



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**QUALIDADE DE RADICHE (*Cichorium intybus L.*) EMBALADO E ARMAZENADO  
SOB ATMOSFERA MODIFICADA**

Giuliana de Moura Pereira

Porto Alegre

2010/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**QUALIDADE DE RADICHE (*Cichorium intybus L.*) EMBALADO E ARMAZENADO  
SOB ATMOSFERA MODIFICADA**

Giuliana de Moura Pereira

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia de Alimentos para obtenção  
do Título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de  
Oliveira Rios

Porto Alegre

2010/2

**QUALIDADE DE RADICHE (*Cichorium intybus L.*) EMBALADO E ARMAZENADO  
SOB ATMOSFERA MODIFICADA**

Giuliana de Moura Pereira

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Alessandro de Oliveira Rios (Orientador)

Doutor em Ciência de Alimentos

ICTA/UFRGS

---

Jeverson Frazzon  
Doutor em Ciências Biológicas: Bioquímica  
ICTA/UFRGS

---

Erna Vogt de Jong  
Doutora em Ciência da Nutrição  
ICTA/UFRGS

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha família, especialmente a minha mãe Ivone de Moura Pereira, minha irmã Shanti de Moura Pereira, meu irmão Rodrigo de Moura Fonini e ao meu namorado Gabriel de Oliveira Michels.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda minha família pelo apoio que me foi dado durante a realização do curso de Engenharia de Alimentos.

À minha mãe, Ivone, pelo exemplo de ser humano e de força. Agradeço também pelos inúmeros gestos de carinho e atenção, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos de vida e por ter feito parte fundamental na construção do meu caráter. Divido com ela esta conquista.

À minha irmã, Shanti, pela amizade, pelo companherismo e pelo exemplo de força e coragem em tantos momentos que vivemos e compartilhamos juntas durante estes anos de graduação.

Ao meu irmão, Rodrigo, pela amizade, preocupação e cuidado mesmo que distante nos últimos anos.

Ao meu namorado, Gabriel, pelo companherismo desde o início do curso. Agradeço também pela paciência, pelo suporte, pelos gestos de carinho e pela preocupação em inúmeros momentos difíceis durante o curso. Aproveito para agradecer a toda família Michels pelo apoio e carinho durante todos estes anos de convivência.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS, pela oportunidade de utilizar toda sua infra-estrutura para a consolidação do meu conhecimento e deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alessandro de Oliveira Rios pela orientação, amizade, atenção e comprometimento durante a realização deste trabalho. O título de paraninfo da turma de formandos 2010/2 é realmente a prova de sua dedicação e preocupação com seu trabalho.

Às Centrais de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (CEASA/RS) pelo apoio e fornecimento dos dados apresentados neste trabalho.

Ao produtor Donato Keeji Hassegawa pela parceria formada durante a realização deste trabalho e pelo fornecimento das amostras para os experimentos realizados.

Ao funcionário homenageado Roberval Bittencourt de Souza pela amizade e por todos ensinamentos técnicos transmitidos durante a minha graduação e especialmente durante a realização deste trabalho.

Às minhas amigas e colegas de curso Andréia, Camila, Carin, Cristina, Daniele, Janice, Liana, Maria Clara, Nina, Pâmela, Paula, Renata, Rossana, Sibebe, Taciana e Thamara que fizeram a Engenharia de Alimentos ser muito mais divertida.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

"O desejo de ir em direção ao outro, de se comunicar com ele, ajudá-lo de forma eficiente, faz nascer em nós uma imensa energia e uma grande alegria, sem nenhuma sensação de cansaço."

DALAI LAMA.

## RESUMO

O radiche (*Cichorium intybus L.*), cultivar Folha Larga, foi minimamente processado, tendo suas folhas selecionadas, classificadas, higienizadas e acondicionadas em sacos plásticos de nylon-poli multicamadas. As amostras foram embaladas sob atmosfera modificada composta por 2% de oxigênio, 5% de dióxido de carbono e 93% de nitrogênio. As embalagens continham em média 50 g de radiche e foram mantidas a temperatura de  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 10 dias, em câmara de refrigeração dotada de controle de foto período para 12 horas de iluminação e 12 horas no escuro, com o intuito de simular o tipo armazenamento utilizado no comércio local para produtos minimamente processados. Na etapa de higienização das folhas foram utilizados como sanificantes o peróxido de hidrogênio (4%) e o hipoclorito de sódio ( $150\text{mg.L}^{-1}$ ), com o objetivo avaliar sua eficiência na garantia da inocuidade do produto. A estabilidade do radiche acondicionado sob atmosfera modificada foi avaliada através da realização de análises físico-químicas e microbiológicas. Os valores encontrados de pH, coordenada cromática  $b^*$  e coordenada cromática  $a^*$  não diferiram significativamente durante o armazenamento. Porém, os valores estimados para sólidos solúveis, acidez total titulável, perda de massa fresca, clorofila total e luminosidade diferiram estatisticamente, em pelo menos em uma das amostras avaliadas, durante os dez dias de tratamento. A amostra controle inicial apresentou contagem alta para coliformes totais ( $35^{\circ}\text{C}$ ), porém ao término dos tratamentos propostos esta foi reduzida significativamente. Não foram detectados coliformes fecais ( $45^{\circ}\text{C}$ ) tanto na amostra controle como nas demais amostras submetidas ao processamento mínimo. A contagem padrão de microrganismos mesófilos da amostra controle inicial apresentou valores altos, contudo ao final dos experimentos essa carga foi significativamente reduzida. Os valores encontrados para bolores e leveduras foram relativamente baixos tanto na amostra controle, como ao longo do armazenamento. Assim a atmosfera modificada obteve resultados satisfatórios e prolongou a vida útil do radiche, inibindo o crescimento de microrganismos deteriorantes e patógenos. Ambas soluções sanificantes testadas foram efetivas na inibição dos microrganismos avaliados, porém a solução de hipoclorito de sódio obteve os melhores resultados. Com base no experimento realizado, elaborou-se uma cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) para atender a ausência de legislação específica aplicada aos vegetais minimamente processados.

**Palavras-chave:** *Cichorium intybus L.*, radiche, atmosfera modificada, processamento mínimo, conservação.



## LISTA DE ABREVIações

ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Analytical Communities
AM	Atmosfera Modificada
BDA	Ágar Batata Dextrosado
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CIELAB	Commission Internationale de L'Eclairage (L*, a*, b*)
CEASA/RS	Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PCA	Ágar para Contagem Padrão de Microrganismos
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
VRBA	Ágar Cristal Violeta Vermelho

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Denominações das espécies de cultivares de radiche registradas no MAPA. .....	15
Tabela 2: Produção gaúcha de radiche no ano de 2009. ....	18
Tabela 3: Número de produtores de radiche cadastrados na CEASA/RS no ano de 2009. ....	19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Calendário de comercialização de alguns dos principais hortigranjeiros da CEASA/RS no ano de 2009.....	17
Figura 2: pH em radiche, cv. Folha Larga, processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias .....	40
Figura 3: Sólidos solúveis em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. ....	42
Figura 4: Acidez total titulável em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. ....	43
Figura 5: Perda de massa fresca em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. ....	45
Figura 6: Clorofila total em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. ....	46
Figura 7: Luminosidade ( $L^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. ....	48
Figura 8: Componente vermelho-verde ( $a^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias.. ....	49
Figura 9: Componente amarelo-azul ( $b^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias.. ....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1	O RADICHE .....	15
2.2	CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO <i>Cichorium intybus L.</i> .....	15
2.3	PRODUÇÃO MUNDIAL DO RADICHE ( <i>Cichorium intybus L.</i> ).....	16
2.4	PRODUÇÃO DE RADICHE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....	17
2.5	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO RADICHE ( <i>Cichorium intybus L.</i> ) .....	19
2.6	APLICAÇÕES DO RADICHE ( <i>Cichorium intybus L.</i> ).....	22
2.7	ACEITAÇÃO DO RADICHE PELO CONSUMIDOR .....	22
2.8	PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO EM HORTALIÇAS.....	23
2.9	PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO DO RADICHE .....	25
2.10	PRODUTOS E HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADOS - CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES .....	26
2.11	SANIFICAÇÃO APLICADA A HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS .....	28
2.12	ACEITAÇÃO DE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS PELO CONSUMIDOR .....	29
2.13	ATMOSFERA MODIFICADA .....	30
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>32</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	32
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
4.1	MATERIAL E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	33
4.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	34
4.2.1	pH .....	34
4.2.2	Sólidos solúveis .....	34
4.2.3	Acidez total titulável .....	35
4.2.4	Perda de massa fresca .....	35
4.2.5	Clorofila total .....	35
4.2.6	Cor .....	36
4.3	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	37
4.3.1	Preparo das amostras.....	37
4.3.2	Quantificação de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C.....	38
4.3.3	Contagem padrão de microrganismos mesófilos .....	38
4.3.4	Bolores e leveduras .....	39
4.4	ELABORAÇÃO DE CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO.....	39

4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
5.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	40
5.1.1	pH .....	40
5.1.2	Sólidos solúveis .....	41
5.1.3	Acidez total titulável .....	43
5.1.4	Perda de massa fresca .....	44
5.1.5	Clorofila total .....	46
5.1.6	Cor .....	47
5.2	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	51
5.2.1	Quantificação de coliformes a 35°C.....	51
5.2.2	Quantificação de coliformes a 45°C.....	53
5.2.3	Contagem padrão de microrganismos mesófilos .....	54
5.2.4	Bolores e leveduras .....	56
5.3	CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO .....	58
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A prática de alimentação saudável é considerada nos dias de hoje uma preocupação constante na rotina das pessoas, seja para obter um estilo de vida saudável, para perder peso ou melhorar a saúde. O grande avanço da ciência na área de tecnologia dos alimentos transformou o simples ato de alimentar-se em uma ferramenta poderosa na promoção da saúde.

A agitação do mundo moderno faz com que as pessoas, em especial aquelas residentes nos grandes centros urbanos, fiquem cada vez menos tempo em suas casas. Dessa forma, todas as atividades domésticas precisam ser otimizadas para que sobre mais tempo a ser destinado ao descanso e ao lazer. Diante disso, fica fácil perceber que a aquisição de alimentos que requerem pouco preparo agilizam as refeições, atendendo as necessidades do mercado.

Os alimentos minimamente processados prontos para consumo estão ganhando espaço no mercado devido a sua praticidade no preparo das refeições e a sua qualidade higiênico-sanitária. As hortaliças minimamente processadas apresentam conveniência e não requerem qualquer preparo significativo por parte do consumidor, em termos de seleção, limpeza, lavagem ou corte. Além disso, o valor agregado ao produto através do processamento aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia meios alternativos à comercialização.

O radiche (*Cichorium intybus L.*) é considerado uma das hortaliças folhosas mais consumidas na alimentação do brasileiro, apresentando assim expressiva importância do ponto de vista econômico. São vários os tipos de radiche disponíveis no mercado, entretanto destaca-se o cultivar Folha Larga que vem ganhando destaque na preferência do consumidor.

O *Cichorium intybus L.* é um alimento altamente perecível que apresenta rápido e irreversível processo de senescência após colheita. O uso da tecnologia atmosfera modificada aplicada ao embalamento de vegetais minimamente processados vem sendo indicado com o intuito de retardar a degradação e estender a vida de prateleira do produto embalado.

O mercado de alimentos está abrindo novas e interessantes oportunidades aos produtores de radiche e de hortaliças em geral, com destaque para os minimamente processados, que representam ao consumidor um produto fresco com maior vida útil, boa sanificação e manutenção da qualidade.

Com base no exposto acima, percebe-se que existe a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas relacionadas ao efeito da atmosfera modificada aplicada as hortaliças minimamente processadas, objetivando melhorar a qualidade e a vida de prateleira deste tipo de produto, assim como a saúde do consumidor dessa gama de alimentos.

A proposta deste trabalho foi avaliar o uso da tecnologia atmosfera modificada aplicada ao embalagem de radiche minimamente processado, cultivar Folha Larga, submetido a diferentes tratamentos de sanificação e armazenados sob refrigeração, visando a inocuidade do produto final de modo a assegurar ao consumidor o acesso a um alimento seguro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O RADICHE

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Radiche é um nome popular dado ao Almeirão Folha Larga (*Cichorium intybus L.*) e em seu site estão relacionadas todas as espécies de cultivares registradas. No mesmo, encontra-se a seguinte denominação para o radiche: Almeirão, Almeirão-verdadeiro, Chicória-amarga e Radicchio (BRASIL, 2010).

A Tabela 1 apresenta as diferentes denominações das espécies de cultivares de radiche registradas no Ministério da Agricultura, o número e a data de registro de cada cultivar.

Tabela 1: Denominações das espécies de cultivares de radiche registradas no MAPA.

DENOMINAÇÃO	TIPO DE REGISTRO	Nº REGISTRO	DATA DE REGISTRO
Amarelo (radiche)	Cultivar	4718	3/5/2000
Folha Larga – Radiche	Cultivar	5244	21/6/2000
Folhas Amarelas (Radiche Todo Ano)	Cultivar	3612	20/12/1999
Roxa Seleção Camerina (Radicchio)	Cultivar	4145	21/8/2002
Spadona Folhas Verdes (Radiche)	Cultivar	3611	20/12/1999

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2010).

### 2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO *Cichorium intybus L.*

Segundo Barcaccia *et al.* (2003) o gênero *Cichorium* é composto principalmente por duas espécies cultivadas: o *C. Intybus L.*, que é popularmente conhecido como radiche e a *C. endiva L.*, que é popularmente conhecida como alface.



O *Cichorium intybus L.* é uma planta herbácea, de ciclo anual, pertencente à família *Asteraceae* (Compositae) e divisão *Angiospermae*. É originário da Europa, Ásia Ocidental, Egito, América do Norte e Itália (ALIOTTA & POLLIO, 1982). O radiche é também conhecido por chicória-amarga, devido ao seu sabor amargo mais acentuado. A planta é muito semelhante à chicória, diferenciando-se por possuir folhas lanceoladas, mais alongadas e estreitas recobertas por pêlos. Produz melhor sob temperaturas amenas, sendo plantado, geralmente, no outono-inverno e possui ciclo de vida perene (FILGUEIRA, 2000).

Os cultivares conhecidos são pouco numerosos, dentre eles, destaca-se o cultivar Folha Larga (Radiche) que possui grandes folhas de coloração verde mais intensa, não forma cabeça e o cultivar Pão de Açúcar que forma uma cabeça alongada, meio compacta e volumosa e possui folhas verdes-claras. Contrariamente ao que ocorre com a alface e a chicória, o sistema radicular do radiche é do tipo pivotante, sem ramificações laterais e mais profundo (FILGUEIRA, 2000).

Camargo (1992) descreveu como principais cultivares no Brasil: Folha Larga, Branco e o Pão-de-Açúcar. Trani & Passos (1998) incluem também o de folha dentada denominado Catalonha entre os mais cultivados em solo brasileiro.

### 2.3 PRODUÇÃO MUNDIAL DO RADICHE (*Cichorium intybus L.*)

A produção hortícola italiana é caracterizada por possuir relevante número de vegetais. Estes vegetais representam um patrimônio da variabilidade genética e da diversidade de alimentos, combinando sabor desejado com excelentes propriedades nutricionais. Típicos vegetais, extensivamente cultivados no nordeste da Itália, são chamados de “radicchio” (PIMPINI *et al.*, 2003).

Segundo Filgueira (2000) na Itália cerca de 16.000 hectares são plantados com diferentes cultivares de radiche. Atualmente, a produção de *Cichorium intybus L.* aumentou e atinge também a Europa Central e os Estados Unidos (PIMPINI *et al.*, 2003).

