Autarquia associada à Universidade de São Paulo

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM VEGETAIS DA ESPÉCIE *Brassica oleracea* MINIMAMENTE PROCESSADOS

Thaise Cristine Fernandes Nunes

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

Orientadora:
Dra. Anna Lucia C. H. Villavicencio

São Paulo
2009

AGRADECIMENTOS

À Dra Anna Lúcia C. H. Villavicencio por sua orientação, contribuindo para o meu crescimento profissional.

Ao IPEN, especialmente ao Centro de Tecnologia das Radiações, representado pelo Dr. Wilson Aparecido Parejo Calvo, gerente do CTR, e pela Dra Margarida Hamada, chefe da divisão de pesquisa e desenvolvimento do CTR, pelo apoio financeiro, essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

À FSP na pessoa da Dra. Maria Elisabeth Machado, pela valiosa colaboração, por disponibilizar o laboratório de técnica dietética, para a realização dos testes sensoriais nesta pesquisa.

À FCF na pessoa do Dr. Ronaldo Moraes Ronaldo Nogueira de Moraes Pitombo pela disponibilização do laboratório do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica e ao técnico Alexandre Mariani Rodrigues pela utilização do colorímetro.

A ESALQ o Dr. Severino Matias de Alencar pela disponibilização do laboratório do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, e a sua aluna MSc. Tatiane Luiza Cadorin Oldoni.

Aos engenheiros Elizabeth Somessari e Carlos Gaia da Silveira, pelo constante auxílio na irradiação das amostras no Gammacell.

À Yasko Kodama e ao Paulo de Souza Santos, pelo constante auxílio no tratamento por radiação das amostras no irradiador multipropósito.

Ao laboratório de Dosimetria do CTR, em especial para MSc. Célia Maria Napolitano, Salomão e Danilo por ceder equipamentos essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa

Aos meus colegas do Laboratório do IPEN, que ajudaram a realização deste trabalho em especial para Vladimir, Priscila, Camilo, Michel, Renato e Gustavo.

À minha família, pelo apoio e estímulo.

À todos aqueles que colaboraram para a criação, desenvolvimento e conclusão deste estudo os meus mais sinceros agradecimentos.

"Conte a vida pelos feitos, não pelos anos"

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM VEGETAIS DA ESPÉCIE *Brassica oleracea* MINIMAMENTE PROCESSADOS

Thaise Cristine Fernandes Nunes

RESUMO

O consumo de couve-manteiga (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) e brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) tem sido inversamente associado à morbidade e mortalidade causadas por doenças degenerativas. Estas espécies são altamente consumidas no Brasil, o que viabiliza o seu uso como minimamente processado (MP). A crescente preocupação mundial com a estocagem, qualidade nutricional e segurança microbiológica dos alimentos tem levado a muitos estudos visando à análise microbiológica, vitamínica e tempo de vida de prateleira. No intuito de melhorar a qualidade destes produtos, o processamento por radiação em baixas doses é eficiente na manutenção da qualidade do produto, em alguns casos não comprometendo seus valores nutricionais e sensoriais. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da radiação gama de ^{60}Co com doses de 0, 1,0 e 1,5 kGy na redução da microbiota presente nestes vegetais, assim como analisar suas características nutricionais e sensoriais. A metodologia empregada neste trabalho foram as análises microbiológicas, análise colorimétrica, análise dos compostos fenólicos, análise antioxidante e análise sensorial. A análise microbiológica mostrou uma diminuição no desenvolvimento de populações de microrganismos aeróbios, psicrotróficos e bolores e leveduras com doses de radiação crescentes. A análise sensorial não mostrou diferença significativa entre os diferentes tempos de cocção analisados. Quanto à análise de fenólicos totais, houve diferença significativa entre as amostras, sugerindo que com o aumento da dose de irradiação houve um aumento na quantidade de fenólicos totais encontrado em couve e brócolis MP. Pode-se observar que a amostra de couve controle apresentou alta atividade antioxidante e para as amostras tratadas por irradiação houve um decréscimo de percentual. Em contrapartida as amostras de brócolis apresentam um aumento na percentagem de sequestro de DPPH proporcional ao aumento da dose de radiação. As análises colorimétricas

revelaram que para as amostras de couve MP e floretes de brócolis não houve diferenças significativas, entretanto para as amostras de talos de brócolis houve diferença significativa quanto ao amarelecimento durante a estocagem. Conclui-se que o processamento de couve-manteiga e brócolis por radiação gama pode ser uma alternativa viável para as indústrias, uma vez que houve redução da população de microrganismos, sem alterações nas qualidades sensoriais e com mínimas alterações nas características que conferem poder antioxidante.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF GAMMA RADIATION ON THE VEGELABLES OF *Brassica oleracea* SPECIES MINIMALLY PROCESSED

Thaise Cristine Fernandes Nunes

ABSTRACT

The consumption of collard greens (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) has been inversely associated with morbidity and mortality caused by degenerative diseases. These species are highly consumed in Brazil, which enables its use as minimally processed (MP). The growing worldwide concern with the storage, nutritional quality and microbiological safety of food has led to many studies aimed at microbiological analysis, vitamin and shelf life. To improve the quality of these products, radiation processing can be effective in maintaining the quality of the product, rather compromising their nutritional values and sensory. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of gamma radiation from ^{60}Co at doses of 0, 1.0 and 1.5 kGy on the reduction of microbiota in these plants, and analyze their nutritional and sensory characteristics. The methodology used in this study was microbiological analysis, colorimetric analysis, analysis of phenolic compounds, antioxidant analysis and sensory analysis. The microbiological analysis showed a decrease in the development of populations of aerobic microorganisms, psychrotrophic and yeast and mold with increasing doses of radiation. The sensory analysis showed no significant difference between different times of cooking analyzed. The analysis of phenolic compounds, significant differences between the samples, suggesting that with increasing dose of irradiation was an increase in the amount of phenolic compounds found in broccoli and collard greens MP. It can be observed that the sample of control collard greens showed high antioxidant activity and for the samples treated by irradiation was a decrease of percentage. In contrast the samples of broccoli show an increase in the rate of scavenging DPPH with increase of the dose of radiation. The colorimetric analysis revealed that for samples of MP collard greens and broccoli foil of no significant differences, but for samples of stems of broccoli significant difference on the

yellowing during storage. It is concluded that the processing of collard greens and broccoli butter by gamma radiation may be a viable alternative to the industry, since there was a reduction of the population of microorganisms, without changes in the sensory qualities and with minimum changes in the characteristics that confer antioxidant power.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO.....13
2. OBJETIVOS.....15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....16
3.1 Vegetais da espécie *Brassica oleracea*.....16
3.2 Antioxidantes.....20
3.3 Vegetais minimamente processados/ contexto mercadológico.....23
3.4 Cor de alimentos.....26
3.5 Couve manteiga (*Brassica oleracea* cv. *acephala*).....27
3.6 Processamento mínimo de couve-manteiga.....29
3.6.1Colheita e manuseio pós-colheita.....29
3.6.2 Resfriamento rápido.....29
3.6.3 Seleção, classificação e lavagem.....30
3.6.4 Corte.....30
3.6.5 Sanitização e enxágue.....30
3.6.6 Centrifugação.....31
3.6.7 Embalagens.....31
3.6.8 Armazenamento e distribuição.....31
3.7 Brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*).....33
3.8 Processamento mínimo de brócolis.....33
3.8.1 Colheita e manuseio pós-colheita.....35
3.8.2 Seleção e classificação.....35
3.8.3 Primeira lavagem e resfriamento rápido.....35
3.8.4 Corte e seleção dos floretes.....35
3.8.5 Segunda lavagem e sanitização.....35
3.8.6 Centrifugação e secagem.....36
3.8.7 Embalagem.....36
3.8.8 Armazenamento refrigerado e distribuição.....36
3.9 Microbiologia de vegetais minimamente processados.....37
3.10 Sanitização.....38
3.11 Irradiação de alimentos.....39
3.12 Análise Sensorial.....41

4. MATERIAIS E MÉTODOS.....46
4.1 Material.....46
4.2 Amostras.....46
4.3 Métodos.....46
4.4 Irradiação das amostras.....46
4.5 Validação das amostras.....47
4.6 Colorimetria.....50
4.7 Análise sensorial.....51
4.7.1 Dose utilizada para análise sensorial.....52
4.7.2 Preparo das amostras.....53
4.7.3 Aplicação do teste de aceitação.....53
4.7.4 Aspectos éticos.....54
4.8 Potencial Hidrogeniônico.....54
4.9 Preparação dos extratos.....54
4.10 Avaliação da atividade sequestrante de radicais (DPPH).....54
4.11 Fenólicos totais.....55
4.12 Preparo das amostras para análise bacteriológica.....56
4.13 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....56
4.14 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....56
4.15 Análise fúngica.....56
4.16 Análise estatística.....57
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....58
5.1 Colorimetria.....58
5.1.1 Valor de “L”.....60
5.1.2 Valor de “a”.....63
5.1.3 Valor de “b”.....65
5.2 Análise sensorial.....68
5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....71
5.4 Avaliação da atividade sequestrante de radicais livres (DPPH).....72
5.5 Fenólicos totais.....73
5.6 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....75
5.7 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....76
5.8 Microbiota fúngica das amostras.....77
5.9 Microbiologia de vegetais minimamente processados.....77

6. CONCLUSÕES.....79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....80

ANEXOS
ANEXO 1- Ficha de análise sensorial.....101
ANEXO 2- Aprovação no Comitê de Ética.....102

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor da couve-manteiga.....58
TABELA 2 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados nas amostras de floretes de brócolis.....59
TABELA 3 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” das amostras de talo de brócolis.....60
TABELA 4 - Distribuição da percentagem das notas segundo os provadores com base na Escala Hedônica.....69
TABELA 5 - Valores médios de pH das amostras de couve-manteiga e brócolis logo após a irradiação.....72
TABELA 6 - Percentagem de inibição das amostras de couve e brócolis comparadas com os padrões sintéticos BHT e α-tocoferol.....73
TABELA 7 - Total de compostos fenólicos presentes em amostras de couve e brócolis.....74
TABELA 8 - Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....76

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 - Distribuição geográfica das áreas cultivadas e número de produ-tores de brócolis (2007/2008).....19
FIGURA 2 - Distribuição geográfica das áreas cultivadas e número de produ-tores de couve (2007/2008).....20
FIGURA 3 - Fluxograma geral para a produção e comercialização de couve minimante processada.....32
FIGURA 4 - Fluxograma geral para a produção e comercialização de brócolis minimamente processada.....34
FIGURA 5 - Irradiador multipropósito IPEN.....47
FIGURA 6 - Caixas plásticas contendo bandejas de brócolis.....48
FIGURA 7 - Caixa plástica contendo bandejas de couve.....48
FIGURA 8 - Mapeamento da Distribuição de Dose em Couve MP.....49
FIGURA 9 - Mapeamento da Distribuição de Dose em Brócolis MP.....50
FIGURA 10 - Colorímetro HUNTERLAB, modelo *ColorQuest XE* (FCF/USP).....51
FIGURA 11 - Cabines individuais do Laboratório de Técnica Dietética da FSP/USP.....52
FIGURA 12 - Valor de L de couve MP.....61
FIGURA 13 - Valor de L de floretes de brócolis MP.....62
FIGURA 14 - Valor de L de talos de brócolis MP.....62
FIGURA 15 - Valor de a de couve MP.....63
FIGURA 16 - Valor de a de floretes de brócolis MP.....64
FIGURA 17 - Valor de a de talos de brócolis MP.....64
FIGURA 18 - Valor de b de couve MP.....65
FIGURA 19 - Valor de b de floretes de brócolis MP.....66
FIGURA 20 - Valor de b de talos de brócolis MP.....67
FIGURA 21 - Distribuição de frequência de votos no teste sensorial de brócolis e couve-manteiga irradiados com dose de 1,0 kGy.....70

1. INTRODUÇÃO

O brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) e a couve-manteiga (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) são vegetais de grande importância na dieta humana e são altamente consumidos no Brasil (Carvalho e Clemente, 2004; Philippi *et al.,* 1995; Carnelossi *et al*., 2002). As folhas e floretes destes vegetais são utilizadas como ingredientes de saladas (Podsedek, 2007). A demanda por vegetais frescos processados tem aberto uma grande gama de produtos disponíveis para o consumidor (Francis *et al*., 1999). Como estes alimentos são frequentemente consumidos como componentes de saladas, um risco de saúde pública pode estar associado a eles (Martins *et al*., 2004).

Segundo a literatura estes vegetais são uma das melhores fontes de antioxidantes com potencial anticarcinogênico (Kurilich *et al.,* 1999, 2002; Olsen *et al.,*1989; Le Marchand *et al*., 1989; Johnson, 2002 ; Kristal, 2002; Benito *et al.,* 1990; Cohen *et al.,* 2000; Kristal e Lampe, 2002; Bresnick *et al.,* 1990; Greenwal, 1996; Ambrosone *et al*., 2004)

A indústria de alimentos necessita de alternativas de processos tecnológicos para oferecer segurança e frescor em produtos vegetais ao consumidor. Pode-se aplicar o uso de diferentes tecnologias na indústria de alimentos tais como a atmosfera modificada ou controlada, tratamento com o uso de antioxidantes, estocagem refrigerada, sanitização com água clorada ou o uso de ozônio (Lado e Yousef, 2002, Khadre *et al*., 2001; Kim *et al*., 1999; Jacxsens *et al.,* 2001; WIley, 1994; Ahvenainen, 1996; Tapia de Daza *et al*., 1996; Hoover, 1997; Xu, 1999).

A irradiação de alimentos vem ao encontro desta proposta de agregar novas tecnologias aliadas à qualidade e segurança do alimento. O processo tecnológico de irradiação de alimentos é bem estabelecido ao redor do mundo, colaborando na manutenção da qualidade do alimento bem como eliminando microrganismos patogênicos e fazendo a manutenção e prolongamento da vida de prateleira. (Farkas, 2006; Thayer, 1990; Deruiter e Dwyer, 2002; Tritsch, 2000).

O processo de irradiação é um método que efetivamente controla o crescimento microbiano, mesmo em amostras tratadas e acondicionadas em temperaturas de estocagem, pois a população microbiana em amostras irradiadas decresceu durante a estocagem ou permaneceram durante a vida de prateleira a níveis muito baixos (Ramamurthy *et al.*, 2004; Chaudry *et al.*, 2004; Ahn *et al.*, 2005; Kamat *et al.*, 2005; Martins *et al.,* 2007)

2. OBJETIVOS

Com a perspectiva de se ter mais informações relativas à irradiação de alimentos minimamente processados disponíveis ao consumidor, este trabalho apresenta como objetivos:

- ✓ Determinar a dose de radiação gama máxima para o tratamento de couve-manteiga e brócolis minimamente processados, sem alterações significativas nos seus atributos sensoriais;

- ✓ Verificar a qualidade microbiológica de couve-manteiga e brócolis minimamente processados após a irradiação;

- ✓ Avaliar as possíveis alterações de cor nas hortaliças após a irradiação;

- ✓ Analisar a atividade antioxidante natural em couve-manteiga e brócolis minimamente processados após o processamento por radiação gama.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Vegetais da espécie *Brassica oleracea*

O consumo de frutas e vegetais tem sido inversamente associado com morbidade e mortalidade causadas por doenças degenerativas (Rim *et al.,* 1996; Cohen *et al.,* 2000). Devido ao interesse de melhorar a qualidade de vida, as folhas verdes e saladas vêm ganhando uma crescente e importante atenção na dieta humana (Vishwanathan e Kaur, 2001). Os vegetais contêm compostos que contribuem para a saúde, participando na defesa do corpo contra doenças crônicas.

As subespécies de *B. oleracea* são compostas por repolhos verdes e roxos, brócolis, couve-flor, couve-manteiga, pertencendo à família Brassicaceae (Podsedek *et al.,* 2006; Fahey *et al.,* 2001), sendo uma fonte abundante de antioxidantes com potencial anticarcinogênico (Kurilich *et al.,* 1999, 2002). Muitos estudos experimentais reportam uma correlação inversa entre o consumo de vegetais da família Brassicaceae e a redução do risco de câncer (Verhoeven *et al.,* 1996, 1997; Heber e Bowerman, 2001; Ambrosone *et al*., 2004; Langouet *et al.,* 2000; Talalay e Fahey, 2002; Newberne *et al.,*1990).

Estudos epidemiológicos têm mostrado que um crescente consumo de vegetais crucíferos pode diminuir ou conferir efeito protetor contra o risco de desenvolver câncer pancreático (Olsen *et al.,* 1989), pulmão (Le Marchand *et al*., 1989; Johnson, 2002; Kristal, 2002), coloretal (Benito *et al.,* 1990), próstata (Cohen *et al.,* 2000; Kristal, 2002; Kristal e Lampe, 2002, câncer de mama (Bresnick *et al.,* 1990), estômago, reto (Johnson, 2002), cólon (Kristal, 2002; Johnson, 2002), cavidade oral, esôfago, intestino (Kristal, 2002), bexiga (Greenwal, 1996). O consumo desses vegetais também tem sido associado com a redução do risco de câncer de mama em mulheres na pré-menopausa (Ambrosone *et al*., 2004), devendo ser consumidos com frequência. A dieta é um fator importante que predispõe a diversos tipos de câncer e o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, alimentos gordurosos, combinados com uma vida sedentária aumentam o risco de câncer (Greenwal, 1996).

As Brassicas ocupam posição de grande importância na dieta humana, sendo fonte de vitaminas, cálcio, ferro, proteínas e (Carvalho e Nakagwa, 2000; Carvalho e Clemente, 2004), magnésio (Krause e Mahan, 1991). Os vegetais da espécie *Brassica* spp, representam uma significante variedade econômica de sementes na horticultura, sendo consumida durante todo o ano como ingredientes de saladas, podendo se encontrar na forma congelada, crua e após o preparo culinário de cocção. Estes vegetais podem ser preparados de diversas maneiras. Frequentemente o repolho, brócolis e couve-flor podem ser consumidos como diferentes componentes de saladas ou crus. A couve costuma ser preparada da mesma forma que o espinafre (cozida ou refogada) e é utilizada como um excelente componente de saladas (Podsedek, 2007; Moretti *et al.,* 2000).

Segundo Gomensoro (1999), o preparo de alimentos refogados se dá quando os vegetais são fervidos na gordura com tempero até ficarem tenros, utilizando-se de pouca quantidade de líquido, e cocção é quando os vegetais são submersos em água com sal por tempo adequado podendo ser servidos logo ao término do processo. Segundo Franco e Chaloub (1992), a aplicação do calor constitui o processo de cocção, especialmente para os alimentos de origem animal e muitos de origem vegetal, tornando os alimentos mais aceitáveis e apetitosos, facilitando sua digestão e melhorando suas condições de higiene.

A couve-manteiga, couve-flor e brócolis possuem nitratos que podem transformar-se em nitritos, podendo ser reduzidos ou eliminados no processo de cocção, o efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em vegetais folhosos verdes, sugere que o cozimento das folhas ao longo da cocção em água em ebulição remova grande parte do nitrato (Gonçales, 2001). Segundo Santos (2006) os efeitos do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de Brassicas diminuíram os teores de oxalato após a cocção. Santos *et al*. (2003) realizaram um estudo sobre o tempo de cocção e sua influência nos teores minerais (potássio, fósforo, cálcio, manganês e ferro) em folhas de brócolis, couve e couve-flor e constataram que todos os minerais tiveram seus teores reduzidos com o aumento do tempo de cozimento, mostrando terem sido removidos pela água. Sendo assim a recomendação é que esses vegetais sejam sempre

consumidos cozidos. Para a preservação dos minerais presentes em vegetais o tempo de cocção deve ser o menor possível (Moreira, 2006).

Os vegetais da espécie Brassica são os mais comumente consumidos na dieta humana, sendo que estes vegetais são uma excelente fonte de compostos bioativos, especialmente fitoquímicos organosulfurados conhecidos por sua atividade antioxidante, vitaminas antioxidantes como carotenos, tocoferóis e ascorbato que possuem um grande potencial na prevenção e no tratamento de doenças malignas e degenerativas, e um grupo de metabólitos secundários bastante únicos nesses vegetais que são precursores do grupo do isotiocinatos, sabidamente anticancerígeno, sendo este composto o glucosinolatos (Fahey *et al.,* 2003; Sapone *et al*., 2007; Liang *et al*., 2006; Jeffery e Jarrell, 2001; Podsedek *et al*., 2006; Evangelou *et al*., 1997; Kurilich *et al*., 1999).

Diversos autores têm avaliado o teor de ácido ascórbico em brócolis e couve-manteiga, relatando valores entre 43 - 146 e 92,6 – 186 mg / 100 g de porção comestível, respectivamente. (Hussein *et al*., 2000; Hrncirik *et al*., 2001; Chu *et al.,* 2002; Zhang e Hamauzu, 2004; Murcia *et al*., 2000; Davey *et al*., 2000; Kurilich *et al.,* 1999; Vallejo *et al.,* 2002; Pfendt *et al*., 2003). Muitos autores observaram o B-caroteno em quantidades de 0,37 - 2,42 e 3,04 - 39,55 mg / 100 g de parte comestível para brócolis e couve-manteiga (Holden *et al.,* 1999; Muller, 1997; Heinonen *et al.,* 1989; Kurilich *et al*., 1999; De Sá e Rodriguez-Amaya, 2004; Murkovic *et al*., 2000; Zhang e Hamauzu, 2004).

O gênero *Brassica* pertence à família Brassicaceae. Essas plantas foram provavelmente domesticadas originalmente para o propósito médico de seus óleos picantes, mas na culinária seu uso é amplamente utilizado como saladas, óleos, condimentos e temperos e as espécies mais comumente utilizadas são as *Brassica oleracea* (Kristal, 2002).

A espécie botânica *Brassica oleracea* L. tem seu centro de origem ao longo da costa do Mediterrâneo, de onde provavelmente se disseminou por toda a Europa. Esta espécie atualmente é subdividida em várias variedades botânicas. A família Brassicaceae é composta, por *Brassica oleracea* var. *capitada* L. (repolho),

B. oleracea var. *botrytis* L. (couve-flor), *B. oleracea* var. *acephala* DC (couve-comum), e *B. oleracea* var. *italica* L. (brócolis) dentre outras (Giordano, 1983; Souza, 1983; Maroto-Borrego, 1995). A hipótese aceita sobre a origem das variedades de *B. oleracea* e as espécies de *Brassica* spp é a de que as espécies cultivadas sejam derivadas de uma espécie selvagem denominada de *Brassica oleracea* var. *sylvestris*, semelhante à couve-comum (Souza, 1983).

Dentre as hortaliças mais cultivadas, as variedades de *Brassica oleracea* (repolho, couve-manteiga, couve-flor e brócolis), se destacam pela sua expressão econômica, principalmente nas regiões Sudeste e Sul (Ellis e Singh, 1993). A cultura de couve desempenha papel importante na agricultura do centro-sul do Brasil (Filgueira, 2000). O maior produtor de hortaliças do país é o estado de São Paulo (Silva, 2008) (Figuras 1 e 2).

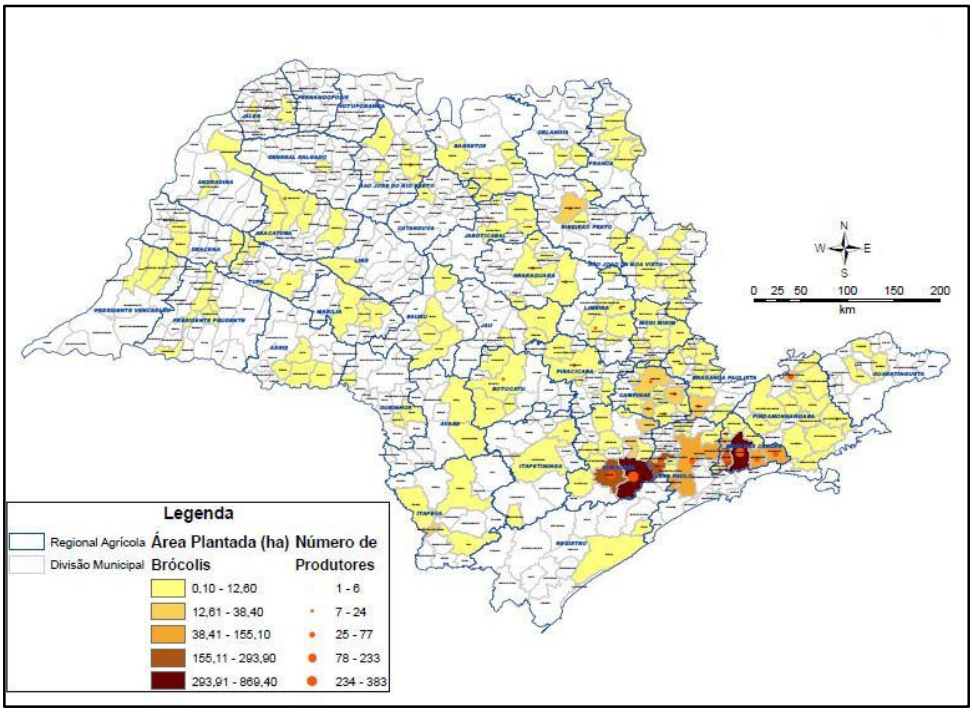


FIGURA 1 - Distribuição geográfica das áreas cultivadas e número de produtores de brócolis (2007/2008) (SÃO PAULO/CATI, 2008).

