação nos diferentes meios de cultura utilizados (SILVA et al., 2007).

#### **2.3.2 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C**

Os coliformes a 35°C foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST); os tubos foram incubados em estufa, a 35°C, por 48 horas. Foram

considerados tubos positivos para coliformes a 35°C aqueles que apresentassem turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g. Os coliformes a 45°C foram quantificados usando-se, também, a técnica do NMP. As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, com auxílio de uma alça de repicagem para tubos, contendo o meio de cultura caldo *Escherichia coli* (EC), adicionados de tubos de Durhan. Os tubos foram incubados em banho-maria, a 45°C, por 48 horas e foram considerados positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em logaritmo decimal por grama (log NMP/g) (SILVA et al., 2007).

### **2.3.3 Determinação de *Salmonella* sp.**

Foram pesados 25 g de amostra e adicionados em erlenmeyers contendo 225 mL de água tamponada, e incubados, a 37°C, por 18 horas. Posteriormente, realizou-se o enriquecimento da amostra, utilizando-se os caldos tetrionato e rapaport, com incubação, a 37°C, por 24 horas. Para o plaqueamento, foi utilizado o meio Rambach, incubado a 37°C, por 24 horas. Colônias suspeitas foram isoladas e transferidas para tubos contendo ágar ferro tríplice açúcar (TSI) e ágar lisina de ferro (LIA), sendo incubados, a 37°C, por 24 horas e, posteriormente, submetidos a provas bioquímicas (SILVA et al., 2007).

### **2.3.4 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos e as leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando nas placas alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Utilizou-se meio ágar batata dextrose (BDA), acidificado

com ácido tartárico a 10% (p/v). As placas foram incubadas em estufa BOD, a 25°C, por cinco dias. Após esse período, foram realizadas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

### **2.3.5 Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos**

Os microrganismos aeróbios psicrotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se nas placas alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Foi utilizado o meio ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa BOD, a 7°C, por 10 dias. Após esse período, foram feitas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia, por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

## **2.4 Análise estatística**

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com fatorial 4x5 (4 tempo de exposição ao ozônio – controle; 5; 10 e 20 minutos e 5 tempos de armazenamento – 0; 2; 4; 6 e 8 dias), com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por uma bandeja com oito fatias do fruto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Foi realizada análise de variância com desdobramento das interações significativas e comparação de média pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SILVA; FERREIRA; BEARZOTI, 1999).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análises físicas e químicas**

Foram realizadas as seguintes análises.

##### **3.1.1 pH, sólidos solúveis e acidez titulável**

Para a variável pH observou-se efeito significativo do tempo nos valores, porém não houve ajuste do modelo estatístico, obtendo uma média geral de 3,26.

Holtz (2006), avaliando a aplicação de ozônio e de revestimentos comestíveis em morangos minimamente processados encontrou valores de pH em torno de 3,42 durante a estocagem a 5°C, contudo, Heiffig, Del Aguila e Kluge (2006), caracterizando kiwis minimamente processados em fatias encontrou valores de pH semelhantes aos do presente trabalho (3,32).

Observou-se interação entre tempo de armazenamento e tratamento para sólidos solúveis. Os tratamentos com ozônio apresentaram variações nos teores de SS no decorrer do armazenamento (Tabela 1). Os kiwis sem tratamento com ozônio e as aplicações de 5 e 10 minutos apresentaram maiores teores de SS, quando comparados com a aplicação de 20 minutos.

Tabela 1 Valores médios de sólidos solúveis (° Brix) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	10,00aC	11,42aB	11,17aB	11,42aB	12,67aA
5'	10,00aB	10,42bB	9,50bB	10,17bB	11,50bA
10'	10,00aA	9,36bA	9,33bA	9,25cA	10,17cA
20'	10,00aA	9,92bA	9,00bB	8,83cB	9,00dB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Os teores de SS compreendem, principalmente, os açúcares, sendo seu maior teor dependente do estágio de maturação do fruto, aumentando durante a maturação pela biossíntese de mono e dissacarídeos, ou degradação de polissacarídeos (COOMBE, 1976). Uma das principais transformações que ocorrem na maturação de frutos é o acúmulo de açúcares, podendo os mesmos serem derivados diretamente da seiva importada pelo fruto, antes ou concomitantemente à degradação do amido, tendo efeito direto no desenvolvimento da qualidade comestível plena do fruto, em especial com o aumento no grau de doçura (BIALE; YOUNG, 1964).

Esta tendência de elevação no final do armazenamento, em todos os tratamentos pode ser devida a processos de desidratação com a concentração de sólidos solúveis.

As diferenças para os valores de sólidos solúveis determinados nas diversas pesquisas podem ser atribuídas às condições distintas de clima, solo, posição do fruto na planta e estágio de maturação do fruto.

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem se encontrar na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila, etc.) e os ácidos fracos livres, na presença de seus sais de potássio, apresentam pequena variação no pH, em função do equilíbrio estabelecido no sistema. Na célula, esses ácidos encontram-se associados com seus sais de potássio e constituem sistemas

tampões, que têm importante papel, particularmente na regulação da atividade enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para a variável acidez titulável verificou-se influência da interação entre tratamento com ozônio e tempo de armazenamento. Foi observado durante o período de armazenamento que a AT tendeu a diminuir em todos os tratamentos. (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios de acidez titulável (% de ácido cítrico) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	1,60aA	1,19aB	1,09aB	1,15aB	1,21aB
5'	1,60aA	1,13aB	0,98bC	1,09aB	1,05bC
10'	1,60aA	1,04bB	0,96bC	0,96bC	1,07bB
20'	1,60aA	1,04bB	0,85cC	0,96bB	0,85cC

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Esta redução nos teores de acidez para o kiwi, possivelmente, esteja relacionada ao grau de injúria por parte do processamento mínimo, que desencadeia uma maior atividade do sistema de reparo celular; reparo exigente em um maior consumo de energia metabólica, sendo esta proveniente da queima de açúcares, ácidos e proteínas no processo metabólico.

### 3.2 Firmeza

Houve efeito significativo do fator tempo de armazenamento para a variável firmeza. Pôde-se observar que os kiwis minimamente processados apresentaram decréscimo acentuado no decorrer do armazenamento para firmeza da polpa.

Vários estudos concluíram que a parede celular é a principal responsável pela integridade e textura dos tecidos. Mudanças ocorridas em seus componentes, via enzimas, durante o amadurecimento do fruto, provocam o seu amolecimento e conseqüentemente sua senescência (BARNAVON et al., 2000; LIMA et al., 2000; NUNAN et al., 1998).

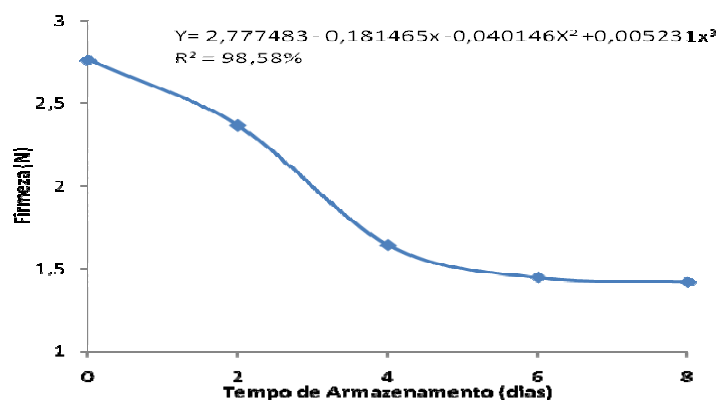


Gráfico 1 Valores médios de firmeza de kiwi minimamente processado e submetido a ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

A perda da firmeza nos kiwis minimamente processados pode ser atribuída à degradação de componentes da parede celular, principalmente as pectinas, em função da ação de enzimas específicas como a poligalacturonase (MANNING, 1993).

Femenia et al. (2009), estudando o efeito da temperatura na parede celular de kiwi em diferentes estádios de amadurecimento encontraram valores de firmeza em torno de 21,2 N. Manolopoulou e Papadopoulou (1998), estudando o efeito da respiração e mudanças físico-químicas de quatro cultivares de kiwi obteve valores de firmeza de 19,0 a 5,7 lb ao longo de 17 semanas de armazenamento. Os valores dos autores citados estão superiores aos do presente trabalho.

### 3.3 Coloração da polpa

Para a variável  $L^*$  houve efeito significativo do tempo de armazenamento e tratamento, isoladamente.

Os principais pigmentos presentes em frutas e hortaliças responsáveis pela coloração pertencem a diferentes tipos de substâncias químicas agrupadas em quatro classes distintas: clorofilas, carotenóides (carotenos, licopeno e xantofilas), flavonóides (antocianinas) e betalainas, essas últimas de distribuição muito limitada. Com a evolução do amadurecimento, há a degradação da clorofila e o desmascaramento e/ou síntese de outros pigmentos, principalmente carotenóides e antocianinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O valor  $L^*$  representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). Analisando-se o parâmetro cor do fruto constatou-se que o valor  $L^*$  tende a diminuir no decorrer do armazenamento, sofrendo um ligeiro acréscimo no 6º dia com posterior decréscimo (Gráfico 2).