## 2.4 PRODUÇÃO DE RADICHE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

O radiche é comercializado através das Centrais de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (CEASA/RS) durante todos os meses do ano. Analisando o histórico da produção anual do radiche no Estado, percebe-se que houve aumento na produção de 12,36% desde o ano de 1998. No ano de 2007, obteve-se a maior produção anual da hortaliça: 200,56 ton. (RIO GRANDE DO SUL, 2010). O histórico da produção anual, em toneladas, do radiche no Rio Grande do Sul desde 1998 está apresentado no ANEXO A.

Segundo dados da CEASA/RS, o preço médio do kilo de radiche no Rio Grande do Sul, desde o ano de 1998 até o ano de 2009, aumentou 354% variando de R\$ 0,83 a R\$ 3,77. No ano de 2009 houve uma comercialização de radiche apontada como média praticamente durante todos os meses (16.900kg), com exceção ao mês de fevereiro que apresentou menor comercialização desta hortaliça (13.387kg) (RIO GRANDE DO SUL, 2010). O histórico do preço médio mensal, em reais, do kilo de radiche no Rio Grande do Sul desde 1998 está apresentado no ANEXO B.

A Figura 1 indica o calendário de comercialização de alguns dos principais hortigranjeiros da CEASA/RS no ano de 2009. Dentre os hortigranjeiros mais comercializados encontra-se o radiche que atingiu neste ano um volume em vendas de aproximadamente 200 toneladas.

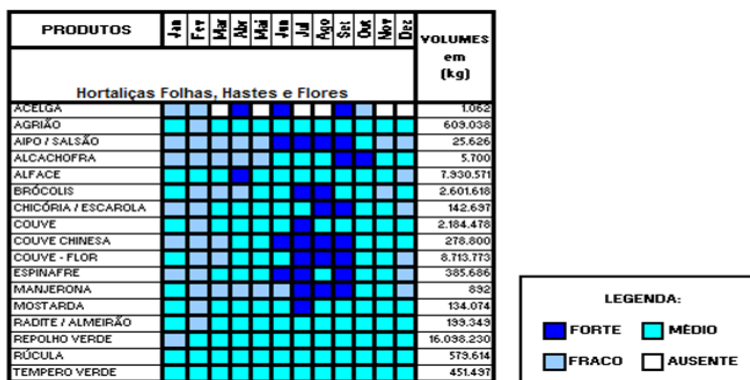


Figura 1: Calendário de comercialização de alguns dos principais hortigranjeiros da CEASA/RS no ano de 2009.

Fonte: CEASA/RS (2010).

Ainda no ano de 2009, dados indicam que radiche foi comercializado em dezenove cidades do Estado do Rio Grande do Sul e foram produzidos 199.338kg da hortaliça. A cidade Viamão (71.809kg) é a principal produtora de radiche no Estado, sendo seguida por Gravataí (59.164kg), Alvorada (24.921kg), Canoas (19.884kg), Porto Alegre (7.952kg), Cachoeirinha (7.765kg) e Portão (4.780kg) (RIO GRANDE DO SUL, 2010). A Tabela 2 apresenta a produção gaúcha de radiche no ano de 2009.

Tabela 2: Produção gaúcha de radiche no ano de 2009.

<b>Cidade</b>	<b>Produção (kg)</b>
Alvorada	24.921
Cachoeirinha	7.765
Canoas	19.884
Capela de Santana	28
Caxias do Sul	558
Feliz	122
Gravataí	59.164
Itati	36
Maquiné	144
Nova Petrópolis	72
Portão	4.780
Porto Alegre	7.952
São Francisco de Paula	90
São Leopoldo	239
São Sebastião do Caí	33
Sapucaia do Sul	389
Terra de Areia	1.334
Venancio Aires	18
Viamão	71.809
<b>TOTAL</b>	<b>199.338</b>

Fonte: Adaptado de RIO GRANDE DO SUL (2010).

Recentemente, a CEASA/RS firmou parceria com 112 produtores de radiche no Estado do Rio Grande do Sul, sendo Viamão o município que possui o maior número de produtores (52), o que é facilmente justificável, por ter sido o maior produtor desta hortaliça em 2009 (RIO GRANDE DO SUL, 2010). A Tabela 3 apresenta o número de produtores de radiche cadastrados na CEASA/RS no ano de 2009.

Tabela 3: Número de produtores de radiche cadastrados na CEASA/RS no ano de 2009.

<b>Cidade</b>	<b>nº de produtores</b>
Alvorada	5
Cachoeirinha	1
Canoas	15
Capela de Santana	1
Gravataí	27
Portão	2
Porto Alegre	8
Presidente Lucena	1
Viamão	52
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>

Fonte: Adaptado de RIO GRANDE DO SUL (2010).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO RADICHE (*Cichorium intybus L.*)

Segundo Willcox (2004) os alimentos oferecem diversas possibilidades de proteção ao organismo contra o desenvolvimento do câncer e outras doenças crônicas. Entre os vários compostos que têm sido considerados responsáveis por tal proteção, podem ser citados os carotenóides, as vitaminas antioxidantes, os compostos fenólicos, os terpenóides, os esteróides, os indoles e as fibras (NISHINO *et al.*, 2002; NISHINO *et al.*, 2005).

O *Cichorium intybus L.* é considerado como relevante fonte nutricional de fitoquímicos desde a antiguidade. Existem muitos fitoquímicos que exercem suas propriedades funcionais de benefícios à saúde, por meio da proteção contra o câncer; esses compostos são considerados, portanto, fitoquímicos que possuem propriedades quimiopreventivas (BAIS & RAVISHANKAR, 2001).

O potencial benéfico à saúde do *C. Intybus* está associado aos componentes fenólicos. De fato, os polifenóis são reconhecidos como fitoquímicos que contribuem na proteção a diferentes tipos de doenças (MANACH *et al.*, 2005). Recentes estudos epidemiológicos relataram os efeitos benéficos à saúde ocasionados pela presença dos

flavonóides como proteção contra o câncer e doenças cardiovasculares (LIU *et al.*, 2000).

Os compostos fenólicos de plantas são enquadrados em diversas categorias, como fenóis simples, ácidos fenólicos (derivados de ácidos benzóicos e cinâmico), cumarinas, flavonóides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas (NACZK & SHAHIDI, 2004).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham papel importante na neutralização ou seqüestro de radicais livres e quelação de metais de transição (CHUN *et al.*, 2005).

A presença dos compostos fenólicos em plantas tem sido muito estudada por estes apresentarem atividade farmacológica e antinutricional e também por inibirem a oxidação lipídica e a proliferação de fungos (NAGEN *et al.*, 1992; GAMACHE *et al.*, 1993; IVANOVA *et al.*, 1997; AZIZ *et al.*, 1998; FERNANDEZ *et al.*, 1998; HOLLMAN & KATAN, 1998), além de participarem de processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma em vários alimentos (PELEG, 1998).

Os ácidos fenólicos são substâncias que caracterizam-se por terem um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, conferindo propriedades antioxidantes tanto para os alimentos como para o organismo, sendo, por isso, indicados para o tratamento e prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças (KERRY & ABBEY, 1997; BRAVO, 1998; CROFT, 1998; FERGUSON & HARRIS, 1999).

Entre os flavonóides, as antocianinas, que também são substâncias com atividade antioxidante, estão presentes somente nos cultivares de folhas vermelhas: Chioggia e Treviso (INNOCENTI *et al.*, 2005). A coloração vermelha é justamente proporcionada pela presença de tais pigmentos (PAPETTI *et al.*, 2002) e estes cultivares se diferenciam dos demais por serem mais resistentes a baixas temperaturas (PIMPINI *et al.*, 2003).

Por sua vez, os carotenóides têm demonstrado forte associação e, em alguns casos, eficácia na proteção orgânica contra a carcinogênese. Contudo, essas associações estão vinculadas aos alimentos como veículo de ingestão, essencialmente,

frutas, legumes e verduras. Além da atividade pró-vitáminica A de alguns carotenóides, tais compostos desempenham outras funções biológicas como fortalecimento do sistema imunológico, diminuição do risco de doenças degenerativas como doenças cardiovasculares, prevenção de degeneração macular e formação de catarata (COLLINS, 2001).

A luteína e a zeaxantina, membros da família das xantofilas, são considerados importantes carotenóides (ALVES-RODRIGUES & SHAO, 2004) e estas substâncias já foram associadas à prevenção da catarata e degeneração macular (HAMMOND, 1996; MALINOW *et al.*, 1980). Estes carotenóides são obtidos através do consumo de vegetais folhosos verdes (MOELLER *et al.*, 2006).

O radiche é considerado um dos vegetais verdes folhosos mais importantes como fonte de luteína e contém 57 µg de luteína/g de vegetal, além de conter β-caroteno (KIMURA & RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

Embora do ponto de vista nutricional, o *Cichorium intybus L.* seja superior à alface (KHATHOUNIAN, 2001) por ser mais calórico e mais rico em proteínas, amido, fibras, cálcio, ferro, fósforo e vitamina A, além de vitaminas C e do complexo B, é uma das hortaliças menos estudadas no Brasil quanto ao comportamento dos cultivares mais comercializados. Não foi encontrado, para as condições brasileiras, pesquisas referente ao radiche na década de noventa (COELHO, 2002).

A clorofila exerce importantes funções além de captar a luz para a fotossíntese. Em frutos e vegetais, a cor compõe um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade pós-colheita, fornecendo informações como grau de amadurecimento e estado de conservação (STREIT *et al.*, 2005).

Os principais fatores que afetam o grau de modificação dos pigmentos são a luz e a temperatura, a qual possui influência na degradação da clorofila. Em muitos tecidos, a perda da clorofila é parte da transição dos cloroplastos, que contêm pigmentos carotenóides amarelos e vermelhos. Na natureza, existem dois tipos predominantes de clorofilas “a” e “b”, que se diferenciam pelas estruturas e são encontradas na proporção de 2,5 a 3,5:1. Estas estruturas são hidrofóbicas, portanto insolúveis em água, e a sua principal função é converter a energia luminosa em energia química, processo que ocorre nos cloroplastos (ESKIN, 1990; STREIT *et al.*, 2005).

## 2.6 APLICAÇÕES DO RADICHE (*Cichorium intybus L.*)

Na medicina popular, o *Cichorium intybus L.* tem sido usado em tratamentos de problemas de pele devido a sua atividade anti-hepatotóxica (AHMED *et al.*, 2003).

As folhas selvagens do radiche são comumente utilizadas na alimentação humana na forma de saladas cruas ou cozidas (FILGUEIRA, 2000). Segundo Alberoni (1998) o radiche, a chicória e a alface são consideradas as folhosas mais consumidas nas refeições em forma de saladas cruas.

As raízes do *Cichorium intybus L.* também podem ser utilizadas na cozinha de diferentes maneiras, em saladas ou refogadas (FABICHAK, 1983). Estas são consideradas como fontes de frutose utilizadas em diferentes ingredientes alimentícios (SPIEGEL *et al.*, 1994). Assim como as folhas, as raízes do radiche são utilizadas nas indústrias de fabricação de inulina, na alimentação de animais como gado, na produção de fibras (FEMENIA *et al.*, 1998) ou na produção de polifenóis naturais antioxidantes (LLORACH *et al.*, 2004).

## 2.7 ACEITAÇÃO DO RADICHE PELO CONSUMIDOR

A modificação nos hábitos alimentares da população brasileira em busca da melhoria na qualidade de vida e longividade tem incentivado a procura por alimentos saudáveis, de excelente qualidade sensorial e garantia de sanidade, aumentando o consumo de hortaliças e frutas frescas (DURIGAN, 2004).

A mudança nos padrões de consumo de alimentos tem ocasionado maior consumo de hortaliças em detrimento dos produtos industrializados (ARRUDA, 2004). As propriedades que tornam tais vegetais apreciados como alimento referem-se à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo (SWANSON *et al.*, 1995).

O apelo por alimentos frescos, com baixas calorias, saudáveis, nutritivos e de alta qualidade é cada vez maior. Os consumidores estão cada vez mais conscientes

sobre a forte relação existente entre a dieta e prevenção de doenças. Agências governamentais e organizações americanas de promoção à saúde recomendam o incremento de consumo de vegetais, frutas e cereais.

O radiche é uma planta de coloração verde clara que apresenta boa resistência ao florescimento e se adapta bem a vários tipos de cortes (FILGUEIRA, 2000), sendo um produto de ótima aceitação no mercado. Caracterizado pelo grande número, tamanho e largura das folhas de textura tenra e macia é muito apreciado devido ao seu ótimo paladar.

Em algumas regiões do Brasil, cresce naturalmente uma variedade de radiche chamada de Almeirão do Mato, muito apreciada por ter sabor menos amargo (BRASIL, 2010).

As variedades Treviso e Verona de folhas vermelhas também possuem ótima aceitação, e desta forma proporcionam uma maior demanda de mercado (PIMPINI *et al.*, 2003).

## 2.8 PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO EM HORTALIÇAS

A manutenção das características sensoriais de hortaliças é um desafio, uma vez que após a colheita, reações químicas e físicas podem ocorrer e podem influenciar na qualidade e aumentar a vulnerabilidade aos microrganismos deteriorantes, diminuindo assim a vida útil do produto (SKURA & POWRIE, 1995).

Quando hortaliças são submetidas a processos que ocasionam a desorganização na estrutura natural, tais como: descascamento, corte, trituração e injúrias diversas, o produto sofre alterações, sendo muitas destas decorrentes de ação enzimática; pois, com o rompimento das células do vegetal as enzimas naturalmente presentes neste entram em contato com diversos substratos que, na presença de oxigênio, desenvolvem no produto coloração escura. Essa reação ocorre de forma rápida e intensa, consistindo na oxidação de compostos fenólicos a ortoquinonas pela ação de uma ou mais enzimas (MATHEW & PARPIA, 1971).



Diversos mecanismos tem sido utilizados para prevenir ou retardar o escurecimento enzimático como a remoção do oxigênio da superfície danificada do vegetal, o abaixamento do pH, o aumento da temperatura, o uso de aditivos, a modificação química dos substratos e a otimização dos parâmetros de processamento (AHVENAINEN, 1996).

As mudanças de pigmentação são muito importantes para a qualidade. As perdas da clorofila em folhosas constituem um fator de grande importância na qualidade dos produtos minimamente processados durante o período em que estão na prateleira. De modo geral, a modificação da cor está associada com o amadurecimento e é considerado um atributo chave juntamente com a textura, para determinar a qualidade comestível das folhosas (STREIT *et al.*, 2005).

A respiração está diretamente associada à conservação das hortaliças, uma vez que afeta os parâmetros de qualidade destas plantas. Este fenômeno requer oxigênio numa razão molar maior proporcional ao gás carbônico liberado. A redução da disponibilidade de oxigênio causa a fermentação e o excesso de gás carbônico pode, em muitos casos, ser altamente prejudicial (FARIA, 1990).

A respiração de frutas e vegetais é utilizada como indicador do nível de alterações catabólicas e da deterioração. Quando o tecido é danificado pelos processos de descascamento e corte, a razão de respiração pode aumentar consideravelmente (SKURA & POWRIE, 1995). A velocidade da respiração está diretamente relacionada com a senescência do vegetal. A redução da velocidade de respiração é obtida principalmente por meio de refrigeração, sendo esta essencial para a conservação dos vegetais minimamente processados (WILEY, 1997).

Além da absorção de O<sub>2</sub> e da eliminação de CO<sub>2</sub>, calor, água, constata-se também no fenômeno respiratório a eliminação de pequena quantidade de etileno, componentes voláteis, terpenos, álcoois, cetonas e aldeídos, que levam à senescência os tecidos vegetais, tornando menor a resistência dos alimentos aos microrganismos (BLEINROTH, 1973).

