



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**“AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DE KIWI (Actinídia deliciosa) cv. HAYWARD  
MINIMAMENTE PROCESSADO”**

**ANA CLAUDIA SAMPAIO OLIVEIRA**

Dissertação apresentada como parte  
dos requisitos para obtenção do Grau  
de Mestre em Ciências na Área  
de Tecnologia Nuclear - Aplicações

Orientador:  
Prof. Dr. Valter Arthur

São Paulo  
2011

*Dedico este trabalho à meu pai Antonio,  
minha mãe Aparecida, e à Deus.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me mostrado sempre o melhor caminho, dando-me força e perseverança durante toda a pesquisa, pela presença constante em minha vida, pelo auxílio nas minhas escolhas e me confortar nas horas difíceis.

Este trabalho não teria sido possível sem as valiosas sugestões, críticas e apoio do Prof. Dr. Valter Arthur, meu orientador, a quem quero expressar meus agradecimentos.

À Profa. Dra. Solange Guidolin Canniatti-Brazaca, por todo material cedido e por toda atenção dedicada na realização desse trabalho, reconheço que seu papel foi muito importante ao longo desta realização.

Aos meus pais, Antonio e Aparecida, por todo amor, carinho e apoio incondicional. Às minhas irmãs Ana Flavia e Ana Paula, por toda atenção e preocupação. Aos meus cunhados Ricardo e Fabio, pelo apoio e partilha de conhecimentos.

Ao Luiz Francisco de Paula Ipolito, meu namorado, pelo amor, companhia e serenidade nos meus bons e “maus” momentos, pela compreensão e otimismo.

À Márcia Lage de Oliveira, por todo incentivo e disponibilidade em todos os momentos, por sua amizade e alegria também nas dificuldades, pela companhia no cumprimento dos créditos e hospitalidade.

A todos os meus amigos, pelo apoio e momentos de alegria! Em especial à Renata Rossi minha “irmã de coração”, ao José Paulo “Joselito”, meu “gênio pensante” e sempre disposto a ajudar, a Nuchy, sempre dedicada amiga, a Lourdes e à Celina por me abrirem as portas de sua casa, e a todos aqueles que indiretamente também contribuíram, para a realização desse trabalho, com palavras ou gestos.

Ao pessoal do Laboratório de Radiobiologia e Ambiente, especialmente à Lúcia Cristina, Débora Módolo, André Machi pelo auxílio durante as análises químicas e paciência dispensada.

Ao CNPq e à FAPESP pela bolsa e auxílio pesquisa concedidos durante a pesquisa.

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DE KIWI (*Actinidia deliciosa*) cv. HAYWARD  
MINIMAMENTE PROCESSADO**

**Ana Claudia Sampaio Oliveira**

**RESUMO**

A busca de uma vida mais saudável tem levado o consumidor a repensar seus hábitos alimentares, ingerir frutas e hortaliças em substituição a produtos industrializados, devido a isso, a demanda dos produtos minimamente processados tem evoluído rapidamente. O kiwi (*Actinidia deliciosa*) possui alto valor nutritivo, sendo rico principalmente em vitamina C, o qual apresenta grande aceitação nos mercados consumidores. Dessa forma, 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. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da radiação gama nas características físico-químicas de kiwis minimamente processados e armazenados sob refrigeração, uma vez que essa tecnologia aumenta a vida útil de prateleira de frutos e hortaliças. Os kiwis foram descascados, tratados e cortados em rodela, armazenados em potes de polietileno de 10 cm de diâmetro por 6 cm de altura e irradiados nas doses de 0 (controle), 1 e 2 kGy, em fonte de  $^{60}\text{Co}$  Gammacell 220, com taxa de dose 0,429 kGy/hora, no qual cada tratamento constou de 5 repetições com 15 rodela de kiwis por repetição. Após irradiação as amostras foram armazenadas em câmara climática com temperatura de 6°C (próxima à temperatura de geladeiras comerciais). Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: pH, cor, teor de clorofila, perda de massa fresca, umidade, °Brix, acidez titulável e ácido ascórbico. O período de avaliações do kiwi foi 1º, 7º e 14º dia após a irradiação. Pelos resultados obtidos concluiu-se que a radiação gama não induziu mudanças prejudiciais nas propriedades físico-químicas do kiwi, podendo ser utilizada para a conservação de frutos de kiwi minimamente processado o qual apresentou 7 dias de vida útil.

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF GAMMA RADIATION ON  
PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF KIWI (*Actinidia deliciosa*)  
cv. HAYWARD MINIMALLY PROCESSED**

**Ana Claudia Sampaio Oliveira**

**ABSTRACT**

The search for a healthy life has led consumers to rethink their eating habits, consuming fruits and vegetables in place of manufactured products, therefore, the demand for minimally processed products has evolved rapidly. The kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*) has high nutritional value, being rich in C vitamin especially, which has wide acceptance in consumer markets. Thus, along with papaya, passion fruit and pineapple, kiwi can be considered as an additional feature of C vitamin in the diet, or as a substitute for traditional citrus. The aim of this study was to assess the effects of gamma radiation on physical and chemical characteristics of kiwis minimally processed and stored under refrigeration, since this technology increases the shelf life of fruits and vegetables. The Kiwis was stripped, processed and cut into slices, stored in polyethylene bags of 10 cm squared and irradiated at doses of 0 (control), 1 and 2 kGy. A source of  $^{60}\text{Co}$  Gammacell 220, dose rate of 0.429 kGy/hour, in which each treatment had 5 replicates with 15 slices of kiwifruit per replicate. After irradiation the samples were stored in a climatic chamber at 6°C (near the temperature of commercial refrigerators). The following criteria were physical-chemical analysis: pH, color, chlorophyll content, loss of weight, moisture, acidity and Brix. The analysis were done on 1st, 7th and 14th days after irradiation. The results indicated that gamma radiation did not induce deleterious changes in the physico-chemical properties of the kiwi may be used for preservation of minimally processed kiwifruit.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Produção e consumo de frutas no Brasil .....	3
2.2. Produção e consumo de kiwi no Brasil .....	4
2.2.1 Principais regiões produtoras de kiwi.....	4
2.3. Produção de kiwi no Chile .....	5
2.4. Produção de kiwi na Nova Zelândia.....	6
2.5. Produção de kiwi na Itália .....	6
2.6. Origem do kiwi .....	7
2.7. Genética.....	8
2.8. A planta e o fruto.....	8
2.9. Cultivares de kiwi .....	9
2.9.1 Principais cultivares femininas.....	10
a) Abbot.....	10
b) Bruno.....	10
c) Hayward .....	11
d) Monty .....	12
2.9.2 Principais cultivares masculinas .....	12
a) Matua .....	12
b) Tomuri.....	12
2.10. Propriedades do kiwi.....	13
2.11. Irradiação de alimentos.....	14
2.12. Alimentos minimamente processados .....	15
3. OBJETIVOS .....	17
3.1. Objetivo principal .....	17
3.2. Objetivos específicos .....	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
4.1. Materiais .....	18

4.2. Metodologia .....	18
4.2.1 Análises físico-químicas .....	19
4.2.2 Análise estatística .....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
5.1. pH .....	22
5.2. Cor .....	23
5.3. Teor de Clorofila total .....	26
5.4. Perda de massa fresca .....	27
5.5. Umidade .....	29
5.6. Sólidos solúveis .....	30
5.7. Acidez titulável .....	31
5.8. Ácido ascórbico .....	33
6. Conclusão .....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
ANEXO I. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA ALIMENTOS IRRADIADOS .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Produção de kiwi na safra de 2008 .....	4
Tabela 2 – Composição nutricional do kiwi .....	14
Tabela 3 – Média de valores de pH obtidos em kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	22
Tabela 4 – Média dos valores de cor ( $L^* a^* b^*$ ) obtidos nos kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	25
Tabela 5 – Médias do teor de clorofila total (mg/Kg) obtidas nos kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	26
Tabela 6 - Médias das percentagens de perda de massa dos kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	28
Tabela 7 – Valores obtidos para umidade dos kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	29
Tabela 8 - Teor de sólidos solúveis encontrados nos frutos de kiwi minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	30
Tabela 9 – Valores de acidez titulável (% ácido cítrico) de kiwis minimamente processados e irradiados nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy .....	32
Tabela 10 – Médias do teor de ácido ascórbico (mg/100 g de kiwi) de kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy .....	33



## 1. INTRODUÇÃO

O kiwi é um fruto originário da Ásia rico em vitamina C, minerais e fibras. Fruto de uma planta trepadeira, pertencente à família das *Actinidiáceas*. O kiwi é típico de regiões de clima temperado, caracterizando-se por ser oval e achatado. A casca possui a cor marrom clara, coberta por pequenos pêlos. Já a polpa é esverdeada, apresentando diversas sementes pequenas e pretas no centro. Por ser uma fruta de baixo teor calórico (aproximadamente 51 calorias a cada 100g), é muito utilizada em dietas de restrição calórica. Cerca de 90% do seu peso é constituído por água (DEMCZUK JUNIOR, 2007).

O freqüente 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*<sup>1</sup>, levando ao consumidor alimentos pobres em fibras, vitaminas e minerais, ricos em sal, gordura e açúcar. Um reflexo destes hábitos alimentares ficou aparente no aumento da incidência da obesidade e de doenças cardiovasculares. Atualmente, o consumidor já tem acesso a alimentos ao mesmo tempo convenientes e saudáveis. O processamento brando agrega aos frutos, produtos saudáveis por natureza, o valor da conveniência. Com o avanço da tecnologia, já é possível encontrar no mercado frutas descascadas e cortadas, com características frescas, prontas para o consumo (DEMCZUK JUNIOR, 2007).

A irradiação de alimentos tem sido objeto de pesquisas intensas por mais de quarenta anos. Organizações internacionais tais como a *Food and Agriculture Organization* (FAO) e a *World Health Organization* (WHO) revisaram estas pesquisas e concluíram que a irradiação de alimentos é segura e benéfica (ORNELLAS *et al*, 2006). Similarmente, o valor nutricional de alimentos irradiados foi comparado com o de alimentos tratados por outros métodos, com resultados favoráveis.

O tratamento de frutas frescas por irradiação é realizado com a finalidade principal de retardar os processos de amadurecimento e decomposição, resultando em significativo aumento da vida útil de prateleira da fruta irradiada. Posto a

---

<sup>1</sup> “Comida rápida” (em inglês) é o nome genérico dado ao consumo de refeições que podem ser preparadas e servidas em um intervalo pequeno de tempo.

existência de muitos estudos, são necessárias ainda novas pesquisas relativas às doses adequadas e aos efeitos das irradiações sobre as qualidades das frutas.