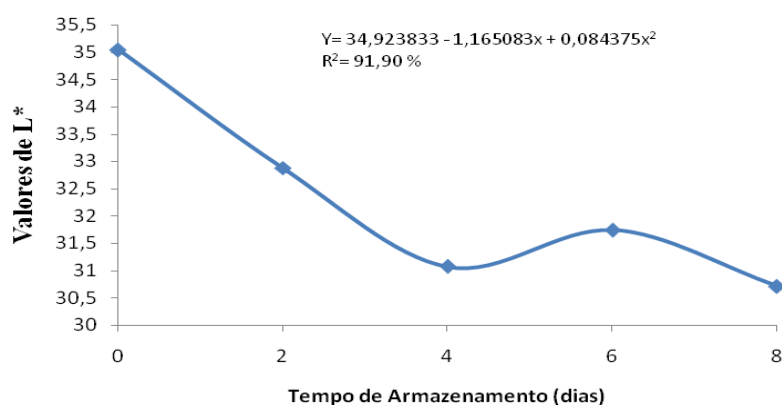


Gráfico 2 Valores médios de  $L^*$  kiwi minimamente processado e submetido a ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Tabela 3 Valores médios de L\* de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Valor L*
Controle	34,33 a
5'	32,84 a
10'	31,26 b
20'	30,72 b

Médias seguidas de mesma letra na linha na coluna representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Os tratamentos controle e 5 minutos com ozônio apresentaram os maiores valores de L\*, não diferindo significativamente entre si. Porém sendo estatisticamente diferentes dos tempos de 10 e 20 minutos de exposição ao ozônio (Tabela 4).

O valor a\* corresponde à variação do verde ao vermelho. Para a variável a\* houve efeito significativo apenas do fator tempo de armazenamento. No presente trabalho foi verificado um aumento destes valores do 2° até o 6° dia de armazenamento (Gráfico 3).

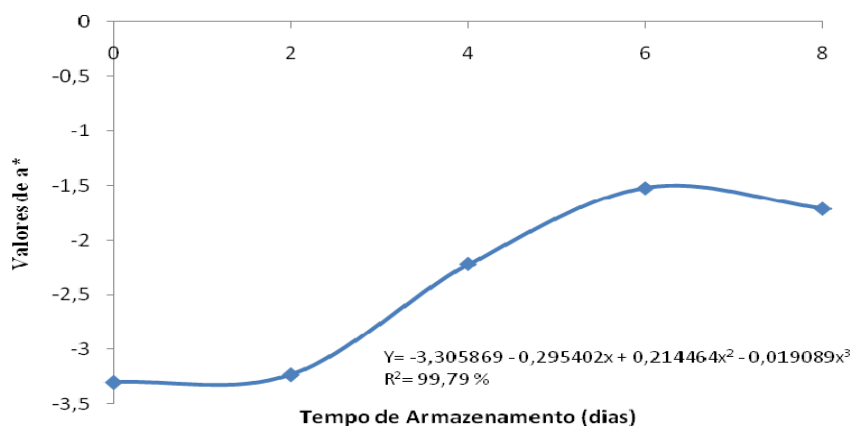


Gráfico 3 Valores médios de a\* de kiwi minimamente processado e submetido a ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

### 3.4 Vitamina C

A vitamina C sofreu efeito da interação entre tratamento e tempo de armazenamento. O tratamento controle apresentou um decréscimo até 4º dia, com posterior aumento e em seguida um ligeiro decréscimo quanto aos teores dessa vitamina (Tabela 5).

Tabela 4 Valores médios de vitamina C (mg/100g) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	87,43aB	80,32aC	65,21bD	117,99aA	91,92aB
5'	87,43aB	57,62cD	71,75aC	95,14bA	89,20aB
10'	87,43aB	69,40bC	71,52aC	97,53bA	82,36bB
20'	87,43aA	61,69cC	56,23cC	90,95bA	77,77bB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

O decréscimo no teor de vitamina C dos tratamentos 10 e 20 minutos pode estar associado com a degradação de ácido orgânicos, dentre os quais o ácido ascórbico, durante o processo natural de maturação e senescência (GARCIA; MARTINO; ZARITZKY, 1998). Segundo Matsumoto et al. (1983), o teor de vitamina C pode variar entre 30 a 110mg por 100 g de fruto.

Allende et al.(2007), estudando combinação de tratamentos com ozônio na vida útil de morangos pós-colheita, observou uma perda de valor nutricional com decréscimo no teor de vitamina C e compostos fenólicos, durante o período de armazenamento.

Manolopoulou e Papadopoulou (1998), estudando o efeito da respiração e mudanças físico-químicas de quatro cultivares de kiwi encontraram valores de vitamina C em torno de 105 a 115 mg/100g ao longo de 17 semanas de

armazenamento. Os valores do presente estudo estão abaixo dos encontrados por esses autores.

### **3.5. Frutose, glicose e sacarose**

A interação entre os fatores tempo de armazenamento e tratamento com ozônio foi significativa para os teores de glicose e frutose. Esses valores reduziram ao longo do armazenamento.

A sacarose não foi detectada nos frutos com ozônio ao longo do armazenamento, podendo, ter sido usada no metabolismo respiratório.

Matsumoto et al. (1983), estudando mudanças nos constituintes químicos de kiwi, durante o amadurecimento pós-colheita, observaram que os níveis de frutose e glicose aumentaram de 2,7 % para 5,0 , após 5 dias de amadurecimento. O teor de sacarose aumentou de 0,45% para 2,22 % no segundo dia, e então diminuiu para 1,19 %, após 5 dias.

Os resultados do presente trabalho apresentaram comportamento inverso ao desses autores, pois, os valores de frutose e glicose decresceram após 8º dia de armazenamento, e possivelmente foram usados como substratos no processo respiratório.

Tabela 5 Valores médios de frutose, glicose e sacarose (%) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Frutose (%)					
Tempo de Armazenamento (dias)					
Tratamento	0	2	4	6	8
Controle	6,15aA	5,18aB	4,24cC	4,09bC	4,28aD
5'	6,15aA	5,08bC	5,29aB	3,88cD	3,74cE
10'	6,15aA	3,99cD	4,93bB	4,35aC	3,89bE
20'	6,15aA	3,43dD	4,23cB	3,61dC	4,28aB
Glicose (%)					
Controle	5,79aA	5,22aB	4,00dD	3,92bD	4,14aC
5'	5,79aA	4,91bB	5,01bB	3,79cC	3,75bC
10'	5,79aA	3,84cD	5,17aB	4,30aC	3,61cE
20'	5,79aA	3,30dE	4,27cB	3,50dD	4,08aC
Sacarose (%)					
Controle	ND	ND	ND	ND	ND
5'	ND	ND	ND	ND	ND
10'	ND	ND	ND	ND	ND
20'	ND	ND	ND	ND	ND

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

### 3.6 Análises microbiológicas

Houve um acréscimo nas contagens de coliformes totais, termotolerantes, fungos filamentosos e aeróbios psicrotróficos para o tratamento controle, ocorrendo uma multiplicação desses microrganismos durante o armazenamento de kiwi minimamente processado, refrigerado e submetido à aplicação de ozônio.

Segundo Khadre e Yousef (2001), o ozônio promove, geralmente, redução de dois ciclos log na contagem padrão de microrganismos e redução significativa em espécies deterioradoras e potencialmente patogênicas. Resultados semelhantes foram observados para a microbiota associada a frutas e

hortaliças, tais como maçãs (ACHEN; YOUSEF, 2001) e alface (KIM; YOUSEF; CHISM, 1999).

Coliformes termotolerantes não foram detectados no tempo de exposição dos kiwis ao ozônio, pela técnica do número mais provável no presente experimento. Com esses resultados, os kiwis minimamente processados atendem ao padrão microbiológico estabelecido pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA, para as frutas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto (BRASIL, 2001).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, estabelece limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7 ciclos log) para coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella sp* em 25g do produto (BRASIL, 2001).

Ausência de *Salmonella sp* em produtos minimamente processados, indica que o processamento mínimo seguiu rigorosamente todas as etapas estipuladas para um bom controle fitossanitário.

O número de reduções decimais na população de fungos filamentosos e leveduras variam conforme o produto sanitizado, e registros de um a dois ciclos logarítmicos são encontrados na literatura para diferentes produtos, concentração de cloro e tempo de aplicação (BERBARI; PASCHOALINO; SILVEIRA, 2001; BRUNO; PINTO, 2004). Dados confirmados com esse experimento encontram-se na Tabela.

Tabela 6 Contagem de coliformes totais, termotolerantes, *Salmonella* sp em kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Coliformes totais (log NMP/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
controle	$3,6 \times 10^3$	$3,38 \times 10^4$	$6,4 \times 10^5$
5 min.	< 0,3	< 0,3	< 0,3
10 min.	< 0,3	< 0,3	< 0,3
20 min.	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Coliformes termotolerantes (log NMP/g)			
controle	$2,38 \times 10^2$	$2,1 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$
5 min.	< 0,3	< 0,3	< 0,3
10 min.	< 0,3	< 0,3	< 0,3
20 min	< 0,3	< 0,3	< 0,3
<i>Salmonella</i> sp (log UFC/g)			
controle	ausência	ausência	Ausência
5 min.	ausência	ausência	Ausência
10 min.	ausência	ausência	Ausência
20 min.	ausência	ausência	Ausência

A redução na população bacteriana observada pode ser considerada como uma vantagem para a manutenção da qualidade geral dos kiwis minimamente processados, uma vez que a síntese de compostos durante a respiração anaeróbica bacteriana poderia contribuir para a perda de sabor característico, o que poderia resultar na recusa do produto pelo consumidor.

Tabela 7 Contagem de fungos filamentosos e leveduras, microrganismos aeróbios psicrotróficos em kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com ozônio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$4,2 \times 10^1$	$6,8 \times 10^2$	$3,8 \times 10^3$
5 min.	< 10	< 10	$3,2 \times 10^1$
10 min.	< 10	< 10	< 10
20 min.	< 10	< 10	< 10
Microrganismos aeróbios psicrotróficos(log UFC/g)			
Controle	< 10	$8,9 \times 10^2$	$1,78 \times 10^3$
5 min.	< 10	< 10	< 10
10 min.	< 10	< 10	< 10
20 min.	< 10	< 10	< 10

Além de ter apresentado melhor resultado na redução da microbiota aeróbia mesófila contaminante do kiwi minimamente processado, o ozônio apresenta vantagens em relação ao cloro por não deixar resíduos tóxicos sobre os alimentos nem sobre as superfícies que entram em contato com os mesmos, tendo em vista sua rápida e completa decomposição ao reagir com microrganismos, matéria orgânica e outras substâncias (KATZENELSON; KLETTER; SHUVAL, 1974).