O etileno pode incrementar a permeabilidade das membranas e ainda reduzir a biosíntese fosfolipídica, o que pode ocasionar o desarranjo das estruturas e da

integridade das membranas celulares. A firmeza e a cor são alguns dos atributos de qualidade que são afetados pela presença do etileno (WATADA *et al.*, 1990).

Durante a comercialização de vegetais minimamente processados, é importante controlar a temperatura de armazenamento, utilizar mecanismos capazes de retardar a perda de umidade, evitar a alteração da composição da atmosfera ao redor do produto, utilizar embalagem apropriada e realizar o controle microbiológico (SCHLIMME & ROONEY, 1994).

A temperatura e umidade adequadas são necessárias para manter a integridade da maioria das hortaliças. Quando altas temperaturas e baixa umidade prevalecem, ocorre rápida transpiração e conseqüente murchamento do vegetal. As reações metabólicas nos produtos íntegros são reduzidas de duas a três vezes para cada 10°C de redução na temperatura. Baixas temperaturas durante o transporte, armazenamento e nos pontos de venda retardam o amadurecimento e outros processos metabólicos, reduzem a deterioração e podem minimizar os efeitos do etileno (BRECHT, 1995).

Diante do exposto, está claro que temperaturas reduzidas retardam a respiração e transpiração de frutas e hortaliças frescas, contudo tais produtos são muito diferentes fisiologicamente e respondem a baixas temperaturas de maneiras variadas. Em geral, os produtos minimamente processados devem ser armazenados sob temperaturas entre 0 e 5°C (BRECHT, 1995).

Umidades elevadas durante o armazenamento, com flutuações na temperatura, devem ser evitadas por causarem condensação de água com formação de gotículas na superfície da embalagem ou produto, o que facilita o crescimento de microrganismos (CHITARRA, 2000), além de depreciar a aparência do produto.

## 2.9 PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO DO RADICHE

O radiche, como a maioria das hortaliças folhosas, se deteriora rapidamente, murchando e amarelecendo após a colheita. Por esta razão recomenda-se a compra da hortaliça fresca em quantidades suficientes para o consumo imediato. O radiche

mantem-se em bom estado de conservação quando acondicionado por até três dias sob resfriamento. Quando exposto a temperaturas e condição ambiente a sua durabilidade será menor que um dia (BRASIL, 2010).

As folhas de radiche devem ser manuseadas com cuidado, evitando amassamentos ou rasgos que comprometam a sua integridade. As folhas destas hortaliças quando bem conservadas devem estar verdes, firmes, sem sinais de murchamento e sem pontos escuros (BRASIL, 2010).

## 2.10 PRODUTOS E HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADOS - CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

Os vegetais minimamente processados, ou as saladas prontas para consumo, possuem crescente aceitação dos consumidores, particularmente nos grandes centros urbanos, por atenderem adequadamente aos requisitos contemporâneos de saudabilidade, praticidade e segurança.

Vegetais frescos, pré-preparados, se tornam cada vez mais populares como itens de conveniência, face à praticidade decorrente do pré-preparo, pois são comercializados lavados, descascados, cortados e empacotados. O mercado se torna cada vez mais exigente, necessitando de formas de comercialização mais convenientes aos consumidores, ou seja, formas que aperfeiçoem o processo produtivo, facilitem o manuseio e mantenham a qualidade final (SKURA & POWRIE, 1995).

A demanda por hortaliças minimamente processadas tem evoluído rapidamente (ARRUDA, 2004). O processamento mínimo objetiva suprir as necessidades dos consumidores disponibilizando produtos frescos, limpos, convenientes, preparados e adequados para o consumo em menor tempo (CANTWELL & SUSLOW, 2002). Conseqüentemente ocorre à agregação de valor aos produtos, maior aproveitamento da produção, redução das perdas pós-colheita e maior eficiência no manejo de resíduos (MATTIUZ *et al.*, 2004).

A obtenção dos vegetais minimamente processados envolve operações de seleção e classificação de matéria prima, pré-lavagem, corte, sanificação, enxágue, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização (MORETTI, 2004).

Assim como todos os vegetais frescos, os minimamente processados são boas fontes de vitaminas, minerais e fibras, compostos indispensáveis para a manutenção da saúde. Estes vegetais auxiliam a complementar o suprimento das necessidades nutricionais destas substâncias (FREIRE, 1999).

Contudo, alimentos minimamente processados são extremamente perecíveis e necessitam de cuidados especiais e adoção de estratégias para o prolongamento de sua vida de prateleira (PARK & LEE, 1998). Alguns procedimentos clássicos utilizados para preservar e prolongar a vida de prateleira destes alimentos são: o uso da atmosfera modificada ativa ou passiva, a preservação química e a refrigeração (REYES, 1996).

Os vegetais minimamente processados não podem sofrer qualquer tipo de tratamento térmico, pois são constituídos por tecidos vivos, que continuam apresentando o mecanismo de respiração (ROLLE & CHISM, 1987).

O metabolismo dos vegetais, quando ocorre o processamento mínimo, torna-se mais intenso do que o dos vegetais "in natura", devido à etapa de redução e corte em pedaços. Neste caso, a taxa de respiração aumenta consideravelmente, além disso, a maior exposição do conteúdo celular devido ao corte promove o aumento da suscetibilidade à oxidação enzimática e à contaminação microbiológica (WILEY, 1997).

A grande manipulação dos produtos provê maior oportunidade à contaminação por microrganismos patogênicos (BRACKETT, 1987). Microrganismos patogênicos podem ocorrer em produtos minimamente processados como consequência da má higiene durante o processamento ou sanificação inadequada. Hurst (1995) cita *S. Aureus*, *S. Sarnei*, *L. monocytogenes*, *E. Coli* e *Salmonella sp.*, como os principais patógenos envolvidos em surtos relacionados à ingestão de vegetais minimamente processados.

A Resolução RDC nº 12, de 2 de Janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos, não existindo padrões específicos para hortaliças minimamente processados. Estas podem

ser inseridas no grupo de alimentos designados como: "frutas frescas, "in natura", preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto", cuja tolerância máxima para amostra indicativa é de  $5 \times 10^2$  NMP.g<sup>-1</sup> ou UFC.g<sup>-1</sup> de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp em 25g.

Assim, o processamento deve ser realizado de forma adequada e no menor período de tempo possível, para que as alterações químicas e microbiológicas sejam minimizadas.

## 2.11 SANIFICAÇÃO APLICADA A HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS

A sanificação é uma etapa fundamental no processo de higienização na indústria de alimentos, já que o objetivo é comercializar produtos em boas condições higiênico-sanitárias (SOUZA *et al.*, 2004).

O uso de sanificantes visa reduzir, até níveis seguros, os microrganismos alteradores de alimentos e eliminar patógenos das superfícies de equipamentos e utensílios que entram em contato com os mesmos. Desta forma, contribuem para a melhoria da qualidade microbiológica com aumento da vida de prateleira dos alimentos. Também são os responsáveis pela qualidade higiênico-sanitária evitando possíveis riscos à saúde do consumidor (ANDRADE, 1996).

A escolha e a aplicação adequada do sanificante químico em hortaliças minimamente processadas são fundamentais para a indústria de alimentos. Estes sanificantes variam em sua habilidade de destruir os microrganismos. Sua efetividade depende das características físico-químicas da hortaliça, do tipo de microrganismo alvo, do tempo de contato e da concentração da solução. Alguns sanificantes são apropriados para o uso em lavagem direta das superfícies dos alimentos inteiros ou processados, outros somente para processos de lavagem com água em equipamentos, recipientes ou aparelhos (ELPHICK, 1998; SAPERS & SIMMONS, 1998).

A ação dos sanificantes sobre os esporos bacterianos é desejável, pois sabe-se que eles podem sobreviver às diversas etapas do processamento dos alimentos e contaminar as superfícies. Os sanificantes eliminam as células vegetativas dos microrganismos através da alteração da permeabilidade das membranas, da inibição de sistemas enzimáticos essenciais à célula, da destruição da estrutura protéica da parede celular e da oxidação de componentes celulares (ANDRADE, 1996).

Encontra-se disponível para a sanificação de vegetais grande número de marcas comerciais de compostos à base de cloro, porém sanificantes alternativos como o peróxido de hidrogênio têm sido sugeridos.

## 2.12 ACEITAÇÃO DE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS PELO CONSUMIDOR

O ritmo de vida atual obriga as pessoas a destinarem cada vez menor tempo às atividades de refeição, pelo qual o processamento mínimo de vegetais surge como resposta tecnológica a esta nova necessidade do consumidor (SAAVEDRA, 2004).

A produção de vegetais minimamente processados tem como objetivo entregar ao consumidor um produto fresco, com maior vida útil, garantindo, ao mesmo tempo, a segurança alimentar e a manutenção da qualidade do produto (FREIRE, 1999). Além disso, os vegetais minimamente processados são produtos que detêm atributos de conveniência, não requerendo qualquer preparação posterior significativa por parte do consumidor, em termos de seleção, limpeza, lavagem ou corte (JUNQUEIRA, 2000).

A qualidade sensorial atribuída aos produtos minimamente processados se refere, dentre outros aspectos, à aparência e cor aceitáveis e atrativas, que despertem a atenção do consumidor e promova a venda do produto (SANTOS & VALLE, 2005).

Um produto alimentício que atende as exigências do mercado consumidor apresenta-se em conformidade com suas características originais, preservando sua coloração, sabor, aroma e textura, além da segurança desejada representada pela inocuidade garantida pelos corretos passos adotados durante a cadeia produtiva.

## 2.13 ATMOSFERA MODIFICADA

A atmosfera modificada é comercialmente utilizada para inibir o crescimento de microrganismos e estender a vida útil de produtos vegetais (PIROVANI, 1998).

Cada produto alimentício apresenta uma “atmosfera de acondicionamento ótima” diferenciada e a mesma está diretamente relacionada com a temperatura e o período de estocagem do alimento (DAREZZO, 2000).

A atmosfera modificada pode ser classificada como passiva, quando as embalagens são seladas e preenchidas com ar, ou como ativa, quando uma mistura definida de gases é injetada na embalagem. Esta mistura gasosa é tipicamente formada por oxigênio reduzido e dióxido de carbono aumentado. A magnitude do incremento de CO<sub>2</sub> e da redução de O<sub>2</sub> depende da permeabilidade a gases do filme utilizado na embalagem, sendo que, somente a combinação de filmes poliméricos com microperfurações poderá promover fluxos adequados para a difusão de gases através da membrana da embalagem para produtos com altas razões de respiração, como é o caso de alguns vegetais minimamente processados (EXAMA *et al.*, 1993).

Níveis de CO<sub>2</sub> acima do limite de tolerância podem causar injúria e níveis de O<sub>2</sub> abaixo do limite de tolerância podem induzir à respiração anaeróbica com conseqüente alteração do aroma e do sabor, devido ao acúmulo de acetaldeído e etanol (ZAGORY & KADER, 1998).

Atmosferas modificadas com 2 a 8% de O<sub>2</sub> e 5 a 15% de CO<sub>2</sub> possuem potencial para expandir a vida útil e viabilizar a comercialização de hortaliças, porém para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza a sua durabilidade (CANTWELL & SUSLOW, 2002).

O sistema de embalagem, segundo Manzano *et al.* (1995), tem influência fundamental na atividade metabólica dos produtos vegetais. Por isso, a escolha das concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, o tipo de filme e a temperatura de estocagem são importantes. O nível do gás nas embalagens sob atmosfera modificada geralmente está em função da permeabilidade do filme escolhido, do comportamento respiratório e das mudanças nas características do produto (ROSA, 2002).

O processo de embalagem em atmosfera modificada (AM) utiliza filmes plásticos com características especiais de permeabilidade ao oxigênio e ao gás carbônico, bem como permeabilidade ao vapor da água, para evitar a desidratação ou acúmulo de água de condensação dentro da embalagem, com conseqüente crescimento microbiano (FARIA, 1990).

Segundo Kader *et al.* (1989) o polipropileno mono-orientado é amplamente utilizado nas embalagens de vegetais minimamente processados.

Nas situações em que a atmosfera modificada está associada à refrigeração, há considerável redução do crescimento microbiano e as mudanças químicas e fisiológicas indesejáveis pelo consumidor podem ser retardadas (PIROVANI, 1998).

O controle da respiração incluindo a modificação da atmosfera circundante é recomendado como forma de inibir o crescimento microbiano (SKURA & POWRIE, 1995).

O alcance do equilíbrio da atmosfera modificada (ativa ou passiva) irá depender da taxa respiratória intrínseca do produto, mas também será grandemente influenciado por várias características externas, como temperatura, filme da embalagem, umidade relativa, peso de enchimento, volume do pacote, área da superfície do filme e grau de iluminação (PIROVANI, 1998). Estas características necessitam ser otimizadas para cada produto, a fim de que os benefícios da atmosfera modificada sejam alcançados.



### 3 OBJETIVOS

Considerando que o Rio Grande do Sul é o principal produtor de radiche do país, tratando-se de uma cultura tipicamente local, e que devido à existência no mercado de produto “in natura”, torna-se importante à mobilização dos produtores em busca de novas formas de comercialização do vegetal. Neste contexto, tal trabalho tem como seguintes objetivos:

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Introduzir uma nova tecnologia para avaliar a qualidade de radiche minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração, visando a inocuidade do produto final de modo a assegurar o acesso de um alimento seguro.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a tecnologia de processamento mínimo de radiche embalado sob atmosfera modificada.
- Avaliar o efeito dos sanitizantes peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio na inocuidade de radiche minimamente processados.
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas em radiche minimamente processados durante o armazenamento sob atmosfera modificada.
- Elaborar uma cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) para atender a ausência de legislação específica aplicada aos vegetais minimamente processados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL E PREPARO DAS AMOSTRAS

Este trabalho foi realizado em parceria com um produtor cadastrado na Central de Abastecimento do Rio Grande do Sul. As amostras de radiche (*Cichorium intybus* L.), cultivar Folha Larga, procedentes da cidade de Portão foram obtidas da Central de Abastecimento do Rio Grande do Sul localizada na cidade de Porto Alegre entre os meses de Julho a Outubro de 2010.

As folhas foram pré-selecionadas considerando-se a ausência de injúrias visuais e infecções, bem como a uniformidade de tamanho e de cor.

No laboratório do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos os equipamentos utilizados no processamento foram sanitizados para diminuir possíveis contaminações. As bancadas e os equipamentos como balança, foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 1000 mg.L<sup>-1</sup>. Os demais equipamentos como facas e bandejas foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 150 mg.L<sup>-1</sup>. Esta baixa concentração de hipoclorito de sódio foi utilizada para evitar que o produto minimamente processado adquirisse o gosto da solução.

A manipulação do radiche foi realizada utilizando proteção adequada (luvas, guardapó e touca descartável). Foi realizado o processamento mínimo, no qual o material selecionado foi submetido à lavagem com água corrente e resfriado por imersão em água fria (5°C) para remoção do calor vital. O produto pré-resfriado foi imerso em solução de hipoclorito de sódio (150 mg.L<sup>-1</sup>) ou peróxido de hidrogênio (4%) por 5 minutos para desinfecção superficial. Posteriormente, as folhas foram centrifugadas para retirada do excesso de água.