Assim, a aplicação da irradiação associada ao armazenamento refrigerado pode manter os atributos de qualidade do kiwi, agregando valor à cultura (LEVIT; SANTOS; FOES, 2008).

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Produção e consumo de frutas no Brasil**

O Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Frutas – IBRAF (2007) a produção superou 43 milhões de toneladas em 2007, o que representa 5% da produção mundial. Apenas a China e a Índia superam o Brasil em termos de produção de frutas. Cerca de 53% da produção brasileira é destinada ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas.

A Agência SEBRAE (2009) comentou esses dados afirmando que “a produção brasileira está voltada para frutas tropicais, subtropicais e temperadas, graças a sua extensão territorial, posição geográfica, solo e condições climáticas. São 500 variedades de plantas produtoras de frutas comestíveis e 220 espécies de frutíferas nativas somente na Amazônia. O setor emprega 5,6 milhões de pessoas, o que equivale a 27% da mão-de-obra agrícola.”

O consumo de frutas no Brasil e no mundo tem crescido a taxas elevadas. Segundo pesquisa da EMBRAPA, no Brasil durante o período 1994-1998, o aumento foi de 12% a.a.. Porém, segundo estudo feito pelo Ministério da Saúde com crianças mostra que o consumo está bem abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 400 gramas diárias. No entanto, o consumo entre adultos aumentou desde a última pesquisa feita em 2006, quando 5,6% seguiam a recomendação de comer cinco porções em cinco dias da semana. Atualmente, a Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), do Ministério da Saúde mostra que o número subiu para 15,7% dos adultos. A OMS ainda afirmou que o baixo consumo de produtos hortifrutis é responsável por cerca de 19% dos câncros gastrointestinais, 31% da doença cardiovascular isquêmica e por 11% dos enfartes do miocárdio, estando também associado a carências vitamínicas e minerais graves bem como distúrbios do trato intestinal (FAO/WHO, 2003).

## 2.2. Produção e consumo de kiwi no Brasil

A produção de kiwi no Brasil tem aumentado bastante nos últimos 5 anos, em média cinco mil toneladas de kiwi são produzidas por ano. De acordo com o engenheiro agrônomo da Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB), Paulo Andrade, em entrevista ao Diário Gazeta do Povo (2008), o Paraná é o quarto produtor nacional, seguindo São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, líder no segmento. A fruta disputa mercado com os kiwis importados do Chile, Itália e Nova Zelândia. Andrade também afirma que o Ministério da Agricultura não tem estatística nacional sobre o kiwi, mas que em 2003, o Estado do Paraná produziu mil toneladas em 135 hectares, enquanto na safra atual (2008) a produção chegou a 2.260 toneladas para uma área de 174 hectares.

A cultura, que exige determinados períodos de frio para ter uma boa brotação, foi beneficiada pelo clima em 2007 na região das Serras Gaúchas, mais precisamente na cidade de Farroupilha/RS. Em Farroupilha, são cultivadas seis variedades de kiwi. A colheita se estende até o fim de maio. A fruta produzida no município é comercializada especialmente nos mercados de Porto Alegre, São Paulo e Rio de Janeiro.

### 2.2.1 Principais regiões produtoras de kiwi

Conforme mencionado anteriormente as principais regiões produtoras de kiwi são: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, portanto, a Tabela 1 demonstra a produção de kiwi no ano de 2008, cujos dados foram fornecidos pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB) e Departamento de Economia Rural (DERAL) do Estado do Paraná.

Tabela 1- Produção de kiwi na safra de 2008

2008	Nº PRODUTORES	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)
RIO GRANDE DO SUL	390	355	4.874
PARANÁ	178	187	2.197
SANTA CATARINA	83	135	1.726
SÃO PAULO	32	82	656
<b>TOTAL</b>	<b>683</b>	<b>759</b>	<b>9.453</b>

Fonte: PETRI,2010.

De acordo com a Tabela 1 o Estado do Rio Grande do Sul apresentou a maior produção em 2008, na sequência tivemos Paraná, Santa Catarina e São Paulo. De acordo com o Jornal Globo Rural (2007)<sup>2</sup> mais da metade da produção de kiwi no Brasil encontra-se na região do Rio Grande do Sul, principalmente na serra gaúcha, onde os pomares já dividem espaço com as parreiras de uva. O kiwi colhido no Rio Grande do Sul abastece principalmente o Sul e o Sudeste do país. Entretanto, a demanda é grande, pois o que é produzido consegue abastecer menos de 30% do mercado brasileiro. O restante é importado do Chile, Itália e também da Nova Zelândia.

Segundo informações de Petri (2010) a produtividade de kiwi na safra 2007/2008 contou com 143,5 hectares em todo o Estado, dentre as cidades produtoras as que mais se destacam são: Friburgo, Campo Belo do Sul e Monte Carlo, respectivamente. Neste mesmo período, a produção de kiwi no Estado de Santa Catarina foi de 1.847.250 Kg e contou com 74 produtores espalhados por 31 cidades do interior do Estado.

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. Em Santa Catarina, a família Yamanishi foi a pioneira no cultivo da fruta em escala comercial. Os primeiros pomares foram plantados em 1986 (FISCHER, 2004).

### **2.3. Produção de kiwi no Chile**

Segundo Goulart (2004)<sup>3</sup> os principais produtores mundiais do fruto são a Itália, a Nova Zelândia e o Chile. Ainda tem produção expressiva, a França, os Estados Unidos, o Japão, a Austrália e a África do Sul. A maior produtividade - 40 t. de frutos/ha - foi encontrada no Chile. A América do Norte é a principal compradora de kiwi.

---

<sup>2</sup> [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=15111](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15111)

<sup>3</sup> <http://www.paginarural.com.br/noticia/910/cultivo-de-kiwi-e-promissor-mas-exige-investimentos>

De acordo com o Site Oficial do Chile (2011)<sup>4</sup>, atualmente o Chile é o segundo maior exportador de kiwi do Hemisfério sul e o terceiro do mundo depois da Itália e Nova Zelândia. Como o Chile conseguiu se posicionar, em poucas décadas, em um dos maiores produtores desta indústria? Graças a uma produção eficiente focada na qualidade, de acordo com os padrões internacionais. O país conta com um Comitê do kiwi, composto por profissionais e técnicos ligados a produção e envio da fruta ao exterior. Especificamente a missão da entidade é regular cada vez mais os parâmetros de colheita para chegar uma fruta ótima aos mercados de destino. Em 2009 o Chile exportou em torno de 183.526 toneladas de kiwi, sendo que desse valor aproximadamente 24.112 toneladas foram para a América Latina, que tem o Brasil como principal mercado o qual recebeu 9.895 toneladas de kiwi desse montante.

#### **2.4. Produção de kiwi na Nova Zelândia**

De acordo com El sitio de los Productores Frutícolas (2011)<sup>5</sup> a produção de kiwi na Nova Zelândia é em torno de 400.000 toneladas, o clima do país é bastante favorável o que ajuda a tornar o kiwi a maior exportação agrícola da Nova Zelândia. Zespri é um dos produtores mais expressivos com aproximadamente 30% da comercialização internacional da fruta e abastece cerca de 55 países, inclusive o Brasil. A Nova Zelândia arrecada R\$ 1,330 bilhão por ano com a exportação de kiwi, o equivalente a 2,5% do valor total dos embarques do país.

#### **2.5. Produção de kiwi na Itália**

A Itália concentra suas vendas entre os meses de novembro e abril. É importante destacar que, entre maio e outubro, a Itália também importa fortemente do Chile e da Nova Zelândia para manter seus consumidores abastecidos durante o ano todo. O Chile tem maior influencia em mercados como os Estados Unidos e América Latina. De acordo com a IKO (Organização Internacional de Kiwi)<sup>5</sup> a tendência de crescimento que registrou o cultivo de kiwi nos últimos anos continuará ocorrendo durante os próximos 5 anos. Graças a isso é esperado para 2013 um

---

<sup>4</sup> <http://www.thisischile.cl/Articles.aspx?id=4361&sec=288&je=portadaprincipal&itz=&t=la-industria-del-kiwi-en-chile%3A-un-modelo-de-exito--internacional&idioma=1>

<sup>5</sup> <http://www.profrutal.com.ar/NEWSLETTER/mercado2.html>

aumento na produção de mais de 20%, o equivalente a 420.000 toneladas (que é aproximadamente a produção da Itália, o maior produtor mundial). Quer dizer para 2013 espera-se uma produção de 2,26 milhões de toneladas. A maior parte da produção de kiwis italianos são exportadas (equivalente a  $\frac{3}{4}$  da produção). A maior parte se destina a outros países europeus, sendo seus principais mercados a Alemanha (recebe 20% do kiwi italiano), Espanha (14%), França (8%) e Reino Unido (5%).

## **2.6. Origem do kiwi**

Esta espécie é originária das regiões altas e úmidas do vale do rio Yang-Tsé Kiang, na China. Em seu habitat natural, ela cresce em bosques e montanhas desde o nível do mar até 2000m de altitude (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

Por volta do ano 1400 D. C. o quivi já era descrito superficialmente pelo chinês Chiu-Huan Pen T'sao. Entretanto, somente em 1845 o europeu Robert Fortune, proporcionou as primeiras informações sobre a planta, como consequência de uma exploração científica ao Extremo Oriente, patrocinada pela Royal Horticultural Society, da Inglaterra. Com base nos dados recolhidos por Fortune, em 1847 o botânico Planchon descreveu e classificou a espécie (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

Os anos vão correndo e vários botânicos não deixam de estudar a planta, tais como Augustine Henry e Wilson. Este em 1901, explorando altas montanhas na China, envia para Inglaterra uma gama imensa de sementes, bolbos e espécies secas (ALMEIDA, 1996).

Da Inglaterra, o interesse da cultura passou para a França em 1898 e para os Estados Unidos da América nos inícios do século XX (ALMEIDA, 1996).

Em relação à Nova Zelândia, o maior produtor da actinídea, pensa-se que a introdução da cultura se deve a Isabel Frazer, que trouxe as sementes da planta da China, quando de uma viagem em 1904, tendo-as entregado a dois viveiristas: Alexandre Allison e Thomas Horton que, depois de as semearem, as viram florescer e frutificar em 1910 (ALMEIDA, 1996).

Os viveiristas Wright e Bruno Just, nos inícios dos anos 30, foram, sem dúvida, os grandes divulgadores da planta a que nos vimos referindo. Passaram-se os anos e, em 1956, Harold Mouat identifica as várias cultivares (ALMEIDA, 1996).