#### **4 CONCLUSÕES**

Nas condições deste estudo, o tratamento com ozônio em kiwis minimamente processados reduziu de forma eficiente o crescimento de fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 35°C e 45°C e foi eficaz na prevenção de salmonella durante o armazenamento, permitindo a manutenção da qualidade dos kiwis em boas condições para o consumo por um período de oito dias.

A preservação do teor de vitamina C dos kiwis foi relevante para assegurar o valor nutricional do produto, ao longo do armazenamento. Porém, o tratamento com ozônio não impediu o amaciamento e o escurecimento dos frutos de kiwis.

## REFERÊNCIAS

- ACHEN, M.; YOUSEF, A. E. Efficiency of ozone against *Escherichia coli* O157:H7 on apples. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1380-1384, 2001.
- ALLENDE, A. M. A. et al. Impact of combined postharvest treatments ( UV-C light, gaseous O<sub>3</sub>, superatmospheric O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub>) on health promoting compounds and shel-life of strawberries. **Postharvest Biology and Techonology**, Pullman, v. 46, n. 3, p. 201-211, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry**. 17<sup>th</sup> ed. Washington, 2002. 1410 p.
- BARNAVON, L. et al. Analysis of cell wall neutral sugar, composition,  $\beta$ -galactosidase activity and a related cDNA clone through development of *Vitis vinifera* grape berries. **Plant Physiology Biochemistry**, Washington, v. 38, n. 9, p. 289-300, Apr. 2000.
- BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 197-201, maio/ago. 2001.
- BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Grownt, maturation and senescence in fruits. **Science**, Washington, v. 146, n. 3646, p. 164-174, 1964.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/>>. Acesso em: 16 nov. 2010.
- BRUNO, L. M.; PINTO, G. A. S. Aplicação de cloro no preparo de hortaliças frescas para consumo doméstico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, p. 259-263, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COOMBE, B. G. The development of freshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, 1976.

DURIGAN, J. F. et al. Tecnologia de processamento mínimo de abacaxi, goiaba e melancia (compact disc). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 1., 2002, Brasília. **Palestra...** Brasília: Embrapa, 2002. (Compact disc).

FEMENIA, A. et al. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. **Food Science and Technology**, London, v. 42, p. 106-112, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 9, p. 3758-3767, 1998.

GUZEL-SEYDIM, Z. B.; BEVER JÚNIOR, P. I.; GREENE, A. K. Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in the presence of food components. **Food Microbiology**, London, v. 21, n. 4, p. 475-479, 2004.

HEIFFIG, L. S.; DEL AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Caracterização físico-química e sensorial de frutos de kiwi minimamente processado armazenados sob refrigeração. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 8, n. 1, p. 26-32, jul. 2006.

HOLTZ, S. G. **Aplicação de ozônio e de revestimentos comestíveis em morango (*Fragaria ananassa* Duch.) minimamente processados**. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 181 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods**. 2<sup>nd</sup> ed. Toronto: University of Toronto, 2000. 436 p.

KATZENELSON, E.; KLETTER, B.; SHUVAL, H. Inactivation kinetics of viruses and bacteria in water by use of ozone. **Journal of American Water Work Association**, Denver, v. 66, p. 725-729, 1974.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E. Sporicidal action of ozone and hydrogen peroxide: a comparative study. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 71, n. 2/3, p. 131-138, 2001.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J. G. Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. **Journal Food Science**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1241-1252, 2001.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; CHISM, G. W. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. **Journal of Food Safety**, Hoboken, v. 19, p. 17-34, 1999.

LIMA, M. A. C. et al. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas em uva 'Itália' sob influência do cálcio durante a maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2493-2499, dez. 2000.

MANNING, K. Soft fruits. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 347-377.

MANOLOPOULOU, H.; PAPADOPOULOU, P. Study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwifruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Barking, v. 63, n. 4, p. 529-534, 1998.

MATSUMOTO, S. et al. Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p. 607-611, 1983.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Tokio, 1994. 49 p.

NUNAN, K. J. et al. Changes in cell wall composition during ripening of grape berries. **Plant Physiology**, Rockville, v. 118, n. 3, p. 783-792, Nov. 1998.

ROSA, O. O. et al. Indicadores de contaminação ambiental e de condições higiênicas insatisfatórias de processamento em hortaliças minimamente processadas. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 122, p. 74-84. jul. 2001.

SCOTT, F. W. HPLC determination of carbohydrates in foods. In: NOLLET, L. M. L. **Food analysis by HPLC**. New York: M. Dekker, 1992. p. 259-74.

SILVA, E. C.; FERREIRA, D. F.; BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 687-696, jul./set. 1999.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

## CAPÍTULO 4

### **Influência do cloreto de cálcio na conservação do kiwi minimamente processado armazenado sob refrigeração**

#### **RESUMO**

A vida moderna, aliada ao interesse por uma dieta saudável, tem provocado uma demanda do mercado por alimentos com características de frescos, prontos para o consumo e apresentando praticidade e conveniência. Realizou-se, este trabalho, com o objetivo de avaliar a influência da aplicação de cloreto de cálcio na qualidade de kiwis minimamente processados e armazenados sob refrigeração por 8 dias. Os frutos foram adquiridos no Ceasa – Contagem, MG, de acordo com o grau de maturação, tamanho, cor e ausência de injúrias. Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da UFLA e lavados com detergente neutro, sanitificados com hipoclorito de sódio, 100 mg. L<sup>-1</sup> e descascados manualmente, com posterior corte em fatias, utilizando-se facas afiadas para minimizar a agressão do corte. Posteriormente foram aplicados os tratamentos com cloreto de cálcio (controle, 1%, 2,5% e 5%) e acondicionados em embalagens rígidas de polipropileno, tampados com o mesmo material e armazenados, a 0±1°C e a 90±5% UR, por 8 dias. As análises foram realizadas a cada dois dias, determinando-se pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (STT), firmeza de polpa, coloração da polpa, vitamina C, celulose, hemicelulose, poliuronídeos e análises microbiológicas. Os tratamentos com cálcio proporcionaram maior perda de vitamina C, coloração, açúcares solúveis totais e clorofila. Os sólidos solúveis permaneceram constantes ao longo do armazenamento. Não houve alterações significativas no teor de AT e firmeza do kiwi, ao longo dos 8 dias de armazenamento refrigerado. As análises microbiológicas permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, não comprometendo a qualidade de kiwis minimamente processados.

Palavras-chave: *Actinidia chinensis Planch.* Processamento mínimo. Cloreto de cálcio.

## ABSTRACT

Modern life style, allied to an interest for healthy diet, has been caused a market demand for fresh-like foods, ready for consumption and convenience. This work was realized with the objective to evaluate the influence of the calcium chloride application in the quality postharvest of kiwis minimally processed and stored under refrigeration for 8 days. The fruits were acquired in the local commerce of Cultivate, MG, in accordance with the degree of maturation, size, color and absence of injuries. The fruits were acquired in the local commerce of Cultivate, MG, and selected according to the degree of maturation, size, color and no injury. Later, were transported to the Laboratories of Postharvest Physiology of Fruits, washed with detergent and manually peeled, with posterior cut in slices, using sharp knives to minimize the aggression of the cut. Later, they were conditioned packaged in rigid polypropylene and covered with the same material. and stored,  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90\pm 5\%$  UR were applied, for 8 days. The analyses were evaluated to each two days, determining themselves pH, titulável acidity (AT), soluble solids (SS), firmness, color ( $L^*$  and  $a^*$ ), vitamin C, cellulose, hemicellulose, polyuronid and microbiological analysis. The treatments with calcium provided more loss of vitamin C, color, soluble sugars and chlorophyll. The soluble solids remained constant during the storage. It did not have significant alterations in acidity and firmness of kiwi during of 8 days of storage refrigerated.

Keywords: *Actinidia chinensis Planch.* Fresh cut. Calcium chloride.

## 1 INTRODUÇÃO

Enquanto a maioria das técnicas de processamento de alimentos estabilizam os produtos, estendendo sua vida de prateleira, o processamento mínimo de frutos e hortaliças aumenta sua perecibilidade (SHEWFELT, 1986). Por isso, além de maior controle da sanificação, é recomendável que outras técnicas sejam utilizadas adicionalmente para que o período de conservação do produto seja estendido (WATADA; ABE; YAMUCHE, 1990; WILEY, 1997).

A influência da aplicação de cálcio em frutos tem recebido considerável atenção, visto que retarda a maturação e controla desordens fisiológicas em frutas e hortaliças. Desempenha importante papel na manutenção da estrutura da parede celular, pois interage com a pectina, formando pectato de cálcio, proporcionando uma textura mais firme aos frutos (POOVAIAH, 1986).

O cálcio, que difunde no tecido, associa-se à pectina parcialmente solubilizada nas paredes celulares da fruta, firmando a estrutura e ao mesmo tempo criando uma barreira à difusão do soluto (SHIGEMATSU et al., 2005).

Quando a saturação dos níveis de cálcio é insuficiente podem ocorrer mudanças no estado físico das membranas, resultando numa fácil perda de íons (NUR et al., 1986), diminuição na firmeza de polpa através das enzimas PG e PME da lamela média (GLENN; POOVAIAH, 1990) e, conseqüentemente, maior suscetibilidade ao ataque de patógenos (MONSELISE; GOREN, 1987). Buescher e Hobson (1982), relatam que a acentuada estabilidade do complexo de substâncias pécticas, pelas ligações cruzadas inter e intramolecular com o cálcio, é responsável pela rigidez do tecido, e poderia limitar a sua vulnerabilidade ao ataque de enzimas que degradam a parede celular, devendo-se apenas considerar as concentrações de  $\text{CaCl}_2$  aplicadas.