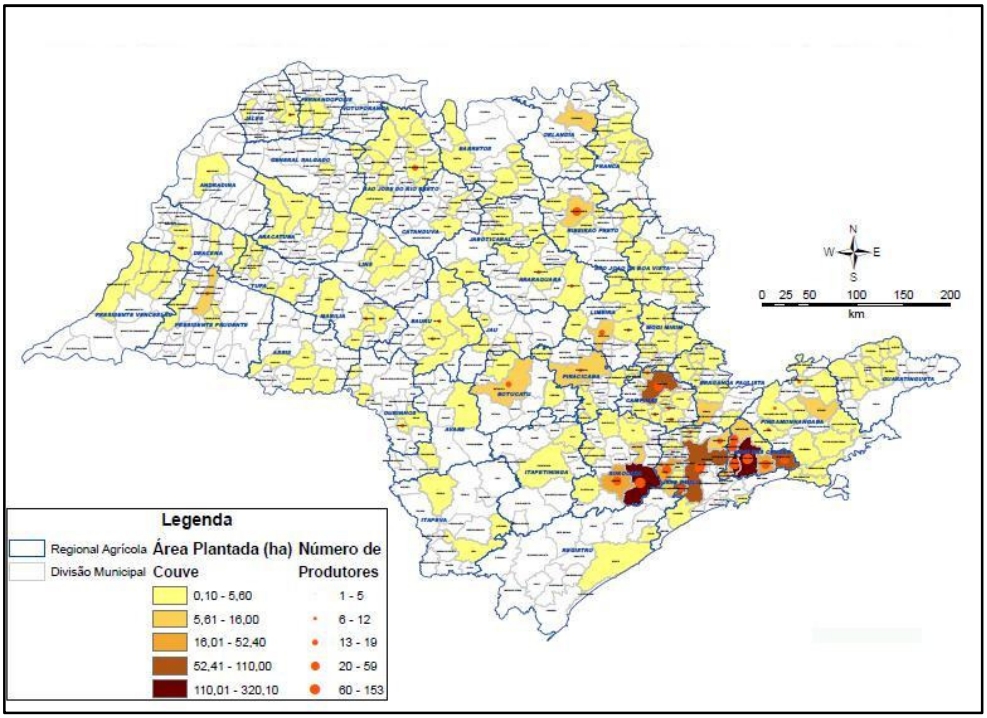


FIGURA 2 - Distribuição geográfica das áreas cultivadas e número de produtores de couve (2007/2008) (SÃO PAULO/CATI, 2008).

3.2 Antioxidantes

Os vegetais crucíferos como o repolho estão entre os vegetais mais importantes na dieta mundial devido a seu baixo custo e preferência pelo consumidor. Muitos vegetais crucíferos são submetidos a processos de cocção antes de serem ingeridos. Estes processos envolvem aquecimento e exposição à oxidação (Gross, 1991).

No Brasil, o brócolis é a *Brassica* de maior consumo (Melo e Giordano, 1999) sendo usualmente consumido fresco contendo alta atividade antioxidante, (Zhang e Hamauzu, 2004; Lin e Chang, 2005; Piao *et al.,* 2005), sendo uma fonte significante de flavonóides, fenólicos (Vallejo *et al.,* 2003; Minussi *et al*., 2003), antioxidantes nutricionais, como ácido ascórbico e carotenóides (luteína e zeaxantina). Estes compostos são conhecidos como redutores de risco de degeneração macular, câncer de mama e de próstata, sendo também uma fonte

significante de cálcio, ácido fólico e fibras, tendo a propriedade de possuir baixas calorias (Kaur *et al*., 2007), sendo assim uma dieta contendo antioxidantes protege contra os efeitos dos radicais livres como as espécies reativas de oxigênio no corpo humano (Nilsson *et al*., 2004).

Em sistemas biológicos durante a respiração, uma fração significante de Oxigênio é incompletamente reduzida, de modo que o oxigênio parcialmente reduzido, e seus derivados, são bem conhecidos como Espécies Reativas de oxigênio (EROS), que são altamente reativas pró-oxidantes e tóxicas; algumas vezes constituem os radicais livres (Namiki, 1990; Singh e Singh, 2008). A primeira é o radical superóxido ($O_2•^-$); podendo ser desmutado em peróxido de hidrogênio (H_2O_2); radicais hidroxila (OH•) e oxigênio singlete ($^1O_2$). Radicais livres são altamente instáveis e reativos, suas moléculas contem um ou mais elétrons despareados (Haliwell e Gutteridge, 1989).

Os vegetais promovem contribuições significantes em proteção à saúde, agindo como fonte natural de antioxidantes, ajudando nos mecanismos de defesa contra efeito prejudicial das espécies reativas de oxigênio, removendo potencialmente os danos causados pelos radicais livres que ocasionam doenças humanas (Bajpai *et al*., 2005; Amin e Lee, 2005). Os radicais livres são conhecidos por serem os maiores contribuintes de doenças degenerativas causadas pela idade (Atoui *et al*., 2005). Algumas doenças relacionadas com a geração de radicais livres são artrite, arterosclerose, diabetes, catarata, esclerose múltipla, inflamações crônicas, disfunção cerebral, cardiopatias, efisema, câncer e doenças do sistema imune (Halliwell, 1994). Antioxidantes podem capturar radicais livres e proteger o corpo humano do estresse oxidativo o qual é a causa de muitos cânceres e doenças do coração. (Verlangieri *et al*., 1985).Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das doenças causadas pelos radicais livres nas células. (Halliwell, 1994).

Estudos epidemiológicos demonstraram que o consumo regular de vegetais está associado à redução da morbidade e mortalidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis (Kaur e Kapoor *et al*., 2002). È bem estabelecido que extratos antioxidantes naturais de plantas e especiarias contêm

alta atividade antioxidante. (Scherer e Godoy, 2009). Muitos estudos têm reportado que a atividade antioxidante de extratos de plantas tem relação com o conteúdo de compostos fenólicos (Silva *et al*., 2005, Singh *et al*., 2007; Sun e Ho, 2005; Ferreira, 2007).

Os compostos fenólicos são produtos secundários do metabolismo vegetal e apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, que atuam como agentes redutores exercendo proteção ao organismo contra o "stress" oxidativo (Scalbert e Williamson, 2000; Melo *et al*., 2006). Estes compostos são potentes antioxidantes e possuem a habilidade de sequestrar radicais livres como redutores de oxigênio singleto (Hirano *et al*., 2001). A capacidade redutora destes compostos, que confere a ação antioxidante, atuando como um agente redutor, doador de hidrogênio e quelante (quenchers) de oxigênio singlete (Kahkonen *et al*., 1999).

Existem diversos métodos que avaliam a atividade antioxidante, não existindo um procedimento metodológico universal (Frankel *e* Meyer, 2000). Muitos métodos são propostos para mensurar a atividade antioxidante de compostos puros ou extratos de plantas, como:

- FRAP "Ferric Reducing Antioxidant Power";
- ORAC "Oxygen Radical Absorbance Capacity";
- ESR "Electron Spin Resonance";
- DPPH "1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl";
- ABTS "2,2' azinobis(3-ethylbenzthiazoline)-6-sulfonate acid".

Dentre os diferentes métodos existentes destacam-se o ensaio do DPPH. O antioxidante reage com o radical DPPH convertendo-o em sua forma reduzida (1,1-difenil-2-picrilhidrazina). A solução metanólica de DPPH, inicialmente de coloração violeta, torna-se amarelada e o grau deste descoramento indica a habilidade do antioxidante em sequestrar o radical livre (Abidille *et al*., 2005). No que concerne aos solventes orgânicos utilizados, o

metanol, por conseguir extrair elevada quantidade destes compostos bioativos, tem sido apontado como o mais efetivo (Economou *et al*., 1991).

O uso da reação do DPPH tem sido muito difundido em pesquisas para a avaliação da atividade sequestrante de radical livre em extratos de plantas e alimentos (Sanchez-Moreno, 2002; Zhang e Hamauzu, 2003; Kondo *et al*., 2004). O DPPH• é um radical livre estável e o método é baseado na medida da capacidade antioxidante (Singh e Singh, 2008). O radical livre reage com o antioxidante (AH) ou espécie radical (R•) de acordo com a equação (1) e (2) (Milardovic, 2006).

$$DPPH\bullet + AH \longrightarrow DPPH - H + A\bullet \quad (1)$$

$$DPPH\bullet + R\bullet \longrightarrow DPPH - R \quad (2)$$

A base deste método foi introduzida por Blois há 51 anos e Brand *et al*. (1995) propuseram algumas melhoras no método original de Blois (1958). Os métodos espectrofotométricos resultam na eficiência do antioxidante expressada como EC_{50} determinada como concentração equivalente do substrato que causa 50 % de perda na absorvância (atividade do DPPH) (Sanchez-Moreno *et al*., 2002).

3.3 Vegetais minimamente processados/ contexto mercadológico

A olericultura nacional conta com hortaliças com potencial de aproveitamento na indústria dos minimamente processados tendo como exemplo couve, repolho, brócolis, alface e cenoura. Tais produtos são bem aceitos por consumidores que buscam alimentos prontos para o consumo e de boa qualidade (Moretti e Azevedo, 2003).

Segundo a "*International Fresh-cut Produce Association*" (IFPA, 2006) são definidos como minimamente processados frutas ou hortaliças que são modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco. Assim, é o produto fresco, tornado conveniente, com qualidade e garantia de sanidade (Durigan, 2004). O processamento mínimo compreende etapas de corte, lavagem,

classificação, sanitização, centrifugação, embalagem e estocagem (Ahvenainem, 1996). Ragaert *et al.* (2004) acrescenta a esse conceito, os atributos de funcionabilidade e agregação de valor.

A Associação de Hortaliças MP da câmara Setorial de Hortaliças, Cebola e Alho do Estado de São Paulo (SAA) definiu em 2004 hortaliças MP como (Silva, 2008):

"*Produtos de origem vegetais higienizados e embalados, que foram submetidos a processos técnicos, preservando suas características organolépticas naturais, tornando-os prontos para o consumo in natura ou preparo culinário.*"

A utilização de vegetais minimamente processados para o preparo dos alimentos no mercado institucional permite que se reduza o tempo gasto durante o processo, menor necessidade de espaço para armazenamento, maior higiene, menor movimentação de resíduos nas cozinhas, menor desperdício e economia de água e tempo (Nantes e Leonelli, 2000).

O Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) constatou em 2004, um aumento de 400 a 1.600 % nos alimentos MP em relação aos convencionais (IFPA, 2006). Segundo Moretti e Sargent (2002), redes de serviços de alimentação colaboram com o aumento anual do mercado nacional de produtos MP, com a participação significativa de redes de fast-food como McDonald's e Habib's entre outras redes. Cadeias de supermercados como Pão-de-Açúcar e Carrefour ajudaram a absorver a produção interna dos produtos MP.

Segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar 95/96 (IBGE/POF, 1996), a região metropolitana de São Paulo detém o maior público consumidor de produtos minimamente processados. Nesta região, 33% dos consumidores apresentam renda superior a 15 salários mínimos, ensino superior completo, faixa etária de 30 a 49 anos e tamanho médio de quatro pessoas, sendo responsáveis por 62,5 % do consumo de alimentos minimamente processados (IBGE, 1996; Claro, 2007).

Segundo a Associação Brasileira de Supermercados - ABRAS (2005), o faturamento em média com o setor de frutas verduras e legumes minimamente processado é de nove bilhões por ano e um quarto da população brasileira já tem o hábito de comprar comida pronta, este percentual duplica nas classes A e B categorias com maiores rendimentos, principais clientes dos produtos MP (Mittmann, 2001).

Geralmente, os clientes do Varejo Moderno são das classes A e B e se localizam próximos às grandes lojas de super/hipermercados. Os clientes das classes B e C optam por vias alternativas, os sacolões (onde os preços são menores), e para feiras-livres comumente encontram-se as classes C e D. A busca da praticidade proporcionada pelos produtos embalados e produtos MP é mais evidente nos grandes centros urbanos e entre consumidores mais jovens, das classes A e B. Já os consumidores das classes C a E são mais sensíveis à questão dos preços, sabor e aparência (Hanashiro, 2003).

Segundo Silva (2008), atualmente o termo sacolão tem outro significado em relação ao que era no passado. Hoje os sacolões são lojas especializadas em frutas e hortaliças, oferecendo qualidade e conforto aos consumidores das classes A e B. A tendência crescente de pessoas morando sozinhas, principalmente nas grandes cidades, e a preferência por comida pronta por quase 50 % dos membros das classes sociais A e B também tem contribuído de maneira decisiva para o aumento no consumo de produtos minimamente processados (Moretti e Azevedo, 2003).

Deve-se levar em consideração que a qualidade do varejo, podendo ser super/hipermercados, sacolões, quitandas e feiras livres diferem muito umas das outras, levando-se em conta o bairro em que estão inseridas e o público alvo. Segundo Claro *et al.* (2007) o grau de riqueza das famílias é um fator determinante para a variedade e qualidade de frutas e verduras. No Brasil, o habito de frequentar os supermercados passou de mensal para semanal, sendo que o gasto médio com produtos hortifruti é de R$ 86,00 reais mensais (Prado, 2004).

Segundo Silva (2008) em pesquisa de campo observou-se que em feiras livres de São Paulo existe a comercialização de vegetais “picados” como sendo MP, dando destaque em periferias para a mistura de vegetais utilizados no preparo de “yakissoba”, sendo essas, preparadas na própria rua pelos feirantes e com pouca ou nenhuma higiene. Nas regiões nobres os produtos prontos para o consumo, comercializados em feiras livres, são embalados na casa dos feirantes e estão dispostos em gôndolas “frias”. Os produtos MP apresentam-se de forma interessante em feiras livres direcionadas ao público das classes A e B, pois, quem efetua as compras são as empregadas domésticas que optam pela praticidade e não tem preocupação com o preço final do produto e tão pouco com a qualidade do mesmo.

De acordo com o “*International Fresh-cuts Produce Association*” (IFPA, 2006), os pontos críticos do segmento são a cadeia do frio e a qualidade dos produtos e os vegetais mais consumidos são a cenoura (43 %) seguida pela couve (34 %), brócolis, repolho e batata (21 %) (Saabor e Rojo, 2002). Os alimentos minimamente processados envolvem as mais variadas frutas e olerícolas. Segundo Moretti e Azevedo (2003), as matérias-primas podem ser classificadas em quatro grupos: (1) inflorescência, principalmente brócolis e couve-flor; (2) frutos, como; pepino, feijão-de-vagem e pimentão, entre outros; (3) raízes, como; cenoura, beterraba, mandioquinha-salsa e batata doce; e (4) folhosas, como; couve, repolho, rúcula, alface e agrião.

3.4 Cor de alimentos

Consumidores julgam a qualidade de vegetais MP utilizando a aparência e o frescor como critério inicial na hora de efetuar sua compra, sendo a cor o elemento crucial de escolha, preferência e aceitabilidade dos alimentos pelos consumidores (Clydesdale, 1993; Kays, 1999; Rico *et al.*, 2007).

Frutas e vegetais são altamente nutritivos e muito atrativos. Devido a este fato a cor é um importante critério de aceitação dos consumidores (Oliveira *et al.*, 2008). A luz refletida dos produtos carrega a informação que os inspetores e os consumidores usam para o julgamento de muitos aspectos de qualidade

(Abbot, 1999; Castell-Perez*, et al.,* 2004). A cor atrativa dos alimentos sugere o gosto que iremos sentir, e o apetite é estimulado em uma reação direta causada pela cor (Downham e Collins, 2000).

A clorofila é o principal pigmento em plantas verdes e é facilmente degradada durante o processamento dos vegetais (Boekel, 1999), sendo suscetíveis a mudanças químicas e físicas (Teng e Chen, 1999). O decréscimo da cor verde é atribuído aos pigmentos gerados pela clorofila, sendo importante para a determinação da qualidade final desses tipos de vegetais (Nisha *et al.,* 2004).

A qualidade e a aceitação de couve-manteiga e brócolis são associadas com parâmetros sensoriais como cor, textura e sabor. A preservação desses parâmetros influencia na qualidade final do produto (Oliveira *et al*., 2008; Sato, 2004).

3.5 Couve manteiga (*Brassica oleracea* cv. *acephala*)

A couve é de origem européia adaptando-se em locais com temperaturas amenas e abrange desde regiões temperadas a subtropicais, e na antiga Grécia era considerada uma planta sagrada. Prefere solos bem drenados e fofos, fracamente ácidos, areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, necessitando de irrigação diária. A colheita é realizada 90 dias após a semeadura (Caribé e Campos, 1991) e são coletadas de 3 a 4 folhas na porção inferior da planta, podendo-se efetuar até 17 coletas (Correia, 1983; Pimentel, 1985; Ellis e Singh, 1993).

Botanicamente a couve é identificada e classificada como *Brassica oleracea* var. *acephala* sendo caracterizada por ser uma planta arbustiva com porte entre 40 e 120 cm de altura, podendo ser raramente encontradas plantas com mais de 3 metros de altura. Seu ponto ótimo de maturidade é de 30 a 40 cm de comprimento. Suas folhas são pecioladas, pouco carnosa, espessas, distribuindo-se em forma de roseta ao redor do caule. Seu caule é ereto, liso, cilíndrico, robusto, carnoso e não intumescido, com contínua emissão de novas folhas em seu ápice. Considera-se que esta espécie é a mais próxima, em termos

genéticos, da couve-silvestre *Brassica oleracea* var. *silvetris* que deu origem a todas as variedades cultivadas conhecidas (Souza, 1983; Medina, 1991).

Atualmente existe várias cultivares de couve manteiga disponíveis no mercado no município de São Paulo e dentre elas pode-se citar (Sawazaki *et al* ., 1997)**:**

1. Ribeirão Pires 2620 (procedência Ribeirão Pires);
2. 1811 (procedência Monte Alegre do Sul);
3. Roxa (procedência desconhecida);
4. São Roque (procedência desconhecida);
5. Gigante 915 (procedência Jardim Guanabara, Campinas);
6. 916 (procedência Santa Elisa, Campinas);
7. Crespa (procedência Piracicaba);
8. Ribeirão Pires 2446 (procedência Ribeirão Pires);
9. Crespa (procedência Capão Bonito);
10. Tupi (procedência desconhecida);
11. Jundiaí (procedência desconhecida);
12. Mococa (procedência desconhecida);
13. São José (procedência Nelson Mendonça);
14. Roxa Monte Alegre (procedência Monte Alegre do Sul);
15. Verde-Escura (procedência desconhecida).

As folhas são as partes mais comumente consumidas das Brassicas, sendo que todas as partes podem ser utilizadas para o consumo humano. Consumidores de couve em diferentes países apresentam preferências distintas e no Brasil são apreciadas apenas cultivares de folhas lisas, enquanto na Europa a preferência é por couve de folhas crespas (Casali e Silva, 1983).

A couve é utilizada regularmente como alimento ou sob a forma de sumo cru. Tem excelente efeito cicatrizante para úlceras gástricas intestinais, além de ser um famoso recurso da medicina popular como laxante, antianêmico, nutriente, antiinflamatório, antisséptico, vermífugo e cicatrizante (Caribé e Campos, 1991). A couve é altamente consumida pela população brasileira,

viabilizando seu uso como alimento minimamente processado (Carnelossi *et al*., 2002).

3.6 Processamento mínimo de couve- manteiga

Devido ao processo de senescência, durante o armazenamento, alguns parâmetros de qualidade são afetados, estando relacionado com a perda de coloração verde, cheiro desagradável, ressecamento e consequente tempo de vida curto de prateleira (Beaulieu *et al.*, 1997, Carnelossi, 2000).

A folha de couve MP é muito conveniente para a comercialização, pois, mesmo após o fatiamento da folha, o que aumenta consideravelmente o metabolismo respiratório, ela pode ser conservada vários dias na forma de MP, desde que manuseada, embalada e refrigerada adequadamente (Carnelossi, 2000; Carnelossi *et al*., 2007).

O processamento mínimo de couve foi descrito e padronizado segundo o Manual de Processamento mínimo de Frutas e Hortaliças elaborado pela EMBRAPA Hortaliças seguindo-se as etapas descritas na continuação (Carnelossi *et al*., 2007).

3.6.1 Colheita e manuseio pós-colheita

É indispensável à obtenção de matéria prima de boa qualidade. A etapa de colheita e processamento deve ser realizada em diferentes horários (Carnelossi, 2000; Carnelossi *et al*., 2007) (Figura 3).

3.6.2 Resfriamento rápido

Imediatamente após o destacamento da folha mãe, há um aumento na taxa respiratória e na produção de etileno, e para reduzir seu metabolismo e recuperar a turgescência devido à perda de água causada pelo calor do campo utiliza-se de uma completa reidratação foliar após a colheita, passando por um resfriamento rápido ou hidrorresfriamento. Esta etapa é importante devido à

transpiração das folhas que murcham rapidamente e visivelmente durante a etapa da colheita e o transporte até o local do processamento (Amarante e Puschamnn, 1993).

3.6.3 Seleção, classificação e lavagem

A seleção e a classificação das folhas quanto à integridade e aparência visual, a eliminação de talos e materiais impróprios para o consumo humano evitando-se a contaminação da área de processamento, até a obtenção do produto final de qualidade. A lavagem é realizada em tanques próprios de aço inox com água limpa de qualidade podendo ser água corrente ou por imersão, retirando impurezas e insetos aderidos ao produto. A imersão deve durar 5 minutos e posteriormente as folhas devem ser enxaguadas com água limpa. Nesta etapa retira-se a nervura central com facas afiadas e higienizadas (Carnelossi *et al*., 2007). A etapa de lavagem é de importante efeito na remoção de fluídos dos tecidos liberados quando do corte dos vegetais, além de atuar na redução da carga microbiana (Bolin *et al.,* 1977; King *et al.,* 1991).

3.6.4 Corte

O corte provoca um intenso estresse adicional, resultando em um aumento da respiração que é reduzido pelo resfriamento da matéria-prima (Carnelossi *et al*., 2002). Dantas e colaboradores (2004), analisando a aceitabilidade sensorial de aparência de quatro amostras de couve com diferentes espessuras (1,0; 2,0; 5,0 e 10 mm), observaram a aceitação do consumidor para cortes mais finos. A partir desses resultados, o fatiamento mecânico de 1,5 mm passou a ser proposto como referência, podendo ser realizado o corte com outras espessuras (Carnelossi *et al*., 2007).

3.6.5 Sanitização e enxágue

A sanitização deve ser realizada por imersão em água resfriada a 5,0 ℃ (remoção do calor do campo e redução do metabolismo), durante 10 minutos, contendo 150 ppm de cloro ativo (Simons e Sanguansri, 1997). O enxuague é

realizado em água resfriada a 5,0 °C, contendo 3,0 ppm de cloro ativo para a retirada do sanitizante (Carnelossi *et al*., 2007).

3.6.6 Centrifugação

Após a etapa de sanitização e enxágue é necessário a retirada do excesso de água por meio de centrifugação por 10 minutos (Carnelossi *et al*., 2007).

3.6.7 Embalagens

Devido a sensibilidade a desidratação é aconselhável o uso de filmes plásticos para que a embalagem restrinja a perda de água e ao mesmo tempo permita trocas gasosas de oxigênio e gás carbônico (Carnelossi *et al*., 2007). Atualmente são indicados os filmes de polietileno com diferentes densidades, copolímero de etileno e policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS), acetato de vinila (EVA), filmes poliolefínicos, polipropileno biorientado (BOPP), filmes coextrusados à base de polietileno e poliamida e filmes microperfurados (inclusive com laser) (Sarantópoulos *et al*., 2001).

3.6.8 Armazenamento e distribuição

Os principais problemas que afetam a qualidade de folhas de couve minimamente processada durante o armazenamento estão relacionados com a perda de coloração verde, ressecamento e exalação de odor desagradável, devido ao acelerado processo de senescência (Carnelossi *et al.*, 2002). Watada e Qi (1999) relataram que a utilização de temperaturas baixas (próximas de 0 °C) é o principal fator na manutenção de qualidade de produtos MP, respeitando a cadeia do frio durante todas as etapas do processo (Carnelossi, 2000).

Recomenda-se que a couve processada seja armazenada e comercializada em torno de 5,0 °C, sendo esta temperatura ideal e que apresenta melhor relação custo/benefício para a couve em comparação com a temperatura de 1,0 °C, que possibilita a extensão da vida de prateleira em alguns dias

mantendo a qualidade final do produto, porém com um custo mais elevado (Carnelossi *et al.*, 2002, 2007).

O processamento mínimo causa injúrias, induzindo respostas fisiológicas e bioquímicas acentuadas, em relação àquelas observadas em produtos intactos, diminuindo a sua conservação pós-colheita (Carnelossi, 2002). Considerando a composição centesimal de folhas de couve inteiras e de couve minimamente processada, pode-se concluir que o processamento mínimo não confere redução significativa no valor nutricional (Arteche, 2006).