Em 1981, havia as seguintes cultivares: Abbot, Allison, Bruno, Gracia, Greenshill, Hayward, Monti e Tomuri. Apesar da seleção de melhoramento ter continuado, ainda não foram encontradas melhores variedades femininas que a Hayward, de todas as cultivares esta é a que se impõe, existindo atualmente em cerca de 99% das plantações de kiwis (ALMEIDA, 1996).

## 2.7. Genética

O kiwi é uma planta pertencente à ordem Theales, família *Actinidiaceae*, e gênero Actinídea, com mais de 53 espécies, entre as quais, a *Actinidia deliciosa* é a de maior importância (FERRI; KERSTEN; MACHADO, 1996).

O gênero Actinídea foi classificado por Wallich. Hutichon, em 1959, dividiu a família actinideácea somente em gêneros trepadores: *Actinídea*, *Clamatochetra* e *Sladenita* (ALMEIDA, 1996).

## 2.8. A planta e o fruto

A planta é conduzida em suportes por apresentar caules longos e trepador, embora não apresente gavinhas como nas videiras. As folhas são grandes com até 20 centímetros de diâmetro, de contorno circular ou elíptica, bordos serrilhados e caem durante o inverno. As flores são formadas em número de 2 a 8, na base das folhas de brotações novas. Para que haja frutificação, há necessidade de se plantar variedades que produzem flores femininas (produtoras) e aquelas que produzem flores masculinas (polinizadoras), na proporção de 8:1. Plantas com essa característica de reprodução são denominadas dióicas. Existem muitas variedades produtoras de frutos (plantas femininas), destacamos algumas: Abbot, Bruno, Allison, Monty e Hayward e os polinizadores (plantas masculinas): Matua e Tomuri. Os frutos são alongados, cobertos por pêlos pardos e com muitas sementes pequenas, lisas, brilhantes e pretas. A cultura é perene e a planta necessita uma poda anual de produção, no fim do inverno. O solo deve apresentar boa drenagem, fértil, com boa



disponibilidade de água durante o desenvolvimento dos frutos e recomenda-se o plantio em regiões com baixa temperatura durante o inverno. Algumas variedades produzem em regiões de clima mais quente, mas necessita aplicação de produtos químicos para uniformizar a brotação e aumentar a produção. A propagação pode ser feita por enxertia, enraizamento de estacas e sementes. A enxertia é a mais indicada. A produção comercial ocorre 3 a 4 anos após o plantio. Os frutos devem ser colhidos ainda bem firmes e mantidos em depósito para completar a sua maturação (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

O kiwi é uma planta caducifolia suportando baixas temperaturas na época do repouso vegetativo, as quais são favoráveis neste período. O início da brotação se dá em setembro e a colheita até a 1ª quinzena de maio (ALMEIDA, 1996).

O destino principal da fruta de kiwi é o consumo *in natura*, mas com o passar dos anos, novas técnicas de aproveitamento foram desenvolvidas, destacando-se a conserva enlatada, sucos, polpa seca (passas), iogurtes, sorvetes, sobremesas, geléias, vinhos, doces, amaciante de carnes, etc. O fruto geralmente é ressaltado pelo seu alto valor nutritivo, sendo rico principalmente em vitamina C e fibras, encontrando grande aceitação nos mercados consumidores (CARVALHO; LIMA, 2002).

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) pode variar de 30 a 110 mg/100g de fruto, dependendo da cultivar, maturidade, época do ano e do método de determinação desse ácido (MATSUMOTO; OBARA; LUH, 1983).

A cultivar Hayward do kiwi é a mais empregada nos principais países produtores, e seus frutos, densamente cobertos por pêlos finos e sedosos, apresentam cor marrom-claro. Possuem maior resistência a baixas temperaturas na frigoconservação do que as demais cultivares, sendo possível sua armazenagem por um período superior a oito meses (SCHUCK, 1992).

## **2.9. Cultivares de kiwi**

Assim como todas as frutas o kiwi também apresenta diversas cultivares, as quais se diferenciam em polinizadoras (masculinas) e produtoras (femininas), quanto à adaptação do material às condições ambientais, época de colheita, possibilidades

de conservação pós-colheita, produtividade, formato, tamanho, sabor, resistência a pragas e moléstias, entre outros (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

### **2.9.1 Principais cultivares femininas**

#### **a) Abbot**

É uma planta vigorosa, muito produtiva, de floração precoce, com as flores grupadas, duas ou três. As flores são de cor branca-creme e as pétalas têm forma arredondada elíptica, com os bordos ligeiramente enrugados. As folhas são geralmente redondas com ápice curto e aguçado (ALMEIDA, 1996).

O fruto tem formato oblongo, pesando de 65 a 70g, com período de maturação médio, boa conservação sob refrigeração, suportando satisfatoriamente a manipulação e o transporte. A polpa é de coloração verde-brilhante, perfumada, medianamente ácida considerada como de boa qualidade sendo muito apreciada na Nova Zelândia para consumo familiar. Apresenta baixa exigência em horas de frio e alta fertilidade de gemas e, portanto, um alto poder produtivo podendo haver 400 quilogramas de frutos por pé (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

#### **b) Bruno**

Planta vigorosa, produtiva, com flores solitárias (raramente agrupadas) de cor branca-creme e de pétalas elípticas, mais ou menos arredondadas e achatadas. As folhas têm a forma circular com a base cordada. Os frutos são de tamanho médio – 60 e 70 gramas – muito uniformes, de forma cilíndrica e alongada, de casca acastanhada e coberta de pêlos muito densos, curtos e espetados (ALMEIDA, 1996).

A polpa é de sabor doce acidulado, muito agradável, com maior concentração de vitamina C do que as demais variedades. A maturação é muito precoce, sendo possível a conservação em frigorífico, porém, é pouco resistente à manipulação e transporte. No sul do Brasil, a colheita geralmente ocorre na 1ª quinzena de abril. Não é muito exigente em horas de frio, requerendo a metade das horas de frio necessárias a cultivar Hayward. Nas condições climáticas da serra gaúcha, a Bruno

tem mostrado a melhor produtividade dentre as variedades de quivizeiro cultivadas (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

### **c) Hayward**

Apresenta floração tardia, com produtividade ligeiramente inferior às outras variedades de floração coincidentes; suas flores são solitárias e raramente em duplas. É bastante sensível à clorose, nematóides e às estiagens, com a multiplicação por estaquia<sup>6</sup> mais fácil do que as outras (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

Planta de vigor médio, com início da colheita por volta da primeira quinzena de Novembro. Por ocasião da colheita os frutos devem atingir um grau de maturação, avaliado pelo método de Brix, de pelo menos 6,2 por cento. Os frutos pesados (90 a 150g), de forma oval com a secção transversal elíptica, de casca castanha com reflexos esverdeados, cobertos de pêlos finos (ALMEIDA, 1996).

As folhas são arredondadas, tendo a base cordada com os sobrepostos. A polpa é verde, com laivos de amarelo-palha, medianamente sumarenta, pouco ácida e perfumada e medianamente aromática, tendo boas qualidades gustativas (ALMEIDA, 1996). Segundo Souza; Marodin & Barradas (1996), o perfeito equilíbrio entre ácidos e açúcares dessa variedade é que a fazem a preferida pelos mercados de todo o mundo.

Apresentam boa resistência ao transporte, manuseio e excelente conservação frigorífica. Embora não determinado, se estima que essa cultivar necessite de 700 a 1.000 horas de temperatura abaixo de 7,2°C durante o inverno (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

---

<sup>6</sup> Método de produção de mudas de kiwi. O processo de estaquia é efetuado durante o período de crescimento da planta, com material semilenhoso de plantas matrizes perfeitamente identificadas, sadias e produtivas. Este material é preparado em estacas de 10 a 15 cm de comprimento com meia a uma folha no topo e um ferimento na parte basal. Após cortadas as estacas recebem um tratamento com hormônio vegetal e em seguida seguem para uma estufa, submetidas a nebulização intermitente. A muda oriunda de estaquia não necessita enxerto, pois as estacas preservam as mesmas características da planta mãe (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996)

Esta cultivar é atualmente a mais cultivada no mundo devido às suas excelentes características e ao fato de as embalagens e os alvéolos serem pensados para os seus frutos.

#### **d) Monty**

É uma planta muito vigorosa e induz grandes produções. As flores são de cor branca-creme, com pétalas de forma variável, sendo agrupadas em dois ou três sarmentos. As folhas são geralmente arredondadas com base truncada (ALMEIDA, 1996).

Os frutos são de formato elíptico, tamanho médio e pouco uniforme, com peso médio de 65g, mas em alguns locais gira em torno de 40g. A maturação ocorre na meia estação e os frutos são de difícil conservação. São pouco resistentes ao transporte e ao manuseio. Sua polpa é verde brilhante, de sabor doce-acidulado e perfumado (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

### **2.9.2 Principais cultivares masculinas**

#### **a) Matua**

É uma cultivar de floração precoce, abundante, prolífera e persistente por longo tempo; suas flores são agrupadas em número variável de 1 a 5. Em algumas situações apresenta uma floração antecipada em relação a 'Hayward'. Apresenta pólen de qualidade superior à 'Tomuri' (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

#### **b) Tomuri**

Trata-se de uma cultivar cuja floração se inicia na meia estação e se prolonga por muito tempo. As flores são agrupadas em nível variável de 1 a 7, geralmente 5. Floresce um pouco mais tarde que a 'Matua' e parece especialmente indicada para polinizar 'Hayward'. Seu pólen apresenta baixa germinação (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

## 2.10. Propriedades do kiwi

De acordo com a APK - Associação Portuguesa de Kiwicultores (2011)<sup>7</sup> o fato do kiwi ser uma baga confere-lhe propriedades nutritivas superiores, quando comparado com outros frutos. Estas propriedades nutritivas provêm das sementes que constituem o kiwi e que são naturalmente ingeridas com a polpa. Por outro lado, como não é necessário cozinhá-lo para ser consumido, podem-se aproveitar integralmente todos os nutrientes. O kiwi tem no mínimo 8 nutrientes benéficos para a saúde. Outra propriedade do kiwi é o seu alto teor de vitamina C, contendo o triplo de vitamina C em relação à laranja.

O kiwi é fonte de fibras podendo ser utilizado como laxante natural. De acordo com a APK “um kiwi fornece uma dose de fibras crua superior à de um prato de flocos de cereais, com a vantagem de não necessitar de ser acompanhado de alimentos gordos ou doces”. Além disso, esse fruto tem um antioxidante natural o que permite a prevenção de câncer e doenças cardiovasculares e intestinais. Durante a gravidez, em fase de crescimento e situações de cicatrização, o ácido fólico tem um papel fundamental. O ácido fólico degrada-se com a cozedura, mas como o kiwi é ingerido em fresco, torna-se uma das únicas fontes deste nutriente.