Awad (1993) constatou que a perda de consistência do fruto deve-se a dois fatores principais: perda excessiva de água, levando à diminuição da

pressão de turgescência das células, quando o fruto é conservado em atmosferas com baixa umidade relativa e decomposição enzimática da lamela média e da parede celular. Os relatos de aumento da perda de massa fresca, que ocorrem tanto no armazenamento refrigerado, como no ambiente devem-se à desidratação dos frutos durante o período pós - colheita.

Segundo Berton, Schroeder e Bleicher (1992), é marcante o efeito proporcionado pelo cálcio no aumento da resistência dos tecidos vegetais, o mesmo relatado por Brackmann, Mazaro e Cecchini (1996) em que a imersão dos frutos em solução de cloreto de cálcio mantém a firmeza da polpa mais elevada e reduz a ocorrência de podridões.

Objetivou-se comprovar a eficiência da aplicação de cloreto de cálcio, em diferentes aplicações, na qualidade de kiwis minimamente processados da cultivar “Hayward”, visando aumento da vida útil.

## 2 MATERIAL E METÓDOS

### 2.1 Obtenção dos frutos e montagem do experimento

Os frutos utilizados neste experimento foram kiwis da cultivar “Hayward”, provenientes do Ceasa – Contagem, MG. Transportados para Lavras e para o Laboratório Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Inicialmente, os frutos foram lavados com detergente neutro em água corrente para a retirada do calor de campo e de sujidades da superfície. Foram, então, novamente selecionados quanto à maturação, à uniformidade de tamanho e cor, sanidade, ausência de defeitos, injúrias, cortes e abrasões. Sanitizados com hipoclorito de sódio a 100 mg.L<sup>-1</sup>.

Os frutos foram descascados manualmente com posterior corte em rodela, utilizando-se facas afiadas para minimizar a agressão do corte. Em seguida foram imersos em solução de cloreto de cálcio 1%; 2,5% e 5%, acondicionados em embalagens rígidas de polipropileno e tampados com o mesmo material armazenados em câmara fria, à temperatura de 0±1°C e 90±5% UR, por 8 dias e as avaliações foram realizadas nos períodos de 0, 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x5, correspondente às quatro doses de cloreto de cálcio (controle; 1%, 2,5% e 5%) e cinco tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias).

## **2.2 Análises físicas e químicas**

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

### **2.2.1 Preparo das amostras**

Inicialmente, foram realizadas as determinações de cor e firmeza em partes distintas do kiwi minimamente processado em rodela. Posteriormente, amostras de 10g de cada produto foram retiradas e, em seguida, feita a homogeneização, em 50 mL de água destilada, utilizando-se um politron. O homogenato foi filtrado em tecido de organza, sendo utilizado o filtrado para a determinação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. Amostras foram congeladas em nitrogênio líquido, para a realização das demais análises.

#### **2.2.1.1 pH, sólidos solúveis e acidez titulável**

As análises de pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) foram realizadas em homogenato filtrado, após a trituração da polpa do fruto em homogeneizador de tecidos, na proporção 1:5 (10 g da polpa diluídos em 50 mL de água destilada). A determinação de AT (% de ácido málico) foi realizada por titulação com solução de NaOH 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Tecnal (Tec 3MP), segundo a Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2002). Os SS foram determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro digital Atago PR-100, com compensação de temperatura automática a 25°C (AOAC, 2002).

### **2.2.1.2 Firmeza**

A firmeza foi determinada em três pontos da superfície da rodela de kiwi, com o auxílio de um texturômetro modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda P/3N, que mediu a força de penetração desta nos frutos, à velocidade de 5mm/s e distância de penetração de 5 mm, valores esses previamente fixados. Foi utilizada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza do kiwi foi expressa em Newton (N).

### **2.2.1.3 Coloração**

Determinou-se a coloração com o auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D<sub>65</sub> e no sistema CIE L\* e a\*. A coordenada L\* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a\* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente. As leituras foram feitas em três pontos aleatórios das rodela do fruto de cada repetição (MINOLTA, 1994).

### **2.2.1.4 Vitamina C**

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

### 2.2.1.5 Teor de clorofila total

O teor de clorofila total foi determinado após homogeneização, em homogeneizador de tecidos, 5g do material em 25 mL de acetona (BRUINSMA, 1963). A leitura da absorbância foi efetuada a 652 nm e os resultados expressos em  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , segundo a equação adotada por Engel e Poggiani (1991)

$$\text{Clorofila total} = [(A_{652} \times \text{volume extrator} / \text{TE} \times 100)]$$

$A_{652}$  = leitura da absorbância a 652nm;

v = volume final do extrato clorofila – acetona;

TE = tomada de ensaio (peso da amostra em mg).

### 2.2.1.6 Açúcares solúveis totais

Os açúcares solúveis totais (AST) (% de glicose na polpa) foram extraídos com álcool 70% e determinados espectrofotometricamente, a 620 nm, pelo método de Antrona (DISCHE, 1962).

### 2.2.1.7 Pectina solúvel (PS)

Pectina solúvel foi extraída segundo a técnica padronizada por McCready e McComb (1952) e os teores determinados colorimetricamente, segundo Bitter e Muir (1962). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640B, com sistema computadorizado. Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico  $100\text{g}^{-1}$  de polpa.

## **2.3 Determinação dos constituintes da parede celular**

Para a determinação dos constituintes da parede celular foram realizadas as seguintes análises.

### **2.3.1 Extração da parede celular**

A parede celular foi extraída do material, pesando-se 50 g e triturando-se em homogeneizador de tecidos tipo politron, com 200 mL de álcool 92,8%. Em seguida, filtrou-se em organza, lavando-se com álcool 92,8% duas vezes, logo depois, com álcool etílico absoluto e, finalmente, com acetona PA. O processo de extração foi feito com álcool fervente. O material da parede celular foi colocado em placa de Petri para secagem e armazenado em frascos até a sua utilização, segundo Mitcham e McDonald (1992).

### **2.3.2 Determinação de poliuronídeos**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 5 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 72%. Após repouso por 2 horas, à temperatura ambiente, completou-se o volume para 50 mL, com água destilada, filtrando-se em seguida. Para a determinação, utilizou-se o método carbazol e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar péctico, segundo Bitter e Muir (1962), no material da parede celular.

### **2.3.3 Determinação de celulose**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 5 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 72%. Após repouso por 2 horas, à temperatura ambiente,

completou-se o volume para 50 mL, com água destilada, filtrando-se em seguida. Para a determinação, utilizou-se o método Antrona, segundo Dische (1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar celulósico no material da parede celular.

#### **2.3.4 Determinação de hemicelulose**

A 50 mg do material da parede celular, acrescentaram-se 10 mL de ácido trifluoracético (TFA 2N), permanecendo em banho-maria por 2 horas, a 30°C. Depois, completou-se o volume para 50 mL com água destilada, filtrando-se em seguida. Tomou-se uma alíquota de 1 mL para doseamento, utilizando-se o método antrona, segundo Dische (1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de hemicelulose no material da parede celular.

#### **2.4 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo International Commission on Microbiological Specification for Foods Method - ICMSFM (2000) e Silva et al. (2007).

##### **2.4.1 Preparo das amostras**

Amostras de 25g de cada produto foram retiradas e, em seguida, foi feita a homogeneização, em 225 mL de água peptonada 1% (p/v) esterilizada e realizadas diluições decimais em séries consecutivas, para proceder às análises microbiológicas. Todos os tratamentos foram homogeneizados em liquidificador

doméstico, durante um minuto, com copo previamente sanitificado com etanol (70%). Em seguida, foram feitas as diluições para a inoculação nos diferentes meios de cultura utilizados (SILVA et al., 2007).

#### **2.4.2 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C**

Os coliformes a 35°C foram quantificados, utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST); os tubos foram incubados em estufa, a 35°C, por 48 horas. Foram considerados tubos, positivos para coliformes a 35°C aqueles que apresentassem turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g. Os coliformes a 45°C foram quantificados usando-se, também, a técnica do NMP. As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, com auxílio de uma alça de repicagem para tubos contendo o meio de cultura caldo *Escherichia coli* (EC), adicionados de tubos de Durhan. Os tubos foram incubados em banho-maria, a 45°C, por 48 horas e foram considerados positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em logaritmo decimal por grama (log NMP/g) (SILVA et al., 2007).

#### **2.4.3 Determinação de *Salmonella* sp.**

Foram pesados 25 g de amostra e adicionados em erlenmeyers, contendo 225 mL de água tamponada, e incubados, a 37°C, por 18 horas. Posteriormente, realizou-se o enriquecimento da amostra utilizando-se os caldos tetrionato e rapaport, com incubação, a 37°C, por 24 horas. Para o

plaqueamento, foi utilizado o meio Rambach, incubado a 37°C, por 24 horas. Colônias suspeitas foram isoladas e transferidas para tubos contendo ágar ferro tríplice açúcar (TSI) e ágar lisina de ferro (LIA), sendo incubados, a 37°C, por 24 horas e, posteriormente, submetidos à provas bioquímicas (SILVA et al., 2007).

#### **2.4.4 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos e as leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando nas placas alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Utilizou-se meio ágar batata dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10% (p/v). As placas foram incubadas em estufa BOD, a 25°C, por cinco dias. Após esse período, foram realizadas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

#### **2.4.5 Quantificação de microrganismos aeróbios psicrotróficos**

Os microrganismos aeróbios psicrotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se, nas placas, alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Foi utilizado o meio ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa BOD, a 7°C, por 10 dias. Após este período, foram feitas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (log UFC/g) (SILVA et al., 2007).