Após a etapa de higienização, as folhas foram armazenadas em embalagens de nylon-poli multicamadas sob atmosfera modificada de 2% de oxigênio, 5% de dióxido de carbono e 93% de nitrogênio. O acondicionamento das amostras em atmosfera modificada foi realizado através da embaladora Fastvac F200 Flash. As embalagens

continham em média 50g de radiche e foram mantidas a temperatura de  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 10 dias, em câmara de germinação Tecnal modelo TE- 401 dotada de controle de foto período para 12 horas de iluminação e 12 horas no escuro, com o intuito de simular o tipo armazenamento utilizado no comércio local para produtos minimamente processados.

## 4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O intervalo de amostragem utilizado para a realização das análises físico-químicas foi de 3, 5, 7 e 10 dias de armazenamento sob as condições pré-estabelecidas por este trabalho e acima descritas. As amostras foram retiradas do armazenamento e analisadas nos respectivos dias. Uma amostra controle sem tratamento também foi analisada em todos os ensaios físico-químicos propostos.

### 4.2.1 pH

As folhas foram trituradas em homogeneizador de tecidos, Ultra Turrax modelo IKA T25 digital, na proporção 1:5 (folha: água) e filtradas em papel filtro Whatman para as avaliações de pH segundo metodologia da AOAC (1992). As medidas foram realizadas em pHmetro de bancada da marca QUIMIS.

### 4.2.2 Sólidos solúveis

As folhas foram trituradas em homogeneizador de tecidos, Ultra Turrax modelo IKA T25 digital, na proporção 1:5 (folha: água) e filtradas em papel filtro Whatman para

as avaliações de sólidos solúveis segundo metodologia da AOAC (1992). As medidas foram realizadas em refratômetro digital modelo ATAGO Pocket PAL-3.

#### 4.2.3 Acidez total titulável

As folhas foram trituradas em homogeneizador de tecidos, Ultra Turrax modelo IKA T25 digital, na proporção 1:5 (folha: água) e filtradas em papel filtro Whatman para as avaliações de acidez total titulável segundo metodologia da AOAC (1992).

#### 4.2.4 Perda de massa fresca

As folhas de radiche minimamente processadas foram pesadas com o intuito de se quantificar a evolução da perda de massa fresca. Para tanto, foi utilizada uma Balança Semi-Analítica da marca Shimadzu, modelo AY220. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem.

#### 4.2.5 Clorofila total

A clorofila total foi determinada, após desintegração das folhas, em um homogeneizador de tecidos, Ultra Turrax modelo IKA T25 digital, conforme recomendação de Bruinsma (1963), utilizando-se 1 grama do material contendo 50 mL de acetona p.a. e realizando-se extrações sucessivas até completa descoloração da amostra. Após a filtração, o volume do extrato foi completado para 200 mL e a leitura da

absorbância foi efetuada em espectrofotômetro, modelo Ultrospec 3100 pro, no comprimento de onda de 652 nm. Os níveis de clorofila foram determinados em miligrama por 100 gramas de folhas (ENGEL & POGGIANI, 1991).

Os cálculos de mg de clorofila por grama de peso fresco de tecido foliar basearam-se na Equação (1), apresentada a seguir (WHITHAM *et al.*, 1971):

$$clorofila\_total = \frac{A_{652} \times 1000 \times (V \div 1000W)}{34,5} \quad (1)$$

Onde:

A= absorbância no comprimento de onda indicado.

V= volume final do extrato clorofila-acetona.

W= matéria fresca em gramas do material vegetal utilizado.

#### 4.2.6 Cor

As medidas de cor foram realizadas em Colorímetro Portátil modelo CR-400. Os valores obtidos no sistema CIELAB, de L\* (luminosidade), e as coordenadas de cor a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) obtidos pelo colorímetro foram correlacionados com o teor de clorofila total encontrado para as amostras de radiche minimamente processadas embaladas sob atmosfera modificada nos diferentes intervalos do tratamento.

### 4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas realizadas neste trabalho foram: contagem padrão de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C; contagem padrão de microrganismos mesófilos, bolores e leveduras segundo métodos propostos pela Instrução Normativa nº 62, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003). Parte das amostras avaliadas foram sanificadas com solução de hipoclorito de sódio ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e as demais com solução de peróxido de hidrogênio (4%), com o objetivo de comparar a eficiência destes dois sanificantes aplicados ao radiche embalado sob atmosfera modificada. As amostras foram analisadas no quinto e no décimo dia, com o intuito de avaliar as características microbiológicas do produto embalado na metade e no fim dos tratamentos propostos. Uma amostra controle sem tratamento, apenas lavada em água corrente, também foi analisada para os ensaios microbiológicos.

#### 4.3.1 Preparo das amostras

Amostras contendo 25g de radiche, coletadas assepticamente, foram homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v). Posteriormente foram realizadas diluições seriadas decimais em tubos contendo água peptonada 0,1% (p/v). Destas diluições foram inoculados 0,1 mL em placas de ágar batata dextrosado (BDA) e em placas de ágar para contagem padrão (PCA) para a realização das análises de bolores e leveduras e de microrganismos mesófilos respectivamente. Para a análise de coliformes a 35°C e a 45°C, destas diluições foram inoculados 1 mL em placas de ágar cristal violeta vermelho neutro bile (VRBA).

#### 4.3.2 Quantificação de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C

A prova presuntiva aplicada a estas análises foi realizada através da inoculação de 1 mL das respectivas diluições em ágar VRBA, classificado como meio seletivo para este tipo de microrganismo.

As placas foram incubadas a 37°C, por 48 horas para a quantificação de coliformes a 35°C. A prova confirmativa para coliformes totais foi realizada através da inoculação das colônias suspeitas em tubos de ensaio contendo caldo verde brilhante bile 2% de lactose. Os tubos foram incubados a 37°C, por 48 horas. A presença do microrganismo foi confirmada através da formação de gás no interior do tubo de Durham. Os resultados das análises foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de radiche (UFC/g).

Para a quantificação de coliformes a 45°C, as placas foram incubadas a 43°C por 48 horas. A prova confirmativa para coliformes totais foi realizada através da inoculação das colônias suspeitas em tubos de ensaio contendo caldo EC. Os tubos foram incubados a 43°C, por 48 horas. A presença do microrganismo foi confirmada através da formação de gás no interior do tubo de Durham. Os resultados das análises foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de radiche (UFC/g).

#### 4.3.3 Contagem padrão de microrganismos mesófilos

Os microrganismos aeróbios mesófilos foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, utilizando o meio Ágar para Contagem Padrão (PCA). As placas foram incubadas a 37°C, por 48 horas. Os resultados das análises foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de radiche (UFC/g).

#### 4.3.4 Bolores e leveduras

Os bolores e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, utilizando o meio Ágar Batata Dextrosado (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%. As placas foram incubadas a 30°C por cinco dias. Os resultados das análises foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de radiche (UFC/g).

#### 4.4 ELABORAÇÃO DE CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Com base nos resultados obtidos das análises físico-químicas e microbiológicas, nas prováveis falhas do processamento aplicado e nas possíveis melhorias propostas ao processamento mínimo realizado, uma cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) foi elaborada.

#### 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados das avaliações físico-químicas e microbiológicas foram submetidos à análise estatística de ANOVA e ao teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, através do programa Statistica 7.0.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

#### 5.1.1 pH

Os valores de pH encontrados para o radiche neste experimento variaram de aproximadamente 6,17 a 6,25 (Figura 2). Posteriormente a realização da análise estatística concluiu-se que o tempo de armazenamento não promoveu alterações significativas sobre o pH.

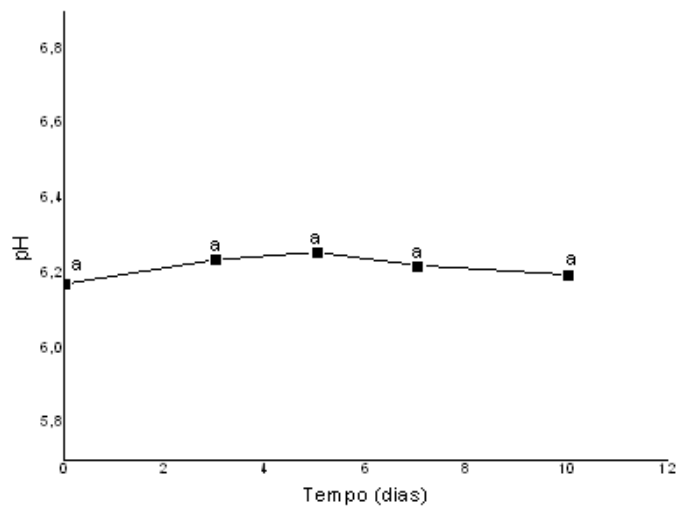


Figura 2: pH em radiche, cv. Folha Larga, processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os vegetais minimamente processados possuem, em geral, pH variável entre 5,8-6,5. Ahvenainen (1996) observou que a diminuição desta variável pode acarretar desordens fisiológicas e degradação de membranas.

Pilon *et al.* (2006) estudaram o *shelf-life* da cenoura e da pimenta verde minimamente processadas e armazenadas durante 21 dias. Os autores encontraram valores de pH que variaram de 6,20 a 6,50 para a cenoura e de 5,40 a 6,30 para a pimenta verde.

Rinaldi *et al.* (2009) pesquisaram a estabilidade do repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem e encontraram valores de pH que oscilaram entre 5,44 e 6,52, durante os 16 dias de armazenamento.

Bolin & Huxsoll (1991) analisaram o comportamento da alface cv. Iceberg minimamente processada e armazenada em sacos plásticos a 2°C e obtiveram pH de 6,03 para esta hortaliça. Souza (2004) estudou a alface cv. Vera minimamente processada e encontrou valores de pH entre 5,86 e 6,50.

Os valores de pH apresentados pelos autores anteriormente citados estão próximos aos estimados neste experimento, sendo que nos trabalhos citados o pH sofreu alterações significativas durante o armazenamento.

### 5.1.2 Sólidos solúveis

Os valores de sólidos solúveis estimados para o radiche durante os 10 dias de armazenamento variaram de 0,5 a 0,6°Brix (Figura 3).

O fator tempo de armazenamento promoveu alteração estatística significativa sobre a variável analisada apenas nas amostras com 7 dias de embalagem e armazenamento sob atmosfera modificada (0,6°Brix). Este resultado pode ser associado ao processo respiratório pós-colheita do radiche. Durante o armazenamento existiu o consumo de oxigênio e a liberação de gás carbônico através da utilização de glicose. No período pós-colheita, a hortaliça consumiu glicose (sólidos solúveis) para realizar a respiração, visto que o mecanismo de fotossíntese não é mais realizado pela mesma. A atmosfera modificada visou reduzir a respiração e evitar a redução de sólidos solúveis. Os resultados foram efetivos, contudo podem ter ocorrido alterações celulares com liberação de sólidos solúveis durante o sétimo dia. Posteriormente, estes foram

utilizados no processo respiratório e por isso o valor desta variável decresceu novamente.

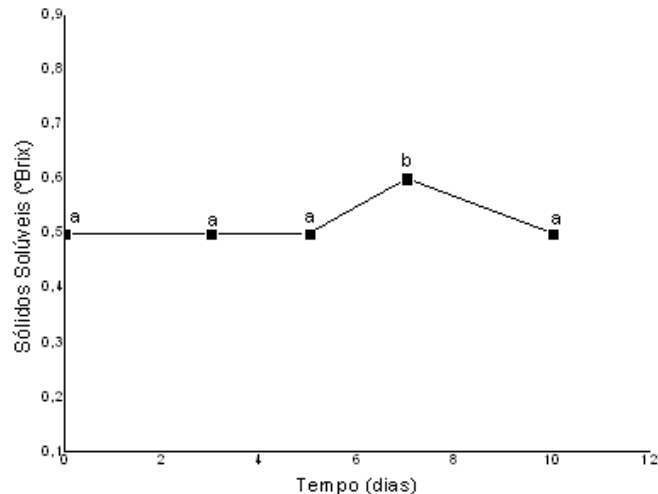


Figura 3: Sólidos solúveis em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Rinaldi *et al.* (2009) analisaram a estabilidade do repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem e encontraram valores de sólidos solúveis que variaram de 3,25 a 4,25°Brix durante os 16 dias de armazenamento.

Nunes *et al.* (2009) pesquisaram a mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada sob atmosfera modificada e estimaram o valor de 4,04°Brix para sólidos solúveis presentes neste vegetal.

Os sólidos solúveis da alface cv. Vera minimamente processada e armazenada durante 8 dias foram analisados por Souza (2004) que encontrou o valor de 3,29°Brix para este parâmetro. Souza (2005) estudou a alface americana cv. Raider minimamente processada e estimou o valor 2,50°Brix.

Os valores de sólidos solúveis apresentados pelos autores anteriormente citados são diferentes do encontrado neste trabalho, provavelmente, devido aos diferentes gêneros dos vegetais analisados e às condições aplicadas durante a pré e pós-colheita das amostras.

### 5.1.3 Acidez total titulável

Para a acidez total titulável os valores encontrados variaram aproximadamente de 0,405 a 0,435% (Figura 4).

Esta variável aumentou durante período de armazenamento da hortaliça sob a atmosfera modificada proposta. Até o sétimo dia de experimento, o tempo de armazenamento não promoveu alteração estatística significativa sobre a acidez. Porém, a amostra do décimo dia (0,435%) apresentou diferença significativa quando comparada com as amostras do início do experimento (0,405%), do terceiro dia (0,409%) e do quinto dia (0,412%).

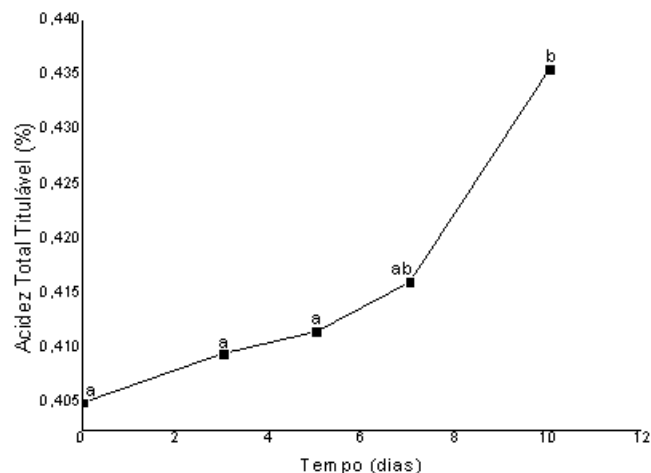


Figura 4: Acidez total titulável em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nunes *et al.* (2009) pesquisaram a mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada sob atmosfera modificada por 15 dias e detectaram o valor médio de 0,13% para a acidez total titulável. Os valores encontrados se mantiveram praticamente constantes e não foi observada diferença significativa entre as amostras avaliadas. Este resultado não concorda com o encontrado neste trabalho,

provavelmente, devido aos diferentes gêneros dos vegetais analisados e às condições aplicadas durante a pré e pós-colheita das amostras.

Bolin & Huxsoll (1991) analisaram o comportamento da alface cv. Iceberg minimamente processada e armazenada durante 21 dias. Os autores concluíram que a acidez avaliada nas saladas de alface cortadas possuíam valores médios próximos a 0,50%. A acidez se manteve praticamente estável e não foi detectada diferença significativa entre as amostras durante o período de armazenamento.

Souza (2005) estudou a alface americana cv. Raider minimamente processada e armazenada durante 8 dias e estimou valores médios para a acidez total titulável em torno de 0,64%. Esta variável se comportou de forma estável e não foram constatadas alterações estatísticas entre as amostras avaliadas durante o experimento.

Os valores de acidez apresentados pelos autores anteriormente citados estão próximos aos valores encontrados para esta variável durante este experimento, porém discordam do ponto de vista estatístico durante o armazenamento.

#### 5.1.4 Perda de massa fresca

Os valores de perda de massa fresca do radiche variaram de aproximadamente 1,7 a 7,2% (Figura 5).