---

<sup>7</sup> <http://www.apk.com.pt/index.php?lg=1&id=2&st=1>

A Tabela 2 apresenta a composição nutricional do kiwi (unidade 100g).

Quantidade	100g kiwi
Água (%)	85,9
Calorias	51,0
Proteína (g)	1,3
Gordura (g)	0,6
Colesterol (mg)	0
Carboidrato (g)	11,5
Fibra alimentar	2,7
Cinzas	0,7
Cálcio (mg)	24,0
Magnésio	11,0
Manganês	0,05
Fósforo (mg)	33,0
Ferro (mg)	0,3
Potássio (mg)	269,0
Sódio (mg)	0
Ácido Ascórbico (mg)	70,8

Fonte: Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2006).

### 2.11. Irradiação de alimentos

A irradiação consiste na capacidade de destruir microorganismos patogênicos e deteriorantes presentes nos alimentos. É empregada para eliminar insetos e retardar o processo germinativo em produtos vegetais. Desta forma, há aumento na segurança dos alimentos destinados ao consumo e redução nas perdas causadas por deterioração. A irradiação é um processo físico que vem sendo estudado há vários anos, tendo o seu emprego regulamentado pela *Food and Drug Administration* (FDA) desde 1963, para farinha de trigo e trigo destinados à alimentação humana, e suas aplicações têm sido guiadas sob as regras das Boas Práticas de Fabricação (BPF). Posteriormente, nas décadas de 80 e 90, novas regulamentações surgiram com intuito de estender a utilização dessa tecnologia para outros alimentos (ORNELLAS *et al*, 2006).

No Brasil, as primeiras pesquisas com irradiação de alimentos foram feitas na década de 50, pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), em Piracicaba (SP). Mesmo com a permissão, em 1985, do uso da irradiação para conservação de alimentos, os estudos se restringiram quase que exclusivamente às instituições de

pesquisas, uma vez que o país contava com um número restrito de especialistas (ORNELLAS *et al*, 2006).

A legislação brasileira segue as recomendações internacionais sugeridas pela *Food and Agriculture Organization (FAO)*, *International Atomic Energy Agency (IAEA)* e *Codex Alimentarium*, da ONU. Atualmente, todas as normas para o emprego dessa tecnologia estão descritas na Resolução nº 21 (ANEXO I), 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.

Na irradiação dos kiwis serão realizados pré-testes para determinação da faixa mais adequada da dose. Segundo Perecin (2008), a aplicação de irradiação em cenoura nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy não interferiu nas análises de perda de massa fresca, cor (fatores L, a, b), pH, °Brix e acidez titulável após o 4º, 10º, 16º e 22º dia da irradiação. De acordo com Dulley (2002), morangos e outras frutas são irradiados na faixa de 1 a 4 KGy ocasionando em aumento no tempo de prateleira e retardamento na maturação.

O processamento mínimo de frutas e hortaliças é uma tecnologia alternativa para a redução das perdas pós-colheita desses produtos perecíveis e que pode contribuir para maior desenvolvimento da agroindústria no país. Os produtos minimamente processados são aqueles submetidos às operações de limpeza, lavagem, seleção, descascamento, corte, embalagem e armazenamento, mas que apresentam qualidade semelhante à do produto fresco (LEITE, 2006).

## **2.12. Alimentos minimamente processados**

A utilização de produtos minimamente processados no Brasil iniciou na década de 90 por algumas empresas atraídas pela nova tendência de mercado. O sucesso desse empreendimento depende, no entanto, do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas com elevada condição de higiene. É indispensável o uso de embalagem adequada e do controle da temperatura no

processamento, distribuição e comercialização, uma vez que são fatores críticos para a redução das deteriorações fisiológicas e/ou microbiológicas (LEITE, 2006).

Chitarra (2000) afirma que produtos minimamente processados podem ser definidos como frutas ou hortaliças, ou a combinação destas, que tenham sido fisicamente alteradas mas que permaneçam em estado fresco. O processamento mínimo inclui as atividades de seleção e classificação da matéria prima, pré-lavagem, processamento (corte, fatiamento), sanificação, enxágüe, centrifugação e embalagem, visando-se obter um produto fresco e saudável e que, na maioria das vezes, não necessita subsequente preparo para ser consumido.

A implantação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e de um programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é essencial para o sucesso na comercialização de frutos e hortaliças minimamente processados, sendo necessários para prevenir e controlar os riscos da contaminação microbiana e manter a qualidade do produto (Chitarra, 2000).

A sanificação com produtos a base de cloro é amplamente recomendada para retardar ou eliminar o crescimento microbiológico em vegetais minimamente processados. Beuchat (1992) e Beuchat & Brackett (1990) afirmam que a imersão de frutas e hortaliças em solução de hipoclorito de sódio por no mínimo 30 segundos, é suficiente para a inativação dos microrganismos.

As frutas minimamente processadas estão mais sujeitas à mudanças fisiológicas e bioquímicas e à deterioração microbiológica, que podem resultar na degradação da cor, textura e sabor, provocadas pelas operações de descascamento e corte. Faz-se necessária então, a utilização de uma combinação de processamentos brandos para assegurar a qualidade e aumentar a vida-de-prateleira desses produtos (PEREIRA et al, 2003).



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo principal**

Avaliar os efeitos da radiação gama nas características físico-químicas de kiwis minimamente processados e armazenados sob refrigeração.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Determinar as características físico-químicas (pH, cor, teor de clorofila, perda de massa fresca, umidade, °Brix e acidez titulável) do kiwi *in natura* e dos kiwis irradiados, ao longo do período de armazenamento.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Materiais**

O kiwi da cultivar Hayward foi adquirido no comércio de hortifrutigranjeiros da cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. Esses frutos de kiwi foram cultivados no Chile e exportados ao Brasil.

### **4.2. Metodologia**

Toda a parte experimental foi realizada no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente (CENA/USP, Piracicaba/SP). Os frutos de kiwi foram classificados como médios e com calibre 39 (peso entre 80 e 85g) e 36 (peso entre 86 e 93g) pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento através da Portaria nº 34, de 16 de janeiro de 1998. Inicialmente, os kiwis foram lavados com água corrente, escorridos e descascados de maneira mais uniforme possível. Em seguida, foram cortados em rodela com tamanho padrão com (aproximadamente 5 mm de espessura), imersos em solução de hipoclorito de sódio a 15%, durante 4 minutos, a fim de prevenir o alimento de alguma contaminação microbológica. Os kiwis foram escorridos da solução de hipoclorito e cada rodela foi cortada ao meio para que coubesse melhor na embalagem de polipropileno. As amostras foram irradiadas nas doses de 0 (controle), 1 e 2 kGy, com taxa de dose 0,429 kGy/hora, em fonte de  $^{60}\text{Co}$  GammaCell 220 (Atomic Energy of Canada Ltd, Canadá), instalada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP. Cada tratamento constou de três repetições com 15 rodela de kiwis por repetição as quais a faixa de peso por embalagem variou entre 90 e 115g. Após irradiação as amostras foram armazenadas em câmara climática com temperatura de 6°C. As análises foram realizadas 1º, 7º, 14º dia após a irradiação. Essa temperatura faz referência as geladeiras comerciais que têm sua temperatura variando de 4 a 8°C, portanto, adotou-se uma média entre as geladeiras domésticas e comerciais. Para o bom desempenho do produto os kiwis foram manipulados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), a fim de minimizar possíveis contaminações e estabelecer elevada condição de higiene, garantindo a qualidade do produto (FIGUEIREDO & COSTA NETO, 2001).

A Figura 1 apresenta as amostras de kiwi organizadas em embalagem de polipropileno prontas para serem irradiadas.



Figura 1. Amostras de kiwi prontas para serem irradiadas.

#### 4.2.1 Análises físico-químicas

- **pH** – O pH dos kiwis foi obtido após a trituração das amostras em centrífuga doméstica, os valores de pH foram medidos com o auxílio de um pHmetro digital.
- **Cor** – Foi utilizado o colorímetro Minolta Choma Meter CR-200, para medir possíveis mudanças na coloração e brilho. Foram utilizadas três amostras por tratamento. Para cada tratamento foram realizadas três leituras diferentes: no centro do fruto, no meio (entre as sementes e a parte lateral) e na região externa do kiwi, devido à diferença de coloração no fruto (Konica Minolta, 2001).

A Figura 2 nos mostra como funciona a leitura de cores em relação aos parâmetros  $L^*$   $a^*$   $b^*$ . Observe que o eixo  $L^*$  vai do preto ao branco, o eixo  $a^*$  vai do verde ao vermelho, e o eixo  $b^*$  vai do azul para o amarelo. Podemos observar que com o aumento de  $a^*$  e  $b^*$  o ponto se distancia do centro e a saturação aumenta.

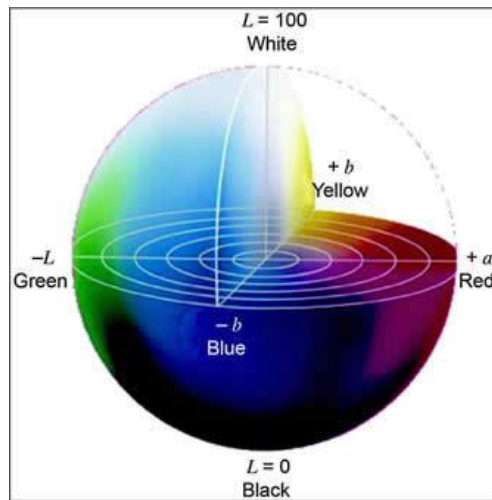


Figura 2. Representação de um sólido de cor no espaço de Cor  $L^* a^* b^*$ .

Fonte: Konica Minolta, 2001.

- **Teor de clorofila** – A extração da clorofila foi realizada com 9 mL de acetona 80% e 1g de kiwi, centrifugados a 3000 rpm (658 g) durante 10 minutos. A leitura da clorofila foi feita através de espectrofotômetro cujo comprimento de onda é 663 nm para *Clorofila a* e 646 nm para *Clorofila b*. Os resultados expressos em absorvância foram submetidos a cálculo que resultaram no teor de Clorofila total com unidade mg/Kg (LICHTENTHALER, 1987).
- **Perda de massa fresca** – Foi determinada pela diferença de massa e expressa em porcentagem do peso do fruto (%) entre a massa inicial (antes de irradiar) e a massa das amostras de cada repetição a cada dia (1º, 7º e 14º dia), através de balança eletrônica de precisão.
- **Umidade** – O método utilizado foi do Instituto Adolph Lutz (1985) cuja determinação é por perda de massa. Foi realizada a pesagem de aproximadamente 2g em cadinho de porcelana e aquecimento em estufa a 105°C, durante 3 horas. Após esse procedimento o cadinho foi resfriado em um dessecador até a temperatura ambiente, pesado em balança analítica. A operação de aquecimento e resfriamento é repetida até obtenção de peso constante. O resultado foi expresso em porcentagem (%) do fruto.