## **2.5 Análise estatística**

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com fatorial 4x5 (4 aplicações de cloreto de cálcio – controle; 1; 2,5 e 5% e 5 tempos de armazenamento – 0; 2; 4; 6 e 8 dias), com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por uma bandeja com oito fatias do fruto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Foi realizada análise de variância com desdobramento das interações significativas e comparação de média pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SILVA; FERREIRA; BEARZOTI, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT)

Para a variável pH foi verificado efeito significativo apenas do tempo de armazenamento, porém, não houve ajuste do modelo estatístico, obtendo média de 3,44.

Prado et al. (2000), avaliando o efeito do cloreto e cálcio 1% sobre a qualidade do abacaxi c.v.*Smooth cayenne* verificaram que o pH aparentemente não foi afetado pelo cálcio.

O teor de sólidos solúveis do presente trabalho foi influenciado significativamente apenas pelo tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Foi verificado um aumento desse teor até o 2º dia, com decréscimo ao longo do armazenamento (Gráfico 1). Essa redução pode ser justificada pelo consumo de substratos no metabolismo respiratório.

O teor de sólidos solúveis, expresso como porcentagem do peso da matéria fresca, apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares e, portanto, geralmente é aceito como uma importante característica de qualidade (AULENBACH; WORHINGTON, 1974).

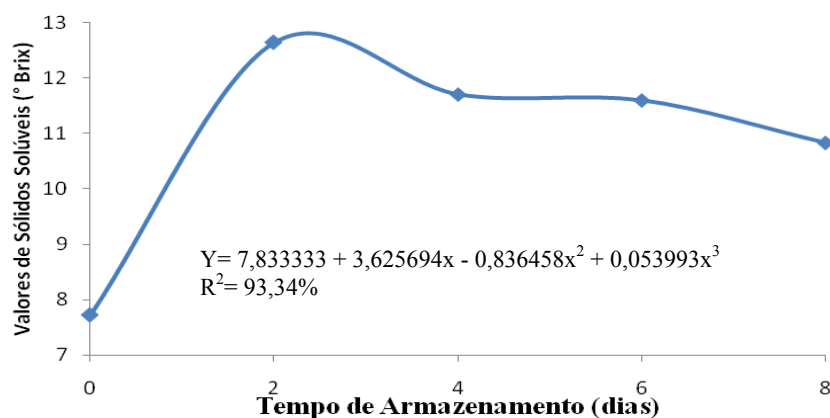


Gráfico 1 Valores médios de SS em kiwis minimamente processados submetidos ao cloreto de cálcio em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

O teor de sólidos solúveis tem sido utilizado como indicador da qualidade de vários frutos, incluindo melão (GRANJEIRO et al., 1999), goiaba (NATALE et al., 1995), maçã (VENTURA et al., 1998) e pinha (MAIA et al., 1986), dentre outros. De acordo com Pinheiro et al. (1984), em alguns frutos, os sólidos solúveis são de grande importância tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes, na matéria prima, implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento.

Demczuk Júnior (2007), estudando a influência de pré-tratamentos químicos nas características físico-químicas e sensoriais do kiwi submetido à desidratação osmótica e armazenado sob refrigeração, observou que os valores de sólidos solúveis aumentaram no decorrer do armazenamento.

Observou-se interação significativa entre os fatores tempo de armazenamento e diferentes concentrações de cloreto de cálcio para a variável acidez.

Os valores de acidez aumentaram ao longo do armazenamento para todos os tratamentos. Sendo o tratamento 2,5 % de cloreto de cálcio o que apresentou maior acidez no 8º dia.

Essa tendência de aumento pode ter sido ocasionada pelo processamento mínimo, devido ao aumento de CO<sub>2</sub>, também podendo estimular a fermentação, quando o nível de O<sub>2</sub> é muito baixo (SIRIPHANICH, 1998).

Silva et al. (2003) avaliando o efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi “Perola” minimamente processado observaram que a acidez aumentou, independente da concentração de cloreto de cálcio. Segundo o mesmo autor, os cortes tratados com 0 e 1% de cloreto de cálcio apresentaram valores para a acidez menores e muito próximos e, para a acidez nos pedaços de abacaxi cortados em fatias, tratados com 2,5%, um valor mais elevado, comportamento esse semelhante ao do presente trabalho.

Tabela 1 Valores médios de acidez titulável (% de ácido cítrico) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	0,98aB	1,24aA	1,04aB	1,15aA	1,09cB
1 %	0,98aB	1,13bA	1,13aA	1,02bB	1,17cA
2,5 %	0,98aC	1,26aB	1,07aC	0,98bC	2,16aA
5 %	0,98aC	1,32aB	1,04aC	1,09aC	1,58bA

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Os teores de acidez, com o decorrer da maturação tendem a diminuir, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório, ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### 3.2 Coloração

Os principais pigmentos presentes em frutas e hortaliças responsáveis pela coloração pertencem a diferentes tipos de substâncias químicas, sendo agrupadas em quatro classe distintas: clorofila, carotenóides (carotenos, licopeno e xantofilas), flavonóides (antocianinas) e betalainas, essas últimas de distribuição muito limitada. Com a evolução do amadurecimento, há degradação da clorofila e desmascaramento e/ou síntese de outros pigmentos, principalmente carotenóides e antocianinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

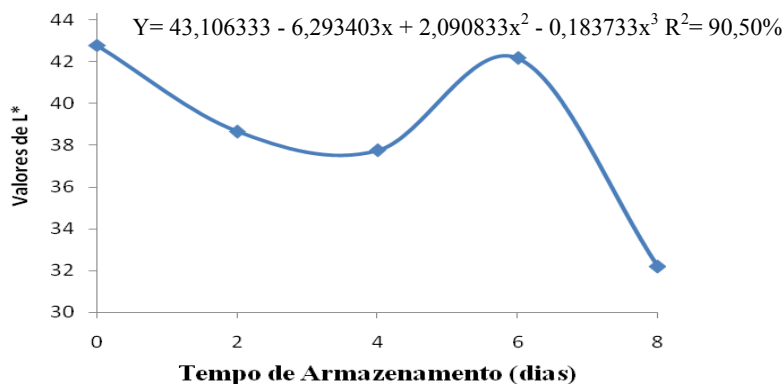


Gráfico 2 Valores médios de L\* em kiwis minimamente processados, submetido ao cloreto de cálcio em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

O parâmetro L\* foi influenciado significativamente pelo tempo e tratamento isolados. Até o 4º dia apresentou uma redução, aumentando ao 6º

dia com, decréscimo acentuado ao final do armazenamento (Gráfico 2). Tais resultados podem indicar que os frutos apresentaram um ligeiro escurecimento ao longo do armazenamento.

Buchweitz (2005) avaliando a pré-secagem osmótica de kiwi também observou um escurecimento dos frutos, como no presente trabalho.

Segundo Lee, Durst e Wrolstad (2005), estudando injúrias em caquis notaram que o escurecimento ocorre devido ao dano no sistema de membranas, levando à descompartimentalização das células da polpa na região lesionada e, assim, a oxidação dos compostos fenólicos extravasados do vacúolo.

Os tratamentos com 1 e 2,5 % de cloreto de cálcio apresentaram maiores valores  $L^*$ , mantendo, assim, uma melhor coloração em comparação aos demais tratamentos.

Tabela 2 Valores médios de  $L^*$  de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Valor $L^*$
Controle	37,46 b
1 %	38,95 a
2,5 %	39,94 a
5 %	38,51 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Houve efeito significativo do tempo para o valor  $a^*$ . Durante o tempo de armazenamento, os valores de  $a^*$  apresentaram um aumento crescente até o quarto dia reduzindo-se no sexto dia, com posterior aumento.

O valor  $a^*$  corresponde à variação do verde ao vermelho, e o seu aumento com o amadurecimento do fruto reflete-se na perda da coloração verde, podendo isso explicar o escurecimento e a perda de brilho observado nas rodela de kiwi, ao final do período de armazenamento.

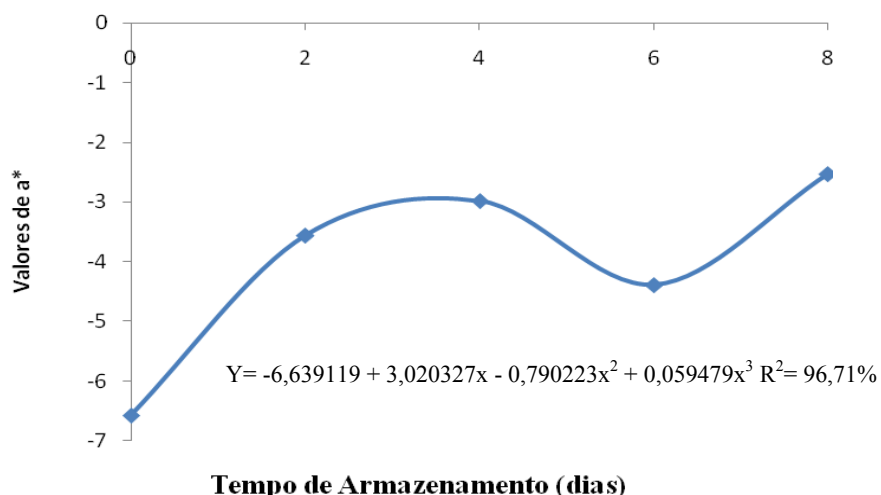


Gráfico 3 Valores médios de a\* em kiwis minimamente processados, submetidos ao cloreto de cálcio em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

### 3.3 Pectina solúvel

A interação entre os fatores tratamento com cloreto de cálcio e tempo de armazenamento foi significativa, para a variável pectina solúvel. Os tratamentos controle e 1% de cloreto de cálcio apresentaram maiores valores em relação aos demais, demonstrando, assim, que nesses produtos minimamente processados, foi observado um maior amolecimento do fruto.