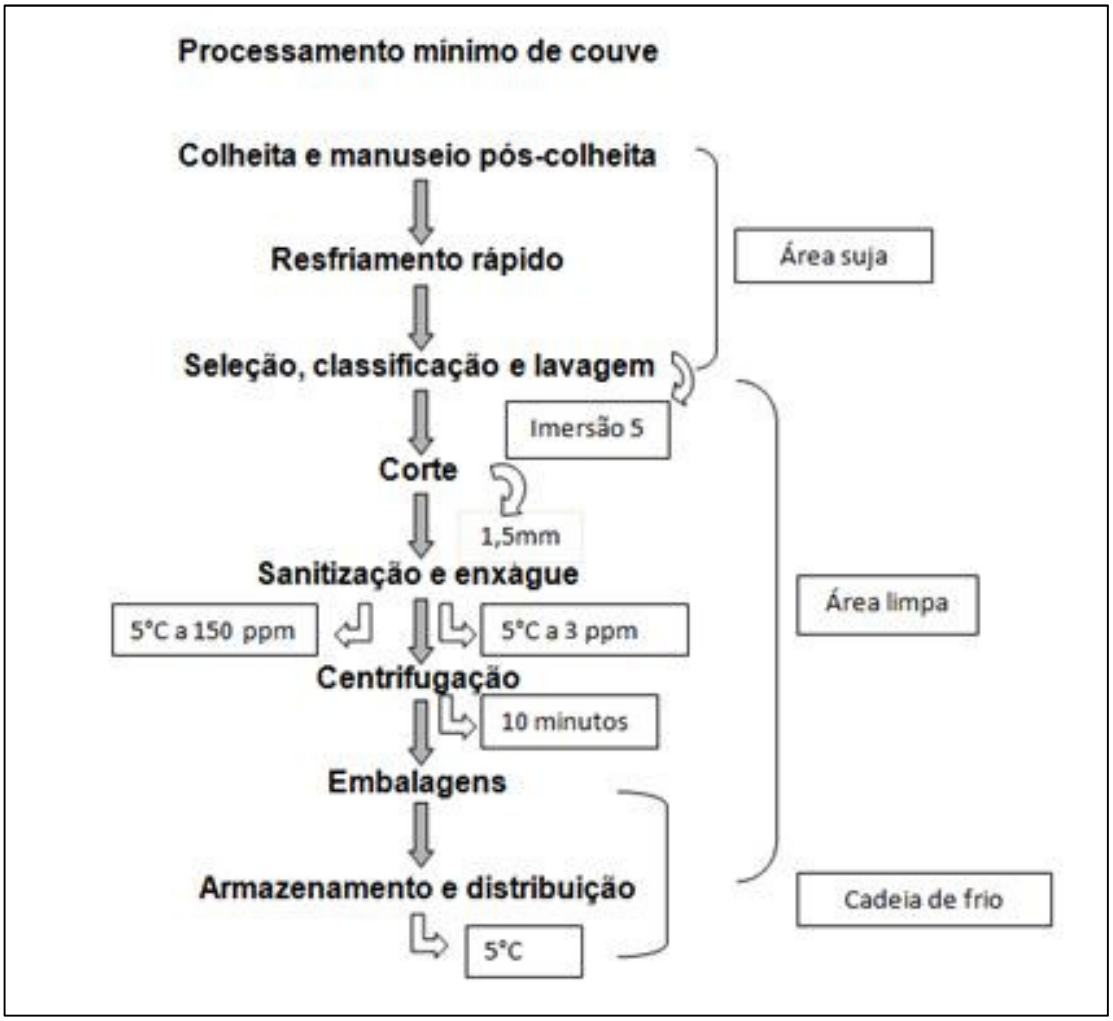


FIGURA 3 - Fluxograma geral para a produção e comercialização de couve minimante processada.

3.7 Brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)

Originalmente apreciado em jantares do império romano, o nome brócolis veio do latim *brachium* = braço e do italiano *brocco* = braço ou galho (Golub, 2005), e apresenta-se como um produto de importante valor econômico (Souza, 1983), sendo vendido como um produto fresco ou processado. A introdução de vegetais minimamente processados e embalados agregam valor aos produtos que oferecem mais conveniência para os consumidores.

Os brócolis são plantas herbáceas, durante a fase vegetativa diferenciam-se por produzir uma inflorescência central de coloração verde, compacta (tipo cabeça) ou então inflorescências laterais (tipo ramoso) que são formadas por pequenos botões florais, ainda fechados, e pedúnculos tenros (parte comestível). Há cultivares como Piracicaba (ramoso), de primavera-verão, e Flórida (cabeça/americano), de ampla adaptabilidade durante as estações dos anos. A cultura do tipo americano vem sendo expandida com o híbrido Legacy, que pode ser plantado do final do verão até meados do inverno (Rodrigues, 2003). Philippi *et al*. (1995) constataram em um inquérito alimentar que o brócolis é uma das hortaliças mais consumida pela população brasileira.

O processamento mínimo de brócolis foi descrito e padronizado segundo o Manual de Processamento mínimo de Frutas e Hortaliças elaborado pela EMBRAPA Hortaliças seguindo-se as etapas descritas abaixo (Cenci e Gomes, 2007).

3.8 Processamento mínimo de brócolis

Os principais tipos de brócolis plantados são: ramoso (ramoso de Piracicaba e ramoso de Santana) e cabeça única (americano) sendo este último relativamente recente no Brasil. A vida útil pós-colheita dos brotos florais de brócolis não ultrapassam dois dias (Cenci e Gomes, 2007) (Figura 4).

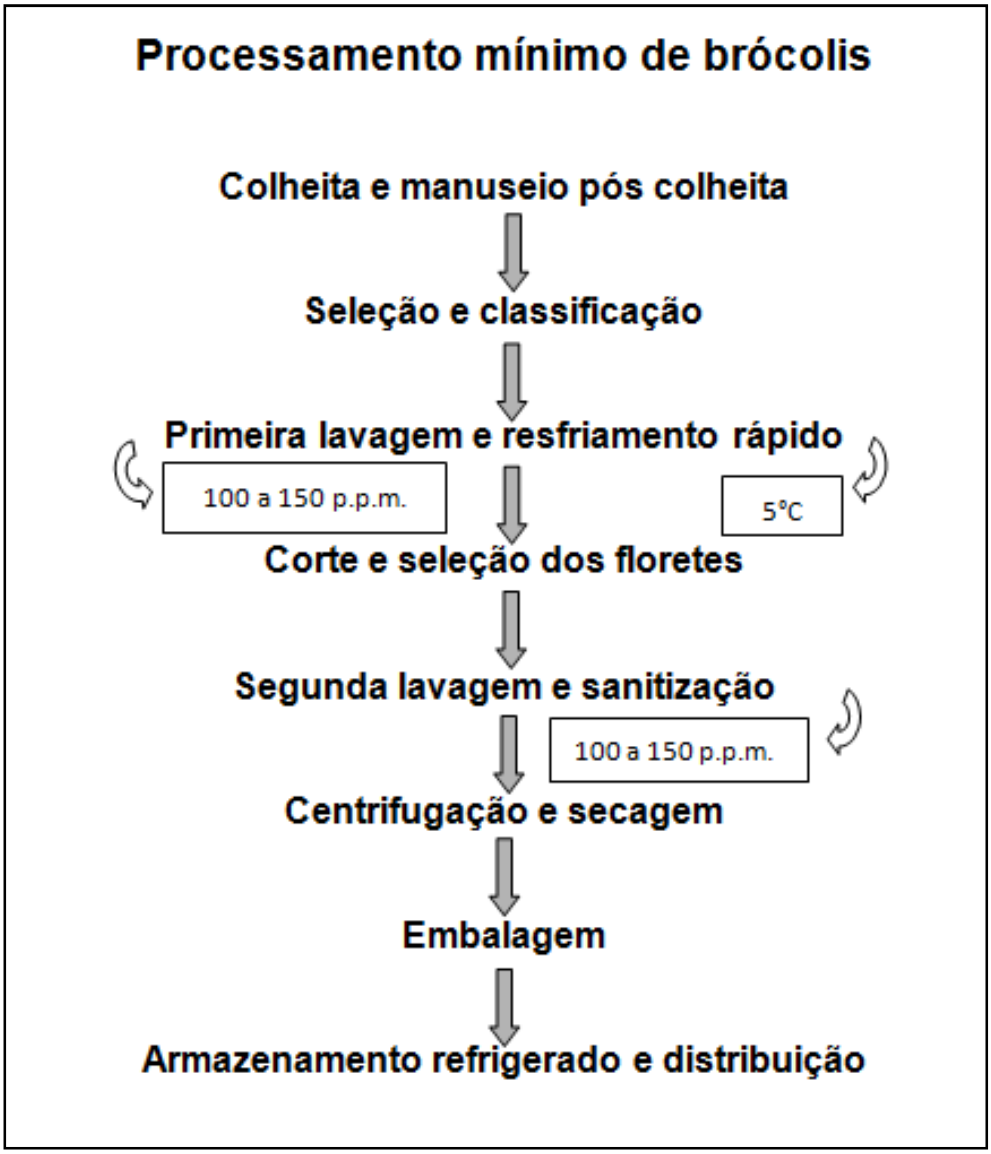


Figura 4 - Fluxograma geral para a produção e comercialização de brócolis minimamente processada.

Devido à grande inserção no mercado de trabalho em grandes centros urbanos, como na região metropolitana de São Paulo, muitos trabalhadores almoçam fora de sua residência, utilizando de redes de restaurantes e fast-food que utilizam os brócolis tipo americanos que são mais tenros e permitem o processamento e o congelamento pela agroindústria e por isso vem ganhando mercado nos últimos anos.

3.8.1 Colheita e manuseio pós-colheita

A colheita de brócolis deve ser iniciada após a formação uniforme dos floretes, quando as cabeças atingirem o crescimento pleno. O manuseio pós-colheita necessita de um bom padrão de higiene, utilizando-se de caixas plásticas limpas, adequadas e empilhadas de forma a evitar o contato com o solo (Cenci e Gomes, 2007).

3.8.2 Seleção e classificação

Devem-se selecionar as cabeças de brócolis quanto a podridões, danos fisiológicos e presença de insetos (Cenci e Gomes, 2007). A seleção deve ser feita em relação à qualidade visual e a uniformidade das cabeças de brócolis, visando uma maior uniformização e padronização do produto final.

3.8.3 Primeira lavagem e resfriamento rápido

A lavagem da matéria prima é realizada em tanques de aço inox, sendo imersas em água clorada (100 a 150 ppm) à temperatura de 5,0 ºC para a remoção da sujeira aderida aos floretes e redução da temperatura de campo (Cenci e Gomes, 2007).

3.8.4 Corte e seleção dos floretes

Os floretes devem ser cortados na base, com facas de aço inox bem afiadas e sanitizadas.

3.8.5 Segunda lavagem e sanitização

A lavagem associada à sanitização é o único tratamento eficaz na redução significativa da carga microbiana de hortaliças minimamente processadas. Após o corte o produto deve ser submetido a uma nova lavagem, com água na temperatura de 5,0 ℃, para retirar resíduos remanescentes e reduzir possíveis contaminações microbiológicas de manipulação. A sanitização é

realizada com cloro ativo com a concentração variando entre 100 a 150 ppm, sendo que os floretes devem ficar em contato com esta solução por um período de 10 minutos.

3.8.6 Centrifugação e secagem

Os floretes devem ser centrifugados, para a retirada da água na superfície do vegetal, evitando o excesso de umidade no interior da embalagem e o crescimento microbiológico.

3.8.7 Embalagem

O acondicionamento deve ser de acordo com o mercado consumidor, sendo para o mercado varejista embalagens de 200 a 300 g e para o mercado institucional embalagens de 1,0 a 5,0 Kg.

3.8.8 Armazenamento refrigerado e distribuição

O produto processado deve ser armazenado em câmara fria com temperatura entre 1,0 a 5,0 °C, sendo que a temperatura de 1,0 °C mantém as características sensoriais do brócolis minimamente processado, mas é difícil manter esta temperatura durante a distribuição e comercialização, sendo assim deve ser mantido próximo a 5,0 °C. A refrigeração é uma das técnicas mais utilizadas para garantir a vida pós-colheita, e quanto menores as temperaturas menores a redução da taxa respiratória, retenção de níveis de clorofila, vitamina C e atividade enzimática (Toivonen, 1997; Watada e QI, 1999).

Recomenda-se que a estocagem de floretes de brócolis seja usualmente realizada por refrigeração (4,0 ou 5,0 °C) ou atmosfera controlada (Izumi *et al*., 1996; Makhlouf *et al*., 1989) para a manutenção da qualidade visual por 10 dias (Rangkadilok *et al*., 2002). A distribuição deve ocorrer o mais rápido possível após o processamento, em caminhões refrigerados a 5,0 °C, se a cadeia do frio for mantida na comercialização, o produto pode ser conservado por até 15 dias. Diversas mudanças são observadas ao longo da senescência, algumas

fáceis de serem observadas como o rápido amarelecimento resultante da degradação de clorofila, devido à abertura dos botões florais, perda de turgor, desenvolvimento de odores desagradáveis, redução do valor nutricional e o aumento da atividade da peroxidase e produção de etileno (Hansen *et al*., 2001; Toivonen e Deell, 2001; Wang e Herne, 1989; Corcuff *et al*., 1996; Ku e Wills, 1999).

As alterações que o consumidor mais facilmente detecta são a perda de cor verde e o surgimento de aroma desagradável (Carvalho, 2004), sendo que o amarelecimento é utilizado para mensurar a qualidade do produto e predizer a vida de prateleira (Toivonen e Deell, 2001; Wang e Herne, 1989). A cor é um dos mais importantes atributos de qualidade relacionada ao consumidor (Andersen e Jordheim, 2006).

3.9 Microbiologia de vegetais minimamente processados

Vegetais naturalmente exibem contaminação natural do solo e/ou água, usada para a irrigação ou lavagem (Beuchat, 1996a). Produtos frescos fatiados e alimentos minimamente processados de origem vegetal, usualmente são consumidos sem cozinhar, ou antes, do processo de inativação microbiológica. (Kamat, 2003). No caso particular de vegetais MP, a maioria destes caem na categoria de pouco ácidos (pH 5,8 - 6,0) e devido a sua umidade e uma superfície fatiada larga podem promover condições ideais para o crescimento de microrganismos (Willocx, 1994).

A ingestão de vegetais crus tem sido associada com surtos alimentares. Muitos tipos de patógenos humanos como bactéria e parasitas incluindo *Escherichia coli* 0157:H7, *L. monocytogenes, Salmonella, Aeromonas hydrophila*, *Shigella, Yersinia enterecolitica e Cyclospora cayetanensis* entre outros que se proliferam durante a estocagem sob refrigeração que são responsáveis por surtos (Beuchat, 1996b; Ahvenainen, 1997). Para armazenamento em baixas temperaturas as espécies pertencentes são: *Pseudomonadaceae* especialmente *Pseudomonas fluorescens* e *Enterobacteriaceae* especialmente *Erwinia herbicola e Rahnella aquatilis.* Couve-

flor, brócolis e repolho, ou melhor, vegetais minimamente processados podem conter em sua conta total após o processo a média de 3,0 a 6,0 log UFC/g (Nguyen-The e Carlin, 1994; Bennik *et al*., 1998).

Muitos tipos de espécies de leveduras foram identificados em vegetais minimamente processados, incluindo espécies de *Candida, Rhodotorula, Cryptococcus, Trichosporon, Pichia e Torulaspora* (Nguyen-The e Carlin, 1994), entretanto os fungos são de menor importância em vegetais minimamente processados devido ao seu pH ligeiramente ácido para o neutro que favorecem o crescimento de bactérias e leveduras que sobrepõem os fungos (Tournas, 2005; Ragaert, 2007). A enumeração de bolores e leveduras é indicativa de matéria-prima de má qualidade ou falhas higiênicas ao longo do processamento. Sendo assim, elevadas contagens destes microrganismos num alimento resultarão na redução de sua vida de prateleira (Sant´Ana, 2006).

Usualmente, técnicas de preservação são muitas vezes efetivas para produtos que já possuem uma boa qualidade inicial e são usadas como material cru. As duas tecnologias utilizadas para a preservação de vegetais minimamente processados consistem em uma redução na taxa de respiração nos vegetais resultando em uma extensão da vida de prateleira sendo armazenadas somente em temperaturas baixas e/ou atmosferas modificadas (AM) e controladas (AC) (Day, 1993; Watada *et al*., 1996; Ragaert, 2007). A relação entre a contagem microbiológica e atmosfera modificada ou controlada sugere que essas atmosferas têm um efeito retardante na atividade fisiológica de vegetais (Ragaert, 2007).

3.10 Sanitização

O sanificante mais utilizado em alimentos é o cloro, sendo um germicida de amplo espectro de ação, que reage com as proteínas da membrana de células microbianas. Concentrações de 50 a 200 ppm de cloro livre são necessárias para inativar células vegetativas de bactérias e fungos (Simons e Sanguansri, 1997). A redução da população microbiana é usualmente, no máximo, dois ciclos logarítmicos (Nguyen-The e Carlin, 1994), e com 1,0 % de

ácido láctico ou acético é reduzida em valores iguais ou menores do que um ciclo logarítmico (Zhang, 1996). Foi demonstrada por Beuchaut (2000) a falta de eficácia dos sanificantes, que muitas vezes não alcançam os sítios de colonização das células internalizadas.

A sanitização nem sempre é o processo mais adequado para garantir a inocuidade dos alimentos minimamente processados, pois como são conhecidos, todos os produtos químicos utilizados para a desinfecção desses produtos são diluídos em água antes de sua aplicação, e necessitam de contato direto com os microrganismos para serem eficientes. A irregularidade da superfície, combinada com a presença de zonas hidrofóbicas na cutícula cerosa de várias frutas e vegetais, limitam o contato do produto químico com a microbiota e diminuem a eficiência do tratamento. Além disso, as bactérias raramente estão presentes como células isoladas, sendo mais frequente a presença de pequenas colônias ou biofilmes que possuem tensão superficial alta, limitando o contato com o sanitizante. Alguns microrganismos na forma de esporos ou oocistos apresentam resistência, e as concentrações de sanitizantes usadas normalmente reduzem apenas um ou dois ciclos logarítmicos da população (Goularte *et al.,* 2004; Martins *et al.,* 2004; Parrish *et al.,* 2003; Rodgers *et al.,* 2004). A sanitização nem sempre é eficiente devido à internalização microbiana, já a irradiação ionizante penetra em diferentes partes do vegetal inativando os microrganismos (De Wall e Bhuiya, 2009).

3.11 Irradiação de alimentos

A irradiação de alimentos geralmente é definida como um processo em que o alimento é exposto à energia ionizante de fontes radioativas como o ^{60}Co ou de fontes provenientes de máquinas como Aceleradores de Elétrons de Alta Energia ou Raios-X (Satin, 2002). O tratamento por energia ionizante não se limita apenas a superfície do alimento, pois há penetração nas camadas internas do produto, o que ocasiona na eliminação de microrganismos presentes em fendas e dobras irregulares de vegetais (Prakash *et al*., 2000).

O potencial de aplicação da radiação ionizante no processamento de alimentos é baseado principalmente no fato de que a radiação ionizante danifica efetivamente o DNA causando danos diretos e indiretos, podendo ser afetados por radicais livres originados na radiólise da água (Farkas, 2006), inativando células de microrganismos, fungos, gametas de insetos e inibindo a reprodução de insetos e brotamento dos vegetais (Farkas, 2006; Thayer, 1990; Deruiter e Dwyer, 2002; Tritsch, 2000).

O tratamento por irradiação causa um aumento insignificante na temperatura do produto e não afeta o estado fresco do alimento, combinadamente podem se aplicar outras técnicas que garantem a segurança de muitos alimentos minimamente processados (Farkas *et al*., 1997), podendo ser aplicada em materiais embalados, incluindo aqueles que não podem ser expostos ao tratamento térmico (Farkas, 2006). Há um crescente interesse mundial na aplicação da radiação gama para aumentar a vida de prateleira de alimentos perecíveis e garantir a segurança microbiológica do produto (Kamat *et al.,* 2003).

A irradiação é utilizada como método de conservação, aumentando a vida de prateleira devido ao retardo do amadurecimento e do brotamento de alguns produtos. Contudo seu uso dependendo da dose aplicada pode ocorrer escurecimento, amaciamento, perda de aroma e sabor dos produtos (Calore e Vieites, 2003; Chitarra e Chitarra, 1990). Em conjunção com boas práticas de produção, a segurança é bem estabelecida e livre de resíduos criando uma sólida base científica para a implementação do processo de irradiação para produtos de alimentos específicos e um efetivo meio de melhorar a segurança de alimentos (Farkas, 1997; Diehl, 1995; WHO, 1994)

Os benefícios da irradiação incluem o fato que os produtos podem ser processados em sua embalagem original sendo um tratamento final para a eliminação de uma possível contaminação e os produtos saem prontos para consumo (Farkas, 1997), não se podendo esquecer que o processamento por radiação ionizante não pode ser substituído por boas práticas de fabricação e boas práticas de higiene. O processamento de alimentos com radiação ionizante

é tecnicamente uma medida física de melhorar a segurança e a qualidade de alimentos (Mayer-Miebach, 1993).

3.12 Análise Sensorial

Recentemente os vegetais minimamente processados vêm ganhando boa aceitação pelos consumidores, sendo muito difundido pela indústria alimentícia devido à redução no tempo de preparações, redução de custos de transporte e estocagem e redução de lixo (Odumeru *et al*., 2002).

A seleção e o consumo de alimentos são fenômenos complexos influenciados por vários fatores. Geralmente, as propriedades sensoriais têm sido consideradas como determinantes na seleção de um produto pelo consumidor (Dantas *et al.,* 2005).

Durante o processo de decisão de compra, os consumidores se apóiam em diferentes atributos antes da decisão de compra ou consumo de certo produto (Ragaert *et al*., 2004). As características sensoriais para vegetais frescos incluem a aparência de produto fresco e características como aroma e sabor, uniformidade de cor e tamanho. Componentes de qualidade como firmeza e crocância das folhas são importantes em preparações como saladas (Cantwell e Reid, 1993). Peri (2006) define qualidade do alimento como aptidão para o consumo, o que satisfaz o consumidor.

Tanto o tipo de corte como os métodos de cocção podem alterar a percepção dos consumidores frente a produtos da mesma cultivar e sistema de cultivo, sendo fundamental determinar a preferência de um produto a outro, sendo necessário um teste de aceitação adequado a estes critérios (Carvalho *et al*., 2005). Estudos com consumidores são uma ferramenta apropriada para determinar a qualidade de produtos alimentícios. Esta metodologia foca o risco de rejeição do consumidor estimando obter uma percentagem fixada da rejeição do consumidor (Hough *et al*., 2003).

A análise sensorial é uma ciência interdisciplinar na qual se convidam painelistas, que se utilizam da complexa interação dos órgãos dos sentidos (visão, gosto, tato e audição) para medir as características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios e muitos outros materiais (Watts *et al.*, 1992), sendo aplicada no desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos (Lanzillott e Lanzillott, 1999).

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Os testes de aceitação ou afetivos requerem uma equipe com grande número de participantes que representem a população de consumidores efetivos ou potenciais do produto. Entre os métodos mais empregados para medida da aceitação de produtos está a Escala Hedônica, onde o consumidor expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varie gradativamente com base nos termos gosta e desgosta (Chaves e Sproesser, 1993). A escala hedônica é um método de graduação de preferência em níveis de qualidade pelo alimento.

Estudos sensoriais devem ser conduzidos para avaliar a influência do processamento na qualidade de vegetais e frutas MP irradiados por julgadores treinados ou não treinados. A percepção e atitude são importantes quando se determina a qualidade sensorial de um produto. Nestes casos, a qualidade visual desses produtos é avaliada bem como a textura, consistência, odor e sabor. Os atributos de um produto são observados na seguinte ordem: aparência, odor, aroma, fragrância, textura ou consistência e sabor (Meilgaard *et al.*, 1999).

Visando manter as características de qualidade de aceitação e vendas, é importante a inclusão de todas as características: textura, odor, sabor, cor e aparência (Jacobsson *et al.*, 2004). Uma vez que a cor e a aparência são importantes aspectos de qualidade para consumidores quando escolhem frutas e vegetais, a técnica de análise de cor serve como uma ferramenta útil para a avaliação da aceitação dos consumidores e predizer a vida de prateleira do produto (Jilliffe e Lin, 1997).

Os testes de aceitação avaliam o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto, sendo uma importante ferramenta de análise sensorial por acessar diretamente a opinião de consumidores efetivos e potenciais. Segundo Meiligard *et al*. (1999), as possibilidades de aplicação de testes afetivos são:

- Avaliação e revisão do desempenho de um produto, visando estudar a posição de sua marca em relação à de empresas concorrentes;

- Manutenção da qualidade de um determinado produto, avaliando-se a aceitação deste em função de substituição de matéria-prima, processamento ou acondicionamento e em função de alteração na formulação;

- Otimização de processos ou produtos, visando à redução de custos de produção e distribuição, buscando a melhoria de qualidade;

- Acesso a mercado potencial, trabalhando em conjunto com o setor de "*marketing*" e o setor responsável pela análise sensorial;

- Desenvolvimento de novos produtos e processos, aplicando vários testes durante o desenvolvimento de uma nova formulação.

Os testes sensoriais afetivos utilizam avaliadores não treinados onde suas opiniões ou preferências pessoais são expressas. Os testes afetivos de preferência ou aceitação são classificados em: comparação pareada, ordenação, escala hedônica e escala do ideal (Ferreira, 1999). Estes podem ser utilizados para avaliar a aceitabilidade e a preferência dos produtos (De Penna, 1999).

Os testes afetivos são utilizados quando se necessita conhecer o "status afetivo" dos consumidores com relação ao(s) produto(s), e para isso são utilizadas escalas hedônicas. Dos valores de aceitabilidade pode-se inferir a

preferência, ou seja, as amostras mais aceitas são as mais preferidas e vice-versa (Ferreira, 1999).