- **Sólidos solúveis** – Para avaliação do teor de sólidos solúveis foi necessário macerar a amostra de kiwi, retirar três gotas do suco para a leitura em refratômetro digital. O teor de sólidos solúveis é expresso em °Brix (Instituto Adolph Lutz, 1985).
- **Acidez titulável** – Foi determinada por titulometria com solução de NaOH (0,1 M) e expressa em porcentagem de ácido cítrico. Para esta análise 10g da amostra triturada foi diluída em 100 mL de água destilada em um erlenmeyer, adicionou-se duas gotas de fenolftaleína. Homogeneizou-se a amostra e foi realizada a titulação com NaOH 0,1 N até coloração rosa persistente por 30 s. Através do volume de NaOH gasto foram realizados cálculos para a obtenção dos resultados de acidez titulável expressos em termos de ácido dominante como ácido cítrico. As amostras foram tituladas em triplicata (Instituto Adolph Lutz, 1985).
- **Ácido ascórbico** – Foi determinado por titulometria utilizando o método de BENASSI & ANTUNES (1988).

#### 4.2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a cálculo de desvio padrão e ao teste de Tukey com a finalidade de realizar comparações entre as médias dos tratamentos, estabelecendo-se o nível mínimo de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). Utilizou-se o software SAS Institute (1999).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já citado anteriormente os kiwis foram minimamente processados e submetidos à radiação gama nas doses de: 0 (controle), 1 e 2 kGy. Considerando as análises realizadas é imprescindível afirmar que no último dia de análise, ou seja, no 14º dia após a aplicação das doses de radiação as amostras de kiwi apresentaram odor característico de fermentação, deterioração aparente (presença de bolores) e coloração escura (em relação ao 1º dia), portanto, acredita-se que os frutos estavam com a maturação avançada no final do experimento, não sendo mais atrativas para consumo.

### 5.1. pH

Os valores obtidos para pH demonstrados na Tabela 3 variam entre 3,50 e 3,76, os quais diferem dos resultados encontrados por Lameiro et al (2010) que ao comparar kiwis nacionais e chilenos encontrou pH igual a 3,31 para kiwis do Chile e kiwis nacionais pH equivalente a 3,44.

A Tabela 3 apresenta os valores de pH determinados para os kiwis chilenos minimamente processados e irradiados nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy.

Tabela 3 – Média de valores de pH obtidos em kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

Dose	1º dia	7º dia	14º dia
Controle	3,68 <sup>Aa</sup> ± 0,08	3,76 <sup>Aa</sup> ± 0,02	3,50 <sup>Bb</sup> ± 0,05
1 kGy	3,61 <sup>Aa</sup> ± 0,04	3,69 <sup>Aa</sup> ± 0,01	3,58 <sup>Aab</sup> ± 0,07
2 kGy	3,54 <sup>Ca</sup> ± 0,06	3,74 <sup>Aa</sup> ± 0,10	3,63 <sup>Ba</sup> ± 0,01

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

De acordo com o teste de Tukey (ao nível de 5%) podemos constatar que não ocorreram diferenças significativas entre a amostra controle e as submetidas às diferentes doses de radiação no 1º e 7º dia. Contudo, no 14º dia foram observadas diferenças significativas para a amostra controle, e amostra com dose 2 kGy. Considerando o armazenamento, a amostra controle apresentou redução de pH no 14º dia e a amostra com 2 kGy de irradiação aumentou o pH. França et al (2008)

ao final do período de análise de morangos irradiados não encontraram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Em seus estudos Al-Bachir (1999) relatou que a irradiação diminuiu o valor do pH do suco de maçã que pode ter aumentado o teor de alguns outros ácidos orgânicos, como os ácidos cítrico, quínico, e succínico. Entretanto, Oliveira et al (2006) não encontraram diferenças significativas de pH em seus estudos com goiabas brancas irradiadas e armazenadas durante 21 dias sob refrigeração. Silva; Silva; Spoto, (2006) afirmaram que nos frutos geralmente ocorre redução dos ácidos com o tempo de armazenamento, em decorrência do seu consumo para as reações próprias da maturação e senescência. Os autores também observaram redução nos valores de pH entre o intervalo de 20 e 30 dias em abacaxi irradiado, indicando que pode ter ocorrido degradação do ácido.

## 5.2. Cor

Neste estudo observou-se (Tabela 4) que a coloração dos frutos foi mantida entre os tratamentos no 1º dia na região da borda, parâmetros  $L^*$  e  $b^*$ ; na região Meio, somente no parâmetro  $L^*$ ; e na região Centro, para todos os parâmetros ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Na região da borda houve diferença significativa em relação aos três parâmetros  $L^*$   $a^*$   $b^*$  no 7º dia, a amostra controle apresentou valor inferior as amostras com dose 1 e 2 kGy para os parâmetros  $L^*$  e  $b^*$ . No parâmetro  $a^*$  a amostra controle apresentou valor superior as amostras irradiadas. No 14º dia houve diferença significativa entre as doses na região da borda, para  $L^*$  e  $a^*$  sendo menor valor para a dose de 2 kGy. Entretanto, a maioria das amostras apresentaram valores inferiores ao 1º dia de análise em relação aos fatores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

Quanto às análises nas regiões Meio e Centro do kiwi não apresentaram diferenças significativas entre as doses no 1º e 14º dia (parâmetros  $L^*$  e  $a^*$ ), somente para o parâmetro  $b^*$  houve diferença no 1º e 7º dia. Porém, no 7º dia houve diferença na região do meio para parâmetro  $a^*$ , e na região do centro para o parâmetro  $b^*$ , essas diferenças podem ser decorrentes da região selecionada para realizar a leitura e a falta de homogeneidade da fruta. Os kiwis irradiados com dose 2 kGy demonstraram menor valor de  $L^*$  em relação ao controle, na Borda e Meio, no 1º e 14º dia.

Na região Borda houve diferença significativa para as amostras controle e 2 kGy ao longo do período de armazenamento apenas no parâmetro  $L^*$  no qual esse valor diminuiu no 14º dia quando comparado ao 1º. Na região Meio houve diferença significativa ao longo do tempo apenas na amostra controle nos parâmetros  $L^*$  e  $b^*$ , cujo valor aumentou durante o período de análise. Na região Centro as amostras controle e 1 kGy apresentaram diferença significativa durante o tempo de armazenamento nos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ .

A Figura 3 apresenta as regiões de leitura realizadas no kiwi para o parâmetro cor.

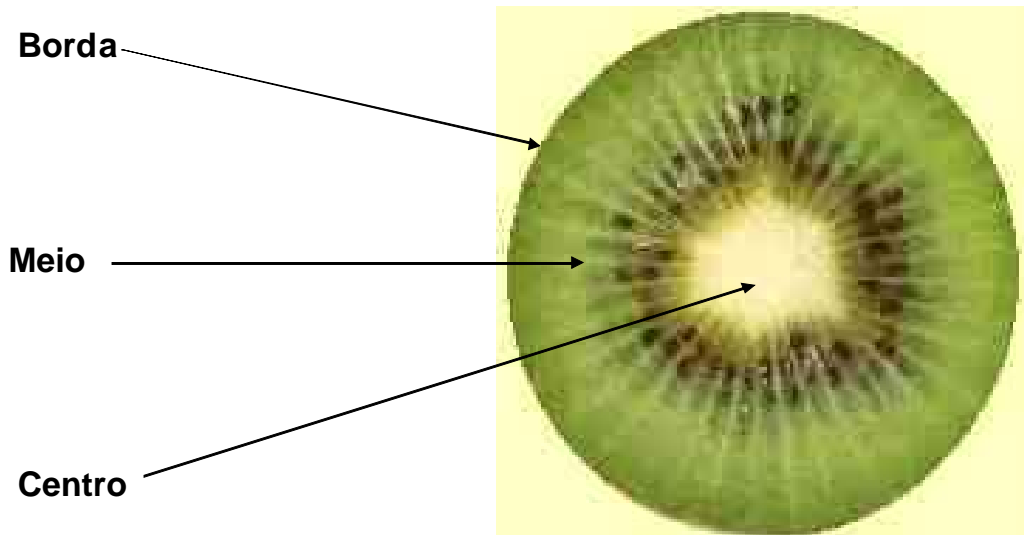


Figura 3. Regiões de leitura com o colorímetro: borda, meio e centro.

Na Tabela 4 encontram-se os dados obtidos quanto a coloração dos frutos de kiwi submetidos às doses de radiação gama 0 (controle), 1 e 2 kGy, referentes as análises do 1º, 7º e 14º dia, respectivamente. Foram realizadas leituras no Centro, lateral interna (região entre as sementes e a superfície verde, a qual foi chamada de Meio) e na região externa do fruto descascado (Borda), todas com três repetições cada.