A presença de Ca<sup>2</sup>, além de conferir insolubilidade ao material péctico, limita a ação da enzima poligalacturonase, uma vez que o pectato de cálcio formado é resistente à degradação por essa enzima. O tratamento com Ca<sup>2</sup> também pode ser benéfico para produtos minimamente processados, pois esse tratamento manteve a firmeza de morangos fatiados, quando comparados com morangos inteiros (MORRIS et al., 1985).

Gonçalves (1998), avaliando abacaxis tratados com cloreto de cálcio observou menores teores de pectina solúvel nos frutos tratados em relação ao

controle. Essa constatação está de acordo com Carvalho e Lima (2002), que estudando kiwis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio, ácido cítrico e ácido ascórbico, observaram também que os valores de pectina solúvel foram menores para o tratamento com cloreto de cálcio, proporcionando uma melhor integridade do fruto.

Tabela 3 Valores médios de pectina solúvel (mg/100g) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	181,96aB	148,86aC	171,12aB	175,70aB	223,05bA
1 %	181,96aB	115,76cD	160,29aC	169,44aC	264,14aA
2,5 %	181,96aA	155,75aB	116,01cC	106,93bC	112,15dC
5 %	181,96aA	133,79bC	142,32bC	162,99aB	137,88cC

Médias seguidas da mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott

A solubilização de substâncias pécticas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos, sendo que o  $\text{Ca}^{2+}$  pode contribuir para a estabilização da parede celular, formando pectatos de cálcio, auxiliando, dessa forma, na redução da solubilização péctica e na manutenção da firmeza do fruto (POOVAIAH, 1986; SALUNKE; BOLIN; REDDY, 1991). Os íons  $\text{Ca}^{2+}$  agem, provavelmente, como pontes iônicas entre resíduos de ácido galacturônico carregados negativamente, formando uma estrutura estável denominada "egg box" (BRETT; WALDRON, 1990).

### 3.4 Açúcares solúveis totais

Houve efeito da interação tratamento e tempo de armazenamento, para a variável açúcares solúveis totais. Os tratamentos apresentaram uma tendência ao decréscimo dos açúcares solúveis totais com o armazenamento (Tabela 7).

Tabela 4 Valores médios de açúcares solúveis totais (AST) (%) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	7,13aA	6,92aA	6,42aB	6,90aA	6,18bC
1 %	7,13aA	6,72aB	5,72bC	6,68aB	5,25cD
2,5 %	7,13aA	4,00cE	5,04cD	5,76cC	6,85aB
5 %	7,13aA	5,34bD	5,59bC	6,01bB	4,37dE

Médias seguidas da mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott

Essa redução nos teores de açúcares pode ser explicada pelo aumento na taxa respiratória dos frutos. A ação física do processamento mínimo induz à produção de etileno, denominado etileno de ferimento e também induz a uma elevação na respiração, respiração de ferimento, a qual utilizará rapidamente os substratos de reserva (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990).

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com Carvalho e Lima (2002) que estudaram kiwis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio, ácido ascórbico e ácido cítrico, porém, esses estão inferiores aos citados por Reid, Heatherbell e Pratt (1982) e Matsumoto, Obara e Luh (1983), que encontraram, no kiwi, valores médios de 9,47% e 8,25%, respectivamente.

Femenia et al. (2009), estudando efeito da temperatura na parede celular de kiwi em diferentes estádios de amadurecimento encontraram valores de açúcares totais em torno de 13,7 %. Valores esses superiores aos do presente trabalho.

### 3.5 Teores de clorofila

Os teores de clorofila foram influenciados estatisticamente pela interação tratamento e tempo de armazenamento. Os valores encontrados em

todos os tratamentos com cloreto de cálcio apresentaram oscilações durante todo o período estudado.

Tabela 5 Valores médios de clorofila total (mg/100g) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	7,15aA	7,67cA	7,23bA	7,41aA	6,90bA
1 %	7,15aD	15,31aA	10,09aC	4,41bE	11,15aB
2,5 %	7,15aB	9,83bA	3,20cD	3,02cD	3,95cC
5 %	7,15aA	3,56dB	3,34cB	3,13cB	2,98dB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Os principais pigmentos presentes em frutas e hortaliças responsáveis pela coloração pertencem a diferentes tipos de substâncias químicas agrupadas em quatro classes distintas: clorofilas, carotenóides (carotenos, licopeno e xantofilas), flavonóides (antocianinas) e betalaínas, essas últimas de distribuição muito limitada. Com a evolução do amadurecimento, há a degradação da clorofila e o desmascaramento e ou síntese de outros pigmentos, principalmente carotenóides e antocianinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Robertson (1985), estudando a mudança de clorofila em kiwis durante o processamento e armazenamento encontrou valores de clorofila total em torno de 6,7 mg/100g. Esses valores estão abaixo aos encontrados neste trabalho.

### 3.6 Vitamina C

O teor de vitamina C do presente trabalho foi influenciado, significativamente, pela interação entre os tratamentos com cloreto de cálcio e o tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Houve uma redução gradual nos teores

de vitamina C com a evolução do período de armazenamento, com exceção da dose de 1%.

Cotter et al. (1991), estudando sete diferentes cultivares de kiwi colhidas na Nova Zelândia, encontraram para a cultivar Hayward, colhida em abril, o teor de 98,5 mg de ácido ascórbico. 100<sup>-1</sup>g de fruto, sendo que esse teor caiu para 87 mg. 100<sup>-1</sup>g de fruto após 8 semanas de armazenamento. Esses teores foram menores quando esses frutos foram colhidos em maio. Segundo os autores, a cultivar Hayward é mais viável comercialmente, em termos de vida de armazenamento e qualidade sensorial.

Tabela 6 Valores médios de vitamina C (mg/ 100g) de kiwi minimamente processado, submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a 0±1°C, por 8 dias

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
Controle	68,47aA	68,97bA	56,31aC	70,51aA	64,09bB
1 %	68,47aA	73,77aA	55,13aC	60,88bB	70,18aA
2,5 %	68,47aA	63,82cB	59,31aB	62,36bB	60,11bB
5 %	68,47aA	59,73cB	57,50aB	58,66bB	48,97cC

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico em vegetais é muito importante, pois além de seu papel fundamental na nutrição humana, sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático, e causar aparecimento de sabor estranho. Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (GUTHRIE, 1989).

Os valores encontrados para vitamina C estão próximos aos valores encontrados por Okuse e Ryugo (1981), cerca de 80 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. Esses valores aparentemente não foram afetados pelo

processamento mínimo. Segundo esses autores, as células de kiwi acumulam numerosas ráfides de oxalato de  $\text{Ca}^+$ , proporcionando efeito tampão e impedindo que o ácido ascórbico se oxide, contribuindo para a estabilidade de ácido ascórbico no fruto.

### 3.7 Firmeza

A variável firmeza do presente estudo foi influenciada isoladamente pelos fatores tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ) e tratamento com cloreto de cálcio. Ao longo do armazenamento, houve uma redução da firmeza dos kiwis minimamente processados (Gráfico 4).

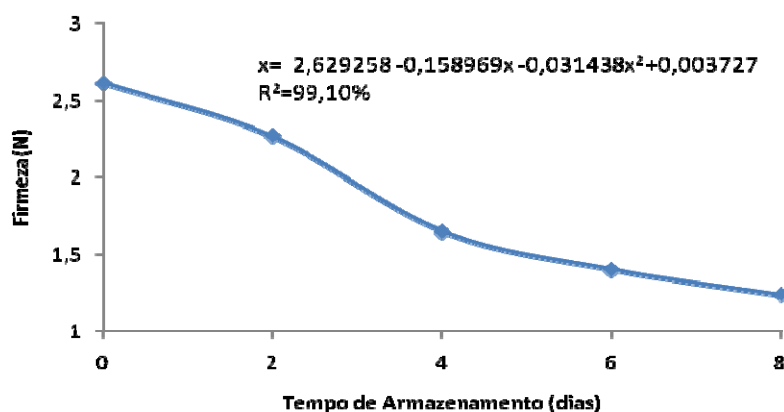


Gráfico 4 Valores médios de firmeza em Kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio em diferentes concentrações, armazenados a  $0 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor ou modificações na estrutura e composição da parede celular pela ação de numerosas enzimas que ocorrem durante o amadurecimento dos

frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essas alterações ainda são mais intensas em frutas e hortaliças minimamente processadas que, durante o processamento mínimo, ocorrem à retirada da casca e o corte, aumentando a taxa respiratória e a transpiração do produto.

Beirão-da-Costa et al. (2008), avaliando a evolução da firmeza em diferentes estádios de desenvolvimento de fatias de kiwi tratadas com cálcio, encontraram valores de firmeza variando entre 0,100 a 0,900 N. Lamikanra e Watson (2007), estudando melões encontraram resultados similares.

Tabela 7 Valores médios de firmeza (N) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Firmeza
Controle	1,83 <sup>a</sup>
1%	1,76 <sup>a</sup>
2,5%	1,85 <sup>a</sup>
5%	1,89 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste Scott-Knott

Os valores de firmeza encontrados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com cloreto de cálcio. Tais valores estão bem inferiores aos encontrados por Heiffig, Del Aguila e Kluge (2006) que observando a firmeza em kiwi “Hayward” minimamente processado, apresentaram, a partir do terceiro dia de avaliação, valores em torno de 3,60N.

### 3.8 Parede celular

Os teores de celulose não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com cloreto de cálcio, sendo observado um teor médio de 35,28%.