Os testes afetivos podem ser classificados basicamente em duas categorias (Minim e Dantas, 2007):

1. Testes de preferência – o objetivo é avaliar a preferência do consumidor quando ele compara dois ou mais produtos entre si. São testes comparativos, não oferecendo medida de aceitação do produto, sendo assim um produto pode ser preferido em relação a outro em um teste de preferência e nenhum dos dois ter uma boa aceitação.

2. Testes de aceitabilidade - o objetivo é avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto.

Em provas com consumidores não se emprega avaliadores treinados, sendo necessário que estes consumidores sejam usuário do produto a ser analisado (Lanzillott e Lanzillott, 1999). Em testes de aceitabilidade e preferência do produto deve ser apresentado na forma em que é normalmente consumido (Faria, 2002). As amostras testes devem ser preparadas uniformemente, evitando que os membros da equipe não sejam influenciados por todas as características do material teste. As amostras devem ser apresentadas codificadas (3 dígitos) para que os provadores não possam distinguir as amostras pelos códigos e o questionário deve ser simples e eficiente (Dawson, 1963).

O principal objetivo da avaliação sensorial é fornecer informações sobre o efeito dos “tratamentos” em uma população particular. Esse efeito é descrito como alteração ou diferença em uma resposta que é medida e analisada, utilizando-se dos métodos de estatística.

Os resultados da escala hedônica podem ser avaliados pela análise de distribuição de frequência dos valores hedônicos obtidos em cada amostra visualizados por meio de histogramas que revelam o nível de aceitação e rejeição

e possibilitando a comparação dos desempenhos de suas amostras (Behrens *et al*., 1999).

Outra forma de analisar os resultados de testes afetivos (testes com consumidores) vem, tradicionalmente, sendo avaliados por análise de variância (ANOVA) e testes de comparação de médias, comparando-se a aceitação média entre produtos (Dantas *et al*., 2004).

A ação da radiação ionizante sobre microrganismos é bem conhecida, entretanto mudanças em atributos sensoriais de vegetais e frutas necessitam ser avaliados caso a indústria pretenda submeter esses produto ao processo de irradiação (Martins *et al*., 2007). Segundo a RDC 21, de 29 de janeiro de 2001, que estabelece o uso da irradiação de alimentos com a finalidade de assegurar a qualidade sanitária do produto final. Esta resolução define que qualquer alimento poderá ser tratado por radiação, desde que sejam observadas as seguintes condições:

1. A dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida;

2. A dose máxima absorvida deve ser inferior aquela que se comprometeriam as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais dos alimentos.

Bib *et al.* (2005) estudando couve-flor MP irradiada em diferentes doses (0; 0,5; 1,0 e 1,5 kGy) analisaram as amostras utilizando-se de um painel de 10 julgadores treinados para aparência e sabor usando uma escala hedônica de 10 pontos onde 0 indicava “desgostei extremamente” e 9 “gostei extremamente”. Foi observado que não houve diferença estatística entre as amostras. Sugerindo que dose de 0,5 e 1,0 kGy foi suficiente para manter a pontuação de aparência e sabor da couve-flor MP irradiada dentro dos limites de aceitação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

4.2 Amostras

Foram utilizadas hortaliças da família *Brassicacea*, analisando as variedades da espécie *Brassica oleracea*. As amostras de Couve-manteiga (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) e Brócolis (*Brassica oleracea* L*. var. italica*) minimamente processadas foram cedidas pela empresa Hydrosalad's (São Paulo). As amostras foram transportadas em caixas isotérmicas e mantidas a uma temperatura de 4,0 °C.

4.3 Métodos

4.4 Irradiação das amostras

As amostras foram irradiadas utilizando-se o Irradiador semi-industrial Multipropósito ^{60}Co (IPEN/CNEN) (Figura 5), com doses de 0 kGy (controle), 1,0 kGy e 1,5 kGy. A taxa de dose foi de 3,0 kGy/h. Dosímetros Harwell Gamma Chrome YR Bath foram utilizados para a medição da dose de radiação nas amostras. As irradiações foram feitas no Centro de Tecnologia de Radiações IPEN/CNEN. Após a irradiação as amostras foram imediatamente armazenadas a 4,0 ± 1,0 °C em câmara fria.

FIGURA 5 - Irradiador multipropósito do IPEN.

4.5 Validação do processo de irradiação

As amostras foram irradiadas utilizando-se o Irradiador semi-industrial Multipropósito ^{60}Co (IPEN/CNEN) com dose de 1,0 kGy, utilizando-se 3 caixas plásticas de transporte com dimensões de 55 cm x 36 cm x 30 cm para cada um dos vegetais. As bandejas de brócolis e couve-manteiga foram colocadas na caixa plástica conforme as Figuras 6 e 7. Foram dispostos dosímetros *Gammachrome YB Bactch 64* entre as amostras e dois dosímetros na caixa plástica, um na parte frontal e outro na parte traseira, com a finalidade de mensurar a dose absorvida. Para as amostras de brócolis foram utilizadas 9 bandejas e 32 dosímetros e para as amostras de couve foram utilizadas 8 bandejas e 34 dosímetros (Figuras 8 e 9). A leitura da distribuição de dose foi realizada pelo Laboratório de Dosimetria em Processos de Irradiação do Centro de Tecnologia das Radiações/IPEN espectrofotômetro *Genenys 20* em 530 nm.

FIGURA 6 - Caixas plásticas contendo bandejas de brócolis.

FIGURA 7 - Caixa plástica contendo bandejas de couve.

.

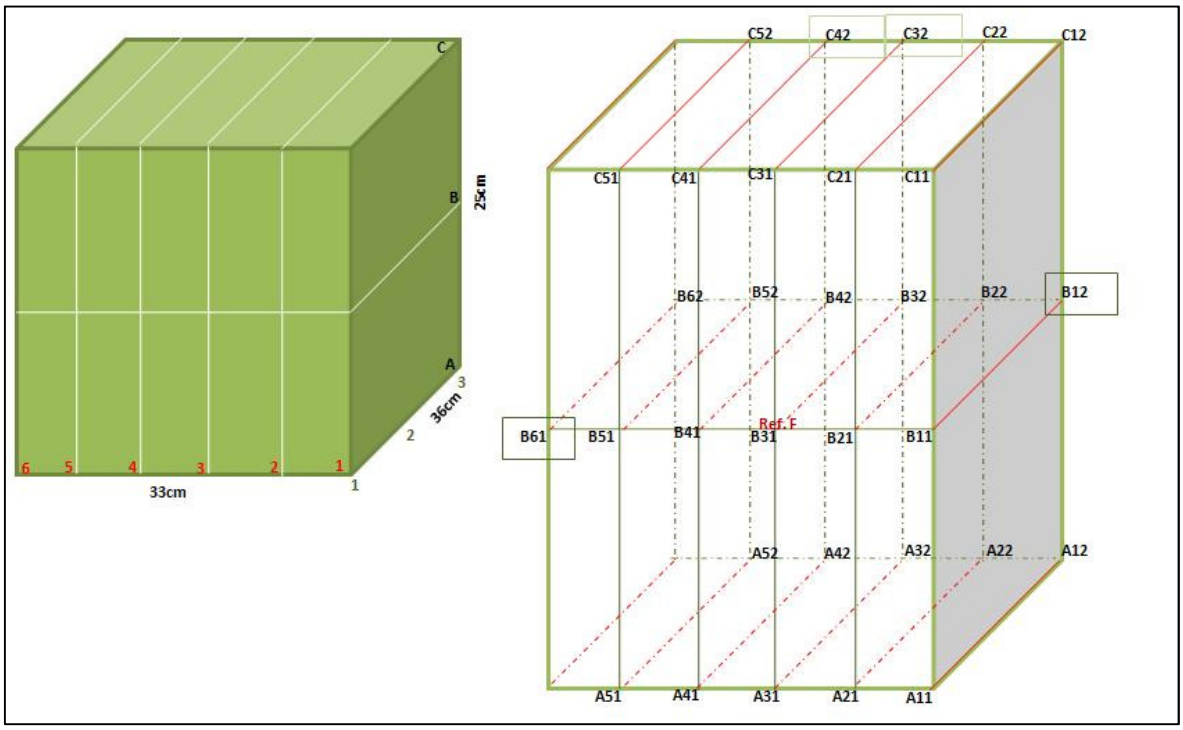


FIGURA 8 - Mapeamento da Distribuição de Dose em Couve MP.

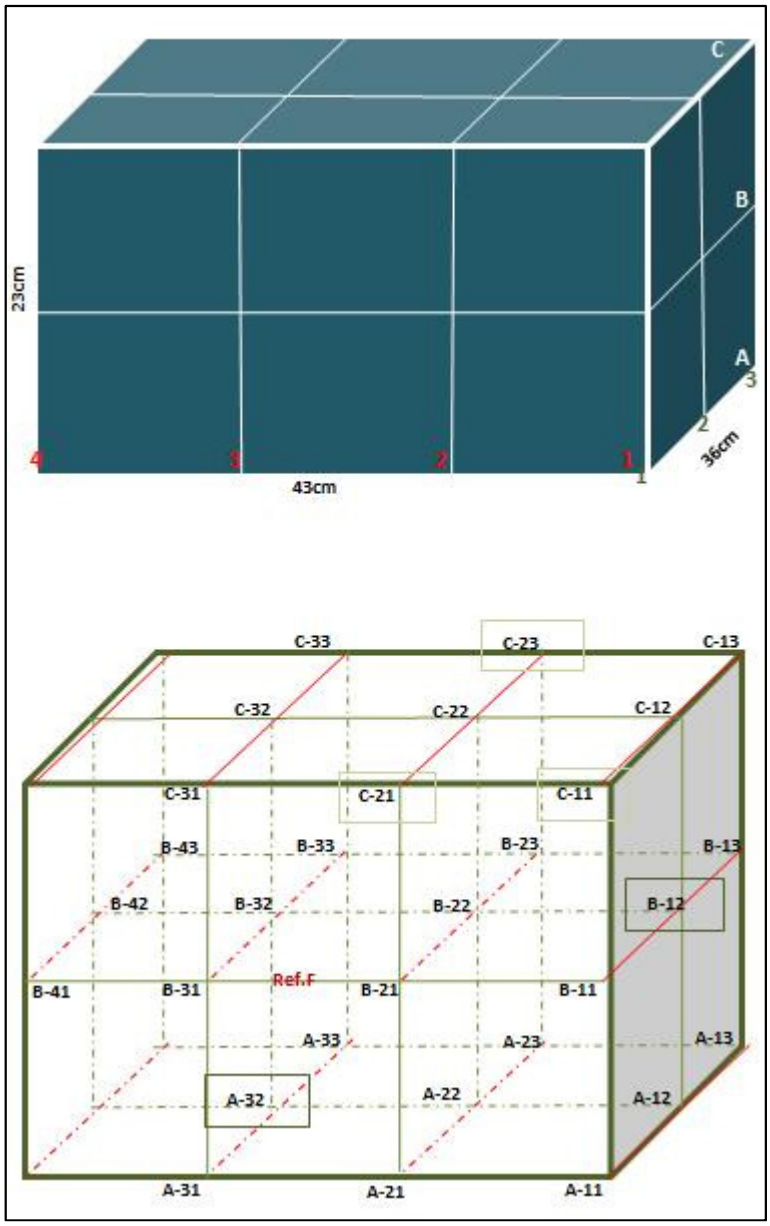


FIGURA 9 - Mapeamento da Distribuição de Dose em Couve MP.

4.6 Colorimetria

A análise de cor das amostras de couve-manteiga e brócolis minimamente processados, nos vários tempos de armazenamento foi determinada por meio do Colorímetro HUNTERLAB, modelo *ColorQuest XE* (Figura 10). Foram adotados os parâmetros *L*, *a* e *b* onde o parâmetro "L" (0 = preto e 100 branco) define a luminosidade e os parâmetros "a" e "b" são

responsáveis pela cromaticidade, onde “a” (negativo = verde e positivo = vermelho) e “b” (negativo = azul e positivo = amarelo). O colorímetro foi calibrado com placa padrão branca e preta com fonte de iluminação D65 e ângulo de observação (FSP/USP).

FIGURA 10 - Colorímetro HUNTERLAB, modelo *ColorQuest XE* (FCF/USP).

4.7 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde Publica/USP, em cabines individuais, própria para a prática de análise (Figura 11).

FIGURA 11 - Cabines individuais do Laboratório de Técnica Dietética da FSP/USP.

Foram selecionados 50 provadores (funcionários e estudantes do IPEN e da FSP/USP) não treinados e orientados para realizar uma avaliação global, analisando sabor, cor, textura, aparência e aspecto global entre as amostras processadas com dose de 1,0 kGy e com diferentes tempos de cocção. Foi realizado o método sensorial afetivo de aceitação, segundo norma da ABNT-NBR 12806 (1993).

4.7.1 Dose utilizada para análise sensorial

O critério para a seleção da dose aplicada foi baseado na literatura. Muitos autores relatam que 1,0 kGy é uma dose eficiente para a manutenção da qualidade do produto (Gomes *et al*., 2008a; Han *et al*., 2004; Bib *et al*., 2005; Gomes *et al*., 2008b; Martins *et al*., 2007).

4.7.2 Preparo das amostras

A análise sensorial foi conduzida após 24 h de armazenamento. As amostras de brócolis irradiadas com dose de 1,0 kGy foram servidas com diferentes tempos de cocção. A metodologia de cocção foi realizada conforme Franco e Chaloub (1992), que caracterizou o método de cocção em meio úmido: por meio de água líquida, ebulição a fogo lento empregando menor quantidade de água com temperatura inferior a 100 °C.

O primeiro tempo de cozimento foi realizado seguindo a metodologia descrita por Ornellas (2006), que preconiza o tempo de preparo do brócolis em 5 minutos para floretes de brócolis. O segundo tempo de cozimento foi realizado seguindo a metodologia descrita por Camargo e Botelho (2005), que preconiza o tempo de preparo do brócolis em 7 minutos. O preparo das amostras foi realizado conforme o especificado por Batal *et al*. (1982), adicionando água fervente (150 g de brócolis/ litro), com adição de nove gramas de sal de cozinha por litro de água.

As amostras de couve-manteiga irradiadas com dose de 1,0 kGy foram refogadas durante 5 minutos com uma colher de sopa de azeite extra virgem (8 g) e um tablete de tempero Knorr Toque® sabor cebola para 150 g (quantidade de uma bandeja tamanho médio do vegetal) (Ornellas, 2006).

4.7.3 Aplicação do teste de aceitação

Para a realização da análise sensorial de couve-manteiga e brócolis foram servidos 10 g de cada amostra e dispostos em copos plásticos descartáveis codificados com três dígitos. Um copo de água foi servido para os provadores beberem durante a análise sensorial. Todas as amostras foram servidas em cabines individuais e em sala apropriada. Foi solicitada aos provadores a atribuição de notas, avaliando a amostra globalmente em relação a (cor, textura, sabor e aparência global). A ficha de análise sensorial (ANEXO 1) utilizada possuía uma escala de avaliação de nove pontos, que variava de gostei extremamente e desgostei extremamente, com um campo apropriado para possíveis comentários dos julgadores.

4.7.4 Aspectos éticos

Este trabalho foi submetido ao comitê de ética e pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo sendo aprovado em 20/03/2009 (ANEXO 2).

4.8 Potencial Hidrogeniônico

O equipamento *pH 300 Analyser* foi utilizado na determinação do pH. Amostras de 10 g de brócolis e couve-manteiga MP foram trituradas e adicionadas à 20 mL de água destilada, sendo posteriormente agitadas por 20 minutos (Martin-Diana *et al*., 2006).

4.9 Preparação dos extratos

Os vegetais foram pesados, para a couve-manteiga 15 g e 50 g para o brócolis em alíquota da porção comestível e triturados em multiprocessador. Foram mantidas, por 20 minutos, sob agitação permanente, em 30 mL de metanol à temperatura ambiente (28 ± 2 ºC) e, em seguida, filtrada. O resíduo foi novamente submetido ao processo de extração, acima explicitado, por mais dois períodos de 20 minutos, totalizando um tempo de extração de 60 minutos. Os filtrados resultantes foram combinados e o volume final aferido para 50 mL. Os extratos foram preparados diariamente e após o preparo enrolados em papel alumínio e armazenado sob refrigeração (Melo *et al.,* 2006).

4.10 Avaliação da atividade sequestrante de radicais (DPPH)

Foi utilizado o radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidarsil (DPPH) (Sigma-Aldrich) para determinar a capacidade de sequestrar radicais livres, de acordo com o método de Brand *et al.* (1995). Ao reagir com um antioxidante, que pode doar hidrogênio, o DPPH é reduzido e as mudanças na coloração, variando de violeta escuro até amarelo claro, podem ser visualizadas em espectrofotômetro. As amostras foram reagidas com o radical estável DPPH em uma solução de metanol. A mistura de reação foi constituída da adição de 0,5 mL das amostras,

3,0 mL de metanol e 0,3 mL da solução do radical DPPH 0,5 mM em metanol. Para o controle negativo foi utilizado o mesmo volume de DPPH e 3,5 mL de metanol. Após esta etapa as soluções foram mensuradas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 517 nm. O antioxidante BHT e α-tocoferol foram utilizados como padrões na concentração final de 90 µg/mL.

A atividade anti-radical foi determinada na forma de atividade antioxidante (AA), calculada por meio da taxa de declínio da absorvância da solução de DPPH – amostras e padrões após 40 minutos de reação (fase estável) em relação à solução referência (DPPH em metanol) de acordo com a fórmula:

% Atividade antioxidante = 100 – [(A amostra) x 100) / A controle]

Em que:
A amostra = absorvância da solução DPPH (amostras)
A controle = absorvância da solução referência de DPPH (metanol)

4.11 Fenólicos totais

O teor de fenólicos totais foi realizado de acordo com Genovese *et al.* (2003) com modificações. Para a análise as amostras foram preparadas em diluição 1:50. Em tubos de ensaio, foram adicionados 0,25 mL da diluição adequada dos extratos (1:50 para o extrato metanólico de couve e brócolis), 2 mL de água destilada e 0,25 mL de carbonato de sódio. Os tubos foram colocados em banho-maria durante 30 minutos a 37 ºC para o desenvolvimento da cor. A leitura da absorbância no comprimento de onda de 750 nm foi feita em espectrofotômetro (SHIMADZU) UV-visível. O ácido gálico foi utilizado como padrão. Para o preparo da curva de calibração foram utilizadas alíquotas (0,25 mL) de uma solução aquosa de ácido gálico nas seguintes concentrações: 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 mg/mL. A metodologia foi a mesma utilizada para os extratos descritos anteriormente. O conteúdo total de fenólicos nos extratos foi calculado segundo a equação obtida a partir da curva padrão:

$Y= 10,04x – 0,0012$ ($R^2= 0,992$)

Em que:

Y = leitura da absorvância

X = teor de fenólicos totais em 0,25mL

R^2 = coeficiente de correlação linear

Os resultados foram expressos em mg/mL equivalentes em ácido gálico.

4.12 Preparo das amostras para análise bacteriológica

Porções de 10 g de couve-manteiga e brócolis foram homogeneizadas em 90 mL de solução salina (0,85 % de NaCl). A partir desta diluição (10^{-1}) foram realizadas diluições seriadas até 10^{-7} (Swanson *et al*., 2001).

4.13 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

A partir de cada diluição obtida semeou-se 1,0 mL em placas de petri ao qual foi adicionado ágar padrão para contagem (PCA). Após a homogeneização e solidificação, as placas foram incubadas por 24 horas a 35°C (Maturin e Peeler, 1998).

4.14 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos

A partir de cada diluição obtida semeou-se 0,1 mL na superfície das placas de petri previamente preparadas com meio PCA. Com o auxílio de uma *Alça de Drigalski* o inóculo foi espalhado por toda a superfície do meio. A seguir as placas foram incubadas durante 10 dias a 7,0 °C (Cousin *et al.,* 2001).

4.15 Análise fúngica

Porções de 10 g de cada amostra foram colocadas em Erlenmeyer contendo 90 mL de água destilada estéril, sendo agitados por 30 minutos. Após este procedimento transferiu-se 1,0 mL em diluições seriadas contidas em tubos

de ensaio estéreis de 10^{-1} a 10^{-7}. Para cada diluição, duas placas de Petri contendo ágar DG 18 com cloranfenicol foram semeadas com 0,1 mL de suspensão, distribuído pela superfície do meio e, posteriormente incubadas durante 6 dias a 25 °C (Pitt *et al*., 1983).

4.16 Análise estatística

A análise estatística dos resultados sobre a homogeneidade dos grupos para as variáveis investigadas foi realizada aplicando-se a Análise de Variância (ANOVA) ($p < 0,05$). As diferenças entre as médias aritméticas dos grupos foram comparadas pelo teste Tukey de Múltipla Comparação por meio do software *GraphPad Prism*, versão 5.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Colorimetria

Os resultados da análise colorimétrica das amostras de couve-manteiga processada com doses de 0, 1,0 e 1,5 kGy estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor da couve-manteiga.

Dose	**Dia 0**			**Dia 5**			**Dia 7**		
(kGy)	**L**	**a(-)**	**b**	**L**	**a(-)**	**b**	**L**	**a(-)**	**b**
0	40,0±7,1[a]	6,6±2,6[a]	12,7±2,7[a]	41,740,2[a]	6,8±0,1[a]	13,3±0,5[a]	42,5±0,6[a]	6,8±0,4[a]	14,3±1,2[a]
1,0	38,8±1,6[a]	6,7±0,9[a]	13,1±1,2[ab]	42,2±1,4[a]	7,2±0,03[a]	14,3±0,3[ab]	43,0±1,6[a]	7,2±0,2[a]	15,0±0,1[ab]
1,5	39,2±1,3[a]	6,6±1,0[a]	12,8±1,6[a]	42,3±2,5[a]	6,8±0,4[a]	13,9±0,7[a]	42,2±2,2[a]	6,8±0,5[a]	15,1±1,1[a]

[a,b] Letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$)

As amostras de brócolis foram divididas em duas subamostras, uma contendo apenas o talo e a outra contendo apenas os floretes. O consumo de brócolis limita-se principalmente às suas inflorescências, no entanto, poderia ser integralmente utilizado na alimentação humana (Santos, *et al.,* 2003). Podendo-se utilizar os talos de brócolis em preparações culinárias, como por exemplo, a utilização de talos no preparo de farofas. Os resultados referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” podem ser observados nas Tabela 2 e 3.

TABELA 2 - Valores de “L”, “a” e “b” das amostras de floretes de brócolis.

Dia	L		
	0kGy	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	43,6±1,0[a]	43,5±2,3 [a]	46,0±2,8 [a]
5	44,8±0,4 [a]	46,3±1,9 [a]	46,4±2,6 [a]
7	44,1±1,4 [a]	45,9±2,2 [a]	44,8±1,9 [a]
10	46,3±0,4 [a]	48,1±2,6 [a]	48,3±1,3 [a]
14	47,2±1,3 [a]	48,7±1,9 [a]	48,9±2,4 [a]
	a(-)		
Dia	**0kGy**	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	6,0±0,1 [a]	6,4±0,1 [a]	6,3±0,6 [a]
5	6,2±0,1 [a]	6,4±0,5 [a]	6,1±0,5 [a]
7	6,2±0,1 [a]	6,2±0,2 [a]	6,2±0,5 [a]
10	6,3±0,1 [a]	6,1±0,3 [a]	6,0±0,6 [a]
14	5,8±0 [a]	5,6±0,5 [a]	5,2±0,8 [a]
	B		
Dia	**0kGy**	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	12,8±0,5 [a]	14,0±0,3 [a]	14,6±1,7 [a]
5	13,4±0,4 [a]	14,8±1,3 [a]	14,0±1,1 [a]
7	14,0±0,4 [a]	14,7±0,9 [a]	14,8±1,0 [a]
10	15,3±0,5 [a]	15,8±1,9 [a]	16,0±0,7 [a]
14	15,4±0,2 [a]	16,1±0,7 [a]	16,4±0,9 [a]

[a,b] Letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$)

Tabela 3 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” das amostras de talo de brócolis.

Dia	L		
	0kGy	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	49,2±0,8 [a]	47,2±1,2 [a]	47,7±0,4 [a]
5	50,7±2,0 [a]	49,9±0,9 [a]	50,0±0,5 [a]
7	48,9±1,6 [a]	47,1±0,7 [a]	47,9±0,1 [a]
10	50,5±0,1 [a]	48,3±0,9 [a]	48,2±1,4 [a]
14	49,6±1,6 [a]	49,1±1,1 [a]	47,9±1,9 [a]
Dia	**a(-)**		
	0kGy	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	7,1±0,2 [ab]	7,3±0,4 [ab]	7,8±0,2 [ab]
5	6,4±0,2 [ab]	5,8±0,5 [ab]	4,7±0,3 [ab]
7	6,2±0,1 [ab]	5,8±0,3 [ab]	4,6±0,7 [ab]
10	6,4±0,1 [ab]	5,7±0,3 [ab]	4,3±0,8 [ab]
14	5,4±0,3 [ab]	5,5±0,3 [ab]	4,1±0,8 [ab]
Dia	**B**		
	0kGy	**1,0kGy**	**1,5kGy**
0	16,9±0,2 [ab]	16,6±1,3 [ab]	18,1±0,6 [ab]
5	16,7±0,3 [ab]	15,4±0,5 [ab]	15,6±0,5 [ab]
7	16,5±0,3 [ab]	15,7±0,7 [ab]	15,9±0,5 [ab]
10	17,4±0,2 [ab]	15,9±0,5 [ab]	15,8±0,9 [ab]
14	16,1±0,3 [ab]	16,2±0,3 [ab]	15,9±0,6 [ab]

[a,b] Letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$)

5.1.1 Valor de “L”

No resultado da análise colorimétrica da couve MP demonstrou que não houve diferença significativa entre as amostras de couve, controle (0 kGy) e irradiadas com doses de 1,0 kGy e 1,5 kGy avaliadas em diferentes dias (Figura 12). Sendo assim, as amostras apresentaram o mesmo aspecto nos dias 0, 5 e 7.