Tabela 4 – Média dos valores de cor ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) obtidos nos kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

	Parâmetro cor	Dose (kGy)	1º dia	7º dia	14º dia
<b>Borda</b>	$L^*$	0 (controle)	47,64 <sup>Aa</sup>	38,14 <sup>Bb</sup>	42,29 <sup>Ba</sup>
		1	41,27 <sup>Aa</sup>	41,50 <sup>Aa</sup>	41,87 <sup>Aa</sup>
		2	45,45 <sup>Aa</sup>	40,18 <sup>Aab</sup>	37,20 <sup>ABb</sup>
	$a^*$	0 (controle)	-12,04 <sup>Ca</sup>	-8,54 <sup>Ba</sup>	-4,78 <sup>Aa</sup>
		1	-12,19 <sup>Cab</sup>	-10,12 <sup>Bb</sup>	-5,71 <sup>Aa</sup>
		2	-12,98 <sup>Cb</sup>	-10,30 <sup>Bb</sup>	-9,26 <sup>Ab</sup>
	$b^*$	0 (controle)	28,89 <sup>Aa</sup>	20,04 <sup>Bb</sup>	20,27 <sup>Ba</sup>
		1	25,35 <sup>Aa</sup>	23,35 <sup>Aa</sup>	18,71 <sup>Ba</sup>
		2	28,47 <sup>Aa</sup>	23,64 <sup>Ba</sup>	17,68 <sup>Ca</sup>
<b>Meio</b>	$L^*$	0 (controle)	41,54 <sup>Aa</sup>	35,58 <sup>Ba</sup>	42,08 <sup>Aa</sup>
		1	36,18 <sup>Aa</sup>	37,40 <sup>Aa</sup>	40,90 <sup>Aa</sup>
		2	36,63 <sup>Aa</sup>	41,23 <sup>Aa</sup>	39,07 <sup>Aa</sup>
	$a^*$	0 (controle)	-10,38 <sup>Aa</sup>	-10,00 <sup>Aa</sup>	-9,98 <sup>Aa</sup>
		1	-10,06 <sup>Aa</sup>	-12,36 <sup>Aab</sup>	-11,39 <sup>Aa</sup>
		2	-12,71 <sup>Ab</sup>	-12,66 <sup>Ab</sup>	-11,35 <sup>Aa</sup>
	$b^*$	0 (controle)	19,78 <sup>Bab</sup>	19,84 <sup>Bb</sup>	24,75 <sup>Aa</sup>
		1	17,03 <sup>Ab</sup>	24,73 <sup>Aab</sup>	23,59 <sup>Aa</sup>
		2	25,41 <sup>Aa</sup>	28,75 <sup>Aa</sup>	20,56 <sup>Aa</sup>
<b>Centro</b>	$L^*$	0 (controle)	72,47 <sup>Aa</sup>	71,15 <sup>Aa</sup>	72,47 <sup>Aa</sup>
		1	68,18 <sup>Aa</sup>	72,20 <sup>Aa</sup>	71,52 <sup>Aa</sup>
		2	72,65 <sup>Aa</sup>	69,39 <sup>Aa</sup>	62,75 <sup>Ab</sup>
	$a^*$	0 (controle)	-5,51 <sup>Ba</sup>	-5,13 <sup>Ba</sup>	-3,99 <sup>Aa</sup>
		1	-6,56 <sup>Ca</sup>	-5,65 <sup>Ba</sup>	-4,11 <sup>Aa</sup>
		2	-6,15 <sup>Aa</sup>	-5,73 <sup>Aa</sup>	-5,82 <sup>Ab</sup>
	$b^*$	0 (controle)	23,46 <sup>Aa</sup>	20,46 <sup>Bb</sup>	18,36 <sup>Ca</sup>
		1	22,85 <sup>Aa</sup>	23,42 <sup>Aa</sup>	17,14 <sup>Ba</sup>
		2	21,94 <sup>Aa</sup>	22,63 <sup>Aab</sup>	20,04 <sup>Aa</sup>

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

$L^*$  - Luminosidade

$a^*$  - coordenada cromática (+ vermelho, - verde)

$b^*$  - coordenada cromática (+ amarelo, - azul)

Kim & Yook (2009) irradiaram kiwis nas doses de 1, 2 e 3 kGy, em seus estudos os frutos de kiwi irradiados apresentaram valores baixos de  $L^*$  em relação ao

controle (não irradiado) durante o período de armazenamento. Mas os frutos irradiados com a dose de 3 kGy apresentaram maiores valores de  $L^*$  em relação aos frutos irradiados com as doses de 1 e 2 kGy. Durante o armazenamento, os frutos controle apresentaram diminuição dos valores  $L^*$  na primeira semana e aumento na segunda semana, os frutos irradiados não apresentaram nenhuma alteração nos valores de  $L^*$ . Os frutos controle e irradiados com dose de 1 kGy apresentaram menores valores de  $a^*$  em relação aos frutos nas doses 2 e 3 kGy de radiação. Durante o armazenamento, valores de  $a^*$  aumentaram em todas as amostras. Frutos irradiados apresentaram os menores valores  $b^*$  comparados ao controle no tempo zero e todas as amostras tiveram diminuição nos valores  $b^*$  ao longo do período de armazenamento. De modo geral, a irradiação diminuiu os valores de  $L^*$  e  $b^*$ , e aumentou os valores de  $a^*$  durante o período de armazenamento, estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

### 5.3. Teor de Clorofila total

Os valores do teor de clorofila total são apresentados na Tabela 5. Foram realizadas leituras no espectrofotômetro para clorofila *a* (663 nm) e clorofila *b* (646 nm), estes valores foram submetidos a cálculos para obtenção do teor de clorofila total.

Tabela 5 – Médias do teor de clorofila total (mg/Kg) obtidas nos kiwis não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

Dose	1º dia	7º dia	14º dia
Controle	1,23 <sup>Aa</sup> ± 0,44	1,95 <sup>Aa</sup> ± 0,51	1,53 <sup>Aa</sup> ± 0,43
1 kGy	1,80 <sup>Aa</sup> ± 0,29	1,23 <sup>Aa</sup> ± 0,56	1,60 <sup>Aa</sup> ± 0,38
2 kGy	1,40 <sup>Aa</sup> ± 0,38	2,59 <sup>Aa</sup> ± 1,11	2,25 <sup>Aa</sup> ± 1,10

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

Através da análise estatística realizada observou-se que não houve diferença significativa entre as doses também durante todo o período de armazenamento. Porém, de acordo com os estudos de Schwartz; Nuñez; Muñoz, (1999) o teor de

clorofila encontrado em kiwis in natura é de 8,48 mg/kg sendo muito diferente do valor encontrado nos kiwis do presente trabalho. Afirmaram ainda que a clorofila é degradada com o aumento da temperatura, pois o átomo de magnésio do pigmento em questão é substituído por prótons de feofitina, particularmente em condições ácidas. Deve-se considerar que a clorofila é protegida pelos cloroplastos os quais colapsam quando se homogeneiza o produto fazendo com que o pigmento perca sua proteção da estrutura original, transformando-se em feofitina pelos íons de hidrogênio carregados positivamente que alcançam a posição pirrol da molécula na fase líquido-água.

Lichtenthaler (1987) afirma que existem várias equações de diferentes autores de diferentes solventes para a determinação de clorofilas em extratos de pigmentos de folhas. A desvantagem destas equações é que os valores obtidos para o pigmento em um solvente não são comparáveis com os de outra. O autor também comenta equações para espectrofotômetros específicos, os quais podem apresentar diferença de um para o outro. As diferenças encontradas pelos autores para o mesmo solvente são principalmente devido às propriedades de resolução dos espectrofotômetros aplicadas na região espectral do vermelho, a precisão com que um determinado comprimento de onda pode ser escolhido para as leituras de absorbância, e a pureza dos solventes: pequenas diferenças no conteúdo de água ou de materiais orgânicos do solvente será grande influência do índice de refração, bem como a altura e a amplitude máxima.

#### **5.4. Perda de massa fresca**

Na Tabela 6 são apresentadas as médias das percentagens de perda de massa relacionada às diferentes doses de radiação gama aplicada às amostras de kiwi.

Tabela 6 - Médias das percentagens de perda de massa dos kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

<b>Dose</b>	<b>1º dia</b>	<b>7º dia</b>	<b>14º dia</b>	<b>Media final</b>
Controle	0,05 <sup>Cc</sup>	0,54 <sup>Ba</sup>	1,30 <sup>Aa</sup>	0,63
1 kGy	0,08 <sup>Cb</sup>	0,48 <sup>Bb</sup>	0,77 <sup>Ab</sup>	0,44
2 kGy	0,11 <sup>Ca</sup>	0,37 <sup>Bc</sup>	0,50 <sup>Ac</sup>	0,33

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

Observou-se que houve diferença significativa entre as doses em todos os períodos de análise para perda de massa. A amostra na dose 2 kGy apresentou menor perda de massa fresca em relação as outras duas amostras. Entretanto, no 14º dia a amostra controle apresentou bolores, fácil desintegração e odor característico, ou seja, visivelmente imprópria para consumo. Neves; Manzione; Vieites, (2002) avaliaram nectarinas irradiadas e constataram que as amostras irradiadas com uma dose de 0,4 kGy apresentaram, ao longo do período de refrigeração, melhor controle da perda de massa fresca dos frutos. Já os frutos do controle e os irradiados com a dose de 0,8 kGy perderam mais peso, frutos submetidos nas doses acima de 0,8 kGy, provavelmente tiveram aumento na intensidade respiratória, proporcionando maiores perdas de água. O'Beirne (1989) afirma que a irradiação pode interferir nas principais funções biológicas como retardar os processos fisiológicos envolvidos no desenvolvimento dos frutos, aumentando o tempo de conservação em pós-colheita.

A Figura 4 apresenta a aparência do kiwi controle no 14º dia após a irradiação dos kiwis em estudo.



Figura 4. Kiwi controle (não irradiado) no 14<sup>o</sup> dia após a irradiação dos kiwis em estudo.

### 5.5. Umidade

O fator umidade não apresentou diferença entre as doses de radiação aplicadas nos kiwis minimamente processados e irradiados, valores obtidos foram na faixa entre 84,83 e 86,88%. Estes valores estão de acordo com a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2006) a qual apresenta o teor de umidade de kiwis in natura no valor de 85,9 %.

Constam na Tabela 7 os valores referentes à análise da percentagem de umidade nos kiwis.

Tabela 7 – Valores obtidos para umidade dos kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

Dose	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia	14 <sup>o</sup> dia
Controle	86,84 <sup>Aa</sup> ± 0,46	86,38 <sup>Aa</sup> ± 1,15	86,70 <sup>Aa</sup> ± 1,41
1 kGy	84,83 <sup>Ab</sup> ± 0,60	86,81 <sup>Aa</sup> ± 1,27	86,28 <sup>Aa</sup> ± 0,09
2 kGy	84,88 <sup>Ab</sup> ± 0,47	86,87 <sup>Aa</sup> ± 1,26	85,35 <sup>Aa</sup> ± 3,79

<sup>a,b,c</sup> Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância;

<sup>A,B,C</sup> Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

Demczuk Junior (2007) observou que a umidade de kiwis in natura minimamente processados foi de 87,22%. Portanto, no experimento realizado (Tabela 7) a umidade encontrada está próxima.

Foi realizada análise de correlação entre a perda de massa (Tabela 6) e a umidade (Tabela 7), no 1º e 7º dia obteve-se -0,85 e -0,84, respectivamente, ou seja, há correlação significativa negativa entre si; de acordo com esses resultados pode-se dizer que se uma aumenta a outra diminui; no 14º dia obteve-se 0,92 cujo resultado é uma correlação significativa positiva, portanto, a medida que a umidade aumenta a perda de massa também aumenta.