Observou-se efeito significativo da interação entre o tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ) e tratamento com cloreto de cálcio para a variável

hemicelulose, sendo que essa apresentou uma diminuição no decorrer do armazenamento (Tabela 3).

Tabela 8 Valores médios de hemicelulose (%) de kiwi minimamente processado submetido ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Tratamento	Hemicelulose (%)				
	0	2	4	6	8
Controle	10,14aB	12,26aA	7,49bC	9,21cB	9,99aB
1 %	10,14aB	11,08bA	6,91bC	10,59bA	9,80aB
2,5 %	10,14aC	11,38bB	11,29aB	14,01aA	9,67aC
5 %	10,14aB	12,79aA	3,84cE	7,56dD	9,20aC
Tratamento	Poliuronídeos (%)				
	0	2	4	6	8
Controle	8,76aB	9,45aA	9,97aA	5,60bC	8,66bB
1 %	8,76aA	6,98cB	4,58dC	4,66cC	4,88dC
2,5 %	8,76aB	7,70bC	7,95bC	7,90aC	10,25aA
5 %	8,76aA	4,18dD	6,02cC	5,74bC	7,57cB

Médias seguidas da mesma letra, na coluna e na linha, representam semelhanças estatísticas entre os tratamentos, a 5 % de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott

Soda et al. (1986), estudando kiwis submetidos ao tratamento com etileno, observaram que os frutos amadureceram rapidamente e sua firmeza diminuiu em 2 semanas. Ocorreu uma marcante perda de hemicelulose de alto peso molecular e um aumento nas hemiceluloses de baixo peso molecular, 13 dias após o tratamento com etileno.

Para a variável poliuronídeos também houve efeito significativo da interação entre o tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ) e os tratamentos com cloreto de cálcio. Os valores obtidos para poliuronídeos apresentaram pequenas variações, salientando-se valores mais baixos no final do armazenamento para o tratamento com  $\text{CaCl}_2$  a 1% e maiores para  $\text{CaCl}_2$  a 2,5%.

Tratamentos de imersão em soluções de cálcio, normalmente em concentração entre 0,5 e 3% são também largamente utilizados para a preservação de qualidade de produtos minimamente processados (MARTÍN-

DIANA et al., 2007). Essa imersão desempenha uma função importante na estabilização e estruturação da parede celular e lamela média, pois apresenta capacidade para estabelecer ligação entre os grupos carboxila das cadeias de ácido galacturónico que compõem as pectinas (RICO et al., 2007). Por outro lado, há também um efeito inibitório do desenvolvimento de fungos e desordens fisiológicas (SERRANO et al., 2004). Entre outros, melancia (MAO et al., 2006), morango (AGUAYO; JANSASITHORN; KADER, 2006; HERNÁNDEZ-MUNÓZ et al., 2006), maçã (SOLIVA-FORTUNY et al., 2003) e manga (SOUZA et al., 2006) minimamente processados, sujeitos a tratamentos de imersão em soluções de cálcio, apresentaram uma taxa de amolecimento inferior à dos frutos controle, não sujeitos ao tratamento de imersão. Cubos de melão, submetidos a tratamentos de imersão em soluções de cloreto de cálcio e lactato de cálcio, mantiveram a firmeza, evitando o amolecimento excessivo do fruto minimamente processado durante o armazenamento (LUNA-GUZMÁN; BARRETT, 2000). Saftner et al. (2003) referem ainda que o tratamento de imersão de cubos de melão em solução propionato de cálcio inibe a taxa respiratória e de produção de etileno bem como o desenvolvimento de microrganismos, prolongando o período de vida útil do fruto minimamente processado.

### **3.9 Análises microbiológicas**

Considerando que, no país, ainda não existe uma legislação específica para os produtos minimamente processados, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde, estabelece, para frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para

consumo direto, o limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7 ciclos log) de coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella*, em 25 g de produto.

Nesse experimento não foi detectada a presença de coliformes a 35 e 45°, bem como *Salmonella sp* em nenhuma das amostras tratadas com cloreto de cálcio, durante o período de armazenamento de kiwi “Hayward” minimamente processado.

Para o tratamento sem aplicação de cálcio, observou-se um acréscimo nas contagens de coliformes totais, termotolerantes, fungos filamentosos e aeróbios psicrotróficos, ocorrendo uma multiplicação desses microrganismos durante o armazenamento de kiwi minimamente processado, refrigerado e submetido à aplicação de cloreto de cálcio.

Tabela 9 Contagem de coliformes totais, termotolerantes, *Salmonella* sp em kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes concentrações, armazenados a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ , por 8 dias

Coliformes Totais (log NMP/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$2,98 \times 10^3$	$3,02 \times 10^4$	$5,2 \times 10^5$
1%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
2,5%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
5%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Coliformes Termotolerantes (log NMP/g)			
controle	$2,0 \times 10^2$	$2,1 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
1%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
2,5%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
5%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
<i>Salmonella</i> sp (log UFC/g)			
controle	ausência	ausência	Ausência
1%	ausência	ausência	Ausência
2,5%	ausência	ausência	Ausência
5%	ausência	ausência	Ausência

Carvalho e Lima (2002), estudando kiwis minimamente processados, submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio não detectou coliformes totais, fecais e mesófilos durante todo o período de armazenamento.

Tabela 10 Contagem de fungos filamentosos e microrganismos aeróbios psicotróficos em kiwis minimamente processados, submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio, em diferentes tempos de aplicação, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g)			
Tratamento	T0 (início)	T4 (meio)	T8 (fim)
Controle	$3,8 \times 10^1$	$5,8 \times 10^2$	$4,8 \times 10^3$
1%	< 10	< 10	< 10
2,5%	< 10	< 10	< 10
5%	< 10	< 10	< 10
Microrganismos Aeróbios Psicotróficos (log UFC/g)			
Controle	< 10	$7,9 \times 10^2$	$3,78 \times 10^3$
1%	< 10	< 10	< 10
2,5%	< 10	< 10	< 10
5%	< 10	< 10	< 10

Os baixos níveis de contaminação microbiana encontrados no presente trabalho são devidos às Boas Práticas de Fabricação, sanificação com hipoclorito de sódio feita em todos os equipamentos e embalagens utilizadas. Produtos minimamente processados ficam expostos a qualquer tipo de contaminação, uma vez que a casca que funcionava como uma barreira à penetração de microrganismos é descartada. Assim, em frutos e hortaliças submetidos ao processamento mínimo, as condições de processamento devem ser extremamente higiênicas, tomando-se os devidos cuidados em cada etapa.

#### **4 CONCLUSÕES**

Durante o período de armazenamento, observou-se uma redução nos teores de sólidos solúveis, coloração, açúcares totais, vitamina C, firmeza, hemicelulose, aumento da acidez titulável e variações nos teores de clorofila total, pectina solúvel e poliuronídeos. As análises microbiológicas em fatias de kiwi “Hayward” minimamente processados permaneceram dentro dos padrões estabelecidos para esses produtos. O tratamento com cálcio é de grande importância em pós-colheita e, associado a outros métodos de conservação, contribuirá para uma melhor manutenção da qualidade dos frutos.

## REFERÊNCIAS

AGUAYO, E.; JANSASITHORN, R. E.; KADER, A. A. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 269-278, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry**. 17<sup>th</sup> ed. Washington, 2002. 1410 p.

AULENBACH, B.B.; WORHINGTON, J.T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index ? **HortScience**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 136-137, 1974.

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

BEIRÃO-DA-COSTA, S. et al. The effect of calcium dips combined with mild heating of whole kiwifruit for fruit slices quality maintenance. **Food Chemistry**, Barking, v. 108, p. 191-197, 2008.

BERTON, O.; SCHROEDER, A.; BLEICHER, J. Controle de podridões em pêssegos através de tratamentos em pré e pós - colheita. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 3, n. 5, p. 4-5, 1992.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, n. 4, p. 330-334, 1962.

BRACKMANN, A.; MAZARO S. M.; CECCHINI R. Pré-Resfriamento e tratamento químico pós - colheita de maçãs cvs. 'Golden delicious' e 'Fuji'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 2, n. 26, p. 185-189, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nºmero 62**, de 26 de agosto de 2003. Disponível em : <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislação.do?operacao=visualizar&id=2851>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

BRETT, C.; WALDRON, K. W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hygman, 1990. 193 p.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, New York, v. 2, p. 241-249, Apr. 1963.

BUESCHER, R. W.; HOBSON, G. E. Role of calcium and chelating agents in regulating the degradation of tomato fruit tissue by polygalacturonase. **Journal of Food Biochemistry**, Gainesville, v. 3, n. 6, p. 147-160, 1982.

BUCHWEITZ, P. R. **Avaliação da pré-secagem osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005. 223 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785 p.

COTTER, R. L. et al. A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 66, n. 3, p. 291-300, May/Apr. 1991.

DEMCZUK JÚNIOR, B. **Influência de pré-tratamentos químicos nas características físico-químicas e sensoriais do Kiwi submetido à desidratação osmótica e armazenado sob refrigeração**. 2007. 83 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39-45, jun. 1991.

FEMENIA, A. et al. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. **Food Science and Technology**, London, v. 42, p. 106-112, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GLENN, G. M.; POOVAIAH, B. W. Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in ‘Golden Delicious’ apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 6, p. 962-968, 1990.

GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne.** 1998. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GRANJEIRO, L. C. et al. Qualidade de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 110-114, 1999.

GUTHRIE, H. A. **Introductory nutrition.** 7. ed. St. Louis: Mosby, 1989. p. 381-94.