Esta variável aumentou durante período de armazenamento da hortaliça sob a atmosfera modificada. Não foi verificada diferença estatística significativa em relação à perda de massa fresca, promovida pelo tempo de armazenamento até o sétimo dia (4,9%) de tratamento. Porém, a amostra do décimo dia (7,2%) apresentou diferença estatística significativa quando comparada com as demais amostras do experimento.

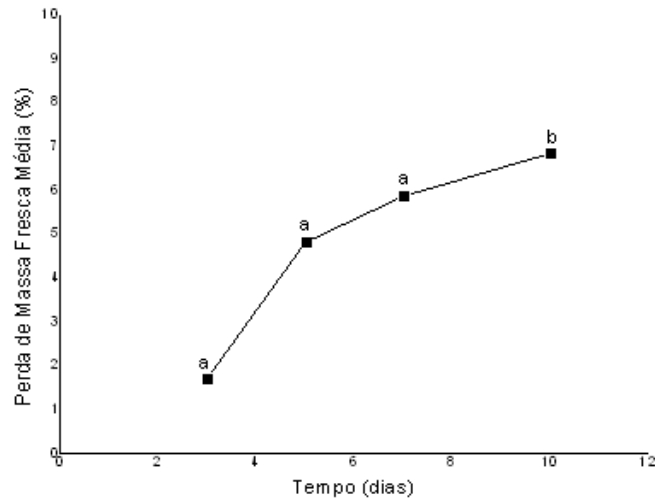


Figura 5: Perda de massa fresca em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Moraes *et al.* (2008) analisaram as características físicas e químicas de morango minimamente processado e conservado sobre refrigeração e atmosfera controlada e detectaram que as amostras obtiveram perda de massa fresca significativa ao longo do armazenamento e que a  $5^{\circ}\text{C}$  as amostras do sétimo dia perderam 6,6% de massa fresca.

Kluge *et al.* (2006) estudaram o armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de cortes e observaram baixa perda de massa fresca durante o armazenamento, não havendo diferença significativa entre os tratamentos aplicados.

Os resultados expostos anteriormente em relação à perda de massa fresca indicam que vegetais minimamente processados tendem a perder massa fresca, mesmo quando armazenados sob refrigeração e concordam com o presente trabalho.

Rinaldi *et al.* (2009) pesquisaram a estabilidade do repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem e não detectaram redução significativa na perda de massa fresca das amostras. A percentagem desta variável atingiu o valor máximo de 0,46% durante 16 dias de armazenamento, não sendo considerado significativo estatisticamente. Este resultado difere do encontrado neste

trabalho, principalmente devido às condições aplicadas durante a pré e pós-colheita das amostras, indicando que para cada gênero vegetal investigado, torna-se importante a determinação de seu comportamento fisiológico.

### 5.1.5 Clorofila total

Os valores encontrados para a clorofila total nas amostras de radiche variaram entre 1,068 e 0,854 mg/100g (Figura 6).

Durante o período de armazenamento, observou-se decréscimo da clorofila total. Este resultado está de acordo com vários estudos realizados com vegetais folhosos minimamente processados. Pode-se perceber que até o sétimo dia (0,871mg/100g) o tempo de armazenamento promoveu alterações estatisticamente significativas sobre a clorofila total avaliada nas amostras de radiche. Porém, não houve diferença significativa entre os valores de clorofila total, determinados no sétimo (0,871mg/100g) e no décimo (0,854mg/100g) dia de experimento. A degradação da clorofila foi estimada em aproximadamente 20% durante os 10 dias de armazenamento.

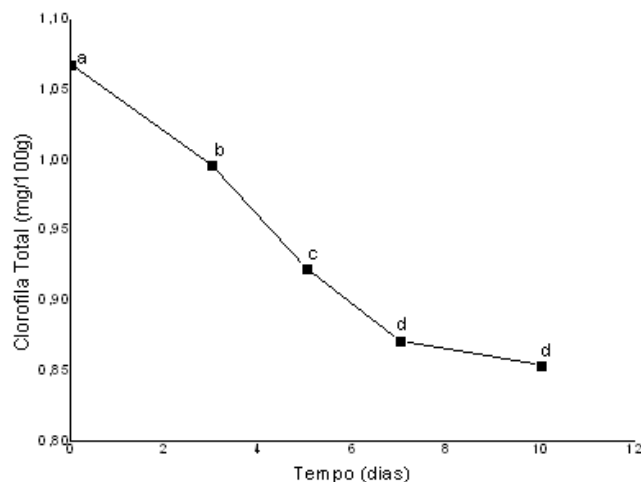


Figura 6: Clorofila total em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As vias de degradação da clorofila diferem entre as espécies das plantas sendo ainda desconhecido o papel do etileno na ativação de outras vias de degradação (WATADA *et al.*, 1990). Segundo Freire Jr. (1999) a perda da clorofila constitui um bom indicador da condição fisiológica do órgão verde.

Souza (2005) analisou o comportamento da alface americana cv. Raider minimamente processada e encontrou valores para a clorofila total que variaram entre 1,439 e 0,834mg/100g. Durante o período de armazenamento, observou-se decréscimo da clorofila total e degradação de aproximadamente 42% da mesma. Silva *et al.* (2007) estudaram os métodos de determinação da clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. Através da espectrofotometria, os valores iniciais de clorofila total encontrados para a alface e a cebolinha foram respectivamente 1,3mg/100g e 1,65mg/100g. Ao final do experimento, no sétimo dia, os valores desta variável foram estimados em 1,0mg/100g e 1,5mg/100g respectivamente. Observou-se decréscimo da clorofila total e degradações de aproximadamente 23% para o alface e de 9% para a cebolinha.

Os valores de clorofila total apresentados pelos autores anteriormente citados estão próximos aos valores encontrados para esta variável durante este experimento. O radiche apresentou baixa deterioração da clorofila, quando comparado com os demais estudos analisados, porém a cebolinha obteve uma degradação ainda menor.

#### 5.1.6 Cor

Os valores encontrados para  $L^*$  (luminosidade) variaram entre 52,75 e 59,15 (Figura 7). Este parâmetro indica a claridade, ou seja, maiores valores aplicados a esta variável refletem em uma amostra de coloração mais clara e, por sua vez, a manutenção de tal parâmetro indica melhor conservação da cor do vegetal analisado, sem degradação do pigmento ou clorofila.



A variável  $L^*$  (luminosidade) aumentou durante o período de armazenamento das amostras, indicando que as folhas de radiche, ao final do tratamento, apresentaram coloração mais clara que a inicial. O tempo de armazenamento promoveu diferença estatística significativa entre o controle (52,75) e os demais ensaios.

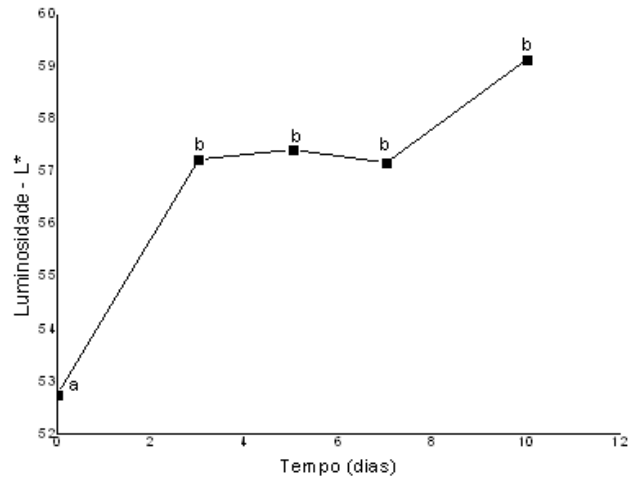


Figura 7: Luminosidade ( $L^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a análise de clorofila total, pode-se perceber que houve decréscimo significativo desta variável até o sétimo dia de armazenamento. Este resultado demonstrou a diminuição da clorofila nas folhas de radiche, implicando em coloração mais clara às amostras no final do experimento, e no consequente aumento da luminosidade das mesmas.

Nunes *et al.* (2009) estudaram a mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada durante 28 dias sob atmosfera modificada e obtiveram o valor  $L^*$  médio de 80,3. O valor da luminosidade aumentou durante o período de armazenamento, com isto, os pedaços de mandioquinha-salsa apresentaram coloração mais clara quando comparados com a amostra inicial. Este resultado concorda com o presente trabalho, indicando que após a colheita e o processamento mínimo, os pigmentos armazenados durante o desenvolvimento da planta são degradados, implicando na luminosidade e no clareamento, mesmo quando armazenados sob atmosfera modificada.

Os valores encontrados para a coordenada cromática  $a^*$  variaram entre - 23,53 e -21,80 (Figura 8). Este parâmetro está fortemente relacionado com a componente vermelho-verde do diagrama de cromaticidade, ou seja, valores positivos aplicados a esta variável refletem em uma amostra de coloração avermelhada e, por sua vez, valores negativos indicam uma amostra de coloração esverdeada. Os resultados negativos encontrados para esta coordenada estão de acordo, como esperado nesta análise para a hortaliça avaliada.

A variável  $a^*$  apresentou pequenas variações durante os dez dias de armazenamento das amostras, porém as mesmas não foram consideradas estatisticamente significativas em relação ao fator tempo de armazenamento. Desta forma, mesmo com o aumento da luminosidade, refletindo em uma amostra mais clara, não tem-se um deslocamento da coordenada para a coloração avermelhada.

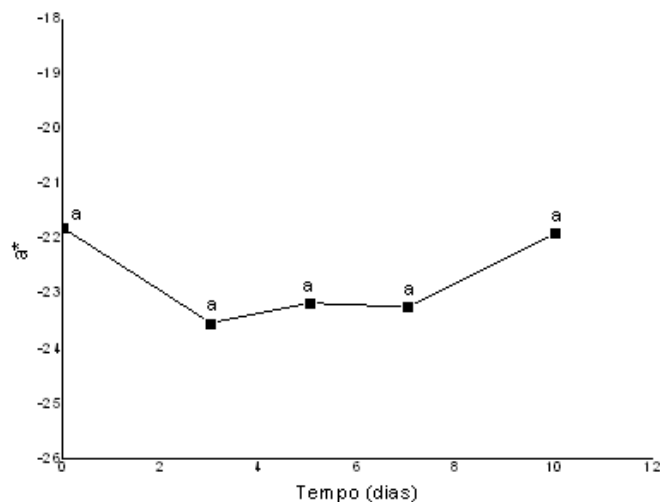


Figura 8: Componente vermelho-verde ( $a^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores encontrados para a coordenada cromática  $b^*$  variaram entre 35,02 e 45,58 (Figura 9). Este parâmetro está fortemente relacionado com a componente amarelo-azul do diagrama de cromaticidade, ou seja, valores positivos aplicados a esta variável refletem em uma amostra de coloração amarelada e, por sua vez, valores

negativos indicam uma amostra de coloração azulada. Os resultados positivos encontrados para esta coordenada estão de acordo, como esperado nesta análise para a hortaliça avaliada, já que o amarelamento das folhas de radiche pode ocorrer quando é observada a deterioração deste vegetal.

Durante a maturação, há degradação da clorofila e, concomitantemente, aparecimento de carotenóides, antes mascarados pela presença da clorofila. Essas mudanças bioquímicas são um dos parâmetros indicadores da senescência dos vegetais. Tais alterações iniciam-se após a colheita, passando de verde intenso a amarelo, mas podem ser minimizadas através do uso de embalagens adequadas, atmosfera modificada e armazenamento sob refrigeração.

Nos dez dias de armazenamento das amostras, a variável  $b^*$  apresentou ligeiro aumento no início do tratamento e, posteriormente, se manteve praticamente constante até o final do experimento. Não foram verificadas alterações estatisticamente significativas desta coordenada em relação ao fator tempo de armazenamento durante o experimento. Desta forma, o pigmento amarelo das folhas de radiche aumentou levemente durante o experimento, proporcionando ligeiro amarelamento das amostras.

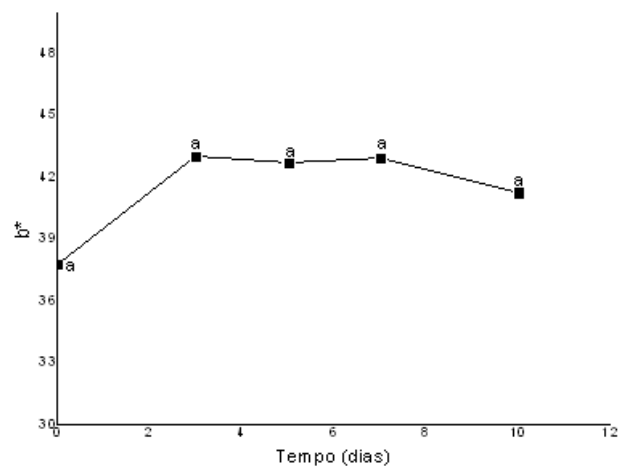


Figura 9: Componente amarelo-azul ( $b^*$ ) em radiche, cv. Folha Larga, minimamente processado, embalado e armazenado sob atmosfera modificada a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , por um período de 10 dias. \* Letras diferentes representadas no gráfico indicam que as amostras apresentam diferença significativa segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nunes *et al.* (2009) estudaram a mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada durante 28 dias sob atmosfera modificada, obtendo o valor  $b^*$  médio de 41,5. O valor desta coordenada aumentou durante o período de armazenamento, com isto, as fatias de mandioquinha-salsa armazenadas sob atmosfera modificada apresentaram coloração mais amarelada quando comparadas com a amostra inicial. Este resultado concorda com o presente trabalho em relação ao aumento da coordenada  $b^*$  e ao ligeiro amarelamento das amostras durante o período de armazenamento sob atmosfera modificada.

Não foram encontrados trabalhos científicos que quantifiquem as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em radiche anteriormente a este experimento.

## 5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### 5.2.1 Quantificação de coliformes a 35°C

Os fatores extrínsecos podem afetar as contagens microbianas, tendo em vista a possibilidade de contaminação dos vegetais pela terra, água, ar, insetos e animais (BEUCHAT, 1996).

A análise quantitativa realizada para coliformes a 35°C indicou que a amostra controle sem tratamento, apenas lavada em água corrente, apresentou valores próximos a  $2,5 \times 10^5$  UFC/g. As amostras sanificadas com solução de hipoclorito de sódio ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$ ) apresentaram valores próximos a  $4,3 \times 10^2$  UFC/g, no quinto dia de tratamento, e  $1,4 \times 10^2$  UFC/g no décimo dia de experimento. Este resultado indicou que houve redução estatisticamente significativa da carga microbiana em 3 ciclos logarítmicos, tanto no meio como no final do armazenamento, quando utilizou-se esta solução sanificante e a tecnologia da atmosfera modificada.

As demais amostras sanificadas com solução de peróxido de hidrogênio (4%) apresentaram valores próximos a  $2,2 \times 10^3$  UFC/g, no quinto dia e de  $2,3 \times 10^2$  UFC/g no décimo dia de experimento. Este resultado demonstrou que quando utilizou-se esta solução sanificante em combinação com a tecnologia da atmosfera modificada, houve redução significativa da carga microbiana inicial. Até o quinto dia de armazenamento das amostras, observou-se redução em 2 ciclos logarítmicos e quando o tratamento atingiu o décimo dia, a carga microbiana final estava reduzida em 3 ciclos logarítmicos da inicial.

Este resultado indicou que ambas as soluções testadas foram efetivas na inibição do microrganismo avaliado, porém a solução de hipoclorito de sódio obteve os melhores resultados. O tempo de armazenamento sob a atmosfera modificada promoveu diferença significativa entre a amostra controle inicial e as amostras sanificadas, tanto do quinto como do décimo dia no radiche.