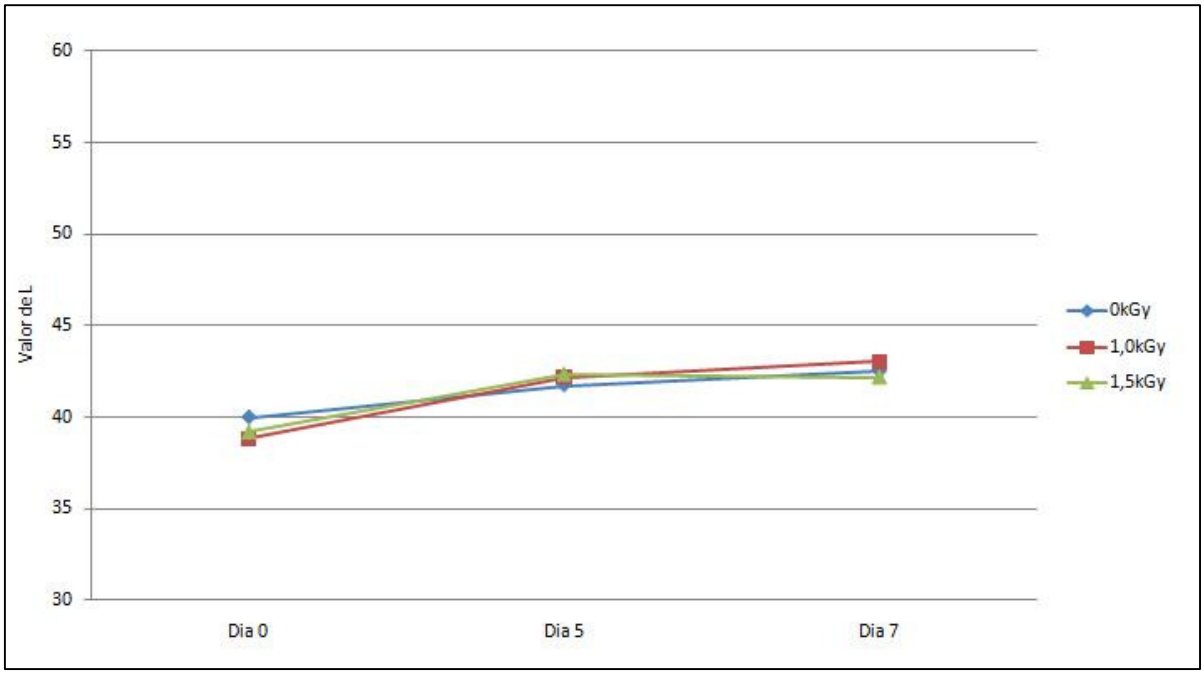


FIGURA 12 - Valor de L de couve MP.

Nas amostras de brócolis flor, e brócolis talo, pode-se observar que não houve diferenças significativas entre o dia 0 e o final da estocagem (Figuras 13 e 14).

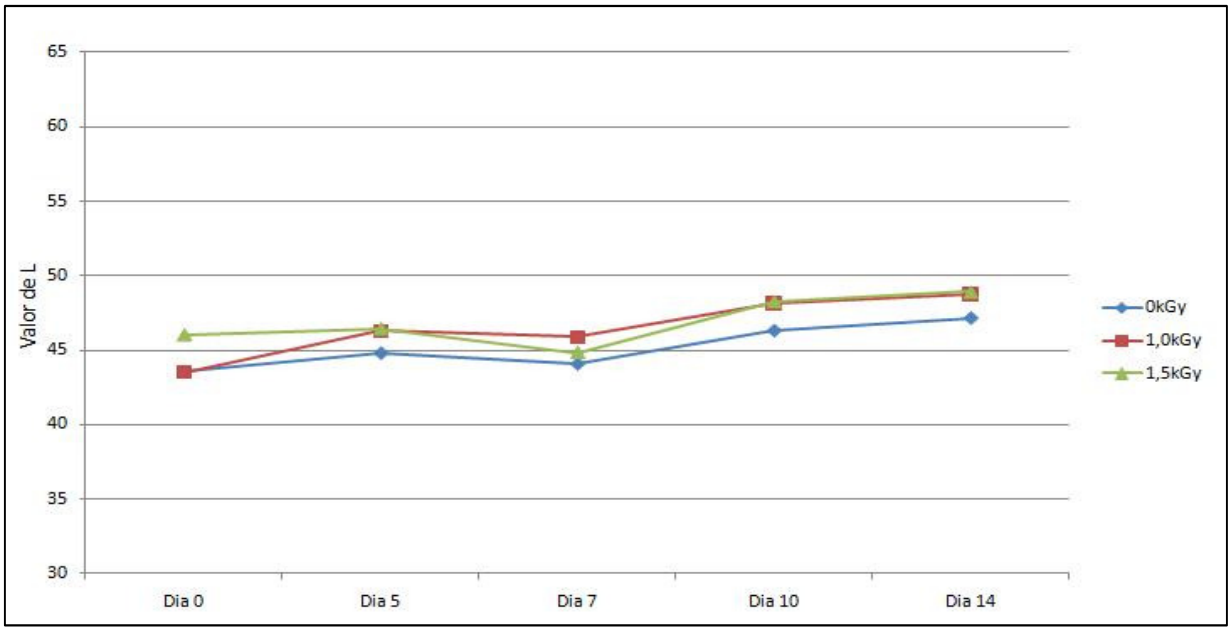


FIGURA 13 - Valor de L de floretes de brócolis MP.

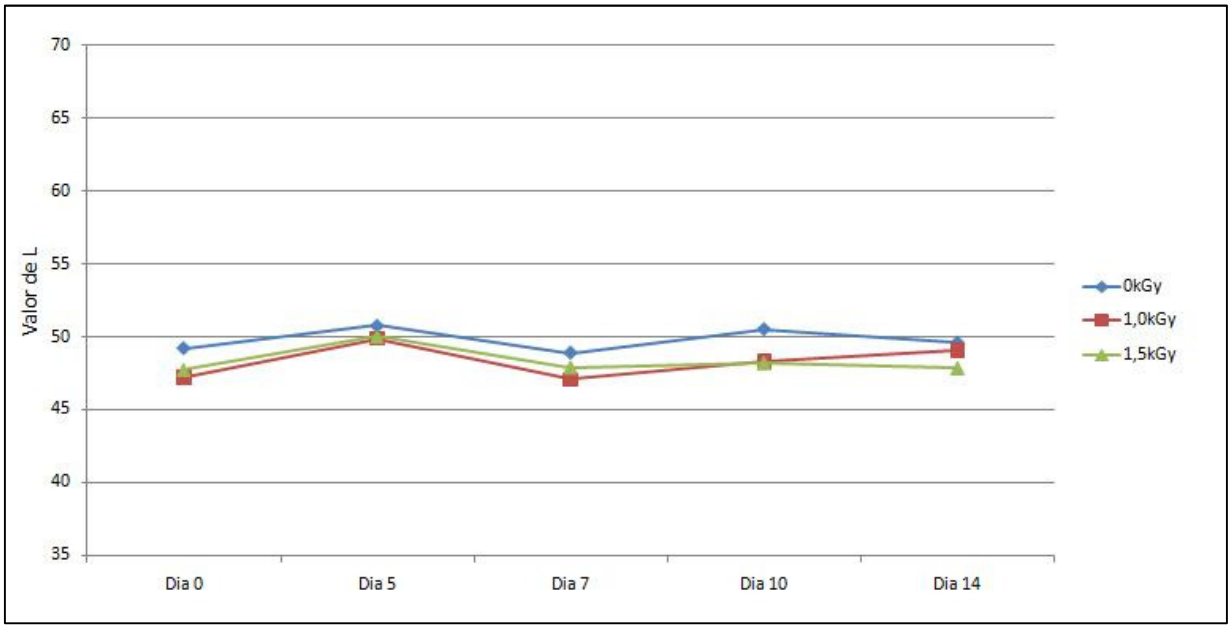


FIGURA 14 - Valor de L de talos de brócolis MP.

5.1.2 Valor de “a”

Não houve diferença significativa entre as amostras controle (0 kGy) e irradiadas com doses de 1,0 kGy e 1,5 kGy e entre os diferentes dias de estocagem, sendo assim, as amostras de couve se mostraram com o mesmo aspecto nos dias 0, 5 e 7 (Figura 15).

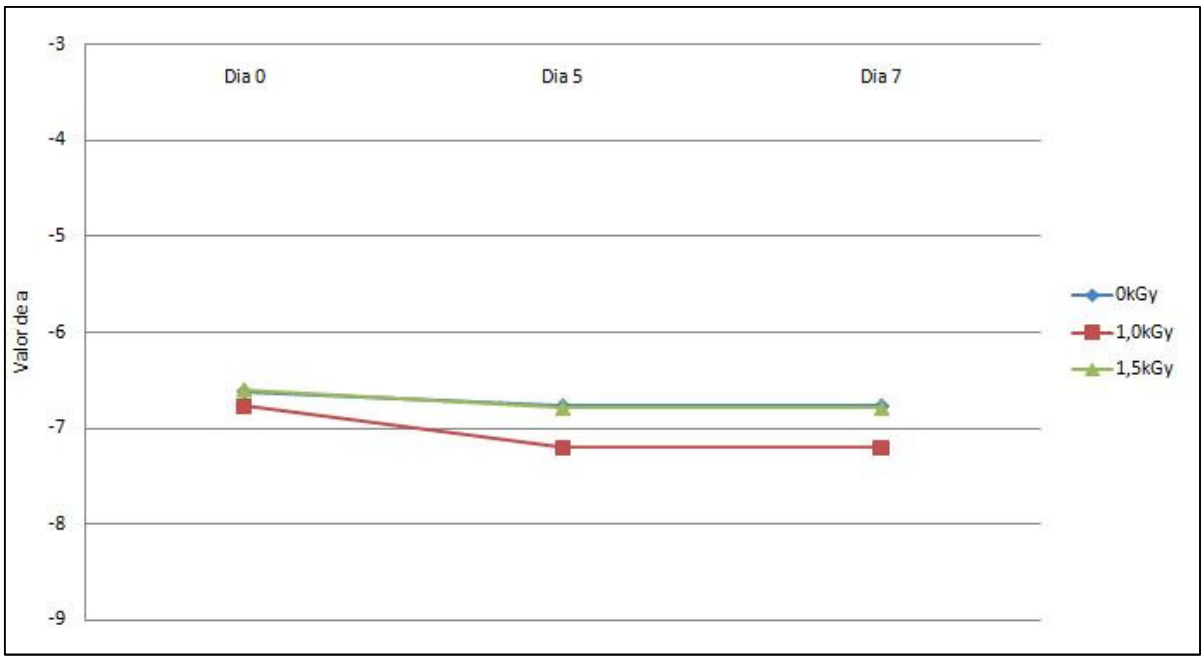


FIGURA 15 - Valor de a de couve MP.

As amostras de brócolis flor controle e tratadas com doses de 1,0 kGy e 1,5 kGy não apresentaram diferença significativa entre as doses utilizadas e entre os dias 0, 5, 7 e 14 de estocagem, no entanto para a amostra de brócolis talo, houve diferença significativa durante a estocagem. A amostra controle, 1,0 e 1,5 kGy mostraram diferença no valor de “a” (Figuras 16 e 17).

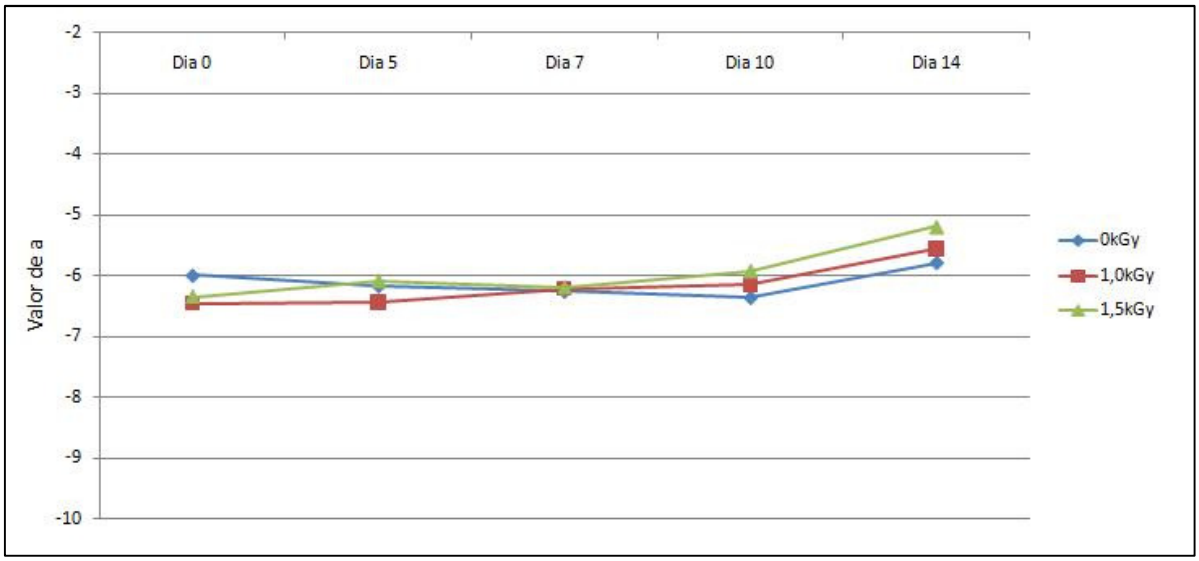


FIGURA 16 - Valor de a de floretes de brócolis MP.

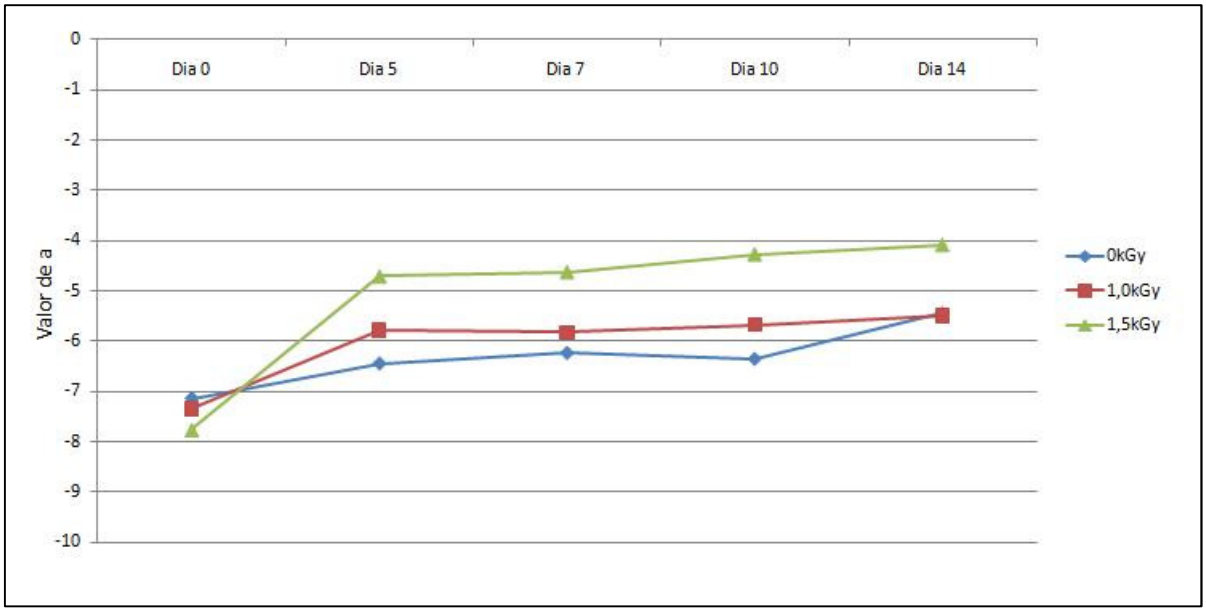
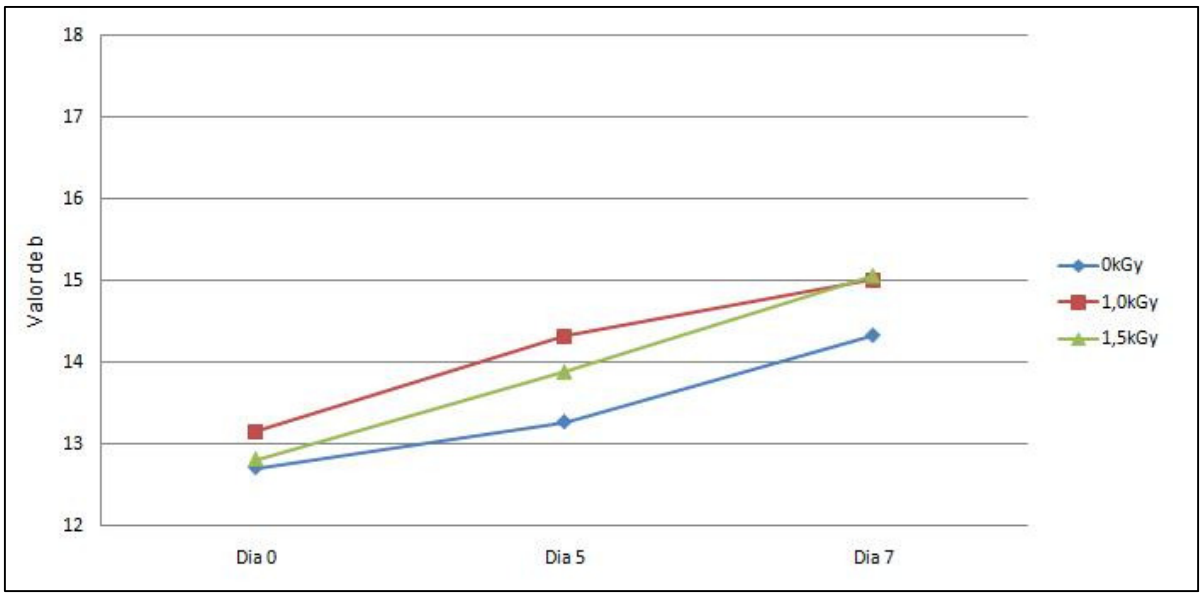


FIGURA 17 - Valor de a de talos de brócolis MP.

5.1.3 Valor de “b”

As amostras de couve-manteiga não apresentaram diferença significativa entre os dias de estocagem (0, 5 e 7) e entre as doses utilizadas, exceto para a amostra tratada com 1,0 kGy, que mostrou diferença significativa entre o dia 0 e 7 (Figura 18).



FIGURAS 18 - Valor de b de couve MP.

Do início da estocagem das amostras de brócolis flor (dia 0) até o dia 14 de estocagem não houve diferença significativa em relação ao amarelecimento do brócolis flor (Figura 19).

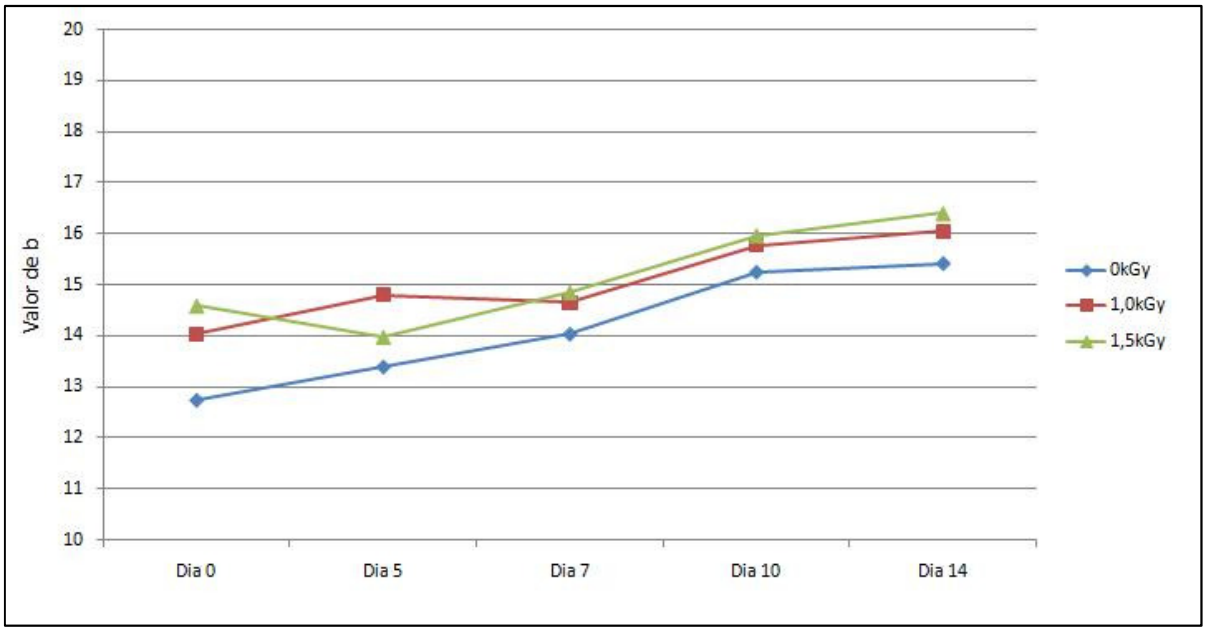


FIGURA 19 - Valor de b de floretes de brócolis MP

Nas amostras controle de brócolis talo houve diferença significativa no 7º dia comparado com o 10º e 14º dia de análise, sendo que a amostra controle demonstrou menor tempo para o amarelecimento (Figura 20).

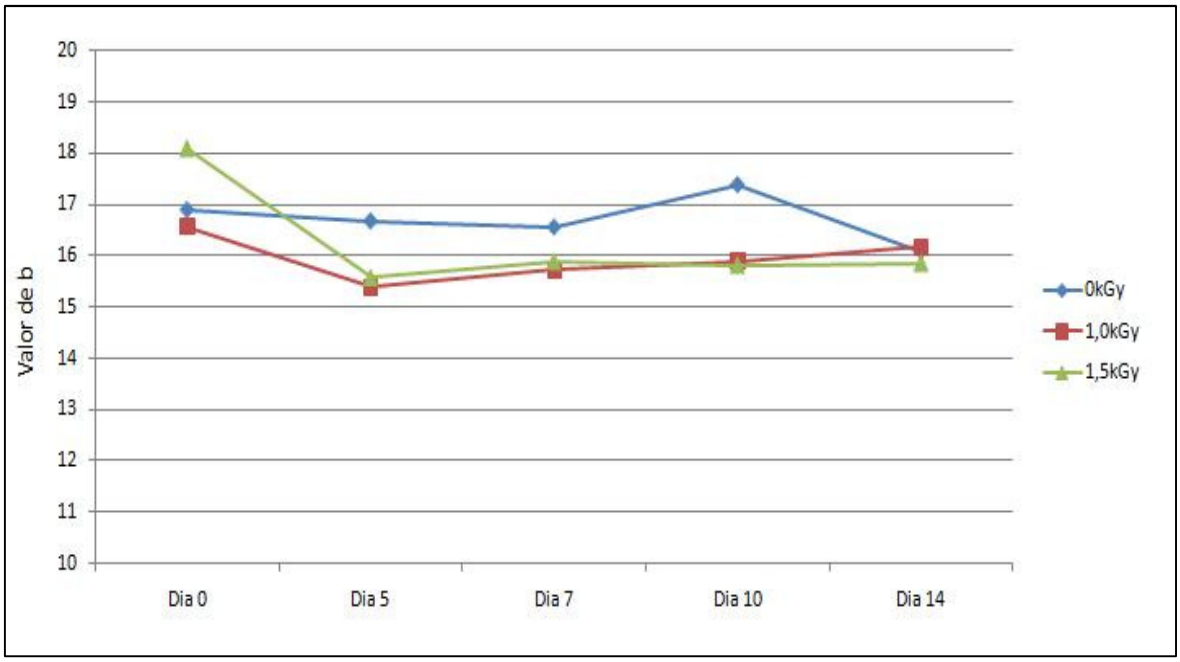


FIGURA 20 - Valor de b de talos de brócolis MP.

Os resultados encontrados analisando a cor estão de acordo com outros autores que demonstraram que a irradiação não causa alterações nas amostras controle e irradiadas com dose de 1,0 kGy em damasco (Egea *et al.*, 2007). Segundo Drake (1999), pêras e maçãs tratadas com doses acima de 0,9 kGy não apresentaram diferença significativa. Papaias tratadas com 1,5 kGy (Zhao *et al.*, 1996), ginseng e ginseng vermelho tratados com doses de 2,0, 8,0 e 16 kGy (Jin *et al.*, 2007), pimenta preta tratada com doses de 2,0 a 16 kGy (Ko *et al.*, 2005), alface romano com doses 0,5 e 1,0 kGy (Han *et al.*, 2004), melões cantaloupe tratados com doses de 1,0 kGy e1,5 kGy não mostraram diferenças significativas antes e depois de 4 dias de estocagem em temperaturas de 4,0 ºC. Todas as amostras se tornaram mais claras (aumento no valor de L) (Castell-Perez *et al.*, 2004), estando de acordo com os resultados obtidos para couve e floretes de brócolis.