HEIFFIG, L. S.; DEL AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Caracterização físico-química e sensorial de frutos de kiwi minimamente processado armazenados sob refrigeração. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 8, n. 1, p. 26-32, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 181 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods.** 2<sup>nd</sup> ed. Toronto: University of Toronto, 2000. 436 p.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P. et al. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 247–253, 2006.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M. A. Mild heat and calcium treatment effects on fresh-cut cantaloupe melon during storage. **Food Chemistry**, Barking, v. 102, n. 4, p. 1383-1388, 2007.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, Arlington, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LUNA-GUZMÁN, I. E.; BARRETT, D. M. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 61–72, 2000.

MAIA, G. A. et al. Características físicas e químicas da ata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 10, p. 1073-1076, 1986.

MATSUMOTO, S.; OBARA, T.; LUH, B. S. Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p. 607-611, 1983.

MAO, L. et al. Physiological properties of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*) in response to 1-methylcyclopropene and postprocessing calcium application. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 86, n. 1, p. 46–53, 2006.

MARTÍN-DIANA, A. B. et al. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 210-218, 2007.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Tokio: [s. n.], 1994. 49 p.

MITCHAM, E. J.; MCDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 919-924, 1992.

MONSELISE, S. P.; GOREN, R. Preharvest growing conditions and temperature zone fruits. **Hortscience**, Alexandria, n. 22, p. 1185-1189, 1987.

MORRIS, J. R. et al. Effects of cultivar, postharvest storage, preprocessing dip treatments and style of pack on the processing quality of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 2, p. 172-177, Mar. 1985.

NATALE, W. et al. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Alimentos e Nutrição**, Marília, v. 6, n. 1, p. 69-75, 1995.

NUR, T. et al. Involvement of divalent cations maintaining cell membrane integrity in stressed apple fruit tissues. **Journal Plant Physiology**, Jena, n. 125, p. 47-60, 1986.

OKUSE, I.; RYUGO, K. Compositional changes in the developing 'Hayward' kiwifruit in California. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 1, p. 73-76, Jan./Feb. 1981.

PINHEIRO, R. V. R. et al. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrializado. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 31, p. 360-387, 1984.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 16, n. 1, p. 86-89, 1986.

PRADO, M. E. T. P. et al. Abacaxi "Smooth cayenne" minimamente processado. In: ENCONTRO DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 6.

REID, M. S.; HEATHERBELL, D. A.; PRATT, H. K. Seasonal patterns in chemical composition of the fruit of *Actinidia chinensis*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 2, p. 316-319, Mar. 1982.

RICO, D. et al. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 18, n. 7, p. 373-386, 2007.

ROBERTSON, G. L. Changes in the chlorophyll and pheophytin concentrations of kiwifruit during processing and storage. **Food Chemistry**, Barking, v. 17, p. 25-32, 1985.

SAFTNER, R. A. et al. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 29, n. 3, p. 257-269, 2003.

SALUNKE, D. K.; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. **Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables: fresh fruits and vegetables**. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: CRC, 1991. v. 1.

SERRANO, M. et al. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 155-167, 2004.

SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 70-78, May 1986.

SHIGEMATSU, E. et al. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 536-545, 2005.

SILVA, E. C.; FERREIRA, D. F.; BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 687-696, jul./set. 1999.

SILVA, G. C. et al. Efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 216-219, 2003.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

SIRIPHANICH, J. High CO<sup>2</sup> enhances fruit firmness during storage. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokio, v. 67, n. 6, p. 1167-1170, 1998.

SOLIVA-FORTUNY, R. C. et al. Evaluation of textural properties and microstructure during storage of minimally processed apples. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 1, p. 312-317, 2003.

SOUZA, B. S. et al. Impact of atmosphere, organic acids, and calcium on quality of fresh-cut 'Kensington' mango. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 161-167, 2006.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

VENTURA, M. et al. Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy (NIRS). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 21-27, 1998.

WATADA, A. E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 116-122, May 1990.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

## ANEXOS

Tabela 1A Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos solúveis em kiwis minimamente processados e irradiados, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pH	Acidez titulável	Sólidos solúveis
Tratamento (A)	3	0,007240	0,002042	0,928819
Tempo (B)	4	0,052935*	0,147064*	8,553646
AXB	12	0,006321	0,008865	1,611979*
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	3,4393333	1,3551667	13,1541667
CV (%)	-----	2,45	4,31	4,42

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1B Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para firmeza, valor L\*, a\* em kiwis minimamente processados e irradiados, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Firmeza	Valor L*	Valor a*
Tratamento (A)	3	0,107037*	0,325282	01,665366
Tempo (B)	4	3,033856*	200,732565*	10,184010*
AXB	12	0,059238	1,780954	0,602930
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	1,8447000	36,3138333	-3,9535000
CV (%)	-----	8,29	3,47	-20,48

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1C Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para vitamina C, clorofila total e celulose em kiwis minimamente processados e irradiados, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Vitamina C	Clorofila Total	Celulose
Tratamento (A)	3	5050,307566	0,918655	14,786109
Tempo (B)	4	1184,913556	0,759558	16,499264
AXB	12	717,915998*	1,292666*	86,949902*
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	87,6985000	2,5958333	30,352333
CV (%)	-----	4,42	3,97	4,11

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1D Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para hemicelulose e poliuronídeos em kiwis minimamente processados e irradiados, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		hemicelulose	Poliuronídeos
Tratamento (A)	3	5,226387	16,874855
Tempo (B)	4	8,365143	9,926164
AXB	12	7,782703*	26,391501*
Erro	40	-----	-----
Média geral	-----	10,5526667	8,7851667
CV (%)	-----	3,62	3,16

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1E Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para frutose, glicose e sacarose em kiwis minimamente processados e irradiados, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Frutose	Glicose	Sacarose
Tratamento (A)	3	0,633124	0,691218	0,384473
Tempo (B)	4	0,430607	0,722694	0,121802
AXB	12	0,358363*	0,383894*	0,055951*
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	5,0453333	4,6153333	0,4315000
CV (%)	-----	1,97	1,59	5,57

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1F Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos solúveis em kiwis minimamente processados, com aplicação de ozônio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pH	Acidez titulável	Sólidos solúveis
Tratamento (A)	3	0,012476	0,093402	11,733593
Tempo (B)	4	0,095243*	0,779348	2,159982
AXB	12	0,023776	0,011125*	1,225676*
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	3,2606667	1,1518333	10,1555000
CV (%)	-----	4,19	5,04	5,35

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1G Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para firmeza, valor L\* e a\* em kiwis minimamente processados, com aplicação de ozônio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Firmeza	Valor L*	Valor a*
Tratamento (A)	3	0,041167	39,978753	0,477593
Tempo (B)	4	4,38769*	36,569477*	8,699761*
AXB	12	0,036739	4,445489	0,689327
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	1,9250667	32,2885000	-2,3778333
CV (%)	-----	12,82	7,02	-13,23

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1H Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para vitamina C e frutose em kiwis minimamente processados, com aplicação de ozônio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		Vitamina C	Frutose
Tratamento (A)	3	481,174944	0,732736
Tempo (B)	4	2532,901078	9,354261
AXB	12	134,066643*	0,699518*
Erro	40	-----	-----
Média geral	-----	81,3163333	4,6563333
CV (%)	-----	4,59	1,00

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela II Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para glicose e sacarose em kiwis minimamente processados, com aplicação de ozônio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		Glicose	Sacarose
Tratamento (A)	3	0,672456	0,007482
Tempo (B)	4	7,404578	0,007482
AXB	12	0,813149*	0,007482*
Erro	40	-----	-----
Média geral	-----	4,5003333	0,0111667
CV (%)	-----	1,58	30,59

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela IJ Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos solúveis em kiwis minimamente processados, com aplicação de cloreto de cálcio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pH	Acidez Titulável	Sólidos Solúveis
Tratamento (A)	3	0,019491	0,134500	1,631000
Tempo (B)	4	0,092021*	0,513161	42,918646*
AXB	12	0,006829	0,154715*	0,365896
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	3,2950000	1,1696667	10,9000000
CV (%)	-----	2,46	4,41	5,72

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela IK Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para firmeza, valor L\* e a\* em kiwis minimamente processados, com aplicação de cloreto de cálcio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Firmeza	Valor L*	Valor a*
Tratamento (A)	3	0,043125*	15,911273*	0,332206
Tempo (B)	4	4,121365*	216,549873*	30,479577*
AXB	12	0,026970	5,710776	0,255442
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	1,8351333	38,7155000	-4,0065000
CV (%)	-----	6,55	4,11	-21,83

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1L Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para vitamina C, clorofila total e açúcares totais em kiwis minimamente processados, com aplicação de cloreto de cálcio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Vitamina C	Clorofila Total	Açúcares Totais
Tratamento (A)	3	165,014351	87,763491	3,497611
Tempo (B)	4	247,326289	34,477378	4,799339
AXB	12	68,969919*	17,553434*	1,852468*
Erro	40	-----	-----	-----
Média geral	-----	63,2106667	6,5896667	6,1143333
CV (%)	-----	4,47	7,38	2,25

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1M Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pectina solúvel e celulose em kiwis minimamente processados, com aplicação de cloreto de cálcio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		Pectina Solúvel	Celulose
Tratamento (A)	3	7248,846882	2809,135000ns
Tempo (B)	4	5168,939535	2119,258488ns
AXB	12	3418,775221*	2541,670626ns
Erro	40	-----	-----
Média geral	-----	161,2015000	35,2766667
CV (%)	-----	5,79	131,85

\* indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade

Tabela 1N Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para hemicelulose e poliuronídeos em kiwis minimamente processados, com aplicação de cloreto de cálcio, armazenados a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 8 dias

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		Hemicelulose	Poliuronídeos
Tratamento (A)	3	17,128846	26,750873
Tempo (B)	4	31,633402	12,752763
AXB	12	8,3917185*	6,276488*
Erro	40	-----	-----
Média geral	-----	9,8818333	7,3558333
CV (%)	-----	5,52	4,30

\*indicam valores do Teste F, significativos a 5% de probabilidade