O baixo resultado obtido de coliformes a 35°C comprovou boas condições de higiene e a correta manipulação das amostras durante o processamento mínimo. Segundo Beuchat (1996) populações de  $10^4$  a  $10^6$  microrganismos/g geralmente são consideradas comuns em frutas e hortaliças, quando presentes na planta de processamento equipamentos como bancadas e utensílios. Estes índices são aceitáveis, desde que não estejam presentes microrganismos patogênicos toxigênicos.

Mões-Oliveira (2001) pesquisou mamão minimamente processado e observou que o peróxido de hidrogênio, aplicado como agente sanificante com concentração de 0,5%, eliminou completamente a carga microbiana inicial de coliformes a 35°C, demonstrando assim a eficiência deste sanificante. Este resultado foi próximo ao encontrado neste trabalho, onde a solução de peróxido de hidrogênio também obteve ótimos resultados na inibição deste microrganismo.

Guerra (2004) analisaram a eficiência de diferentes tipos de agentes químicos na desinfecção da alface crespa minimamente processada e encontraram uma contagem inicial de coliformes totais em torno de  $10^4$  NMP/g.

Berberi *et al.* (2001) estudaram o efeito do cloro na água de lavagem para a desinfecção de alface minimamente processada e encontraram contaminação inicial de coliformes totais de  $10^5$  UFC/g. Após a lavagem com água corrente, notou-se a redução

de 2 ciclos logarítmicos. Ao final do período de 9 dias de armazenamento, a carga foi estimada em  $1,6 \times 10^4$  UFC/g, quando as amostras foram sanitizadas com solução de 130mg/L de cloro.

Os resultados apresentados pelos autores anteriormente citados foram próximos aos encontrados neste trabalho, tanto em relação ao valor estimado para a contagem inicial de coliformes totais na amostra controle, quanto ao quantificado nas amostras sanitizadas ao final dos tratamentos propostos.

### 5.2.2 Quantificação de coliformes a 45°C

A contaminação de alimentos por alguns membros do grupo coliformes, particularmente produtos vegetais oferecidos crus para consumo, pode causar severas toxinfecções. Isso ocorre porque estas bactérias são largamente distribuídas, sendo disseminadas durante o processo de preparação, desde os locais de plantio até o consumo final. Diante deste fato, o radiche pode ser considerado como um veiculador potencial de microrganismos patógenos nocivos ao ser humano.

A análise quantitativa realizada para coliformes a 45°C indicou que a amostra controle sem tratamento, apenas lavada em água corrente, não apresentou coliformes a 45°C. As amostras sanificadas com solução de hipoclorito de sódio ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e as demais amostras higienizadas com solução de peróxido de hidrogênio (4%) também não apresentaram coliformes a 45°C, tanto no quinto quanto no décimo dia de embalagem e armazenamento sob atmosfera modificada.

Este resultado demonstrou que a manipulação pós-colheita das amostras foi realizada de forma adequada, garantindo a inocuidade, a segurança alimentar e a qualidade da hortaliça durante a realização do processamento mínimo.

Pilon *et al.* (2006) analisaram o *shelf-life* de cenoura minimamente processada e armazenada durante 21 dias, verificando a ausência de coliformes fecais nas amostras. Este resultado está de acordo ao encontrado neste trabalho.

Rosa (2002) estudando a microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados verificou que 62,5% dos estabelecimentos tiveram pelo menos um produto positivo para *Escherichia coli sp.*, que apresentou altas contagens de coliformes fecais e cepas identificadas como *Klebsiella sp.* Os resultados desta pesquisa ressaltam a importância da correta manipulação e higienização das hortaliças e vegetais prontos para o consumo.

A RDC nº 12, de 2 de Janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001) indica os padrões microbiológicos sanitários exigidos para hortaliças, legumes e similares, não existindo padrão específico para os vegetais minimamente processados. No entanto, estes podem ser inseridos no grupo de alimentos designados como: “hortaliças frescas, in natura, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”, sendo a tolerância máxima para amostra indicativa de  $10^2$  NMP/g ou UFC/g de coliformes a 45°C.

Desta forma, o resultado encontrado neste trabalho para as amostras de radiche, em relação à quantificação de coliformes fecais, está de acordo com a legislação vigente e contempla os requisitos de segurança alimentar.

### 5.2.3 Contagem padrão de microrganismos mesófilos

O processamento mínimo de vegetais faz com que estes fiquem mais sensíveis à contaminação microbiana, principalmente ocasionada devido à etapa de corte, que promove a exposição do tecido vegetal. Este grupo de alimentos possui geralmente pH entre 5,8-6,5, alta umidade e maior superfície exposta. Tais características promovem condições ideais para o crescimento dos microrganismos (COELHO, 2001).

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas é amplamente utilizada para determinar a qualidade final dos produtos alimentícios. Ela é um indicador das condições de higiene, manipulação e processamento a que estes produtos foram submetidos (BEERLI, 2002).

A quantificação dos microrganismos mesófilos presentes nas amostras de radiche foi realizada através da contagem padrão. Esta indicou que a amostra controle, sem tratamento, apenas lavada em água corrente, apresentou valores próximos a  $9,8 \times 10^7$  UFC/g. As amostras sanificadas com solução de hipoclorito de sódio ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$ ) apresentaram valores próximos a  $5,1 \times 10^2$  UFC/g, durante o quinto dia de tratamento, e  $1,7 \times 10^2$  UFC/g no décimo dia de experimento. Este resultado indicou que houve redução estatisticamente significativa da carga microbiana em 5 ciclos logarítmicos, tanto no meio como no final do armazenamento, quando utilizou-se esta solução sanificante e a tecnologia da atmosfera modificada.

As demais amostras sanificadas com solução de peróxido de hidrogênio (4%) apresentaram valores próximos a  $1,1 \times 10^3$  UFC/g, no quinto dia e de  $3,0 \times 10^2$  UFC/g no décimo dia de experimento. Este resultado demonstrou que o uso desta solução sanificante em combinação com a tecnologia da atmosfera modificada implicou em uma redução significativa da carga microbiana inicial. Até o quinto dia de armazenamento observou-se redução em 4 ciclos logarítmicos e, quando o tratamento atingiu o décimo dia, a carga microbiana final estava reduzida em 5 ciclos logarítmicos da inicial.

As soluções testadas foram efetivas na inibição do microrganismo avaliado, porém a solução de hipoclorito de sódio foi a que obteve os melhores resultados.

O fator tempo de armazenamento sob a atmosfera modificada promoveu diferença estatisticamente significativa entre a amostra controle inicial e as amostras sanificadas, tanto do quinto como do décimo dia de armazenamento, quando avaliou-se a presença de microrganismos mesófilos no radiche.

Neste trabalho, os baixos valores estimados a este microrganismo comprovam boas condições de higiene e a correta manipulação das amostras durante o processamento mínimo aplicado. Segundo Santos (2005) contagens maiores que  $10^5$  UFC/g são muitas vezes aceitas, caso não se encontrem bactérias enteropatogênicas nos alimentos analisados. Isto ocorre porque, frequentemente, estas contagens refletem o número de bactérias epífitas, oriundas do campo e do solo.

Pilon *et al.* (2006) analisaram o *shelf-life* da pimenta verde minimamente processada e armazenada em atmosfera modificada durante 21 dias (2% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> e 88% N<sub>2</sub>) e detectaram, durante o décimo quarto dia, o valor de  $4,2 \times 10^4$  UFC/g na



contagem dos microrganismos mesófilos. Este resultado foi próximo ao encontrado neste trabalho.

Babic & Watada (1996) pesquisaram o espinafre minimamente processado e detectaram uma carga inicial de mesófilos variando de  $10^7$ - $10^8$  UFC/g. Este valor concorda com o presente experimento.

Roversi & Masson (2004) estudaram a alface crespa minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada (5% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> e 85% N<sub>2</sub>) e encontraram o valor de  $1,55 \times 10^8$  UFC/g referente à contagem total de bactérias do décimo dia de armazenamento. Tal resultado difere do encontrado neste trabalho, provavelmente, devido aos diferentes gêneros dos vegetais analisados e às condições aplicadas durante a pré e pós-colheita das amostras.

#### 5.2.4 Bolores e leveduras

A importância dada à microbiologia de frutas e hortaliças minimamente processadas deve-se ao fato de que, sob condições de baixo pH e baixas temperaturas de refrigeração, os fungos podem crescer e contaminar o alimento.

A análise quantitativa realizada para bolores e leveduras no radiche indicou que a amostra controle sem tratamento, apenas lavada em água corrente, apresentou valores próximos a  $4,0 \times 10^2$  UFC/g. As amostras sanificadas com solução de hipoclorito de sódio ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$ ) apresentaram valores próximos a  $1,5 \times 10^1$  UFC/g, no quinto dia de tratamento, e  $0,5 \times 10^1$  UFC/g no décimo dia de experimento. Sendo assim, houve uma redução da carga microbiana em 1 ciclo logarítmico no armazenamento.

As demais amostras sanificadas com solução de peróxido de hidrogênio (4%) apresentaram valores próximos a  $3,0 \times 10^1$  UFC/g, no quinto dia e de  $0,8 \times 10^1$  UFC/g no décimo dia de experimento. Do mesmo modo ocorrido para o hipoclorito de sódio, este sanificante reduziu a carga microbiana em 1 ciclo logarítmico.

Igualmente ao encontrado para as demais determinações microbiológicas, as soluções testadas foram efetivas, porém a solução de hipoclorito de sódio foi mais efetiva que o peróxido de hidrogênio.

Os baixos valores atribuídos aos bolores e leveduras comprovam também as boas condições de higiene e a correta manipulação durante o processamento. A etapa de centrifugação das folhas de radiche também contribuiu para a redução da umidade dentro da embalagem, inibindo o crescimento destes tipos de microrganismos.

As taxas de leveduras em espinafre minimamente processado foram consideradas baixas por Babic & Watada (1996), quando permaneceram entre  $10^3$ - $10^4$  UFC/g, durante 9 dias de armazenamento, tanto em ar circundante quanto sob atmosfera controlada a 5°C e 10°C.

Berbari (2001) pesquisaram o efeito do cloro na água de lavagem para a desinfecção de alface minimamente processada e encontraram contaminação inicial de bolores e leveduras de  $10^4$  UFC/g. Após a lavagem com água corrente, notou-se a redução de 1 ciclo logarítmico. Ao final do período de 9 dias de armazenamento, a carga foi estimada em  $3,1 \times 10^3$  UFC/g, quando as amostras foram sanitizadas com solução de 130mg/L de cloro.

Souza (2005) analisou o comportamento da alface americana cv. Raider minimamente processada e sanitizada utilizando solução de peróxido de hidrogênio com ácido ascórbico e encontrou para fungos e leveduras na amostra controle o valor de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g. Após três dias de tratamento, o valor encontrado foi próximo a  $7,5 \times 10^1$  UFC/g.

Os resultados apresentados pelos autores anteriormente citados estão próximos aos encontrados neste trabalho, tanto em relação ao valor estimado para bolores e leveduras na amostra controle, quanto ao quantificado nas amostras sanitizadas ao final dos tratamentos propostos.

Roversi & Masson (2004) estudaram a alface crespa minimamente processada acondicionada sob atmosfera modificada (5% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> e 85% N<sub>2</sub>) e encontraram um valor de  $6,53 \times 10^7$  UFC/g na contagem total de fungos referente ao décimo dia de armazenamento. Neste trabalho, o efeito da inibição de fungos através do uso da tecnologia da atmosfera modificada não foi evidenciado, diferindo do resultado

encontrado para o radiche, possivelmente devido a destinta combinação de gases empregada durante o embalamento.

Embora não exista legislação padrão específica para bolores e leveduras em produtos minimamente processados, são utilizados os padrões para produtos vegetais frescos prontos para o consumo segundo a RDC nº12 (BRASIL, 2001), que estabelece índices inferiores a  $10^2$  UFC/g, os quais irão refletir na sua qualidade final.

Desta forma, o resultado encontrado neste trabalho para as amostras de radiche cv Folha Larga minimamente processado embalado e armazenado sob atmosfera modificada, em relação à quantificação de bolores e leveduras, está de acordo com a legislação vigente.

### 5.3 CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

A Cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) foi elaborada com a finalidade de atender a ausência de legislação específica sobre os vegetais minimamente processados. Os enfoques principais foram a qualidade da matéria-prima, as características das instalações e os cuidados durante o processamento mínimo propriamente dito, exigidos durante a fabricação de um produto com qualidade, visando a segurança alimentar.

As informações apresentadas na cartilha foram formuladas a partir dos resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas, nas prováveis falhas do processamento aplicado e nas possíveis melhorias propostas ao processamento mínimo. A Cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) está apresentada integralmente no APÊNDICE A.

## 6 CONCLUSÃO

O uso de atmosfera modificada, aliado à refrigeração e as boas práticas de fabricação, foi suficiente para prolongar a vida útil do radiche, cultivar Folha Larga, minimamente processado por até dez dias de armazenamento.

A viabilidade do uso da tecnologia de embalagem proposta foi comprovada através do resultado das análises físico-químicas e microbiológicas.

A amostra controle inicial apresentou contagem alta para coliformes totais (35°C) e para microrganismos mesófilos, contudo ao final dos experimentos as cargas foram significativamente reduzidas. Não foram detectados coliformes fecais (45°C) em nenhuma das amostras analisadas. Os valores encontrados para bolores e leveduras foram relativamente baixos tanto na amostra controle, como ao longo do armazenamento.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstraram que o sanificante hipoclorito de sódio (150mg.L<sup>-1</sup>) aplicado na etapa de higienização proporcionou maior inocuidade ao produto final, sendo mais eficiente que o peróxido de hidrogênio (4%) sobre o controle de todos os microrganismos avaliados.

A cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF) aplicada aos vegetais minimamente processados surge como auxílio aos produtores em diversas etapas do processamento mínimo propriamente dito e supre, de forma prática e simplificada, a ausência de legislação brasileira específica aplicada a este grupo de alimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, B.; AL-HOWIRINY, T.A.; SIDDIQUI, A.B. Antihepatotoxic activity of seeds of *Cichorium intybus* L. **J. Ethnopharmacol**, n.87, p.237-40, 2003.
- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends Food Science Technology**, Oxford, v.7, n.6, p.179-187, 1996.
- ALBERONI, R. B. **Hidroponia**. São Paulo: Nobel, 1998. 102p.
- ALIOTTA, G.; POLLIO, A. Cicoria e Tarassaco selvatiche da coltivare. **Erboristeria Domani**, v.10, p.17-19, 1982.
- ALVES-RODRIGUES, A.; SHAO, A. The science behind lutein. **Toxicol Lett.**, v.1, n.150, p.57-83, 2004.
- ANDRADE, N.J. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 182p.
- ARRUDA, M.C. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.53-58, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methodology Analytical of A. O. A. C.**, 12 ed. Washington: A. O. A. C., 1992. 1015p.
- AZIZ, N.H.; FARAG, S.E.; MOUSA, L.A.; ABO-ZAID, M.A. Comparative antibacterial and antifungal effects of some phenolic compounds. **Microbios**, Cambridge, v.93, n.374, p.43-54, 1998.
- BABIC, I.; WATADA, A.E. Microbial populations of fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. **Postharvest Biology Technology**, Amsterdam, v.9, n. 2, p.187-193, 1996.
- BAIS, H.; RAVISHANKAR, G. A. *Cichorium intybus* L. cultivation, processing utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. **J. Sci. Food Agric.**, n.81, p.467-484, 2001.
- BARCACCIA, G.; PALLOTTINNI, L.; SOATTIN, M.; LAZZARIN, R.; PARRINI, P.; LUCCHIN, M. Genomic DNA fingerprints as a tool for identifying cultivated types of radicchio (*Cichorium intybus* L.) from Veneto, Italy. **Plant Breed**, n.122, p.178-183, 2003.