O decréscimo no valor de *L* tornou a amostra mais escura, sendo este resultado mais acentuado para talos de alface. Os valores de “a” e “b” diminuíram em todas as amostras comparadas com o controle no final da estocagem (Moreno *et al.*, 2007). Em estudo realizado por Gomes *et al.* (2008a) folhas de espinafre

irradiadas com doses acima de 1,0 kGy demonstraram que a cor não é afetada, porém, no sétimo dia de análise o valor de "b" tornou-se significativamente alto, tornando a amostra mais amarela. O valor de "a" tornou-se mais baixo (decréscimo de verde), no entanto, não houve diferença entre as amostras irradiadas e controles observadas até o 15º dia de análise.

A manutenção da cor em alimentos refrigerados se dá devido ao fato que a refrigeração promove redução na atividade tanto nas clorofilases como das peroxidades degradadoras de clorofila, que são importantes enzimas na degradação de clorofila (Rakotonirany *et al.*, 2001). Segundo Brecht (1995) o uso de baixas temperaturas inferiores a 5,0 ºC é o fator mais importante para minimizar os efeitos das injúrias causadas pelo processamento mínimo em frutas e hortaliças.

5.2 Análise sensorial

A análise sensorial foi conduzida com as amostras irradiadas após 24 horas de armazenamento a 4,0 ºC. O objetivo foi avaliar o efeito da irradiação na qualidade sensorial e da aceitação de couve-manteiga e brócolis irradiados com a dose de 1,0 kGy com diferentes tempos de cocção. A nota de corte foi de 7 pontos na escala hedônica, sendo esta uma nota de alta exigência. As notas dadas pelos provadores podem ser observadas na Tabela 4. A análise sensorial de aceitação, para determinar a aceitação global entre as amostras de brócolis com diferentes tempos de cocção e a couve refogada com a dose de radiação de 1,0 kGy não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras.

TABELA 4 - Distribuição da percentagem das notas segundo os provadores com base na Escala Hedônica.

Amostras n = 50	**Escala Hedônica***								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Brócolis 5 min.	1,9	0	1,9	1,9	5,8	7,8	13,7	43,1	23,5
Brócolis 7 min.	0	1,9	1,9	1,9	3,9	11,7	13,7	23,5	41,1
Couve-manteiga	0	0	0	9,8	3,9	7,8	1,9	27,4	49,0

*O valor "1" se refere ao termo "*Não gostei*" e o valor "9" se refere ao termo "*Gostei muito*".
A letra "n" representa o número de provadores

A couve-manteiga refogada obteve na distribuição de frequência (Figura 21) um voto (1,96 %) para a nota 7, quatorze votos (27,45 %) para a nota 8 e vinte e cinco votos (49,02 %) para a nota 9. Pode-se observar que a couve-manteiga refogada e irradiada com dose de 1,0 kGy obteve a somatória das porcentagens a partir de 7 de 78,43 %. Ressalta-se que a couve-manteiga obteve 50 % dos votos para a nota 9, que representa "gostei extremamente", mostrando que esta dose foi a dose aceita globalmente pelos consumidores em sua preparação usual, sendo a nota geral para esta amostra 7,80 ± 1,66.

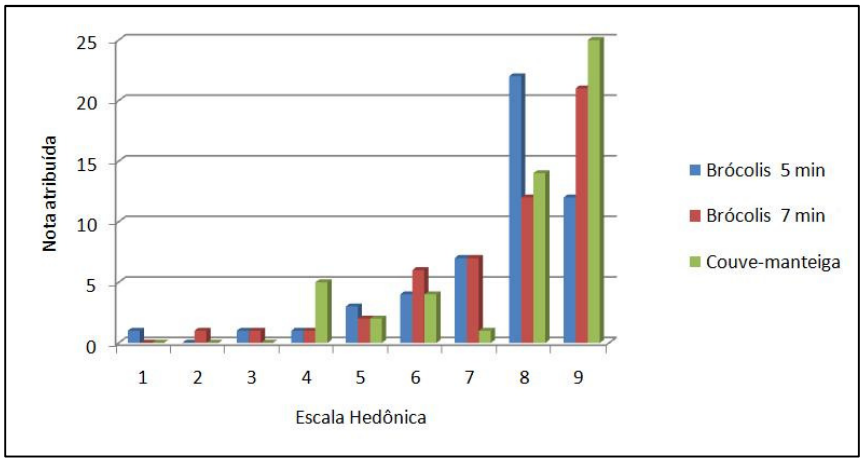


FIGURA 21 - Distribuição de frequência de votos no teste sensorial de brócolis e couve-manteiga irradiados com dose de 1,0 kGy.

O brócolis preparado com 5 minutos de cocção obteve na distribuição de frequência sete votos (13,73 %) para a nota 7, vinte e dois votos (43,14 %) para a nota 8 e doze votos (23,53 %) para a nota 12, mostrando que o brócolis irradiado com 1,0 kGy e preparado com 5 minutos em ebulição mostrou boa aceitabilidade global, sendo 7 a nota de corte. A soma de valores de distribuição de frequência se da entre as notas de 7 a 9 representando 80,40 % e a nota geral para esta amostra foi de 7,48 ± 1,65.

O brócolis preparado com 7 minutos de cocção obteve na distribuição de frequência sete votos (13,73 %) para a nota 7, doze votos (23,53 %) para a nota 8 e vinte e um votos (41,18 %) para a nota 9. Evidenciou-se que o brócolis irradiado com 1,0 kGy preparado por 7 minutos em ebulição mostrou excelente aceitabilidade na preferência da aceitação global, sendo 7 a nota de corte. A soma de valores de distribuição de frequência se da entre as notas de 7 a 9 da escala hedônica, representando 78,44 %, no entanto, deve-se levar em consideração que esta amostra alcançou 41,18 % com a nota máxima, sendo a nota geral para esta amostra 7,63 ± 1,65. Foi realizada análise de variância ANOVA ($p < 0,05$) entre as amostras de brócolis e couve-manteiga utilizadas na análise sensorial, não sendo observada diferença significativa entre a aceitação global das amostras, textura, cor, sabor e aparência. Com o transcorrer do tempo

de cocção observou-se uma homogeneidade de aceitação entre as amostras não havendo diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Na avaliação da aceitação global, verificou-se que as amostras de brócolis e de couve manteiga expostas a doses de 1,0 kGy apresentaram um nível de aceitação similar as amostras não irradiadas. É interessante notar que as amostras de couve e brócolis expostas a doses de 1,0 kGy apresentaram os melhores níveis médios de aceitação, o que sugere que esta dose tenha sido apropriada na manutenção da qualidade e aceitação dos produtos e de menor prejuízo à qualidade sensorial. Estudos realizados por diversos autores não demonstraram diferença significativa em relação à aceitação global, cor, textura e odor de vegetais minimamente processados irradiados com doses similares às utilizadas neste trabalho (Bib *et al.,* 2005; Gomes *et al*., 2008a; Gomes *et al*., 2008b; Han *et al.,* 2004; Martins *et al.,* 2007; Martins *et al.,* 2004; Goularte *et al.,* 2004).

O tempo ótimo de cocção é determinado para cada dose de radiação e variedade do produto (Villavicencio *et al*., 1997). Segundo Ornellas (2003) o tempo ótimo de cocção de brócolis varia entre 5 a 10 minutos para os floretes de brócolis. Neste trabalho o tempo ótimo de cocção foi de 5 minutos, demonstrando uma redução no tempo de cocção.

5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Na Tabela 5, observaram-se os valores médios de pH obtidos após 24 horas de irradiação das amostras de couve MP e brócolis MP. Os resultados apresentam diferença estatística de 5,0 % ($p < 0,05$) entre as amostras de 0 e 1,0 kGy para a amostra de couve MP e brócolis MP. Um dos fatores intrínseco do alimento é o pH, que exerce um efeito seletivo sobre a microflora capaz de se desenvolver no alimento (Leitão, 1988), situando-se entre 5 - 7 em vegetais, faixa bastante adequada para crescimento de bactérias e fungos (Jay, 1992). A média dos valores de pH das amostras de brócolis foi de 6,38 e as amostras de couve-manteiga obtiveram uma média de 6,46, sugerindo que estes vegetais se encontram numa faixa de pH propícia ao crescimento de bactérias e fungos, no

entanto, não foi observado crescimento de bactérias e fungos após a irradiação. Valores de pH semelhantes foram encontrados por Willocx *et al.* (1994).

TABELA 5 - Valores médios de pH das amostras de couve-manteiga e brócolis logo após a irradiação.

Amostra	Dose	pH
Brócolis	0 kGy	6,30 ± 0,05[a]
	1,0 kGy	6,50 ± 0,05[b]
	1,5 kGy	6,36 ± 0,03[a]
Couve-manteiga	0 kGy	6,46 ± 0,04[a]
	1,0 kGy	6,60 ± 0,02[b]
	1,5 kGy	6,34 ± 0,04[a]

[a,b] Letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$).

5.4 Avaliação da atividade sequestrante de radicais livres (DPPH)

A capacidade de sequestrar o radical DPPH, expressa em percentual de inibição, exibida pelos extratos metanólicos dos vegetais em estudo, encontra-se na Tabela 6. Pode-se observar que a amostra de couve controle apresentou atividade antioxidante alta com sequestro de 76,06 % de DPPH e para as amostras tratadas por irradiação houve um decréscimo de percentual, sendo de 62,95 % e 43,93 % para as doses de 1,0 kGy e 1,5 kGy, respectivamente. A capacidade da couve-manteiga de sequestrar radical livre foi avaliada por Melo *et al.* (2006), que demonstrou que a maior ação antioxidante foi exibida pelo extrato metanólico de folhas de couve-manteiga, que apresentou um percentual de inibição de 90,49 %.

TABELA 6 - Percentagem de inibição das amostras de couve e brócolis comparadas com os padrões (natural α-tocoferol e sintético BHT).

Amostras	Dose	% de inibição
Brócolis	0 kGy	28,19
	1,0 kGy	55,73
	1,5 kGy	57,35
Couve-manteiga	0 kGy	76,06
	1,0 kGy	62,95
	1,5 kGy	43,93
BHT (sintético)	-	**94,44**
α-tocoferol (natural)	-	**96,72**

As amostras de brócolis apresentaram um aumento na percentagem de sequestro de DPPH proporcional ao aumento da dose de radiação, sendo que a amostra controle apresentou 28,19 % de inibição, podendo ser considerada um produto de atividade antioxidante baixa, entretanto, nas doses de 1,0 e 1,5 kGy a inibição foi de 55,73 % e 57,35 %, respectivamente, se enquadrando na categoria de moderada atividade antioxidante, porém, outros autores (Kaur *et al.,* 2007; Koksal e Gülçin, 2008) relatam uma inibição de 60 a 70 % em brócolis.

5.5 Fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais, tendo o ácido gálico como padrão equivalente, apresenta concentração similar de fenólicos totais nos extratos (Tabela 7). Houve diferença significativa entre as amostras segundo análise de variância. A amostra controle apresentou-se estatisticamente diferente da amostra de 1,0 e 1,5 kGy. As amostras irradiadas de couve MP e brócolis MP não apresentaram perdas de compostos fenólicos em relação à amostra controle. Pode-se analisar que com o aumento da dose de radiação houve um aumento na quantidade de fenólicos totais encontrado em couve MP e brócolis MP.

Tabela 7 - Total de compostos fenólicos presentes em amostras de couve e brócolis.

Amostra	Couve mg/mL	Brócolis mg/mL
Controle	$1,0^{a} \pm 0,002$	$3,0^{a} \pm 0,002$
1,0 kGy	$2,0^{b} \pm 0,002$	$4,0^{b} \pm 0,002$
1,5 kGy	$3,0^{c} \pm 0,001$	$5,0^{c} \pm 0,001$

(n) = 3 letras diferentes em subscrito indica diferença significativa ($p < 0,05$).

Estudos realizados com fenólicos totais relatam valores entre 34,5 - 337 mg de acido gálico / 100 g de parte comestível para brócolis, 3.500 mg de ácido gálico / 100 g para couve, ressaltando que nestes trabalhos os vegetais não sofreram o processamento mínimo e não foram irradiados (Bahorun *et al.,* 2004; Chu *et al.,* 2002; Wu *et al*., 2004; Zhang e Hamauzu, 2004; Ismail *et al*., 2004). Os métodos de preparação das amostras foram diferentes, sendo estes liofilizados antes de sofrerem a extração para a obtenção dos compostos fenólicos, não estando em acordo com os resultados encontrados neste trabalho.

A irradiação aumenta a quantidade de fenólicos em algumas espécies de planta e muitos estudos demonstraram um aumento na quantidade de compostos fenólicos em frutas frescas e vegetais (Qufedjikh *et al*., 2000; Fan e Sokarai, 2002; Benoit *et al*., 2000; Mondy e Gosselin, 1989; Fan e Thayer, 2001; Lee *et al*., 2009). Fan (2005) sugere que a irradiação aumenta a capacidade antioxidante em vegetais minimamente processados, provavelmente tornando o alimento mais nutritivo e consequentemente mais saudável para o consumidor.

Riov *et al.* (1968) relataram que a radiação gama (2,0 kGy) em frutas cítricas resultam em um rápido acúmulo de compostos fenólicos na casca e os autores sugerem que o aumento de compostos fenólicos é devido ao aumento da atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (PAL). Em outro estudo Riov (1965) demonstrou que os compostos fenólicos, acumulados após a irradiação, causam a morte celular e consequente necrose em casca de cítricos.

O método do Folin-Ciocalteau dá uma estimativa de compostos fenólicos totais presentes no extrato (Tawaha *et al.*, 2007). Os compostos fenólicos são antioxidantes primários que agem como sequestradores de radicais livres e bloqueadores de reações em cadeia, sendo um dos maiores grupos de compostos dietéticos não essenciais (Moreira e Mancini-Filho, 2004). Os compostos fenólicos são geralmente sintetizados pela via do chiquimato onde a PAL é a principal enzima. A irradiação pode aumentar a atividade da PAL no tecido foliar resultando em um acúmulo de compostos fenólicos, sendo este mecanismo similar para danos mecânicos como, por exemplo, o fatiamento (Kang e Saltveit, 2002; Tomas-Barberan e Espin, 2001). Segundo Saltveit (2000) as áreas vegetais que sofreram cortes (fatiamento) podem ativar a enzima PAL e aumentar a síntese de fenólicos.

A radiação ionizante exerce um efeito principalmente sobre os radicais livres gerados da radiólise da água (Simic, 1983). A irradiação pode se dar por mecanismo de efeito direto e/ou indireto. No caso de mecanismo indireto, a radiólise da água resulta na produção de radicais como elétrons hidratados, radicais hidroxila e átomos de hidrogênio (Fan e Mastovska, 2006). A irradiação aumenta o conteúdo de fenólicos e a capacidade antioxidante, sugerindo um aumento na síntese de fenólicos, o que contribui na capacidade antioxidante total. É possível que o aumento da atividade antioxidante esteja relacionado com o escurecimento e o efeito da irradiação na capacidade antioxidante total ainda não está bem documentado (Fan, 2005).

5.6 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

A análise microbiológica apresentou população de 8,3 x 10^5 e 6,5 x 10^5 UFC/g apenas nas amostras controles de couve e brócolis MP, respectivamente (TABELA 8). O resultado obtido está de acordo com Albrecht *et al*. (1995), que analisando alface MP obtiveram populações de 5,0 x 10^5 UFC/g para microrganismos aeróbios.

TABELA 8 – Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.

Amostras	Dose (kGy)	Mesófilos (UFC/g)	Psicrotróficos (UFC/g)	Fungos (UFC/g)
Brócolis	0	$8,3 \times 10^5$	Ausente	Ausente
	0,5	Ausente	Ausente	Ausente
	1,0	Ausente	Ausente	Ausente
	1,5	Ausente	Ausente	Ausente
Couve	0	$6,5 \times 10^5$	Ausente	Ausente
	0,5	Ausente	Ausente	Ausente
	1,0	Ausente	Ausente	Ausente
	1,5	Ausente	Ausente	Ausente

Muitos autores relataram uma quantidade de microrganismos mesófilos de 10^2 a 10^9 em vegetais minimamente processados (Goularte, 2004; Szabo *et al.,* 2000; Araújo, 2008). Farkas *et al.* (1997) relataram que a dose de 1,0 kGy foi suficiente para reduzir a carga microbiana e estender a vida de prateleira de cenouras e pimentas MP, mantendo as qualidades sensoriais.

5.7 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos

Não foram detectadas bactérias psicrotróficas nas amostras controle e amostras irradiadas de couve manteiga e brócolis MP (Tabela 8), demonstrando que o processamento mínimo foi efetivo, estando em desacordo com os resultados obtidos por diversos autores, que obtiveram uma contagem inicial de bactérias psicrotróficas, para vegetais MP, de 10^4 a 10^7 UFC/g e após o processo de irradiação, utilizando-se a dose de 1,0 kGy a contagem foi de 10^2 a 10^3 UFC/g (Martin-Diana *et al*., 2006; Araújo, 2008; Martins, 2007; Garg *et al*., 1990; García-Gimeno e Zuera-Cosmano, 1997; Abdul-Raouf *et al.,* 1993).

5.8 Microbiota fúngica das amostras

A análise fúngica revelou que as amostras controle de couve MP não apresentaram colônias fúngicas, mas, nas diluições até 10^{-3} pode ser observado um elevado número de leveduras (Tabela 8). Nas amostras de 1,0 kGy e 1,5 kGy não foram observadas colônias fúngicas, porém, nas diluições de 10^{-2} e 10^{-1} foram observadas colônias de leveduras, respectivamente. García-Gimeno e Zuera-Cosmano (1997) relatam que não foram detectados fungos em mix de saladas, estando de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, no entanto, outros autores (Marchetti *et al.,* 1992; Bib *et al.,* 2005; Lima *et al*., 2003) encontraram contagem fúngica inicial de 10^3 a 10^6 UFC/g em vegetais minimamente processados, para a dose de 1,0 kGy foi encontrado aproximadamente 10^2 UFC/g e ausente para a dose de 1,5 kGy.

Deve-se levar em consideração que fungos são mais resistentes a radiação gama do que as bactérias (El-Samahay *et al.,* 2000; Moy, 1983), assim sendo, quando em um alimento encontra-se uma alta contagem fúngica, a irradiação deverá ser aplicada com doses elevadas, podendo causar perda de características organolépticas e sensoriais dos alimentos, portanto, é imprescindível a utilização de boas práticas de produção para a manutenção da qualidade do produto, sendo a irradiação apenas uma ferramenta adicional à essas etapas.

5.9 Microbiologia de vegetais minimamente processados

Para complementar as análises foram realizadas determinações microbiológicas com o intuito de avaliar o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, como a população de mesófilos, psicrotróficos e de bolores e leveduras. Os dados obtidos indicaram que o processamento por irradiação com dose de 1,0 kGy, garantiu a redução para os microrganismos estudados, e com o aumento da dose de radiação houve um decréscimo nas populações dos microrganismos ou não foram mais detectadas.

A irradiação mostrou ser um processo adequado para aumentar a segurança microbiológica de couve e brócolis MP, tendo como vantagem adicional de prolongar sua vida de prateleira, considerando que o processamento mínimo aliado a doses de radiação baixas contribui para o aumento da segurança microbiológica mantendo os atributos sensoriais destes alimentos. No Brasil não existe uma legislação vigente especifica que ampara a detecção de mesófilos, psicrotróficos e fungos em vegetais MP, no entanto existe uma resolução (RDC n° 21 de 02/01/01 - ANVISA) que preconiza ausência de *Salmonella* spp / 25 g e coliformes a 45° / g com o limite a 10^2 UFC/g para Hortaliças, legumes e similares, desde que sejam frescas "*in natura*", preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. As amostras analisadas neste estudo estão dentro das condições aceitáveis para o consumo. Segundo Caruso e Camargo (1984) contagens microbiológicas superiores a 10^6 UFC/g revelam um alimento insalubre, portanto, impróprio para o consumo humano.

6. CONCLUSÕES

- ✓ De acordo com os resultado obtido, a dose de 1,0 kGy é recomendada para o tratamento de couve e brócolis MP, mantendo a qualidade sensorial;

- ✓ Houve uma melhora na qualidade microbiológica de brócolis e couve MP após o tratamento por radiação gama;

- ✓ A dose de 1,0 kGy não causou alterações na cor de brócolis e couve MP.

- ✓ Houve um aumento nas quantidades de fenólicos totais das amostras de couve e brócolis MP.

- ✓ Nas amostras de couve houve uma diminuição da atividade antioxidante, porém, nas amostras de brócolis houve um aumento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, J. Quality measurement of fruit and vegetables. Horticultural Crops Quality Laboratory USDA. ***Postharvest Biol. Tech.***, v. 15, p. 207-225, 1999.

ABDUL-RAOUF, U.; BEUCHAUT, L.; AMMAR, M. Survival and growth of Escherichia coli O 157:H7 on salad vegetables. ***Appl. Environ. Microbiol***., v. 59, p. 1999-2006, 1993.

ABIDILLE, M.D.H.; SINGH, R.P.; JAYAPRAKASHA, G.K.; JENA, B.S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. ***Food Chem***., v. 90, p. 891-896, 2005.

ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados - Disponível em:<http:www.abrasnet.com.br/super/index_outrasedi.asp> Acesso em: 10 Dez. 2005.

AHN, H.J.; KIM, J.H.; KIM, J.K.; KIM, D.H.; YOOK, H.S.; BYUN, M.W. Combined effects of irradiation and modified atmosphere packaging on minimally processed Chinese cabbage. ***Food Chem.***, v. 89, p. 589-597, 2005.

AHVENAINEM, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. ***Trends Food Sci. Tech.***, v. 7, p. 179-187, 1996.

AHVENAINEN. R. Review- New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. ***Trends Food Sci. Tech.***, v. 71, p. 179-187, 1997.

AMARANTE, C.V.T.; PUSCHAMNN, R. Relação entre horário de colheita e senescência em folhas de couve. ***Ver. Bras. Fisio. Veg.***, v. 5, p. 25-29, 1993.

AMBROSONE, C.B.; MCCANN, S.E.; FREUDENHEIM, J.L.; MARSHALL, J.R.; ZHANG, Y.; SHIELDS, P.G. Breast cancer risk in premenopausal women is inversely associated with consumption of broccoli, a source of isothiocyanates, but is not modified by GST genotype. ***J. Nutr.***, v. 134, p. 1134-1138, 2004.

AMIN, I.; LEE, W.Y. Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. ***J. Sci. Food Agric****.,* v. 85, p. 2314-2320, 2005.

ANDERSEN, O.M.; JORDHEIM, M. The anthocyanins. In: Andersen, O.M.; Markham K.R. (Ed.), ***Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications***. Boca Raton, FL.: CRC, 2006. p. 471-551.

ARAÚJO, M.M. ***Aplicação do método microbiológico DEFT/APC e do teste do cometa na detecção do tratamento com radiação ionizante de hortaliças minimamente processadas***. 2008. Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

ARTECHE, I.E.B. ***Tipificação de produtores, descrição de métodos de processamento mínimo e aspectos bromatológicos de couve (Brassica oleracea var. acephala L.) Minimamente processada***. 2006. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Porto Alegre, Porto Alegre.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ***Análise sensorial de Alimentos e bebidas: procedimento***. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. (NBR 12806).

ATOUI, A.K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. ***Food Chem.***, v. 89, p. 27-36, 2005.

BAHORUN, T.; LUXIMON-RAMMA, A.; CROZIER, A.; ARUOMA, O.I. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 84, p.1553-1561, 2004.

BAJPAI, M.; MISHRA, A.; PRAKASH, D. Antioxidant and free radical scavenging activities of some leafy vegetables. ***Int. J. Food Sci. Nutr.***, v. 56, p. 473-481, 2005.

BATAL, K.M.; HEATON, E.K.; GRANDBERRY, D.M.; BEUCHAT, L.R. Effects of N^6 -benzyladenine and storage temperature on shelf-life and quality and quality of raw and cooked broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). J. Food Sci., v. 47, p. 1675-1678,1982.

BEAULIEU, J.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; FERNANDES, T.D.; FONSECA, S.C.; BREUCHT, J.K. Fresh-cut Kale: quality assessment of portuguese storage-supplied product for development of MAP system. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 1997, Amsterdam. ***Proceedings****.,* v. 5, p. 145-151.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.***, v.19, p. 214-224, 1999.

BENITO, E.; OBRADOR, A.; STIGGELBOULT, A.; BOSH. F.X.; MULET. M.; MUNOZ, N.; KALDOR, A. A population based control study of colorectal cancer in Majorca dietary factors. ***Int. J. Cancer***, v. 45, p. 69-76, 1990.

BENNIK, M.H.J.; VORSTMAN, W., SMID, E.J.; GORRIS, L.G.M. The influence of oxygen and carbon dioxide on the growth the prevalent e Enterobacteriaceae and Pseudomonas species isolated from fresh and controlled- atmosphere-stored vegetables. ***Food Microbiol.***, v. 15, p. 459-469, 1998.

BENOIT, M.A.; D´APRANO, G.; LACROIX, M. Effect of gamma irradiation on phenylalanine ammonia-lyase activity, total phenolic content, and respiration of mushrooms (*Agaricus bisporus*). ***J. Agric. Food Chem.***, v, 48, p. 6312-6316, 2000.