### 5.6. Sólidos solúveis

A Tabela 8 apresenta o teor de sólidos solúveis encontrados nos kiwis irradiados nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy, expressos em °Brix.

Tabela 8 - Teor de sólidos solúveis encontrados nos frutos de kiwi minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

Dose	1º dia	7º dia	14º dia
Controle	11,51 <sup>Aa</sup> ± 0	9,67 <sup>Bc</sup> ± 0,02	11,50 <sup>Aa</sup> ± 0,11
1 kGy	11,02 <sup>Bb</sup> ± 0,15	11,30 <sup>Aa</sup> ± 0,02	9,77 <sup>Cc</sup> ± 0,06
2 kGy	10,62 <sup>Bc</sup> ± 0,07	10,34 <sup>Cb</sup> ± 0,03	11,14 <sup>Ab</sup> ± 0,05

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

No 1º dia o teor de sólidos solúveis foi reduzido de acordo com o aumento da dose de radiação aplicada nos kiwis, a amostra controle apresentou 11,51°Brix e na amostra com 2 kGy foi de 10,62°Brix, embora tenha sido pequena essa diminuição podemos afirmar que a radiação, em alguns casos, pode degradar o teor de sólidos solúveis nos alimentos. Nos outros dias de análises não houve linearidade entre as doses, entretanto, a amostra com 2 kGy apresentou menor teor de sólidos solúveis em relação aos demais tratamentos em todos os períodos.

Kim & Yook (2009) observaram que a exposição de kiwi à radiação gama com doses de até 3 kGy não afetou o teor de sólidos solúveis na primeira semana, mas posteriormente os frutos irradiados apresentaram diminuição no teor de sólidos

solúveis totais com o aumento da dose de radiação durante o armazenamento, indicando atraso na maturação induzida pela irradiação. D'Innocenzo & Lajolo (2001) também relataram que teores de sólidos solúveis totais do mamão não foram alteradas pelo tratamento com irradiação.

Hussain et al (2008) constataram que em pêssegos não irradiados o teor de sólidos solúveis, em condições de ambiente, aumentou até o 6º dia de armazenamento, decrescendo para 9,8 °Brix no final de 9 dias de armazenamento. O teor de sólidos solúveis dos pêssegos irradiados aumentou até 9 dias e, diminuiu após 12 dias. Essa diminuição foi significativamente menor nos frutos irradiados em doses de 1,2-1,4 kGy. Sob condições de refrigeração, os sólidos solúveis aumentaram até 15 dias em todos os tratamentos incluindo o controle. No final de 35 dias de refrigeração, as amostras controle apresentaram menor teor de sólidos solúveis (9,8 °Brix), em comparação com as amostras irradiadas. De acordo com Chetan et al (2006) o aumento inicial em sólidos solúveis totais durante o armazenamento está relacionado à quebra de polissacarídeos em açúcares e conseqüentemente ocorre diminuição devido à quebra oxidativa dos açúcares durante a respiração. Afirmaram ainda que a irradiação e refrigeração são dois processos conhecidos por induzirem diminuição na respiração e senescência, resultando em maior retenção de sólidos solúveis totais durante o armazenamento. Em doses elevadas a irradiação pode induzir alteração na permeabilidade dos poros, facilitando a respiração e senescência e, assim, causando diminuição em sólidos solúveis totais.

### **5.7. Acidez titulável**

A Tabela 9 apresenta os resultados de ácido cítrico presentes em kiwis minimamente processados e submetidos à radiação gama nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy.

Tabela 9 – Valores de acidez titulável (% ácido cítrico e outros ácidos) de kiwis minimamente processados e irradiados nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy

Dose	1º dia	7º dia	14º dia
Controle	13,50 <sup>Aa</sup> ± 0,40	13,74 <sup>Aa</sup> ± 1,07	13,79 <sup>Aa</sup> ± 0,79
1 kGy	12,67 <sup>Aa</sup> ± 0,83	14,10 <sup>Aa</sup> ± 0,89	13,25 <sup>Aa</sup> ± 0,78
2 kGy	12,80 <sup>Aa</sup> ± 1,17	12,04 <sup>Aa</sup> ± 0,91	13,75 <sup>Aa</sup> ± 0,35

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

A acidez titulável não apresentou diferença significativa entre os tratamentos nos períodos de análise. Entretanto, a amostra controle apresentou 13,50% de ácido cítrico, já na amostra 2 kGy foi de 12,80% no 1º dia de análise. Em todos os períodos de análise as amostras irradiadas com 2 kGy apresentaram menor teor de ácido cítrico (um dos principais ácidos em kiwis). A radiação gama provavelmente tenha induzido a formação de reações químicas responsáveis pela degradação dos ácidos presentes. Estes resultados estão de acordo com os de Saito & Igarashi (1972) que revelaram que a irradiação pode acelerar a perda de ácido málico durante o armazenamento, provavelmente pelo aumento da respiração e perda de outro ácido metabólico. Ladaniya; Singh; Wadhawan, (2003) relataram que a acidez titulável foi significativamente menor nos frutos (tangerinas e limão), tratados com 0,25, 1,0 e 2,5 kGy, em comparação com a amostra controle.

Kim & Yook (2009) afirmaram que a acidez titulável em frutos de kiwis irradiados apresentaram menor teor de ácidos orgânicos quando comparados ao controle na 1ª semana e posteriormente houve tendência ascendente durante o armazenamento. Nos frutos controle, não houve alteração significativa no teor de acidez durante o armazenamento. Uma pequena variação foi observada entre as diferentes amostras durante o armazenamento. No entanto, na percepção sensorial, a acidez do kiwi irradiado recebeu pontuações mais baixas do que as amostras controle.

No presente trabalho foi realizada correlação dos resultados de acidez titulável (Tabela 9) com o pH (Tabela 3) das amostras. No 1º e 7º dia houve correlação positiva significativa entre os parâmetros, com valores 0,78 e 0,90, respectivamente, porém no 14º dia houve correlação negativa não significativa entre o pH e a acidez



titulável com valor -0,19. Esses resultados mostram que no 1º e 7º dia de análise houve relação entre os fatores pH e acidez titulável, ambos aumentaram proporcionalmente, e no 14º dia o valor de correlação negativo indica que enquanto um parâmetro aumenta o outro diminui.

### 5.8. Ácido ascórbico

A Tabela 10 apresenta o teor de ácido ascórbico presentes nos kiwis minimamente processado submetidos à radiação gama nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy.

Tabela 10 – Médias do teor de ácido ascórbico (mg/100 g de kiwi) de kiwis minimamente processados não-irradiados e irradiados nas doses 1 e 2 kGy

Dose	1º dia	7º dia	14º dia
Controle	62,37 <sup>Aa</sup> ± 1,19	77,79 <sup>Aa</sup> ± 2,22	49,08 <sup>Ba</sup> ± 3,41
1 kGy	58,26 <sup>Aa</sup> ± 3,14	61,86 <sup>Aab</sup> ± 1,28	44,35 <sup>Bab</sup> ± 1,97
2 kGy	60,32 <sup>Aa</sup> ± 2,37	60,49 <sup>Ab</sup> ± 1,46	39,18 <sup>Bb</sup> ± 0,74

Médias de n=45 com letras maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem estatisticamente a 5% de significância; Médias de n=45 com letras minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem estatisticamente a 5% de significância.

Quanto ao teor de ácido ascórbico observou-se que houve redução ao longo do período de armazenamento do kiwi. No 1º dia os kiwis não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Porém, no 7º e 14º dia as amostras apresentaram diferença entre si, os kiwis que receberam dose 2 kGy apresentaram menor teor de ácido ascórbico quando comparado com a amostra controle. Considerando-se que a vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel e, muito sensível a fatores ambientais tais como temperatura, luz, presença de oxigênio, umidade, pH, entre outros fatores. a radiação gama também pode ser um agente redutor dessa vitamina, sendo observado durante o período de armazenamento no presente trabalho, onde constatou-se que houve degradação da vitamina C. Kim & Yook (2009), observaram que os resultados em amostras de kiwi irradiadas nas doses 0 (controle), 1 e 2 kGy não apresentou diferença significativa, somente a amostra irradiada com 3 kGy apresentou maior redução no teor de ácido ascórbico.

Entretanto, de um modo geral, durante o período de armazenagem os kiwis irradiados apresentaram menor teor de ácido ascórbico em relação ao controle.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2006) o teor de ácido ascórbico do kiwi in natura está em torno de 70,8 mg/100g de kiwi. Portanto, os valores encontrados no 1º e 7º dia de análise (Tabela 10) está dentro da faixa esperada para o teor de ácido ascórbico. Entretanto, no 14º dia os resultados não estão de acordo com os da Tabela TACO (2006), provavelmente devido aos efeitos da radiação gama, período de armazenamento, luz, temperatura e degradação da fruta (surgimento de fungos e bolores na amostra controle).

Através do cálculo de correlação realizado entre o teor de ácido ascórbico e pH das amostras obtivemos 0,5 para o 1º dia, o que corresponde a correlação positiva média; 1,0 para o 7º dia, correspondente a correlação linear perfeita, ou seja, quando o pH aumenta, o teor de ácido ascórbico aumenta linearmente; e -0,99 para o 14º dia, significando que a correlação é negativa, entretanto, por 0,01, essa correlação não é considerada linear perfeita negativa (-1,00) correspondendo a redução dos dois parâmetros linearmente.

## **6. Conclusão**

- Concluiu-se que kiwis minimamente processados (controle e irradiados) nas doses de: 1 e 2 kGy e armazenados sob refrigeração a 6°C não apresentaram diferença significativa entre as doses para os parâmetros pH, umidade, clorofila e acidez titulável.
- Quanto a perda de massa e ácido ascórbico ambos foram reduzidos com o aumento da dose e período de armazenamento.
- O teor de sólidos solúveis apresentou diferença significativa entre os tratamentos, os resultados das amostras apresentaram variação durante as análises, provavelmente devido a falta de homogeneidade das amostras quanto ao período de maturação.
- Portanto, a dose que apresentou melhores resultados foi a de 1 kGy a qual não apresentou mudanças prejudiciais nas propriedades físico-químicas do kiwi, podendo ser utilizada para a conservação de frutos de kiwi minimamente processado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia SEBRAE. Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.panasia.com.br/interna.asp?dep=1&pg=50>>. Acesso em: 18 ago. 2010.
- AL-BACHIR, M. Effect of gamma irradiation on storability of apples (*Malus domestica* L.). **Plant Foods Human Nutrition**, v. 54, p.1–11, 1999.
- ALMEIDA, J. R. Kiwi – Cultura de *Actinídeas*: como Produzir, como Vender. Clássica Editora. Lisboa, mar. 1996.
- APK. Associação Portuguesa de Kiwicultores. Santa Maria da Feira, Portugal. Apresenta informações sobre kiwi e assuntos correlatos. Disponível em: <<http://www.apk.com.pt/index.php?lg=1&id=2&st=1>>. Acesso em: 06 abr. 2011.
- BENASSI, M. de T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin c in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, nov. 1988.
- BEUCHAT, L. R. Surface disinfection of raw produce. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, v. 12, n. 1, p. 6-9, 1992.
- BEUCHAT, L. R., BRACKETT, R. E. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. **Journal of Food Science**, v.1, n. 55, p.755-758, 1990.
- CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. de O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.
- CHETAN, A.N., CHETHANA, S., RASTOGI, N.K., RAGHAVARAO, K.S.M.S. Enhanced mass transfer during solid- liquid extraction of gamma irradiated red beetroot. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 75, p.173–178, 2006.
- CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras/MG. Ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.
- Colheita do kiwi. **Globo Rural**, São Paulo, abr. 2007. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=15111](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15111)>. Acesso em: 22 jun. 2010.