BEERLI, K.M.C. **Influência de sanificantes nas características microbiológicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada.** 2002. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

BERBARI, S.A.G.; PASCHOALINO, J.E.; SILVEIRA, N.F.A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.21, n.2, p.197-201, 2001.

BEUCHAT, L.R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. **Journal of food Protection**, Ames, v.59, n.2, p.204-216, 1996.

BLEINROTH, E.W. Armazenamento de frutas e hortaliças: fundamentos teóricos da conservação pelo frio das frutas e hortaliças. **Boletim do Ital**, Campinas, v.34, p.35-53, 1973.

BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. **Journal Food Science**, Chicago, v.13, n.1, p.281-292, 1991.

BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **J. Food Quality**, v.10, n.3, p.195-206, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Resolução - RDC nº 62**, de 26 de Agosto de 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 04**, de 14 de Janeiro de 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 12**, de 02 de Janeiro de 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12\\_01.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm)>. Acesso em: 11 jun. 2010.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 5 jun. 2010.

BRASIL. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Disponível em: <[www.cnph.embrapa.br](http://www.cnph.embrapa.br)>. Acesso em: 6 jun.2010.

BRASIL. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)- PROJETOS**. Disponível em : <<http://www.ctaa.embrapa.br/projetos/>>. Acesso em: 10 jun.2010.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, New York, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.18-22, 1995.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochem. Photobiol.**, n.2, p.241-249, 1963.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3ª edição, revista e atualizada. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.97.

CANTWELL, M.; SUSLOW, T.V. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. **Postharvest technology of horticultural crops**, Davis: Univ. Califórnia, p.445-463, 2002.

CEASA/RS. **Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Sul S.A.** Disponível em: < <http://www.imaginis.com.br/desenvolvimento/ceasa/site/> >. Acesso em: 8 jun. 2010.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. 2000. 113f. – Curso de pós-graduação “LATU SENSU” especialização à distância: Pós-colheita de frutos e hortaliças – Manutenção e qualidade, UFLA/FAEPE, Lavras, 2000.

CHUN, S. S.; VATEM, D. A.; LIN, Y. T.; SHETTY, K. **Process Biochem.**, 2005. v. 40, 809p.

COELHO, A.F.S. **Qualidade da alface (*Lactuca sativa L.*) minimamente processada**. 2001. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

COELHO, R.L. **Acúmulo de nitrato e produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico-NFT**. 2002. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

COLLINS, A. R. Carotenoids and genomic stability. **Mutation Research**, n. 475, p.21-28, 2001.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**. New York, v.854, 1998. p.435-442.

DAREZZO, H. M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa L.*). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2000, Viçosa. **Anais do Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p.117-124.

DURIGAN, J. F. Panorama do processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004. Viçosa. **Anais do Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2004. p.9-12.

ELPHICK, A. Fruit and vegetable washing systems. **Food Processing**, Chicago, v. 67, n.1, p. 22-23, Jan.1998.

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

ESKIN, N.A.M. **Biochemistry of Foods**, 2 ed. Califórnia, 1990. 557p.

EXAMA, A.; ARUL, J.; LENCKI, R.W.; LEE, L.Z.; TOUPIN, C. Suitability of plastics films for modified atmosphere packing of fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v.58, n.6, p.1365-1370, 1993.

FABICHAK, I. **Horticultura ao alcance de todos**. São Paulo: NOBEL, 1893. 58p.

FARIA, J. A. F. In: Apostila da disciplina TP-244- Embalagem e Estabilidade de Alimentos. **Estabilidade de alimentos em embalagens plásticas**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos. Unicamp, 1990. 84p.

FEMENIA, A.; ROBERTSON, J. A.; WALDRON, K. W.; SELVENDRAN, R. R. Cauliflower (*Brassica oleracea L.*), globe artichoke (*Cynara scolymus*) and chicory witloof (*Cichorium intybus*) processing by-products as sources of dietary fibre. **J.Sci. Food Agric.**, n. 77, p.511-518, 1998.

FERGUSON, L.R.; HARRIS, P.J. Protection against cancer by wheat bran: role of dietary fibre and phytochemicals. **European Journal of Cancer Prevention**, Oxford, v.8, n.1, p.17-25, 1999.

FERNANDEZ, M.A.; SAENZ, M.T.; GARCIA, M.D. Antiinflammatory activity in rats and mice of phenolic acids isolated from *Scrophularia frutescens*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, London, v.50, n.10, p.1183-1186, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p.294-295.

FREIRE JR, M. **Efeito da temperatura de armazenamento e da atmosfera modificada na qualidade de alface hidropônico cv. Regina minimamente processado**. 1999. 120f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 1999.



GAMACHE, P.; RYAN, E.; ACWORTH, I.N. Analysis of phenolic and flavonoid compounds in juice beverages using high-performance liquid chromatography with coulometric array detection. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v.635, n.1, p.143-150, 1993.

GUERRA, C. A.; LUCHESE, R.H.; BARBOSA, C.G. Eficiência de agente sanificantes na desinfecção de alface. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004. Recife. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Recife, 2004. 1CD-ROM.

HAMMOND, B. R. J.; WOOTEN, B. R.; SNODDERLY, D. M. Cigarette smoking and retinal carotenoids: implications for age-related macular degeneration. **Vision Res.**, n.36, p.3003-3009, 1996.

HOLLMAN, P.C.; KATAN, M.B. Bioavailability and health effects of dietary flavonoids in man. **Archives of Toxicology Supplement**, Berlin, v.20, p.237-248, 1998.

HURST, W. C. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, n.30, p.22-24, 1995.

INNOCENTI, M.; GALLORI, S.; GIACCHERINI, C.; IERI, F.; VINCIERI, F.F.; MULINACCI, N. Evaluation of the phenolic content of the aerial parts of different varieties of *Cichorium intybus* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, p.6497-6502, 2005.

IVANOVA, A.; MILKOVA, T.; GALABOV, A.S.; NIKOLAEVA, L.; VOYNOVA, E. Transformation of cholanic acid derivatives into pharmacologically active esters of phenolic acids by heterogeneous Wittig reaction. **Zeitschrift fuer Naturforschung**, Tuebingen, v.52, n. 7-8, p.516-521, 1997.

JUNQUEIRA, A.H. Horticultura: hortaliças processadas: Mercado em expansão São Paulo. **Agrianual**, p.34-35, 2000.

KADER, A.A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E.L. Modified atmosphere of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.28, p.1-30, 1989.

KERRY, N.L.; ABBEY, M. Red wine and fractionated phenolic compounds prepared from red wine inhibit low density lipoprotein oxidation in vitro. **Atherosclerosis**, Limerick, v.135, n.1, p.93-102, 1997.

KHATHOUNIAN, C.A. Almeirão: minha doce vida amarga. **Agroecologia**, v.2, n.8, p. 11-12, 2001.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n.9, p. 2603-2607, 2003.

KLUGE, R.A.; COSTA, C.A.; VITTI, M.C.D.; ONGARELLI, M.D.G.; JACOMINO, A.P.; MORETTI, C.L. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.2603-2607, 2006.

LIU, S.; MANSON, J.E.; LEE, I.M.; COLE, S.R.; HENNEKENS, C.H.; WILLETT, W.C.; BURING, J.E. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: the women's health study. **Am. J. Clin. Nutr.**, n.72, p.922-928, 2000.

LLORACH, R.; TOMAS-BARBERAN, F.A.; FERRERES, F. Lettuce and chicory byproducts as a source of antioxidant phenolic extracts. **J. Agric. Food Chem.**, n.52, p.5109-5116, 2004.

MALINOW, M. R.; FEENEY-BURNES, L.; PETERSON, L. H.; KLEIN, M. L.; NEURINGER, M. Diet-related macular anomalies in monkeys. **Invest Ophthalmol. Vis. Sci.**, v.8, n.19, p.857-863, 1980.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; REMESY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **Am. J. Clin. Nutr.**, n.81, p.S30S-242S, 2005.

MANZANO, M.; CITTERIO, B.; MARFRENI, M.; PAGANESSI, M.; COMI, G. Microbial and sensory quality of vegetables for soup packaged in different atmospheres. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.67, n.4, p.521-529, 1995.

MATHEW, A.G.; PARPIA, H.A.B. Food browning as a polyphenoloxidase reaction. **Advances in Food Research**, San Diego, v.19, n.1, p.75- 145, 1971.

MATTIUZ, B. H.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J. C.; DURIGAN, J. F.; CAMARGO, U. A. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Rev. Brasil. Fruticul.**, n.26, p.226-229, 2004.

MOELLER, S. M.; PAREKH, N.; TINKER, L.; RITENBAUGH, C.; BLODI, B.; WALLACE, R. B.; MARES, J. A. CAREDS Research Study Group. Associations between intermediate age-related macular degeneration and lutein and zeaxanthin in the carotenoids in age-related eye disease study (CAREDS): ancillary study of the women's health initiative. **Arch Ophthalmol.**, n.124, p.1151-1162, 2006.

MÕES-OLIVEIRA, E. C. **Influência de sanitizantes na qualidade de mamão de safra e entressafra minimamente processado**. 2001. 90p. Dissertação ( Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2001.

MORAES, I.V.M.D.; CENCI, S.A.; BENEDETTI, B.C.; MAMEDE, A.M.G.N.; SOARES, A.G.; BARBOZA, H.T.G. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.274-281, 2008.

MORETTI, C. L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004. Viçosa. **Anais do Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2004. p.8.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **J. Chromatogr. A**, v. 1054, n. 1-2, p.95-111, 2004.

NAGEN, T.J.; ALBUQUERQUE, T.T.O.; MIRANDA, L.C.G. Ácidos fenólicos em cultivares de soja: ação antioxidante. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.35, n.1, p.129-138, 1992.

NISHINO, H.; MURAKOSHI, M.; LI, T.; TAKEMURA, M.; KUCHIDE, M.; KANAZAWA, M.; et al. Carotenoids in cancer chemoprevention. **Cancer Metastasis Rev.**, v. 21(3-4), p. 257-264, 2002.

NISHINO, H.; MURAKOSHI, M.; MOU, X.Y.; WADA, S.; MASUDA, M.; OHSAKA, Y.; et al. Cancer prevention by phytochemicals. **Oncology**, n.69(Suppl 1), p.38-40, 2005.

NUNES, E.E.; BOAS, E.V.D.B.V.; XISTO, A.L.R.P.; BOAS, B. M.V. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada sob atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2185-2190, 2009.

PAPETTI, A.; DAGLIA, M.; GAZZANI, G. Anti- and pro- oxidant water soluble activity of *Cichorium genus* vegetables and effect of thermal treatment. **J. Agric. Food Chem.**, n.50, p.4696- 4704, 2002.

PARK, P.; LEE, D. S. Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. **J. Sci. Food Agric.**, v.77, n.3, p.282-286, 1998.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and henolic compounds. **Chemical Senses**, Oxford, v.23, n.3, p.371-378, 1998.

PILON, L.; OETTERER, M.; GALLO, C.R.; SPOTO, M.H.F. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.1, p.150-158, 2006.

PIMPINI, F.; CHILLEMI, G.; LAZZARIN, R.; GIANNINI, M.; TOSINI, F. Il calendario dell'offerta. **Terra Vita**, n.50, p.14-17, 2003.

PIROVANI, M. E. Quality of minimally processed letucce as influenced by packaging and chemical treatment. **J. Food Quality**, n.22, p.475-484, 1998.

REYES, V. G. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. **Food Australia**, v.48, n.2, p.87-90, 1996.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.D.L.; MORETTI, C.L. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagens. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n.2, p.310-315, 2009.

RIO GRANDE DO SUL. **Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Sul S.A (CEASA-RS)**. In: Apoio Técnico. Comportamento da comercialização mensal dos hortigranjeiros. Disponível em: <<http://www.ceasa.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ROLLE, R.S.; CHISM, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v.10, p.157-177, 1987.

ROSA, O.O. **Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercados**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2002.

ROVERSI, R. M.; MASSON, M.L. Qualidade da alface crespa minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada. **Ciênc. agrotec.**, v. 28, n.4, p.823-830, 2004.

SAAVEDRA, A.J. **Processamento mínimo de rabanete: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos**. 2004. 123p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – ESALQ/USP, 2004.

SANTOS, H.P.D; VALLE, R.H.P.do. Influência da sanificação sobre a qualidade do melão “Amarelo” minimamente processado: parte II. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1034-1038, 2005.

SAPERS, G.M.; SIMMONS, G.F. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 2, p. 48-52, Feb.1998.

SCHLIMME, D. V.; ROONEY, M. L. Packaging of minimally processed fruits and vegetables. In: WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. p.135-182.

SILVA, J.M.D.; GRAÇAS ONGARELLI, M.D.; SAAVEDRA, D.A.J.; FUMI, S.F.; KLUGE, R.A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Rev. Iber. Tecnología Postcosecha**. México, v.8, n.2, p.53-59, 2007.

SKURA, B.J.; POWRIE, W.D. Modified atmosphere packing of fruits and vegetables. **Vegetable processing**, New York: VCH Publishers, 1995. 279p.

SOUZA, E. C. **Qualidade de alface americana minimamente processada cv. Raider: efeito do hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido ascórbico**. 2005. 83p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

SOUZA, M.C.; ARAÚJO, P.G.L.; SILVA, E. Qualidade e conservação pós-colheita de alface, cv. Vera, hidropônica minimamente processada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19.,2004, Recife. **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Recife, 2004. 1 CD-ROM.

SPERONI, E.; GOVONI, P.; GUIZZARDI, S.; RENZULLI, C.; GUERRA, M.C. Anti-inflammatory and cicatrizing activity of *Echinacea pallida* Nutt. root extract. **J. Ethnopharmacol**, v.79, p.265-272, 2002.

SPIEGEL, J.E.; ROSE, R.; KARABELL, P.; FRANKOS, V.H.; SCHMITT, D.F. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. **Food Technol.**, v.10, p.85-89, 1994.

STREIT, N. M.; CANTERLEI, L. P.; CANTOII, M. W; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v.3, n.35, p.748-755, 2005.

SWANSON, B. G.; BERRIOS, J. J.; PATTERSON, M. E. Selection of packing materials for minimally processed foods: safety considerations. In: ATTERSSON, M.E. (Ed.). **Advances in minimally processed food packing**: Blackin Academic and Professional, 1995. 465p.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A. Almeirão. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELLO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 6ª ed., 1998. p.178-179. (Boletim, 200).

WATADA, A.E.; KAZUHIRO, A.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n.5, p.116-122, 1990.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in Plant Physiology**. New York, D. Van Nostrand Company, 1971. p. 55-58.

WILEY, R. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas**. 20ª ed. Tradução de José Fernández-Salguero Carretero. Zaragoza: Acribia, 1997.

WILLCOX, J.K.; ASH, S.L.; CATIGNANI, G.L. Antioxidants and prevention of chronic disease. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v.44, n.4, p.275-295, 2004.

ZAGORY,D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v.42, n. 9, p.70-77, 1998.

## ANEXO A – Histórico da Produção Anual do Radiche no Estado do Rio Grande do Sul

Tabela 1A: Histórico da produção anual, em toneladas, do radiche no Estado do Rio Grande do Sul.