BEUCHAT, L.R. Ecological factor influencing survival and growth of humans pathogens on raw fruits and vegetables. ***Microbes and Infect.***, v. 4, p. 413-423, 2002.

BEUCHAT, L.R. *Listeria monocytogenes:* incidence in vegetables. ***Food Control***., v.7, p. 223-228, 1996 a.

BEUCHAT, L.R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. ***J. Food Prot.****, v.59, n.2, p. 204-216,* 1996b.

BIB, N.; KHAN, M.; BADSHAH, A.; CHAUDRY, M. A. Sensory, physicochemical and microbiological quality of irradiated minimally processed cauliflower. ***Radiat. Phys. Chem.,*** v. 73, p. 362-364, 2005.

BLOIS, M.S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. ***Nature***, v.181, p. 1199-1200, 1958.

BOEKEL, M.A.J.S. Testing of kinetic models: usefulness of the multiresponse approach as applied to chlorophyll degradation in foods. ***Food Res. Int.***, v. 32, p. 261-269, 1999.

BOLIN, H.R., STAFFORD, A.E., KING Jr., A.D., HUXSOLL, C.C. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. ***J. Food Sci.***, v. 42, p. 1319-1321, 1977.

BRASIL. ANVISA. Resolução RDC n° 12 de 02 de Janeiro de 2001. ***Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos***. Publicada no DOU de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. ANVISA. Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. ***Aprova a regulamento técnico para irradiação de alimentos***. Publicada no Diário Oficial da União de 30 de Agosto de 1973.

BRAND, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. ***Food Sci. Technol.***, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. ***Hortic. Sci.***, v. 30, p. 18-22, 1995.

BRESNICK. E.; BIRT, D.F.; WOLTERMAN. K.; WHEELER. M.; MARKIN. R.S Reduction in mammary tumorigenisis in the rat by cabbage and cabbage residue. ***Carcinogenesis***, v. 11, p. 1159-1163, 1990.

CALORE, L.; VIEITES, R.L. Conservação de pêssegos “Biuti” por irradiação. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.,*** v. 23, p. 53-57, 2003.

CAMARGO , E.B.; BOTELHO, R.A. ***Técnica Dietética: Seleção e preparo de alimentos***. São Paulo. Atheneu, 2005.

CANTWELL, M.; REID, M.S. Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. ***J. Herb. Spi. Med. Plant.***, v.1, p. 93-127, 1993.

CARIBÉ, J.; CAMPOS, J.M. ***Plantas que ajudam o homem: guia prático para a época atual***. São Paulo, SP.: Cultrix /Pensamento, 1991.

CARNELOSSI A.G.; SILVA E.O.; PUSCHMANN. R. Processamento mínimo de couve. In: MORETTI, C.L. ***Manual de Processamento mínimo de Frutas e Hortaliças***. Brasília, DF.: Embrapa Hortaliças, 2007.

CARNELOSSI, M.A.G. ***Fisiologia pós colheita de folhas de couve (Brassica oleracea, L. var. acephala) minimamente processada***. 2000. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.D.E.O.; CAMPOS, R.; SOARES, N.F.F.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN, R. Conservação de folhas de couve minimamente processadas. ***Rer. Bras Prod. Agro.***, v.4, p.149-155, 2002 .

CARUSO, J.G.B.; CAMARGO, R. Microbiologia de Alimentos. In: CAMARGO. (Ed.) ***Tecnologia dos produtos agropecuários-alimentos.*** São Paulo, S.P.: Nobel, 1984, p. 35-49.

CARVALHO, A.M.; JUNQUEIRA, A. M.R.; VIEIRA, J.V.; BOTELHO, R. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. ***Hortic. Bras.***, v. 23, p. 805-809, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. ***Semente: ciência, tecnologia e produção***. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2000.

CARVALHO, P.T.C.; CLEMENTE, E. Qualidade de brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) em embalagem com atmosfera modificada, ***Maringá***, v. 26, p. 497-502, 2004.

CASALI, V.W.D.; SILVA, R.F. Cultivares de Brassicas. ***Informe Agropecuário***, Belo Horizonte: v. 9, p.14-16, 1983.

CASTELL-PEREZ, E.; MORENO, M.; RODRIGUEZ, O.; MOREIRA, R.G. Electron Beam Irradiation Treatment of Cantaloupes: Effect on Product Quality. ***Food Sci. Technol. Int.***, v. 10, p. 383-390, 2004.

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O. Processamento mínimo de brócolis capítulo. In: MORETTI, C. L. *Manual de* ***Processamento mínimo de Frutas e Hortaliças***. Brasília, DF.: Embrapa Hortaliças, 2007.

CHAUDRY, M.A.; BIBI, N.; KHAN, M.; BADSHAH, A.; QURESHI, M.J. Irradiation treatment of minimally processed carrots for ensuring microbiological safety. ***Radiat. Phys. Chem.***, v. 71, 169-173, 2004.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. ***Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas***. Viçosa, MG.: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Armazenamento. In: CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. ***Pós-colheita de frutos e hortaliças- fisiologia e manuseio***. Lavras.: ESAL/FAEPE, 1990. p.143-198.

CHU, Y.F.; SUN, J.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. ***J. Agr. Food Chem.***, v. 50, p. 6910-6916. 2002.

CLARO R.M.; CARMO H.C.E.; MACHADO F.M.S.; MONTEIRO. C.A. Renda preço dos alimentos e participação de frutas e hortaliças na diet. ***Rev. Saúde Publ***., v.41, p. 557-564, 2007.

CLYDESDALE, F.M. Color as a factor in food choice: Critical Reviews. ***Food Sci. Nut.***, v. 33, p. 83-101, 1993.

COHEN, J.H.; KRISTAL, A.R.; STANFORD, J.L. Fruit and vegetables intakes and prostate cancer risk. ***J. Natl. Cancer Inst***., v. 92, p. 61-68, 2000.

CORCUFF, R.; ARUL, J.; HAMZA, F.; CASTAIGNE, F.; MAKHLOUF, J. Storage of broccoli florets in ethanol vapor enriched atmospheres. ***Postharvest Biol.Tec.***, v. 7, p. 219-229, 1996.

CORREIA, L.G. Colheita, classificação, embalagem e comercialização das Brássicas. ***Informe Agropecuário***, Belo Horizonte: v. 9, p. 52-54, 1983.

COUSIN, M.A.; JAY, J.M.; VASSAVADA, P.C. Psychrotrophic microorganisms. In: DOWNWES, F.P.; ITO, K. (Ed.). ***Compendium of methods for the microbiological examination of foods***. Washington, WA.: American Public Health Association, 2001. p. 159-166.

DANTAS, M.I.S.; DELIZA, R.; MINIM, V.P.R.; HEDDERLEY, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.***, v. 25, p. 762-767, 2005.

DANTAS, M.I.S.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN. R.; CARNEIRO J.D.S.; BARBOSA. R.L. Mapa de preferência de couve minimamente processada. ***Hortic. Bras.***, v. 22, p. 101-103, 2004.

DAVEY, M.W.; MONTAGU, M.V.; INZE, D.; SANMARTIN, M.; KANELLIS, A., SMIRNOFF, N. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 80, p. 825-860, 2000.

DAWSON, E.H. Sensory testing of differences in taste. ***Food Technol.***, v. 17, p. 45-51, 1963.

DAY, B.P.F. Fruit and vegetables. In: PARRY, R.T. (Ed.) ***Principles and Applications of Modified Atmosphere Packanging of Food***. London, Lon.: Blackie Academic & Professional, 1993.

DE PENNA, E.W. Metodos sensoriales y sus aplicaciones. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA. M. A. A. P. (Ed) ***Avances en análisis sensorial***. São Paulo, SP.: CYTED, 1999. p. 13-22.

DE SÁ, M.C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Optimization of HPLC quantification of carotenoids in cooked green vegetables-Comparison of analytical and calculated data. ***Journal Food Compos. Anal.***, v. 17, p. 37-51, 2004.

DE WAAL, C.S.; BHUIYA, F*. Outbreaks* ***by the numbers: fruits and vegetables 1990-2005***. Washington, DC.: Center for Science in the Public Interest, 2009.

DERUITER, F.E.; DWYER, J. Consumer acceptance of irradiated foods: dawn of a new era? ***Food Sci. Technol.-LEB***., v. 2, p. 47-58, 2002.

DIEHL, J.F. ***Safety of irradiated foods*.2.ed**. Marcel Dekker, 1995.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Coloring our foods in the last and next millennium. *Int. J.* ***Food Sci. Technol***., v. 35, p. 5-22, 2000.

DRAKE, S,R.; SANDERSON, P.G.; NEVEN, L.G. Response of apple and winter pear fruit quality to irradiation as a quarantine treatment. ***J. Food Process. Pres.***, v. 23, p. 203-216, 1999.

DURIGAN, J.F. Panorama Do Processamento Mínimo De Frutas. In: I Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, p. 9-12, 2004. Viçosa. ***Resumos***. Viçosa

ECONOMOU, K.D.; OREOPOULOU, V.; THOMOPOULOS, C.D. Antioxidant activity of some plant extracts of the family Labiatae. ***J. Am. Oil Chem. Soc.***, v. 68, p. 109-113, 1991.

EGEA, M.I.; MARTÍNEZ-MADRID, M.C.; SÁNCHEZ-BEL, P.; MURCIA, M.A.; ROMOJARO, F. The influence of electron-beam ionization on ethylene metabolism and quality parameters in apricot (*Prunus armeniaca* L., cv *bulida*). ***Food Sci. Technol.-LEB.***, v. 40, p. 1027-1035, 2007.

ELLIS, P.R.; SINGH, R. A review of the host plant of the cabbage aphid, *Brevycorine brassicae* (L.) (Homóptera: *Aphididade*). ***Iternational Organization for Biological and Integradted Control of Noxions Animals and Plants***: West Palaeartic Regional Section Bulletin, Darmstadt, v. 16, p. 192-201, 1993.

El-SAMAHAY, S.K., YOUSSEF, B.M., ASKAR, A.A., SWAILAM, H.M.M., Microbiological and chemical properties of irradiated mango. ***J. Food Safety.,*** v. 20, p. 139-156, 2000.

EVANGELOU, A.; KALPOUZOS, G.; KARKABOUNAS. S.; LIASKO, R.; NONNI, A.; STEFANOU. D., KALLISTRASTOS. G. Dose related Preventive and Therapeutic Effects of Antioxidants Anti- carcinogens on Experimentally Induced Malignant Tumors in Wirstar Rats. ***Cancer Lett.,*** v. 115, p. 105-111, 1997.

FAHEY, J.W.; WADE. K.L.; STEPHENSON. K.K.; CHOU, F.E. Separation and purification of glicosinolatos from crude plant homogenates by high-speed counter-current chromatography. ***Journal Chromatogr.***, v. 9, p. 85-93, 2003.

FAHEY. J.W.; ZALCMANN. A.T.; TALALAY. P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocynates among plants. ***Phytochemistry***, v. 56, p. 5-51, 2001.

FAN, X. Antioxidant capacity of fresh-cut vegetable exposed to ionizing radiation. ***J. Sci. Food Agric***., v. 85, p. 995-1000, 2005.

FAN, X; MATASTOVSKA, K. Effectiveness of ionizing radiation in reducing furan and acrylamine levels in food. ***J. Agr. Food Chem.***, v. 54, p. 8266-8270, 2006.

FAN, X.; SOKARI, K. J. B. Sensorial and chemical quality of gamma irradiation fresh-cut iceberg lettuce in modified atmosphere packages. ***J. Food. Prot.***, v. 65, p. 1760-1765, 2002.

FAN, X.; THAYER, D. W. Quality of irradiated alfafa sprouts. ***J. Food Prot***., v. 64, p. 1574-1578, 2001.

FARIA, E.V. ***Técnicas de Análise Sensorial***. Campinas.: ITAL/LAFISE, 2002.

FARKAS, J. Irradiation for better foods. ***Trends Food Sci. Tech.***, v. 17, p. 148-152, 2006.

FARKAS, J.; SARAY, T.; MOHACSI-FARKAS, C.; HORTI, C.; ANDRASSY, E. Effects of low-dose gamma irradiation on shelf life and microbiological safety of precut/prepared vegetables. ***Adv. Food Sci***., v. 19, p. 111-119, 1997.

FERREIRA, I.C.F.R.; BAPTISTA, P.; VILAS-BOAS, M.; BARROS, L. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal. ***Food Chem.***, v. 100, p. 1511-1516, 2007.

FERREIRA, V.L.P. ***Análise sensorial- Testes Discriminativos e Afetivos***. Campinas. Profíqua, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. ***Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças***. Viçosa: 2000.

FRANCIS, G.A.; THOMAS, C.; O´BEIRNE, D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. ***Int. J. Food Sci. Tech.***, v. 34, p 1-22, 1999.

FRANCO, G.; CHALOUB, S.R. **Dietas e receitas: valores calóricos e propriedades gerais dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1992.

FRANKEL, E.N.; MEYER, A.S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 80, p. 1925-1941, 2000.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, ***Pesquisa de orçamentos familiares***, 1998.

GARCÍA-GIMENO, R.; ZUERA-COSMANO, G. Determination of ready-to-eat vegetables salad shelf-life. ***Int. J. Food Microbiol.***, v. 36, p. 31-38,1997.

GARG, N.; CURREY, J.; SPLITTSTOESSER, D. Effect of processing conditions on the microflora conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. ***J. Food Prot.,*** v. 33, p. 701-703, 1990.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. ***Rev. Bras. Cienc. Farm.***, v. 39, p. 167-169, 2003.

GIORDANO, L.B. Melhoramento De Brássicas. ***Informe Agropecuário***., v. 9, p. 16-20, 1983.

GOLUB, C. Broccoli: lean, green anti-cancer machine. ***Environ. Nutr.,*** v. 28, p. 8, 2005.

GOMES, C.; DA SILVA, P.; CHIMBOMBI, E.; KIM, J.; CASTELL-PEREZ, E.; MOREIRA, R.G. Electron-beam irradiation of fresh broccoli heads (*Brassica oleracea* L. *italica*). ***Food Sci. Technol.-LEB.***, v. 41, p. 1828-1831, 2008a.

GOMES, C.; MOREIRA, R.G.; CASTELL-PEREZ, M.E.; KIM, J.; DA SILVA, P.; CASTILLO, A. E-Beam Irradiation of Bagged, Ready-to-Eat Spinach Leaves (*Spinacea oleracea).* ***J. Food Sci.***, v. 73, p. E95-E102*,* 2008b.

GONÇALES, P.E. ***Livro dos alimentos. Nova edição revisada e ampliada***. São Paulo, S.P.: Summus, 2001.

GOULARTE, L.; MARTINS, C.G.; MORALES-AIZPÚRUA, I.C.; DESTRO, M.T.; FRANCO, B.D.G.M.; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; LANDGRAF, M. Combination of minimal processing and irradiation to improve the microbiological safety of lettuce (*Lactuca sativa,* L.). ***Radiat. Phys. Chem.,*** v. 71, p. 155-159, 2004.

GREENWAL D.P. Chemoprevention of cancer. ***Sci Am. New.***, v. 275, p. 96-99, 1996. Número especial.

GROSS J, ***Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids***. New York, N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1991.

HALIWELL, B.; GUTTERIDGE J.M.C. ***Free radicals in Biology and Medicine. 2 ed***. Oxford, U.K.: Clarendon, 1989.

HALLIWELL. B. Free radicals and antioxidants a personal view. ***Nutr Rev.***, v. 52, p. 253-265, 1994.

HAN, J.; GOMES-FEITOSA, C.L.; CASTELL-PEREZ, E.; MOREIRA, R.G.; SILVA, P.F. Quality of packaged romaine lettuce hearts exposed to low-dose electron beam irradiation. ***Food Sci. Technol.-LEB.***, v. 37, p. 705-715, 2004.

HANASHIRO, M.M. ***Relações de Coordenação entre Agricultura, Indústria e Distribuição na Cadeia Produtiva dos Produtos Minimamente Processados***. 2003 Dissertações (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HANSEN, M.; SORENSEN, H.; CANTWELL, M.; Changes in acetaldehyde, etanol and amino acid concentrations in broccoli florets during air and controlled atmosphere storage. ***Postharvest Biol Tec.***, v. 22, p. 227-237, 2001.

HEBER, D., BOWERMAN, S. Applying science to changing dietary patterns. ***J. Nutr.,*** v. 131, p. 3078-3081, 2001.

HEINONEN, M.I.; OLLILAINEN, V.; LINKOLA, E.K.; VARO, P.T.; KOIVISTOINEN, P.E. Carotenoids in Finnish foods: Vegetables, fruits, and berries. ***J. Agr. Food Chem.,*** v. 37, p. 655-659, 1989.

HIRANO, R.; SASAMOTO, W.; MATSUMOTO, A.; ITAKURA, H.; IGARASHI, O.; KONDO, K. Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. ***J. Nutr. Sci. Vitaminol.***, v. 47, p. 357-362, 2001.

HOLDEN, J.M.; ELDRIDGE, A.L.; BEECHER, G.R.; BUZZARD, I.M.; BHAGWAT, S.; DAVIS, C.S. Carotenoid content of US foods: An uptade of the database. ***J. Food Compos. Anal.***, v. 12, p. 169-196, 1999.

HOOVER, D.G. Minimally processed fruits and vegetables: Reducing microbial load by nonthermal physical treatments. ***Food Technol.,*** v. 51, p. 66-71, 1997.

HOUGH, G.; LANGOHR, K.; GÓMEZ, G.; CURIA, A. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. ***J. Food Sci.***, v. 68, p. 359-362, 2003.

HRNCIRIK, K.; VALUSEK, J.; VELISEK, J. Investigation of ascorbigen as a breakdown product of glucobrassicin autolysis in Brassica vegetables. ***Eur. Food Res. Technol.***, v. 212, p. 576-581, 2001.

HUSSEIN, A.; ODUMERU, J.A.; AYANBADEJO, T.; FAULKNER, H.; MCNAB, W. B.; HAGER, H. Effect of processing and packaging on vitamin C and b-carotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. ***Food Res. Int.***, v. 33, p. 131-136, 2000.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION (IFPA). Disponível em <http://fresh-cuts.org > Acesso em: 3 Nov. 2006.

IZUMI, H.; WATADA, A. E.; DOUGLAS, W. Optimum O_2 or CO_2 atmospheres for storing broccoli florets at various temperatures. ***J. Am. Soc. Hortic. Sci.***, v. 121, p.127-131, 1996.

ISMAIL, A; MARJAN, Z.M.; FOONG C.W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. ***Food Chem.***, v.87, p. 581-586, 2004.

JACOBSSON, A.; NIELSEN, T.; SJOHOLM, I.; WENDIN. K, Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. ***Food Qual. Prefer.***, v. 15, p. 301-310, 2004.

JACXSENS, L., DEVLIEGHERE, F.; VAN DER STEEN, C.,DEBEVERE, J. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh- cut produce. ***Int. J. Food Microbiol***. v. 71, p. 197-210, 2001.

JAY, J. ***Food Microbiology***. 4. Ed. New York, N.Y.; Van Nostrand Reinhold, 1992.

JEFFERY, E.H., JARRELL, V. Cruciferous vegetables and cancer prevention. In: Wildman, R.E.C. (Ed.) ***Handbook of nutraceuticals and functional foods***. Boca Raton, FL.: CRC, 2001. p. 169-191.

JILLIFFE, P.A.; LIN, W.C. Predictors of shelf life in long English cucumber. ***J. Am. Soc. Hortic. Sci.***, v. 122, p. 686-690, 1997.

JIN, Y.; SHIN, H.; SONG, K.B. Electron Beam Irradiation Improves Shelf Lives of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and Red Ginseng. ***J. Food Sci.***, v. 72, p. 217-222, 2007.

JOHNSON, I.T. Glucosinolates in the human diet: Bioavailability and implications for health. ***Phytochem. Rev.***, v. 1, p. 183-188, 2002.

KAHKONEN, M.P.A.I.; HOPIA, H.J.; VUORELA, J.P.; RAUHA, K.; PIHLAJA, T.S.; KUJALA, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. ***J. Agric. Food Chem.***, v. 47, p. 3954-3962, 1999.

KAMAT, A.; PINGULKAR, K.; BHUSHAN, B.; GHOLAP, A.; THOMAS, P. Potential application of low dose gamma irradiation to improve the microbiological safety of fresh coriander leaves. ***Food Control***, v. 14, p. 529-537, 2003.

KAMAT, A.S.; GHADGE, N.; RAMAMURTHY, M.S.; ALUR, M.D. Effect of low-dose irradiation on shelf life and microbiological safety of sliced carrot. ***J. Sci. Food Agric.***, v. 85, p. 2213-2219, 2005.

KANG, H.M.; SALTVEIT, M.E. Antioxidant capacity of lettuce leaf tissue increases after wounding. ***J. Agric. Food Chem.***, v. 50, p. 7536-7541, 2002.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. ***Int. J. Food Sci. Technol.***, v. 37, p. 153-161, 2002.

KAUR, C.; KUMAR, K.; ANIL, D.; KAPOOR H.C. variations in antioxidant activity in broccoli (*Brassica oleracea* L.) cultivars. ***J. Food Biochem.***, v. 31, p. 621-638, 2007.

KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. ***Postharvest Biol Tec.***, v. 15, p. 233-247, 1999.

KHADRE, M.A; YOUSEF,A.E.; KIM, J.C. Microbial aspects of ozone applications in food: a review. ***J. Food. Sci***., v. 66, p. 1242-1252, 2001.

KIM, J.G.; YOUSEF, A.E.; CHISM, G.W. Use of ozone to inactive microorganisms on lettuce. ***J. Food Safety***, v. 19, p. 17-37, 1999.

KING JR.A.D.; MAGNUSON, J.A.; TÖRÖK, T.; GOODMAN, N. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. ***J. Food Sci.***, v. 56, p. 459-461, 1991.

KONDO, S.; YOSHIKAWA, H.; KATAYAMA, R. Antioxidant activity in astringent and non-astringent persimmons. *J. Hortic. Sci. Biotech*., v. 79, p. 390-394, 2004.

KOKSAL, E.; GÜLÇIN, L. Antioxidant Activity of Cauliflower (*Brassica oleracea* L.). ***Turk. J. Agric. For.***, v. 32, p. 65-78, 2008.

KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. ***Alimentos, nutrição e dietoterapia***. São Paulo, SP.: Roca, 1991.

KRISTAL, A.R. Brassica vegetables and prostate cancer risk: a review of the epidemiological evidence. ***Pharm. Biol.***, v. 40, p. 55-58, 2002.

KRISTAL, A.R.; LAMPE, J.W. Brassica vegetables and prostate cancer risk- a review of the epidemiological evidence. ***Nutr. Cancer***, p. 42, p. 1-9, 2002b.

KU, V.V.V.; WILLS, R.B.H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. ***Postharvest Biol Tec.***, v. 17, p. 127-132, 1999.

KURILICH, A.C.; JEFFERY, E.H.; JUVIK, J.A.; WALLING, M.A.; KLEIN, B.P. Antioxidant capacity of different broccoli (*Brassica oleracea*) genotypes using the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay. ***J. Agr. Food Chem.***, v. 50, p. 5053-5057, 2002.

KURILICH, A.C.; TSAU, G.J.; BROWN, A.; HOWARD, L.; KLEIN, B.P.; JEFERY, E.H. Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. ***J. Agr. Food Chem.***, v. 47, p. 1576-1581, 1999.

LADO. B.H.; YOUSEF, A.E. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms***. Microb. Infect.***, v. 4, p. 433-440, 2002.

LANGOUET, S.; FURGE. L.L.; KERRIGUY, N.; NAKAMURA, K.; GUILIOUZO. A.; GUENRERICH, F.P. Inhibition of human cytochrome p 450 enzymes by 1, 2 dithiole-3-thione, oltipraz and its derivates and sulforaphane. ***Chem. Res. Toxicol.,*** v. 13, p. 245-252, 2000.

LANZILLOTTI, R.S.; LANZILLOTTI, H.S. Análise Sensorial Sob o Enfoque da Decisão Fuzzy. ***Rev. Nutr.,*** v. 12, p. 145-157, 1999.

LE MARCHAND. L; YOSHIZAWA, C.N.; KOLONEL. L.N.; HANKIN, J.M.; GOODMAN, M.T. Vegetables consumption and lung cancer risk: a population based case-control study in Hawaii. ***J. Natl. Cancer I.***, v. 81, p. 1158-1164, 1989.

LEE, J.W.; KIM, J.K.; SRINIVASN, P.; CHOI, J.; KIM, J.H. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready- to-use tamarind juice during storage. ***Food Sci. Technol.***, v. 42. p. 101-105, 2009.

LEITÃO, M.F.F. ***Tratado de microbiologia: microbiologia de alimentos, sanitária e industrial***. Manole: São Paulo, 1988.

LIANG. H.; YUAN, Q.P.; DONG, H.R; LIU, Y.M. Determination of sulforaphane in brócoli and cabbage by high-performance liquid chromatography. ***J. Food Comps. Anal.***, v.19, p. 473-476, 2006.

LIMA, K.S.C.; LIMA, A.L.S.; LUCHESE, R.H.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosfera modificada e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.***, v. 23, p. 240-250, 2003.

LIN, C.H.; CHANG, C.Y. Textural changes and antioxidant properties of broccoli under different *cooking* treatments. ***Food Chem.***, v. 90, p. 9-15, 2005.