- DEMCZUK JUNIOR, B. **Influência de pré-tratamentos químicos nas características físico-químicas e sensoriais do kiwi submetido à desidratação osmótica e armazenado sob refrigeração**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- D'INNOCENZO, M.; LAJOLO, F. M. Effect of gamma irradiation on softening changes and enzymes activities during ripening of papaya fruit. **Journal Food Biochemistry**, v. 25, p.425-438, 2001.
- DULLEY, R. D. Algumas considerações sobre alimentos irradiados. **Informações Econômicas**, v. 32, n. 8, ago. 2002.
- FAO/WHO. Comunicado de imprensa conjunto da OMS/FAO 32. Roma, 23 abr. 2003. Disponível em: <[http://who.int/nutrition/publications/pressrelease32\\_pt.pdf](http://who.int/nutrition/publications/pressrelease32_pt.pdf)>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- FERRI, V. C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de kiwi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) cultivar Hayward. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 1, p.63-66, jan.-abr. 1996.
- FIGUEIREDO, V. F. de; COSTA NETO, P. L. de O. Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos. **Gestão & Produção**, v.8, n.1, p.100-111, abr. 2001.
- FISHER, L. A. O renascimento do kiwi em Santa Catarina. **A Notícia**, Joinville/SC, abr. 2004. Disponível em: <<http://www1.an.com.br/2004/abr/14/0pai.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa Duch.*) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.3, p.614-619, jul.-set. 2008.
- GOULART, C. Cultivo de kiwi é promissor, mas exige investimentos. **Página Rural**, Farroupilha/RS, 20 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/noticia/910/cultivo-de-kiwi-e-promissor-mas-exige-investimentos>>. Acesso em: 28 fev. 2011.
- HUSSAIN, P.R.; MEENA, R.S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. Studies on enhancing the keeping quality of peach (*Prunus persica* Bausch) Cv. Elberta by gamma-irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 77, p. 473–481, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KIM, K. H.; YOOK, H. S. Effect of gamma irradiation on quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa* cv. Hayward). **Radiation Physics and Chemistry**, v. 78, p.414-421, 2009.

Kiwi – Dados de produção mundial. **El sitio de los Productores Frutícolas**, Argentina, 2009. Disponível em:

<<http://www.profrutal.com.ar/NEWSLETTER/mercado2.html>>. Acesso em: 06 abr. 2011.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor. Controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Japan, 2001.

LADANIYA, M. S.; SINGH, S.; WADHAWAN, A. K. Response of 'Nagpur' mandarin, 'Mosambi' sweet orange and 'Kagzi' acid lime to gamma radiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 67, p.665-675, 2003.

LAMEIRO, M. da G. S.; MACHADO, M. I. R.; BORGES, S.; VALII, A. P. A.; HELBIG, E.; ZAMBIAZI, R. Comparação dos parâmetros físico-químicos de polpas de kiwi nacional e chileno. In: II Mostra Científica 2010: Universidade Federal de Pelotas, 2010. **Anais eletrônicos da II Mostra Científica 2010**. Pelotas: UFPe, 2010. Disponível em:

<[http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA\\_00287.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_00287.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2011.

LEITE, D. T. S. **Avaliação dos efeitos da radiação gama na qualidade de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Meer) cv. Smoth Cayenne minimamente processado, armazenado em diferentes temperaturas e embalagens**. 2006. Tese (doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), Piracicaba.

LEVIT, V.; SANTOS, A. da S. dos; FOES, A. D. R., Preservação de pêssegos por irradiação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2008, Águas de Lindóia, **Anais eletrônicos da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia, 2008. Disponível em:

<<http://www.sbq.org.br/ranteriores/23/resumos/1174-2/index.html>>. Acesso em: 18 abr. 2011.

- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, v.148, n.22, p. 350-373, 1987.
- NEVES, L. C.; MANZIONE, R. L.; VIEITES, R. L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus pérsica* var. *Nucipersica*) frigoconservada. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 676-679, dez. 2002.
- MATSUMOTO, S.; OBARA, T.; LUH, B. S. Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. **Journal of Food Science**, v. 48, p.607-611, mar.-abr. 1983.
- MELLO, M. B. Produtores de kiwi colhem melhor safra dos últimos cinco anos. **Jornal O Informante**, Farroupilha, 10 abr. 2008. Disponível em: <http://www.jornalinformante.com.br/index.php/ite-economia/239-produtores-de-kiwi-colhem-melhor-safra-dos-ultimos-cinco-anos>>. Acesso em: 16 jun. 2010.
- Ministério da Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/html/legislacao/legislacao%20produtos/Kiwi.htm>>. Acesso em: 07 jun. 2010.
- MOTOHASHI, N.; SHIRATAKI, Y.; KAWASE, M.; TANI, S.; SAKAGAMI, H.; SATOH, K.; KURIHARA, T.; NAKASHIMA, H.; MUCSI, I.; VARGA, A.; MOLNÁR, J. Cancer prevention and therapy with kiwifruit in Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 357-364, 2002.
- O'BEIRNE, D. Irradiation of fruits and vegetables: applications and issues. **Professional Horticulture**, v.3, p.12-19, 1989.
- OLIVEIRA, A. C. G. de; ZANÃO, C. F. P.; ANICETO, A. P. P.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; WALDER, J. M. M. Conservação pós-colheita de goiaba branca kumagai por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 24, n. 2, jul.-dez. 2006.
- ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R., MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p. 211-213, jan.-mar. 2006.
- PERECIN, T. N.; ARTHUR, V.; SILVA, L. C. A. S.; MATRAIA, C. Efeitos de diferentes doses de radiação gama na conservação e nas características físico-químicas de

cenoura (*daucus carota* L.) minimamente processada. In: 1º Simpósio Científico de Pós-graduandos do CENA/USP. Piracicaba/SP. Set. 2008.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. de L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CARDELLO, H. M. A. B; HUBINGER, M. D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p.427-433, set.-dez. 2003.

PETRI, J. L. Publicação eletrônica de EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <petri@epagri.sc.gov.br> em 7 jul. 2010.

PORTE, A.; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 19, n.1, p. 105-118, jan.-jun. 2001.

Produção brasileira de frutas em 2007. IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas), São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/ProducaoBrasileiradeFrutas2007.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

SAITO, Z.; IGARASHI, Y. Effects of gamma irradiation on change in acidity, vitamin C, and nonprotein nitrogen of apples stored in a controlled atmosphere. **Hirosaki Daigaku Nogakubu Gakujutsu Hokoku**, v.20, 1972.

SAS INSTITUTE INC. Version 6.04.4. Ed. Cary, SAS Institute Inc., 1999.

SCHUCK, E. Cultivares de kiwi. **Agropecuária Catarinense**, v.5, n. 4, p. 9-12, out.-dez. 1992.

SCHWARTZ, M. M.; NÚÑEZ, H. K.; MUÑOZ, A. M. A. Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. **Archivos Latinoamericanos de nutrición**, v. 49. n. 1, p.44-48, 1999.

SILVA, J. M. da; SILVA, J. P.; SPOTO, M. H. F. Características de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n.1, p. 139-145, jan.-mar. 2008. Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO). NEPA-UNICAMP. Versão II. 2 ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006.



SILVA, M. G. da. PR dobra a produção e a aposta no kiwi. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 27 mai. 2008. Disponível em:

<<http://www.gazetadopovo.com.br/caminhosdocampo/conteudo.phtml?tl=1&id=769754&tit=PR-dobra-a-producao-e-a-aposta-no-kiwi>>. Acesso em: 16/06/2010.

Site Oficial do Chile. **La industria del kiwi: um modelo de êxito internacional**. Disponível em:

<http://www.thisischile.cl/Articles.aspx?id=4361&sec=288&eje=portadaprincipal&itz=&t=la-industria-del-kiwi-en-chile%3A-un-modelo-de-exito--internacional&idioma=1>.

Acesso em: 06/04/2011.

SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quiwi**. Porto Alegre, RS : Cinco Continentes, 1996.

TACO - Tabela de Composição dos alimentos (2006). UNICAMP. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela>>. Acesso em: 12/01/2011.

## ANEXO I

### LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA ALIMENTOS IRRADIADOS

Os Decretos e Resoluções do Brasil (BRASIL; 2001) são apresentados de forma resumida a seguir:

→ Decreto-lei nº 986 de 21 de outubro de 1969.

Estabelece normas gerais sobre alimentos. Inícios da Legislação brasileira sobre irradiação de Alimentos.

→ Decreto nº 72.718 de 29 de Agosto de 1973.

Estabelece normas gerais para processamento. Estocagem, transporte, importação e exportação, venda e consumo de alimentos irradiados. Estabelece o logo da Radura no rótulo de produtos irradiados.

→ Portaria DINAL nº 09 de 08 de março de 1985 MS – Revogada pela RDC nº 21 de 26 de novembro de 2001.

Aprovar normas gerais para a irradiação de alimentos no Brasil, indicando para cada caso o tipo, nível e dose média de energia de radiação e o tratamento prévio conjunto ou posterior. Limitada a dose de 10 kGy e proibida a re-irradiação. Ampliação da autorização a outros tipos de alimentos que não constavam na portaria anterior.

→ Resolução ANVISA - RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001

Revoga as Portarias DINAL nº 09 de 08 de Março de 1985 e nº 30 de 25 de setembro de 1989.

4.3. Dose absorvida: Qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que sejam observadas as seguintes condições:

- a) A dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida;
- b) A dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou atributos sensoriais do alimento.