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAIO</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>TOTAL</b>
1998	12,47	11,42	13,12	14,68	14,00	13,86	13,23	15,67	15,55	16,45	14,25	12,78	167,48
1999	12,98	10,95	14,65	15,89	18,56	14,09	15,25	15,48	14,03	15,42	12,57	12,48	172,35
2000	11,97	13,18	13,63	13,43	15,17	12,43	11,09	12,80	13,57	16,98	15,00	12,27	161,51
2001	12,69	11,72	15,11	14,61	14,85	15,38	13,88	15,46	16,27	14,71	13,01	12,31	170,00
2002	12,77	12,00	13,81	14,60	14,09	11,86	13,58	15,86	16,47	17,75	16,07	15,53	174,39
2003	15,31	12,98	14,48	15,62	15,37	14,97	16,43	14,65	15,59	14,94	11,87	13,32	175,51
2004	12,29	11,36	16,56	13,45	14,20	13,53	14,91	16,16	15,95	15,40	15,47	13,91	173,19
2005	14,80	12,71	16,78	15,85	16,66	18,88	16,89	18,33	16,34	17,39	16,96	15,62	197,21
2006	14,45	14,11	17,66	14,71	17,19	15,66	15,22	16,03	14,24	15,60	14,84	14,58	184,29
2007	15,65	13,05	34,69	15,80	15,46	12,78	15,13	14,71	13,88	17,64	17,06	14,70	200,56
2008	15,35	14,04	14,50	14,73	14,51	14,49	16,30	15,63	17,19	17,55	15,87	18,03	188,18

Fonte: Adaptado de RIO GRANDE DO SUL (2010).

## ANEXO B – Histórico do Preço Médio Mensal do kilo de Radiche no Estado do Rio Grande do Sul

Tabela 1B: Preço médio mensal, em reais, do kilo de radiche no Estado do Rio Grande do Sul desde 1998.

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAIO</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>
1998	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,92	0,83
1999	0,88	1,11	1,11	1,30	1,33	1,11	1,11	1,11	1,11	0,98	1,11	1,11
2000	1,11	1,11	1,20	1,11	1,15	1,15	1,17	1,72	1,11	1,11	1,11	1,11
2001	1,11	1,59	1,41	1,14	2,08	1,11	1,12	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
2002	1,11	1,11	1,32	1,75	2,32	2,82	2,60	1,67	1,67	1,67	1,84	1,62
2003	1,67	1,83	2,12	2,02	1,67	1,67	1,60	1,67	1,33	1,36	1,21	1,30
2004	1,67	1,82	1,67	1,67	2,40	3,04	2,22	2,01	1,75	1,67	1,61	1,59
2005	1,90	2,22	2,69	3,04	2,83	2,63	2,22	1,74	2,04	2,09	1,67	1,71
2006	2,20	2,55	2,22	2,22	2,15	1,67	1,69	2,44	2,40	2,04	1,78	2,33
2007	2,27	2,22	1,47	3,04	2,53	3,32	3,52	4,10	2,44	2,46	2,22	2,22
2008	2,40	2,32	2,78	2,26	3,69	2,92	3,07	2,67	2,62	2,60	2,78	2,49
2009	2,78	2,51	3,26	2,90	2,57	2,68	2,39	3,24	3,06	3,35	3,31	3,77

Fonte: Adaptado de RIO GRANDE DO SUL (2010).

## APÊNDICE A – Cartilha de Boas Práticas de Fabricação (BPF)

### Cartilha de Boas Práticas de Fabricação Aplicada ao Processamento Mínimo de Vegetais



É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Esta Cartilha foi elaborada por Giuliana de Moura Pereira, aluna de graduação do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).





**Caro colaborador:**

O seu trabalho é de extrema importância durante a elaboração dos alimentos. Ele pode ser realizado de forma correta garantindo a segurança alimentar e a redução de possíveis danos à saúde dos consumidores. O objetivo desta cartilha é de atender a ausência de Legislação específica sobre os vegetais minimamente processados, enfocando na importância da qualidade da matéria-prima, nos equipamentos, nas instalações, no processamento e esclarecendo sobre os cuidados a serem tomados durante a manipulação destes alimentos.

**O que significa Boas Práticas de Fabricação (BPF)?**

São práticas de higiene que devem ser seguidas pelos manipuladores desde a escolha e compra dos produtos a serem utilizados durante o preparo do alimento, até o momento de venda ao consumidor. O objetivo das Boas Práticas de Fabricação é evitar a ocorrência de doenças provocadas pelo consumo de alimentos contaminados.

Por que seguir as Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante o processamento de vegetais minimamente processados?

Para proteger a saúde da população contra doenças provocadas pelo consumo de alimentos contaminados. Se as boas práticas de fabricação forem seguidas, os comerciantes e manipuladores irão preparar, armazenar e a vender estes vegetais de forma adequada, higiênica, segura e saudável aos consumidores.



### É importante saber que...

-Microorganismos: são organismos vivos tão pequenos que só podem ser vistos por meio de um equipamento com potentes lentes de aumento chamado microscópio. Eles se encontram em toda parte: água, solo, ar, pessoas, animais, objetos de trabalho e também nos alimentos.

- Contaminação: é todo o tipo de substância tóxica química (detergente, veneno, etc.); parasita (vermes, insetos, roedores, etc.) e microrganismo prejudicial à saúde que entram em contato com o alimento durante o preparo e a manipulação do mesmo.

- Doença Transmitida por Alimentos (DTA): são doenças prejudiciais à saúde provocadas pelo consumo de alimentos contaminados. Seus sintomas mais comuns são: febre, náuseas, dor de cabeça, diarreia e dores abdominais.

- Higienização: é o somatório das etapas de limpeza (remoção de sujidades mais pesadas) e sanificação (redução da carga microbiana através de substância sanificante como hipoclorito de sódio).

### Tipos de Microrganismos:

- Vírus (da gripe H1N1)
- Bactérias
- Fungos (cogumelos comestíveis, bolor de pão, mofo de parede)



Microrganismos úteis: proporcionam a fabricação de alguns alimentos como pão, iogurte, cerveja, vinho, etc.

Microrganismos deteriorantes: podem provocar a deterioração do alimento (odor e sabor desagradável), diminuir sua vida de prateleira e causar uma aparência inatrativa ao consumidor.

Microrganismos patogênicos: podem provocar risco à saúde do consumidor através de doenças (DTA's), muitas vezes levando até a morte principalmente de pessoas idosas ou crianças.



### Quando os microrganismos se multiplicam nos alimentos?

Em condições propícias de temperatura, umidade e nutrientes.

- Se multiplicam rapidamente (1 bactéria → 130.000 bactérias em 6h).
- Muitos microrganismos patogênicos se multiplicam na chamada zona de perigo entre 5° e 60°C. Daí vem a importância de armazenarmos os vegetais sob resfriamento, preferencialmente abaixo de 5°C.
- Locais úmidos proporcionam um crescimento microbiano mais rápido.



### Como devem ser as instalações e os equipamentos de trabalho?

- ✓ As instalações devem estar higienizadas e organizadas, evitando contaminações. As paredes não devem apresentar mofo, rachaduras, infiltrações, etc.
- ✓ É aconselhável que se faça a higienização de alguns equipamentos durante a rotina de trabalho e uma higienização mais pesada no fim da jornada de trabalho.
- ✓ As janelas devem possuir tela de proteção e os ralos devem ser sifonados ou possuir alguma proteção contra pragas (baratas, insetos, ratos, etc) evitando possíveis contaminações.
- ✓ Não deixar materiais alheios à produção nas áreas de trabalho para evitar a contaminação dos alimentos.
- ✓ O local de trabalho deve estar bem iluminado e ventilado para facilitar as etapas de processamento. As lâmpadas devem estar protegidas contra quebras.
- ✓ Os equipamentos e utensílios da produção devem estar higienizados e em bom estado de conservação. O uso de aço inox na produção é aconselhável a fim de proporcionar uma redução da contaminação microbiana.
- ✓ Todas as matérias-primas devem estar acondicionadas sobre pallets e devidamente identificadas em um depósito propício a este fim.

- ✓ Os produtos químicos devem estar separados da produção, devidamente identificados, acondicionados sobre pallets, em uma sala específica para tal, preferencialmente chaveada.  
Estes produtos devem estar regularizados e possuir registro no ministério da saúde.
- ✓ Não é permitido o uso de venenos como praguicidas dentro das instalações, pode-se usar apenas armadilhas de cola ou do tipo luminosa no controle integrado de pragas.
- ✓ Os banheiros e vestiários não devem se comunicar diretamente com a produção, evitando possíveis contaminações aos alimentos.
- ✓ Os banheiros devem estar devidamente higienizados, com sabonete anti-septico inodoro, sanificante, papel toalha não reciclável, papel higiênico e lixeiras com acionamento indireto (pedal).
- ✓ A produção também deve possuir pias estrategicamente posicionadas para a adequada higienização das mãos, com sabonete anti-septico inodoro, sanificante, papel toalha não reciclável e lixeira com acionamento indireto (pedal).

### Quais são os cuidados a serem tomados com a água do processamento?

- A qualidade da água é de extrema importância já que os microrganismos patogênicos podem ser transmitidos através dela e causarem doenças ao consumidor.
- A água utilizada durante o processamento e que entra em contato direto com o alimento deve ser obrigatoriamente potável.
- Pode ser proveniente do sistema de abastecimento público ou de caixas d'água. Os reservatórios de água devem ser analisados semestralmente conforme previsto em legislação.
- A caixa d'água deve possuir tampa e estar em bom estado de conservação, livre de rachaduras, infiltrações ou vazamentos. A higienização da mesma deve ser realizada a cada seis meses, assim como as análises da água.



### Em relação aos resíduos do processamento...

- O estabelecimento deve possuir lixeiras providas de tampa e de acionamento indireto, preferencialmente através de pedais.
- O lixo orgânico deve ser separado do lixo seco de acordo com os princípios da coleta seletiva e reciclagem. O uso de cores distintas para cada um dos tipos de lixo é aconselhável, assim como a identificação dos mesmos.
- O lixo é um local muito contaminado, por este motivo devemos trocar os sacos de lixo da produção frequentemente e higienizar as lixeiras da produção no final da jornada de trabalho.
- O armazenamento do lixo deve ser feito fora da produção, em um local separado e destinado a este fim, provido de tampa e igualmente higienizado. Não são permitidos acúmulos de lixo, pois os resíduos de produção se constituem em focos para possíveis pragas como insetos e roedores.



### Hábitos higiênicos do manipulador de alimentos:

- Asseio, higienização frequente das mãos e banho diário.
- Cabelos cobertos por touca, evitando possíveis contaminações ao alimento.
- Os homens devem estar barbeados.
- As mulheres não devem utilizar maquiagem.
- As unhas devem ser curtas e estar sem esmalte.
- Não é permitido o uso de celular e de adornos na produção como: aliança, brincos, anéis, colares, relógio, piercing, etc.
- Não é permitido o uso de perfumes.
- Não é permitido cantar, assobiar, espirrar, tossir, falar excessivamente e manipular dinheiro nas áreas de produção.
- Não é permitido fumar nas instalações industriais.
- O uniforme do manipulador deve ser de cor clara (preferencialmente branco), sem botões e sem bolsos para evitar possíveis contaminações. A troca de uniforme deve ser feita diariamente.

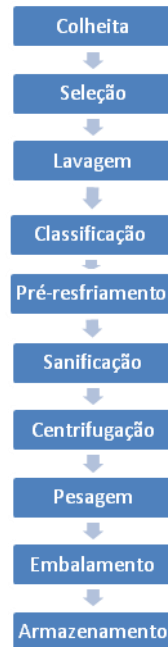
- O uniforme deve ser usado somente nas áreas de trabalho, evitando possíveis contaminações.
- Os manipuladores doentes, gripados, com machucados ou inflamações cutâneas não devem possuir contato direto com o alimento para evitar possíveis contaminações. Nestes casos, o manipulador deve ser deslocado para uma área que não haja este risco, preferencialmente onde os vegetais já estejam embalados.

**ATENÇÃO: Os hábitos higiênicos e regras acima devem ser seguidos pelos visitantes ou por qualquer pessoa que entre na área de produção.**

**“Lembre-se que toda a matéria-prima de qualidade gera um alimento de qualidade”.**

- Os fornecedores de matérias-primas devem atender aos requisitos das Boas Práticas de Fabricação e prover à empresa laudos certificadores de qualidade.
- O local de armazenamento das matérias-primas deve estar limpo, devidamente organizado e identificado, ventilado e separado da produção. Esta sala deve ser resfriada, pois os vegetais necessitam de baixas temperaturas durante o armazenamento para o prolongamento da vida de prateleira.
- Toda a matéria-prima recebida deve ser avaliada em relação a sua integridade. Não é recomendado o recebimento de insumos com embalagem amassada, furada, danificada, estufada, aberta ou com vazamentos para evitar possíveis contaminações.
- Durante o recebimento de matéria-prima devemos observar a data de validade e o estado de conservação do insumo recebido, além de ler e analisar o laudo certificatório da qualidade do mesmo.
- Os recipientes utilizados para armazenar as matérias-primas abertas devem estar identificados, com o nome do insumo, data de abertura e data de validade após aberto. Desta forma evita-se o uso de produtos vencidos.

### Fluxograma de vegetais minimamente processados:



### Etapas do fluxograma aplicada aos vegetais folhosos minimamente processados como Radiche (*Cichorium intybus* L.):

- 1) Colheita dos vegetais.
- 2) Seleção das folhas que não possuem injúrias e que se encontram atrativas ao consumo.
- 3) Lavagem das folhas em água corrente para a remoção da terra e de demais sujidades.
- 4) Classificação das folhas. Nesta etapa, as folhas são separadas através do tamanho com o intuito de formar pacotes com folhas de tamanho similar.
- 5) Pré-resfriamento das folhas em água fria (5°C) com o objetivo de estender a vida de prateleira do produto, evitando possíveis reações enzimáticas.
- 6) Sanificação utilizando solução hipoclorito de sódio. Nesta etapa, as folhas devem ser submersas nesta solução durante aproximadamente 10 minutos. A concentração da solução utilizada é de uma colher de sopa de hipoclorito de sódio para cada litro de água.
- 7) Centrifugação das folhas com o objetivo de retirar o excesso da água proveniente das etapas anteriores.
- 8) Pesagem das folhas de acordo com o estabelecido.
- 9) Embalamento das folhas em sacos plásticos.  
Nesta etapa a adição de gases através de atmosfera modificada auxilia no prolongamento da vida de prateleira do produto.
- 10) Armazenamento das embalagens em local refrigerado (5°C).

**Cuidados a serem tomados durante o processamento mínimo de vegetais:**

- Os vegetais quando não higienizados podem apresentar microrganismos patogênicos causadores de inúmeras doenças. Por esta razão, após a limpeza das hortaliças em água corrente é recomendada a higienização em água clorada concentrada a 150ppm (aproximadamente 1 colher de sopa de hipoclorito de sódio por litro de água).
- Os recipientes, instrumentos e equipamentos utilizados durante o processamento mínimo também devem estar higienizados. Lembre-se que todos estes objetos entram em contato direto com o vegetal e podem contaminá-lo.
- Evite utilizar madeira na produção. O aço inox é amplamente recomendado, pois é facilmente limpo e higienizado.
- Os vegetais minimamente processados devem ser armazenados a baixas temperaturas (inferiores a 5°C) para não deteriorarem facilmente e então estenderem suas vidas de prateleira.
- Os equipamentos utilizados durante a produção devem estar devidamente calibrados e regulados para suas funções.



**TODAS AS REGRAS E INSTRUÇÕES DESTA CARTILHA SÃO  
INDISPENSÁVEIS NA PRODUÇÃO DE UM ALIMENTO SEGURO  
E SAUDÁVEL AO CONSUMIDOR.**

**BOM TRABALHO!**