MAKHLOUF, J.; CASTAIGNE, F.; ARUL, J.; WILLEMORT, C.; GOSSELI, A. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. ***Hortic. Sci.***, v. 24, p. 637-639, 1989.

MARCHETTI, R.; CASADEI, M.; GUERZONI, M. Microbial population dynamics in ready-to-use vegetables salads. ***J. Food Sci.***, v. 2 , p. 97-108, 1992.

MAROTO-BORREGO, J.V.M. ***Horticultura herbácea especial***. Madrid.: Mundi-Prensa, 1995.

MARTIN-DIANA, A.B.; RICO, D.; FRIAS, J.; MULCAHY, J.; HENEHAN, C.; BARRY-RYAN. Whey permeates as a bio preservative for shelf life maintenance of frehs-cut vegetables. ***Innov. Food Sci. Emerg.***, v. 7, p. 112-123, 2006.

MARTINS, C.G.; BEHRENS, J.H.; ARAGON-ALEGRO L.C.; VIEIRA, V.S.; COSTA-SOBRINHO, P.S.; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; FRANCO, B.D.G.M.; DESTRO, M.T.; LANDGRAF, M. Vida-de-prateleira de agrião (*Nasturtium officinale*) minimamente processado e exposto à irradiação. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.***, v. 27, p. 44-48, 2007.

MARTINS, C.G.; BEHRENS, J.H.; DESTRO, M.T.; FRANCO, B.D.G.M.; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; LANDGRAF, M. Gamma radiation in the reduction of Salmonella spp. Inoculated on minimally processed Watercress (*Nasturium officinalilis*). ***Radiat. Phys. Chem.,*** v. 71, p. 87-91, 2004.

MATURIN, L.J.; PEELER, J.T. ***Aerobic Plate count, Bacteriological Analytical Manual***. Rockville: Food and Drug Administration, 1998.

MAYER-MIEBACH, E. Food irradiation- A Means of Controlling Pathogenic Microorganisms in Food ***Food Sci. Technol.,*** v. 26, p. 493-497, 1993.

MEDINA, V.M. ***Crescimento e senescência foliar da couve (Brassica oleracea L. var. acephala)***. 1991. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. ***Sensory evaluation techniques***. 3. ed. Washington, D.C. CRC Press, 1999.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. ***Ciênc. Tecnol. Aliment***., v. 26, p. 639-644, 2006.

MELO, P.E.; GIORDANO, L.B. Ramoso de Brasília: nova cultivar de couve brócolos. ***Hortic. Bras.***, v. 17, p. 172-173, 1999.

MILARDOVIC, S.; IVEKVIC. D.; GRABRIC B.S. A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. ***Bioelectrochemistry***, v. 68, p. 175-180, 2006.

MINIM, V.P.R.; DANTAS, M.I.S. Qualidade sensorial. In: MORETTI, C.L. ***Manual de Processamento mínimo de Frutas e Hortaliças***. Brasília.: Embrapa Hortaliças, 2007.

MINUSSI, R.C.; ROSSI, M.; BOLOGNA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G.M. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. ***Food Chem.***, v. 82, p. 409-416, 2003.

MITTMANN, L.M. Hortaliças Prontas para o Consumo. ***Rev. Agri.***, Porto Alegre, v. 1, p. 10-15, 2001.

MONDY, N.I.; GOSSELIN, B. Effect of irradiation on discoloration, phenols and lipids of potatos. ***J. Food Sci.***, v. 54, p. 982-984, 1989.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Influencia dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. ***Rev. Nutr***., v. 17, p. 411-424, 2004

MOREIRA, T.R. ***Análise de perdas de minerais em hortaliças submetidas a dois métodos de cocção***. 2006. Dissertação (mestrado) - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria.

MORENO, M.; CASTELL-PEREZ, M.E.; GOMES, C.; SILVA, P.F.; MOREIRA, R.G. Quality of electron beam irradiation of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) at medium dose levels (1.0 to 3.2 kGy). ***Food Sci. Technol.-LEB.***, v. 40, p. 1123-1132, 2007.

MORETI, C.L.; CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.O.; PUSCHMANN, R. ***Processamento mínimo de couve (Comunicado Técnico)***. Brasilia.: Embrapa, 2000.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S. Fresh-cut growth in Brazil. ***Fresh-cut***, p. 24-29, 2002.

MORETTI, C.L.; AZEVEDO, J.H. Análise de mercado. In: EMBRAPA. ***Iniciando Um Pequeno Grande Negócio Agroindustrial: Hortaliças Minimamente Processadas***. Brasília.: Embrapa, 2003.

MOY, J.H. Radurization and radicidation: fruits and vegetables. In: Josephson, E.S., Peterson, M.S. (Eds.). ***Preservation of Food Ionizing Radiation***. CRC Press, Boca Raton, FL, 1983. p. 83-108.

MULLER, H. Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruit by HPLC and photodiode array detection. ***Eur. Food Res. Technol.***, v. 204, p. 88-94, 1997.

MURCIA, M.A.; LOPEZ-AYERRA, B.; MARTINEZ-TOME, M., VERA, A.M.; GARCIA-CARMONA, F. Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 80, p. 1882-1886, 2000.

MURKOVIC, M.; GAMS, K.; DRAXL S.; PFANNHAUSER, W. Development of an Austrian carotenoid database. ***J. Food Compos. Anal.***, v. 13, p. 435-440, 2000.

NAMIKI, M. Antioxidants/antimutagens in food. ***Food Sci. Nutr***., v. 29, p. 273-300, 1990.

NANTES, J.F.D.; LEONELLI, F.C.V. A estruturação da cadeia produtiva de vegetais minimamente processados. ***Rev. FAE***, v. 3, p. 61-69, 2000.

NEWBERNE, P.M.; SCHARAGER. T.E.; CONNER. M.W. Experimental evidence on the nutritional prevention of cancer. In: MICOZZI, M.S (Ed.). ***Nutrition and cancer prevention***. New York, N.Y.: Marcel Dekker, 1990.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F.; The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit. Rev.* ***Food Sci. Nutr.***, v. 34, p. 371-401, 1994.

NILSSON J; STEGMARK. R; AKESSON B. Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. ***Food Chem.,*** v. 86, p. 501-507, 2004.

NISHA, P.; SINGHAL, R.S.; PANDIT, A.B. A study on the degradation kinetics of visual green colour in spinach (*Spinaccea oleracea* L.) and the effect of salt therein. ***J. Food Eng.***, v. 64, p. 135-142, 2004.

ODUMERU, J.A.; BOULTER, J.; KNIGHT, K.; LU, X., MCKELLAR, R. Assessment of a thermal– chemical process to extend the shelf life of ready-to-use lettuce. ***J. Food Quality***, v. 26, p. 197-209, 2002.

OLIVEIRA, T.M.; SOARES, N.F.F.; PAULA, C.D.; VIANA, G.A. Active packaging use to inhibit enzymatic browning of apples**. *Semina***., v. 29, p. 117-128, 2008.

OLSEN. G.W.; MANDEL. J.S.; GIBSON. R.W.; WATTENBERG. L.W.; SCHUMSN L.M. A case control study pancreatic cancer and cigarettes, alcohol, coffee and diet. ***Am. J. Public Health***, v. 79, p. 1016-1019, 1989.

ORNELLA, L.H. ***Alimentação através dos tempos. 3.ed***. Florianópolis. Ed. UFSC, 2003.

PARRISH, L.J.; FARBER, J.N.; BEUCHAT, L.R.; HARRIS, L.J.; SUSLOW, T.V.; GARRETT, E.H.; BUSTA, F.F., Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. ***Compr. Rev. Food Sci. F.***, v. 2, p. 161-173, 2003.

PERI, C. The universe of food quality. ***Food Qual. Prefer.,*** v. 17, p. 3-8, 2006,

PFENDT, L.B.; VUKASINOVIC, V.L.; BLAGOJEVIC, N.Z.; RADOJEVIC, M.P. Second order derivative spectrophotometric method for determination of vitamin C content in fruits, vegetables and fruitjuices. ***Eur. Food Res. Technol.***, v. 217, p. 269-272, 2003.

PHILIPPI, S.T.; LORENZANO, C.; RIGO, N. Estudo comparativo entre tabelas de composição química dos alimentos, para avaliação de dietas. ***Rev. Nutr.***, v. 8, p. 200-213, 1995.

PIAO, X.; KIM, H.Y.; YOKOZAWAT, L.Y.A.; PIAO, X.S.; CHO, E.J. Protective effects of broccoli (*Brassica oleracea*) and its active components against radical-induced oxidative damage. ***J. Nutr. Sci. Vitaminol****.,* v. 51, p. 142-147, 2005.

PIMENTEL, A.A.M.P. ***Olericultura No Trópico Úmido: Hortaliças na Amazônia***. São Paulo, S.P.: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

PITT, J.I.; HOCKING, A.D.; GLENN, D.R. An improved medium for the detection of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. ***J. Appl. Bacteriol****.,* v. 54, p. 109-114, 1983.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. ***Sci. Tech.***, v. 40, p. 1-11, 2007.

PODSEDEK, A.; SOSNOWSKA, D.; REDZYNIA, M.; ANDERS, B. Antioxidant capacity and content of Brassica oleracea dietary Antioxidants. ***Int. J. Food Sci. Technol.***, v. 41, p. 49-58, 2006.

PRADO. R. FLV: o potencial do mundo verde. ***Supervarejo***, v. 5, p. 18-23, 2004.

PRAKASH, A.; GUNER, A.R; CAPORASO, F.; FOLEY, D.M. Effects of Low-dose Gamma Irradiation on the Shelf-Life and Quality Characteristics of Cut Romaine Lettuce Packaged under Modified Atmosphere. ***J. Food Sci***., v. 65, p. 549-553, 2000.

QUFEDJIKH, H.; MAHROUZ. M.; AMOIT, M. J.; LACROIX, M. Effect of gamma irradiation on phenolic compounds and phenylalanine ammonia-lyase activity during storage in relation to pel injury from peel of citrus clementinaa. ***Hort. EX. Tanaka. J. Agric. Food Chem.*** v. 48, p. 558-565, 2000.

RAGAERT P.; DEVLIEGHERE F.; DEBEVERE J.; Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. ***Postharvest Biol. Tec.***, v. 44, p. 185-194, 2007.

RAGAERT, P.; VERBEKE, W.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. ***Food Qual. Prefer.,*** v. 15, p. 259-270, 2004.

RAKOTONIRANY, A.M.; WANG, Q.; PADUA. G.W. Evaluation of zein films as modified atmosphere packaging for fresh broccoli. ***J. Food Sci.***, v. 66, p. 1108-1111, 2001.

RAMAMURTHY, M.S.; KAMAT, A.; KAKATKAR, A.; GHADGE, N.; BHUSHAN, B.; ALUR, M. Improvement of shelf-life and microbiological quality of minimally processed refrigerated capsicum by gamma irradiation. ***Int. J. Food Sci. Nutr.***, v. 55, p. 291-299, 2004.

RANGKADILOK, N.; TOMKINS B.; NICOLAS, M.E.; PREMIER, R.R.; BENNETT, R.N.; EAGLING, D.R.;TAYLOR, P.W.J. The effect of post-harvest and packaging treatments on glucoraphanin concentration in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). ***J. Agr. Food Chem.***, v. 50, p. 7386-7391, 2002.

RICO, D.; MARTIN-DIANA, A.B.; BARAT, J.M.; BARRY-RYAN, C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. ***Trends Food Sci. Tech.***, v. 18, p. 373-386, 2007.

RIM, E.B.; ASCHIERO, A.; GIOVANNUCI, E.; SPIEGELMAN, D.; STAMPFER, M. J.; WILLET, W.C. Vegetables, fruit and cereal fibre intake and risk of coronary heart disease among men. ***J. Am Med. Assoc***., v. 275, p. 447-451, 1996.

RIOV, J.; MONSELINE, S.P.; KAHAN. R.S. Effect of gamma radiation on phenylalanine ammonialyase activity and accumulation of phenolic compounds in citrus fruit peel. ***Radiat. Bot***., v. 8, p. 463-466, 1968.

RIOV. J. Histochemical evidence for the relationship between peel damage and the accumulation of phenolics compounds in gamma-irradiated citrus fruit. ***Radiat. Bot.***, v. 5, p. 256-260, 1975.

RODGERS, S.L.A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries and cantaloup. ***J. Food Prot.***, v. 67, p. 721-731, 2004.

RODRIGUES, V.J.L.B. ***Epidemiologia Da Alternariose e Resistência De Cultivares Em Brássicas Sob Diferentes Sistemas De Cultivo***. 2003. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SAABOR, A.; ROJO, F. Hortifrútis Embalados e Pré-Processados. ***Rev. SuperHiper.***, p. 8-14, 2002

SALTVEIT, M.E. WOUND, E. Induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. ***Phostharvest Biol. Technol***, v. 21, p 61-69, 2000.

SANCHEZ-MORENO, C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems, ***Food Sci. Technol. Int.,*** v. 8, p. 121-137, 2002.

SANT´ANA, A.S; CORREA, S.S. Efeito da adição de dicloran ao diluente, para enumeração de fungos em alimentos desidratados utilizando-se o sistema petrifilm ™ para bolores e leveduras. ***Higiene Alimentar***, v. 21, 2006.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. ***Ciênc. Agrotec.***, v. 30, p. 294-302, 2006.

SANTOS, M.A.T.; ABREU, C.M.P.; DE CARVALHO, V.D. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócolis, couve-flor e couve (*Brassica oleracea* L.). ***Ciênc. agrotec.***, v. 27, p. 597-604, 2003.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Agricultura e Abastecimento Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Econômica Agrícola. ***Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo***- LUPA 2007/2008. São Paulo; SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/mapaculturas/pdf/Couve.pdf> <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/mapaculturas/pdf/Brocolis.pdf> Acesso em 01/07/2009.

SAPONE, A.; AFFATO, A.; CANISTRO, D.; POZZETI, L.; BROCCOLI, M.; BARILLARI, J.; IORI, R.; PAOLINI, M. Cruciferous vegetables and lung cancer. ***Mutat. Res.,*** v. 635, p. 146-148, 2007.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. ***Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis***. Campinas: CETEA: ITAL, 2001.

SATIN, M. Use of irradiation of microbial decontamination of meat: situation and perspectives. ***Meat Sci.***, v. 62, p. 227-283, 2002.

SATO, A.C.K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; CUNHA, R.I. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. ***Ciênc. Tecnol. Aliment.***, v. 24, p. 550-555, 2004.

SAWAZAKI, H.E.; NAGAI, H.; SODEK, L. Caracterização da variabilidade genética em couve-manteiga utilizando isoenzimas e RAPD. ***Bragantia***, v. 56, 1997.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. ***J. Nutr.***, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SCHERER, R.; GODOY, H.T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. ***Food Chem.,*** v. 112, p. 654-658, 2009.

SILVA P.R. Uma abordagem sobre o mercado de hortaliças minimante processadas. ***Informações econômicas***, v. 38, 2008.

SILVA, B.A.; FERRERES, F.; MALVA, J.O, DIAS, A.C.P. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. ***Food Chem.***, v. 90, p. 157-167, 2005.

SIMIC, M.G. ***Radiation chemistry of water-soluble food components. In Preservation of food by ionizing radiation***, v. 2 ed CRC press, Boca Raton, FL, p. 1-73, 1983.

SIMONS, L.K.; SANGUANSRI, P. Advances in the washing of minimally processed vegetables. ***Food Aust.***, v. 49, p. 75-80, 1997.

SINGH S.; SINGH R.P. In Vitro Methods of Assay of Antioxidants: An Overview. ***Food Rev. Int.***, v. 24, p. 392-415, 2008.

SINGH, R.; SINGH, S.; KUMAR, S.; ARORA, S. Studies on antioxidant potential of methanol extract/fractions of *Acacia auriculiformis.* ***Food Chem.***, v. 103, p. 505-511, 2007.

SOUZA, R.J. Origem e Botânica de Algumas Brássicas. ***Informe Agropecuário***, v. 9, p. 10-12, 1983.

SOUZA, R.J. Origem e Botânica de algumas *Brássicas.* ***Informe Agropecuário***, Belo Horizonte, v. 98, p. 10- 12, 1983b.

SUN, T.; HO, C.T. Antioxidant activities of buckwheat extract. ***Food Chem.***, v. 90, p. 743-749, 2005.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: DOWLES, F.P.; ITO, K. (Ed). ***Compendium of methods for the microbiological examination of foods***. Washington, D.C.: APHA, 2001.

SZABO, E.A.; SCURRAH, K.J.; BURROWS, J.M. Survey for psychrotrofic bacterial pathogens in minimally processed lettuce. ***Lett. Appl. Microbiol.,*** Oxford, v. 30, p. 456-460, 2000.

TALALAY, P.; FAHEY, J.W. Phytochemical from cruciferous plant protect against cancer by modulating carcinogen metabolism. ***J. Nutr.***, v. 31, p. 30275-30335, 2002.

TAPIA DE DAZA, M.S.T.; ALZAORA, S.M.; CHANES, J.W. Combination of preservation factors applied to minimal processing of foods. ***CRC. CR. Rev. Food Sci.***, v. 36, p. 629-659, 1996.

TAWAHA, T.; ALALI, F.Q.; GHARAIBEH, M.; MOHAMMAD, M.; ELEMAT, T.E. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordain plant species. ***Food Chem.***, v. 104, p. 1372-1378, 2007.

TENG, S.S.; CHEN, B.H. Formation of pyrochlorophylls and their derivatives in spinach leaves during heating. ***Food Chem***., v. 65, p. 367-373, 1999.

THAYER, D.W. Food irradiation: Benefits and concerns. ***J. Food Quality***, v. 13, p. 147-169, 1990.

TOIVONEN, P.M.A. The effects of storage temperature, storage duration, hydro-cooling, and micro-perforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., *italica* group). ***Postharvest Biol. Tec.***, v. 10, p. 59-65, 1997.

TOIVONEN, P.M.A.; DEELL, J.R. Chlorophyll fluorescence, fermentation product accumulation, and quality of stored broccoli in modified atmosphere packages ad subsequent air storage. ***Postharvest Biol. Tec.***, v. 23, p. 61-69, 2001.

TOMAS-BARBERAN, F.A.; ESPIN. J.C. Phenolic compoudns and related enzymes as determinants of quality in fruit and vegetables. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 81, p. 845-850, 2001.

TOURNAS, V.H. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprots. ***Int. J. Food Microbiol***., v. 99, p. 71-77, 2005.

TRITSCH, G.L. Food irradiation. ***Nutrition,*** v. 16, p. 698-718, 2000.

VALLEJO, F.; TOMAS-BARBERAN, F.A.; GARCIA-VIGUERA, C. Effect of climatic and sulphur fertilization conditions, on phenolics compounds and vitamin C in the inflorescence of eight broccoli cultivars. ***Eur. Food Res. Technol***., v. 216, p. 395-401, 2003.

VALLEJO, F.; TOMAS-BARBERAN, F.A.; GARCIA-VIGUERA, C. Potential bioactive compounds in health promotion from broccoli cultivars grown in Spain. ***J. Sci. Food Agr.***, v. 82, p. 1293-1297, 2002.

VERHOEVEN, D.T.; GOLDBHM, R.A.; POPPEL, G.; VERHAGEN, H.; BRANDT, P. A. Epidemiological studies on Brassica vegetables and cancer risk. ***Cancer Epid. Bio. Prev.***, v. 5, p. 733-748. 1996.

VERHOEVEN, D.T.; VERHAGEN, H.; GOLDBOHM, R.A.; VAN D.B.P.A.; VAN POPPEL, G. A review of mechanisms underlying anticarcinogenecity by Brassica vegetables. ***Chem-Biol. Interact.***, v. 103, p. 79-129, 1997.

VERLANGIERI, A.J.; KAPEGHIAN, J.C.; El-DEAN, S.; BUSH, M. Fruit and vegetable consumption and cardiovascular mortality. ***Med. Hypotheses***., v. 16, p. 7-15, 1985.

VILLAVICENCIO, A.L.C.H.; MANCINI-FILHO, J.; DELINCEE, H.; BOGNAR, A. Analytical determination of thiamine (Vitamin B_1) in irradiated and stored Brazilian beans. In: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC MEETING CONFERENCE, Santos. ***Proceeding.*** Santos: IV ENAN, 1997, p. 918-921.

VISHWANATHAN, P.; KAUR. R. Prevalence and Growth of pathogens on salads vegetables, fruit and sprouts. ***Int J. Hyg. Environ. Health.***, v. 203, p. 205-213, 2001.

WANG, H.; HERNE, R.C. Effect of CA storage on the ultrastructure of chloroplasts and chlorophyll content of Chinese mustard. In: FELLMAN, J.K. (Ed). ***Proceedings of the fifth international controlled atmosphere research conference***. Wenatchee, W.A.: USA, 1989.

WATADA, A.E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. ***Postharvest Biol. Tec.***., v. 15, p. 201-205, 1999.

WATADA, A.E; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut-horticultural products. ***Postharvest Biol. Tec.***, v. 9, p. 115-125, 1996.

WATTS, B.M.; YLIMAKI, G.L.; JEFFERY, L.E.; ELIAS, L.G. ***Métodos sensoriais básicos para la evaluación de alimentos***. Ottawa.: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ***Safety and Nutritional Adequacy of irradiated Food***. *Who report. Who*, Geneva, Switzerland, 1994.

WILEY, R.C. Preservation methods for processed refrigerated fruits and vegetables. In: WILEY, R.C (Ed.). ***Preservation methods for minimally processed refrigerated fruits and vegetables***. New York: Chapman & Hall, 1999.

WILLOCX, F.; HENDRICKX, M.; TOBBACK, P. The Influence of Temperature and Gas Composition on the Evolution of Microbial and Visual Quality of Minimally Processed Endive. In: SINGH, R.P.; OLIVEIRA, F.A.R. (Ed.). ***Minimal Processing of Foods and Process Optimization: An Interface***. CRC Press, 1994. p. 475-492.

WU, X.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.M.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; PRIOR, R.L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. ***J. Agr. Food Chem.***, v. 52, p. 4026-4037, 2004.

XU. L. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables***. Food Technol.***, v. 53, p. 58-62, 1999.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. ***J Food Agr. Environ.***, v. 1, p. 22-27, 2003.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenes and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. ***Food Chem.***, v. 88, p. 503-509, 2004.

ZHANG, S.; FARBER, J.M. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. ***Food Microbiol.***, v. 13, p. 311-321, 1996.

ZHAO, M.; MOY. J.; PAULL, R.E. Effect of gamma-ionization on ripening papaya pectin. ***Postharvest Biol. Tec.***, v. 8, p. 209-222, 1996.

ANEXO 1- **Ficha de Análise Sensorial**

Nome:_____Idade:____ __/__/*200_*

Ficha de Análise Sensorial

Você está recebendo três amostras, duas de brócolis e uma de couve. Todas as amostras foram processadas por irradiação. Experimente as amostras da esquerda para a direita tomando um pouco de água entre as amostras. Utilizando a escala abaixo, dê uma nota que identifique seu grau de satisfação.

9 – Gostei Muito

8 – Gostei Moderadamente

7 – Gostei Ligeiramente

6 – Gostei Pouco

5 – Não gostei / Nem Desgostei

4 – Desgostei Moderadamente

3 – Desgostei Ligeiramente

2 – Desgostei Pouco

1 – Não Gostei

Amostra_____	**Amostra_____**	**Amostra_____**
Nota	Nota	nota

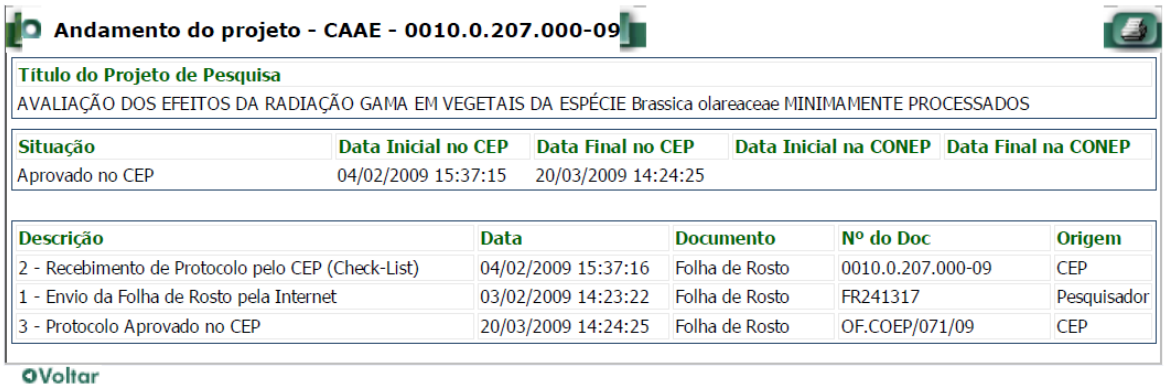
Observações:

_____

_____

_____

ANEXO 2 - Aprovação do Comitê de Ética



Andamento do projeto - CAAE - 0010.0.207.000-09

Título do Projeto de Pesquisa
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM VEGETAIS DA ESPÉCIE Brassica olareaceae MINIMAMENTE PROCESSADOS

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	04/02/2009 15:37:15	20/03/2009 14:24:25		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	04/02/2009 15:37:16	Folha de Rosto	0010.0.207.000-09	CEP
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	03/02/2009 14:23:22	Folha de Rosto	FR241317	Pesquisador
3 - Protocolo Aprovado no CEP	20/03/2009 14:24:25	Folha de Rosto	OF.COEP/071/09	CEP

Voltar